CMC CHILE 2026

Sesión

BRÚJULA

1

BRÚJULA SESIÓN 05

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 7ª EDICIÓN



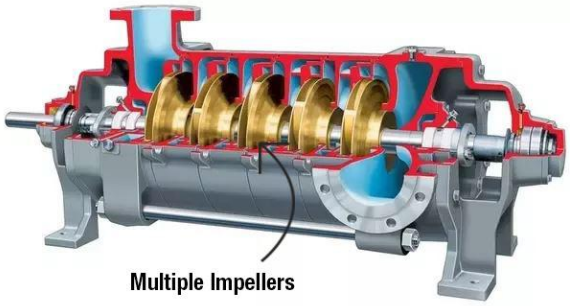
Cuando el sistema crece y la bomba no:

Corrección operacional con curvas características y leyes de afinidad

Carlos Felipe Vargas

Coordinador de Confiabilidad

2



Bomba Centrífuga

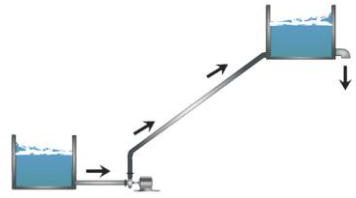
Las bombas centrífugas son máquinas operadas hidráulicamente caracterizadas por su capacidad de transmitir energía a fluidos (en particular a líquidos) a través del trabajo de un campo de fuerzas centrífugas. Su objetivo principal es transferir fluidos a través de un aumento de presión.

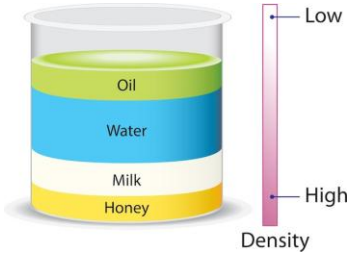
3

Bomba Centrífuga

Las bombas centrifugas tienen como función transportar un fluido a través de un sistema de bombeo para hacer entregar de producto de un punto A a un punto B, estas bombas son seleccionadas dependiendo del **perfil hidráulico del sistema.**

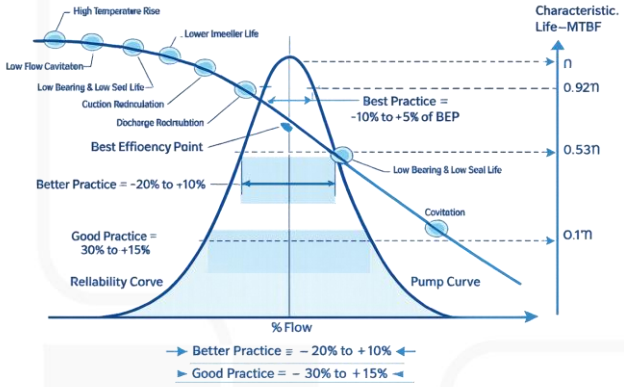
Cabeza dinámica: Es la altura es la altura a la que una bomba puede elevar fluido y se mide en metros o pies. Lo usamos cuando especificamos bombas centrífugas porque sus características de bombeo tienden a ser independientes de la gravedad específica del fluido, a menudo denominada densidad relativa.





4

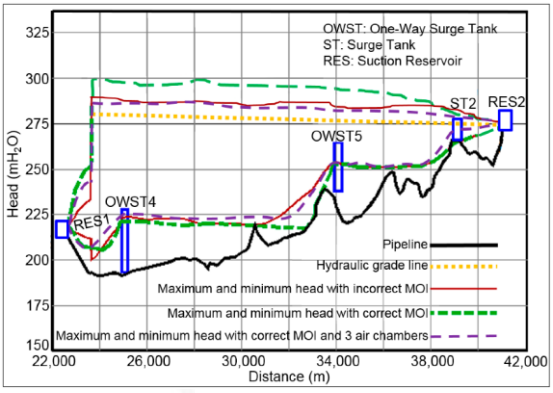
API 610 – BOMBAS CENTRÍFUGAS

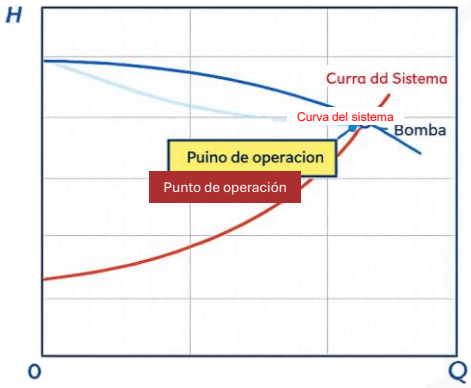


El BEP **(Punto de mejor eficiencia)** es el punto en el cual una bomba funciona en su máxima capacidad, cuya **eficiencia según el fabricante es la más alta** y está produciendo el cabezal con la cantidad mínima de pérdidas, a su vez, los **costos operativos son mínimos,** además sus cargas radiales y vibraciones también son mínimas

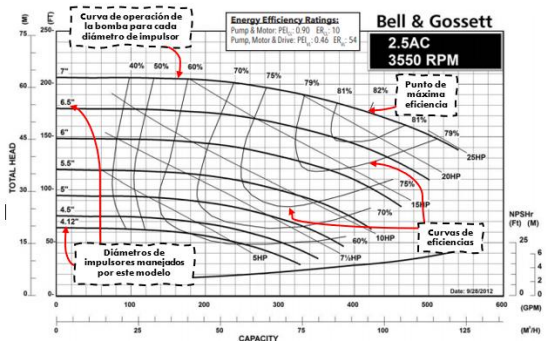
5

Curva del sistema hidráulico





6



Leyes de afinidad en bombas centrífugas

Las leyes de afinidad expresan la **relación matemática** que existe entre el caudal, la velocidad de la bomba (rpm), la altura y el consumo de energía para el caso de bombas centrífugas.

