

Carta de Cartas

Ver- 1.1

Introducción a la interpretación
dinamométrica y cartas Tipo.

Carta de Cartas

1. Prólogo.
2. Introducción a la Carta Dinamométrica.
3. Carta de Cartas:
 - 3.1 Las tradicionales.
 - 3.2 Fricción.
 - 3.3 Manejo de Gas.
 - 3.4 Pesca del día y otros agarres.
 - 3.5 Las "No tan Comunes".
 - 3.6 Los golpes y las combinadas.
4. Aclinar Consultora.

1. Prólogo

Hoy por hoy basta con colocar en *google* "cartas dinamométricas" para poder acceder a un sinfín de guías rápidas de interpretación de "cartas tipo". Inclusive en mi oficina solía tener algunos "mouse pad" con dicho motivo.

No obstante, con el paso del tiempo he notado que estas guías suelen ser algo incompletas. Hay muchas otras cartas tipo que nos cruzamos frecuentemente y que deberían estar incluidas en estas guías rápidas. Es por este motivo que decidí armar esta "Carta de Cartas", incluyendo aquellos casos que normalmente se han dejado de lado pero que día a día se están volviendo cada vez mas usuales.

Espero que este material sea de utilidad a la hora de diagnosticar problemas para poder optar por las mejores soluciones, de manera de lograr optimizar los sistemas de extracción de bombeo mecánico y aumentar la vida útil de todo el sistema.

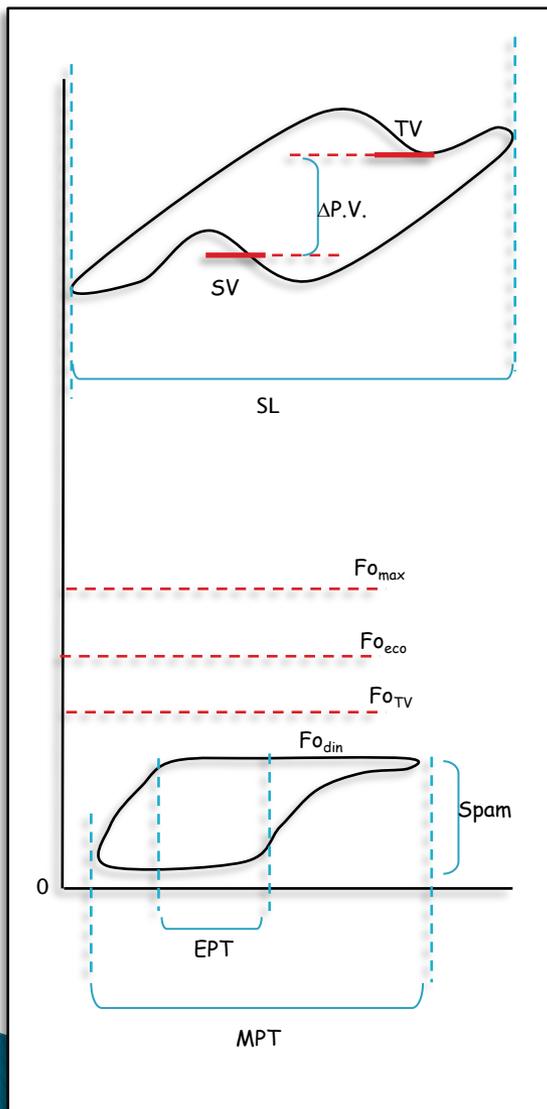
2. Carta Dinamográfica

En la carta de Superficie:

- **SL:** *Stroke Length*, **carrera del AIB** en superficie. Debe coincidir con la teórica según el AIB y carrera que está siendo utilizado.
- **TV:** *Travelling valve*, valor de carga registrado en la prueba de la **válvula viajera**.
- **SV:** *Standing valve*, valor de carga registrado en la prueba de la **válvula de pie**.

En la carta de Fondo:

- **MPT:** *Maximum plunger travel* (carrera máxima del pistón). Es la carrera total que viaja el pistón de la bomba, independientemente si esta genera o no acción de bombeo.
- **EPT:** *Effective plunger travel*. Es la parte de la carrera del pistón que efectivamente genera acción de bombeo.
- **Fo_{din}**: Fuerza medida para levantar el fluido (condición dinámica).
- **Fo_{tv}**: Fuerza medida para levantar el fluido (condición estática).
- **Fo_{eco}**: Fuerza teórica necesaria para levantar el fluido en base a la presión de fondo medida por ecometría.
- **Fo_{max}**: Máxima fuerza necesaria para levantar el fluido, asumiendo una presión de 0 en la succión de la bomba.
- **Spam**: Separación entre las líneas de carrera ascendente y descendente.



$$F_o = \frac{\pi \phi^2}{4} * ((h * \rho * 1.422) + P_{bp} - P_{ip})$$

Fo: expresado en lbs.

ϕ: Diámetro de la bomba, expresado en **pulgadas**.

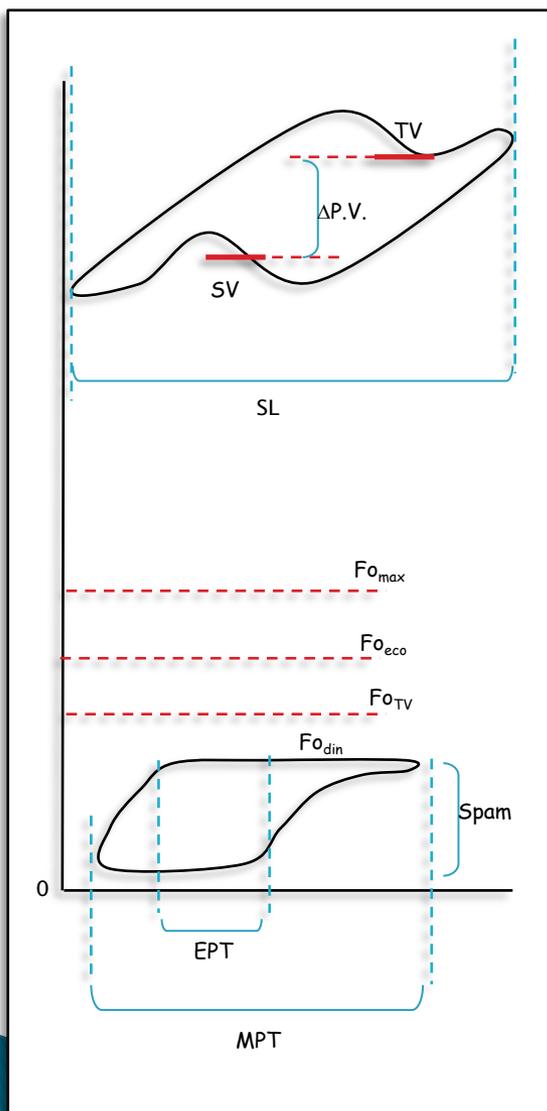
PIP: (*Pump intake Pressure*), Presión en la succión de la bomba, expresado en **PSI**.

Pbp: Presión de boca de pozo.

h: Profundidad de la bomba, expresada en **metros**.

ρ: Densidad relativa del fluido dentro del tubing, **adimensional**.

2. Carta Dinamográfica



$$Q_{real} = \frac{\phi^2 * \pi}{4} * MPT * GPM * Cte_1 * ef_{vol} * ef_{llenado}$$

$$Q_{teórico} = \phi^2 * EPT * GPM * Cte_2$$

$$Ef. bomba = \frac{Q_{control} * Bo}{Q_{teórico}} * 100$$

$$Ef. Llenado = \frac{EPT}{MPT} * 100$$

ϕ : Diámetro de la bomba, expresado en **pulgadas**.

GPM: velocidad de bombeo expresada en Golpes por minutos.

MPT: Carrera del pistón de la bomba \cong carrera del AIB.

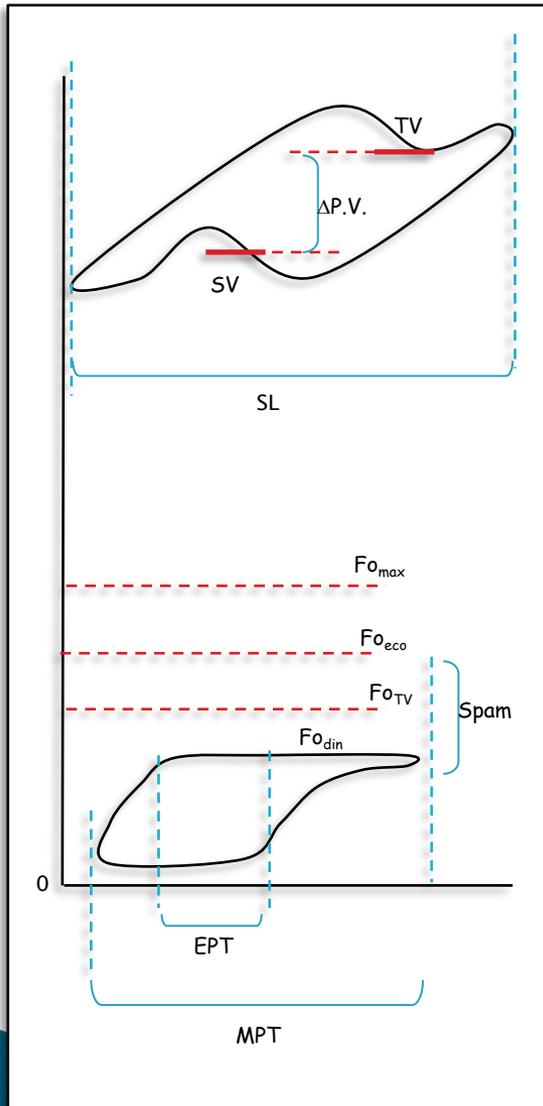
EPT: Carrera efectiva del pistón de la bomba, a determinar con la dinamometría.

Cte₁ y **Cte₂**: *constantes de unidades y de simplificación*.

Bo: Factor volumétrico del petróleo.

La **eficiencia de llenado** está relacionado principalmente a las condiciones de golpe de fluido e interferencia de gas. La **eficiencia de la bomba** en cambio se relaciona con las pérdidas en válvula, excesivo escurrimiento entre el barril y el pistón, u otras fugas en el sistema (fuga en la retención del entre caño en el puente de producción, perdida en tuberías, etc.).

2. Carta Dinamográfica



$$Q_{teórico} = \emptyset^2 * EPT * GPM * Cte_2$$

(Considera una eficiencia del 100%)

Para Unidades Comunes:

Q: m³/d

EPT: Pulgadas

Diam. Bomba: Pulgadas

GPM: Golpes por minuto

Cte₂ ≅ 0.0185

Ejemplo:

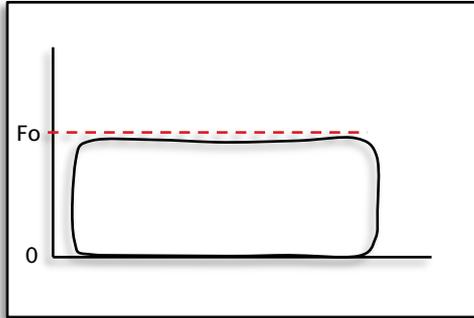
Calcular el caudal de un pozo que posee una bomba de 2" y que tenga un AIB C640-305-120 en carrera máxima, operando a 7 GPM.

Si asumimos que la carrera de superficie es similar a la carrera de fondo, y que la eficiencia de llenado es del 100% (no hay interferencia de gas ni golpe de fluido), entonces EPT = SL = 120"

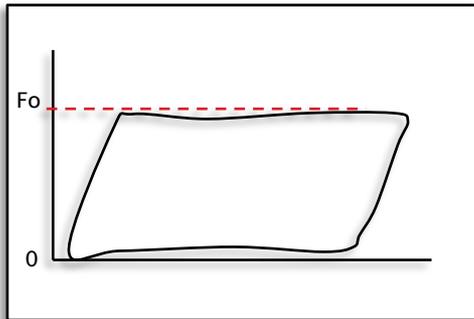
$$Q_{teórico} = 2^2 * 120 * 7 * 0.0185 \cong 62 \text{ m}^3/\text{d}$$

Asumiendo una eficiencia de bomba del 85% (por escurrimiento entre el barril y el pistón), podemos estimar la producción del pozo en unos 53 m³/d

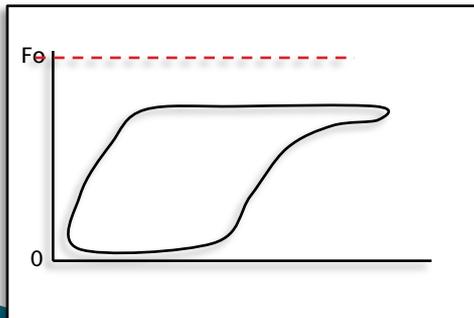
Carta de cartas



Carta llena, Funcionamiento normal

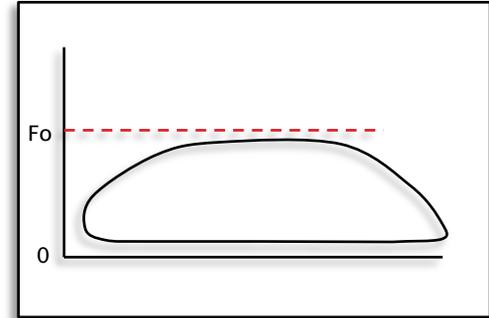


Movimiento de tubing
(instalación sin ancla o falla en la misma)

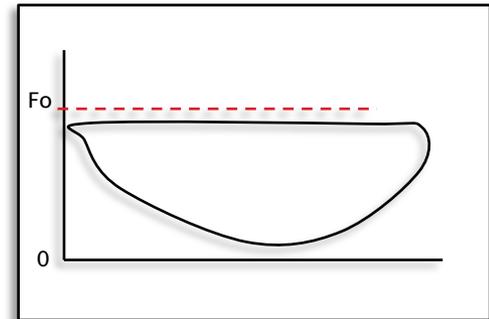


Presencia de gas libre en la bomba (interferencia por gas)

Pérdida en válvula viajera ($F_{o_{din}}$ similar al $F_{o_{eco}}$)

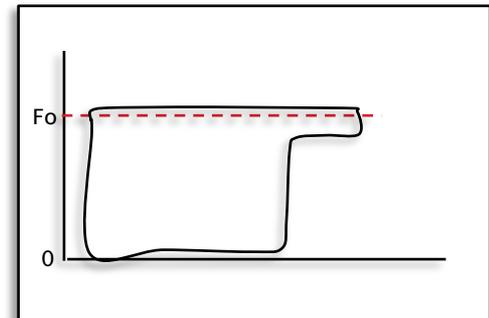


Perdida en válvula de pie.

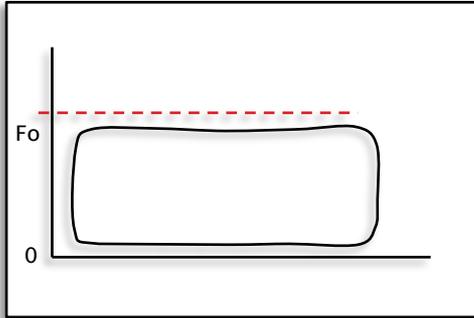


Golpe de Fluido

- Insuficiente nivel
- Intake tapado
- Separador de gas tapado
- Fluido muy viscoso



Carta de cartas

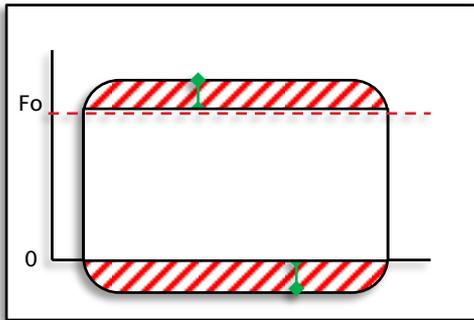
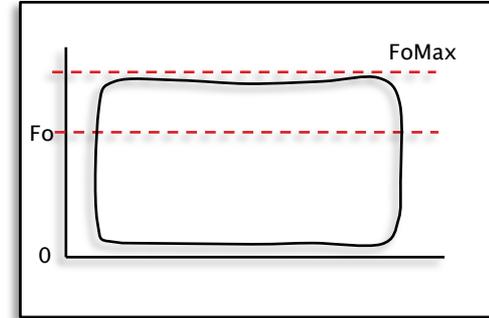


Carta Normal
En carrera ascendente el valor registrado coincide con el Fo_{eco} , en carrera descendente coincide con el 0.

Fricción en carrera ascendente (posiblemente por buckling ó pozo muy desviado)

ó

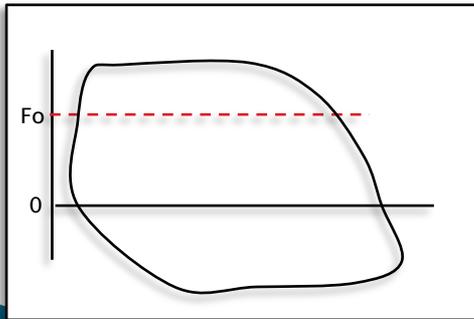
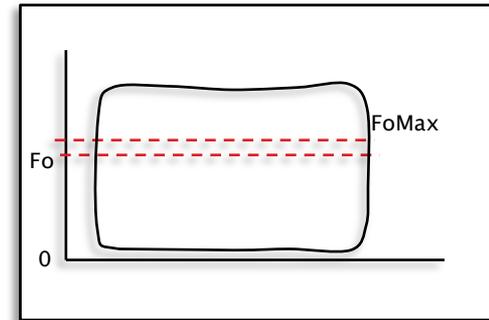
Intake parciamente obstruido
Petróleo muy viscoso.



Fricción (posiblemente en bomba)

Nota: Misma fricción en carrera ascendente que descendente.

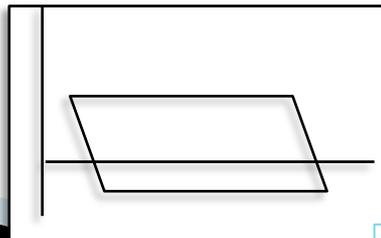
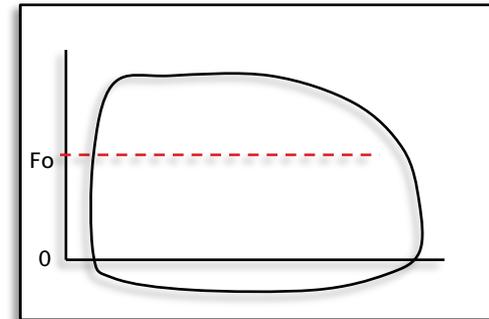
Fricción en carrera ascendente (posiblemente por buckling ó pozo muy desviado)



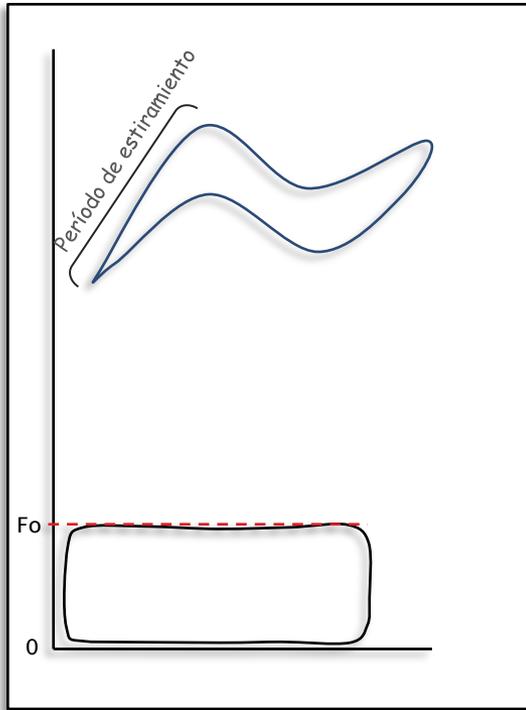
Excesiva Fricción (similar al paralelogramo de "movimiento de tubing", pero inverso).

Excesiva fricción en carrera ascendente.

(posiblemente por buckling ó pozo muy desviado)



3.2 Fricción



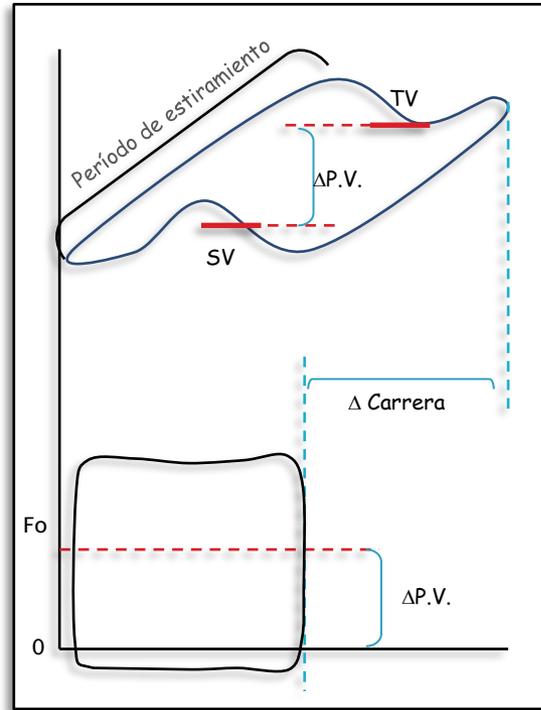
Carta Normal:

En superficie:

- Concordancia con el período de estiramiento con el del latigazo
- Spam normal en superficie

En fondo:

- Fo_{din} coincide con Fo_{eco} .
- En la carrera descendente la lectura es de 0
- La carrera del pistón es acorde a la carrera del AIB
- El spam de la carta coincide con la diferencia de las pruebas de válvulas



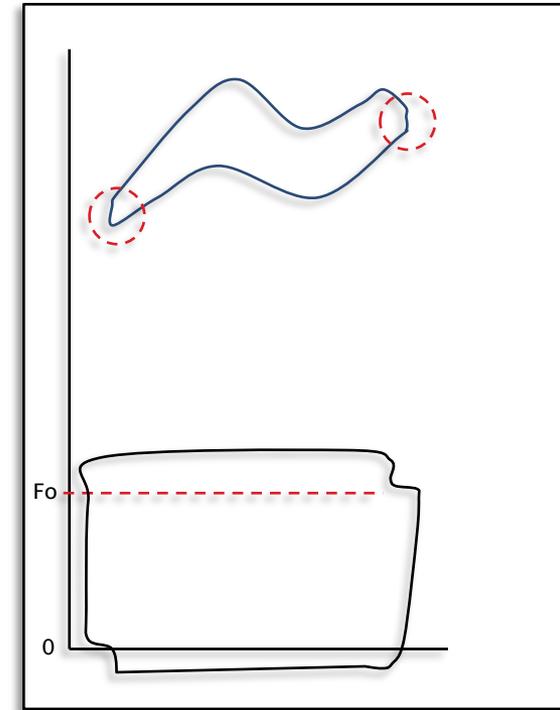
Fricción:

En superficie:

- Período de estiramiento exagerado.
- Excesivo spam en superficie.

En fondo:

- Carrera del pistón mucho menor a la carrera del AIB
- Fo_{din} por encima del Fo_{eco} y/o Fo_{Max} .
- En la carrera descendente la lectura es inferior a 0
- Partes redondeadas al inicio y final de las carreras (mas marcado al finalizar las carreras).
- El Δ Carga en las pruebas de válvulas coincide con el Fo_{eco} pero es inferior al Fo_{din} .



Fricción en empaquetaduras:

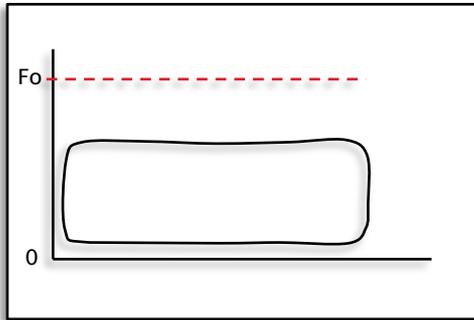
En superficie:

- Parte final de las carreras verticales

En fondo:

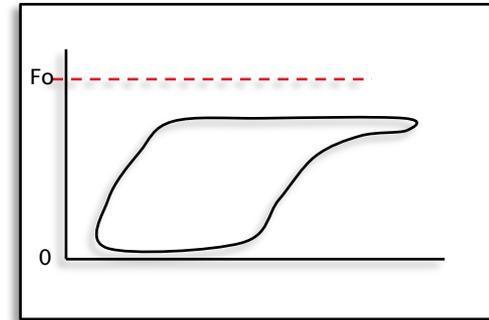
- Finales de carreras redondeados, tendiendo a valores normales de cargas.

Carta de cartas



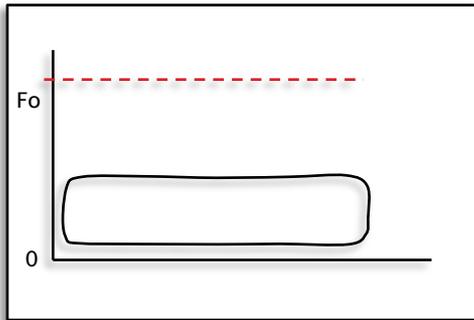
Pozo sin producción:
 • Pérdida franca en tubing

Pozo con producción:
 • Gas en directa (alto GOR)

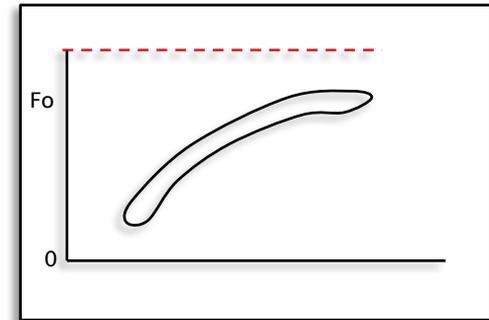


Presencia de gas libre en la bomba (interferencia por gas)

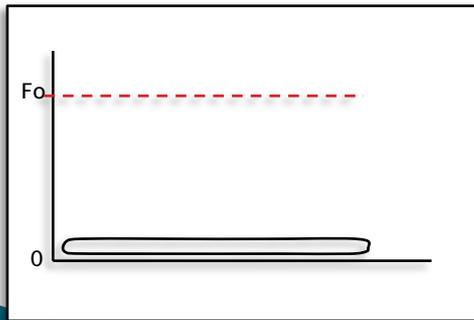
No confundir con movimiento de tubing + golpe de fluido.



Excesivo gas en directa, pozo a punto de surgir.



Bloqueo por gas libre en bomba



Bomba bloqueada por surgencia.

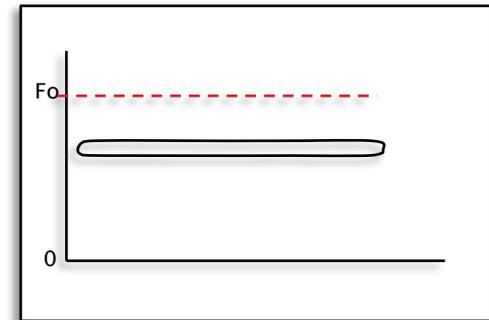
ó

Pesca profunda!

Bloqueo por gas libre en bomba

ó

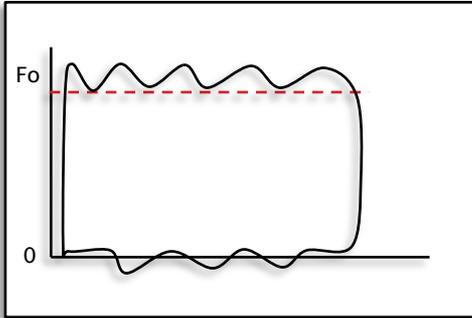
Rotura total de válvula fija, desprendimiento de la extensión inferior, etc. (poco probable)



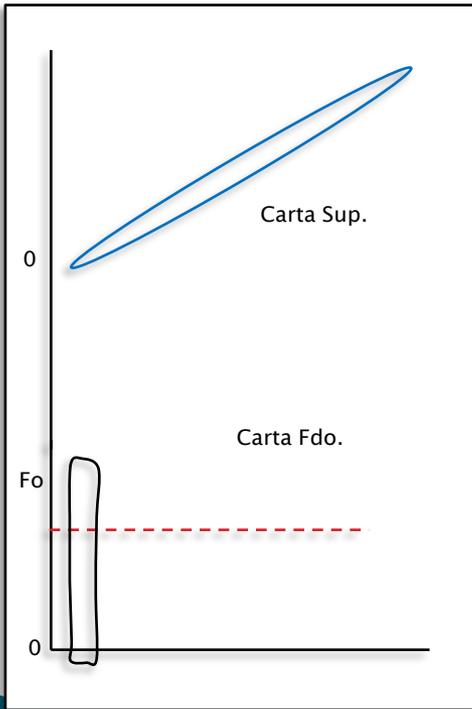
"Gas de Alta"

"Gas de baja"

Carta de cartas



Agarres en la bomba

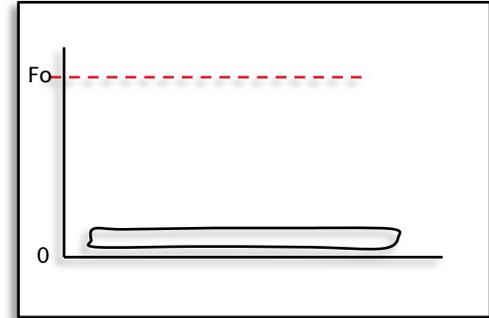


Pistón completamente agarrado

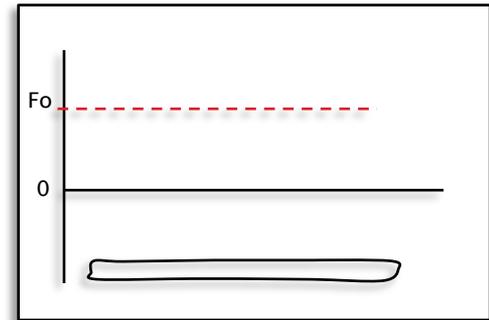
Bomba bloqueada por surgencia.

ó

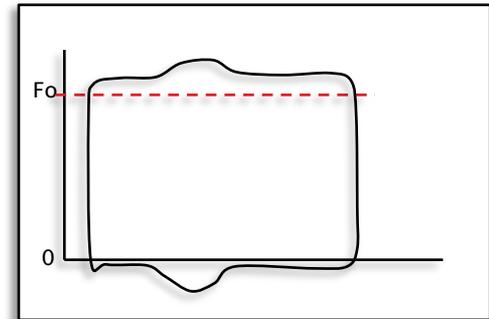
Pesca profunda!



Pesca somera

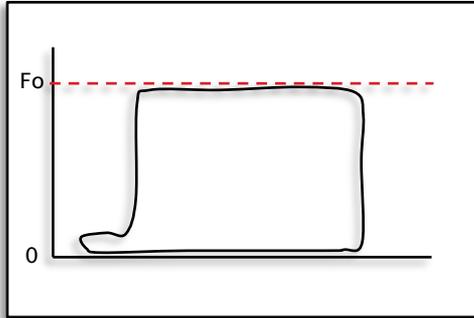


Agarra en bomba (posible barril colapsado).

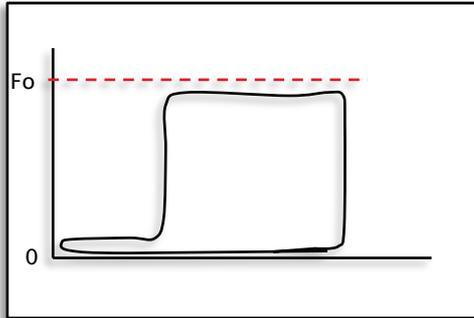


3.4 Pesca del Día y otros "agarres"...

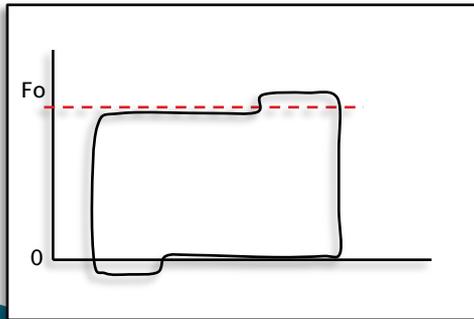
Carta de cartas



Bomba con dispositivo antibloqueo fijo (operación normal, carta llena).

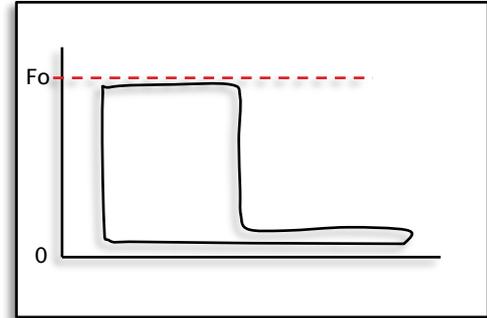


Golpe de fluido enmascarado por ring valve (ring valve parcialmente desgastada)

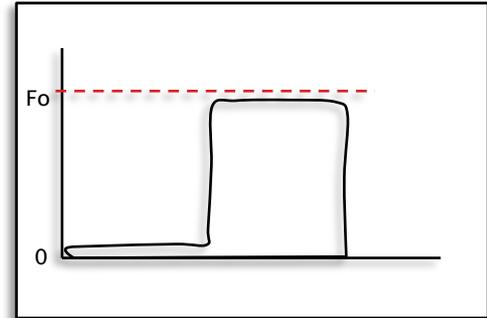


Golpe de fluido enmascarado por ring valve (ring valve en buen estado)

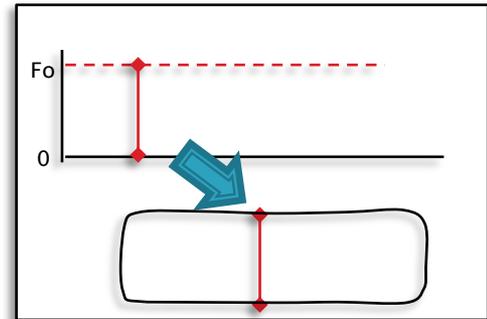
Barril dañado (bomba de anclaje inferior)



Barril dañado (bomba de anclaje inferior)

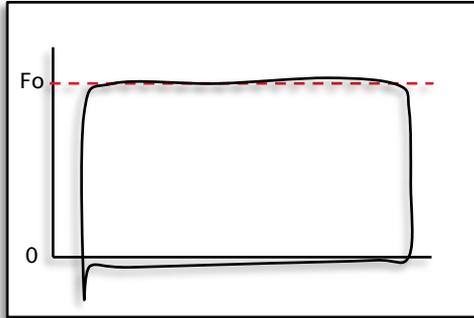


Incorrecta carga del diseño ó falta de carga del perfil de desviación.

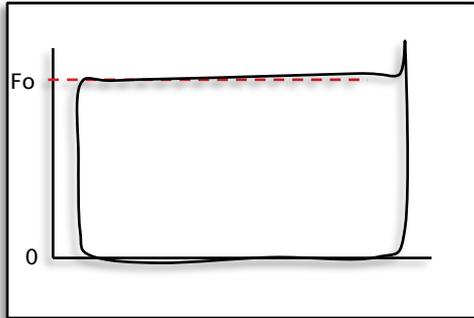


3.5 Las no tan comunes

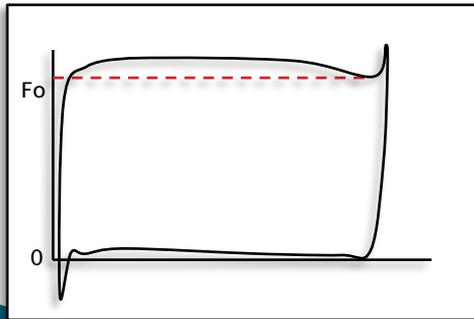
Carta de cartas



Golpe de bomba

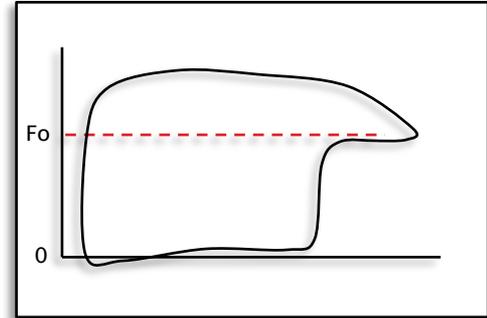


Golpe ascendente de bomba
Ó
Golpe de cupla del vástago en boca de pozo.

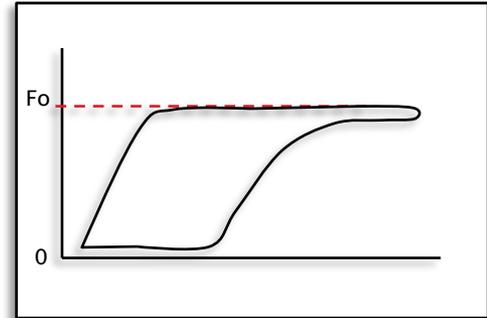


Golpe de bomba y golpe de cupla del vástago en boca de pozo simultaneo (incorrecto espaciado).

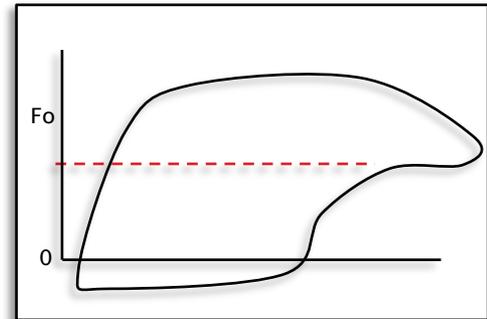
Fricción en carrera ascendente + golpe de bomba



Movimiento de tubing + golpe de bomba (no confundir con interferencia de gas)



Fricción en carrera ascendente + movimiento de tubing + golpe de fluido



4. Aclinar Consultora

Aclinar es una consultora fundada por Pablo Subotovsky, ingeniero en petróleo con más de 12 años trabajando en la industria. Nos especializamos en consultoría y capacitación en todos los temas relacionados a la producción de petróleo y gas, cubriendo desde las terminaciones, subsuelo y sistemas de levantamiento artificial hasta el manejo de la información de producción.

Mas información en www.aclinar.com

Consultoría

- Evaluación de yacimientos
- Diseños y optimización de los sistemas de levantamiento artificial.
- Obtención e Interpretación de cartas dinamográficas, control de calidad.
- Manejo de la información de producción.

Capacitaciones, cursos y talleres

- Taller de Análisis Nodal.
- Sistemas de Levantamiento Artificial.
- Taller Avanzado de Bombeo Mecánico.
- Taller Avanzado de Bombeo Electro-sumergible.
- Capacitaciones de software específico:
DSS, OFM, DesingRite, DesignPro, Rodstar, Srod, TWM y TAM, Prosper.