7

Leyes de afinidad en bombas centrífugas

Diámetro del impulsor constante, cambios en velocidad:

$$\frac{Q1}{Q2} = \frac{N1}{N2} \qquad \frac{H1}{H2} = \left[\frac{N1}{N2}\right]^2 \qquad \frac{BHP1}{BHP2} = \left[\frac{N1}{N2}\right]^3$$

Velocidad constante, cambios en el diámetro del impulsor:

$$\frac{Q1}{Q2} = \frac{D1}{D2} \qquad \frac{D1}{D2} = \left[\frac{D1}{D2}\right]^2 \qquad \frac{BHP1}{BHP2} = \left[\frac{D1}{D2}\right]^3$$

Q= Caudal [GPM]	**N= Velocidad** [RPM]	**H= cabeza hidráulica** [Ft]	**BHP= Potencia al freno** [HP]	**D= diámetro de impulsor** [in]

8

PROBLEMÁTICA

9

VIBRACIONES	SOBRECALENTAMIENTO	FUGA EN SELLO MECÁNICO

Se presentan fallas recurrentes en bombas centrífugas multietapa, evidenciadas por **altas temperaturas y niveles elevados de vibración**. Generando **indisponibilidad operativa y pérdidas económicas**, por la interrupción del transporte de hidrocarburos como por los costos asociados a intervenciones repetitivas. La recurrencia se debe a la dificultad para identificar **su causa raíz**.



Unidad de bombeo #1

No. Fallas: 9 falla/año

Costo de las fallas: 1.695.000.000 COP



Unidad de bombeo #2

No. Fallas: 3 falla/año

Costo de las fallas: 22.000.000.000 COP



Afectación económica:

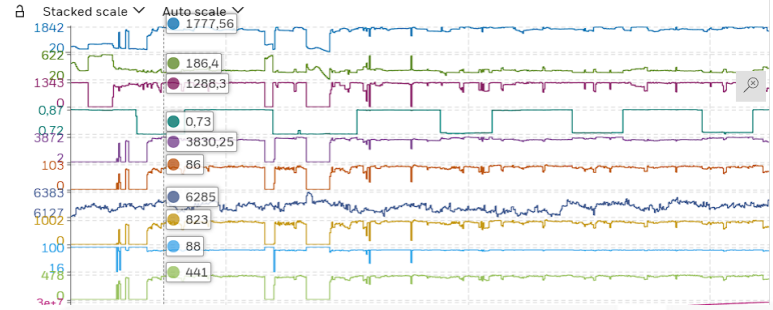
$18.8k USD

por cada hora de parada

10

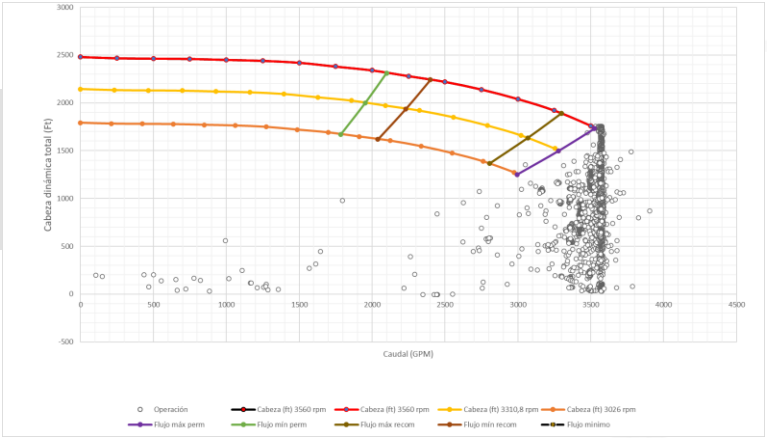
Datos Operativos

Item	Description	Data source	Units	Aggregat
GAL_PIT_2410B	Presion descarga bomba principal unidad BPC2410 L10 BUC	cloud	Psi	StepInterp
GAL_PIT_2413	Presion succion bomba principal unidad BPC2410 L10 BUC	cloud	Psi	StepInterp
GAL_FIC_2400A	Flujo Bruto Total despachado L10 BUC	cloud	barrel/hour	StepInterp
GAL_DI_2400	Densidad Corregida A 60F	cloud	SGU	StepInterp
GAL_SIC_2411	Control de velocidad unidad BPC2410 L10 BUC	cloud	Rpm	StepInterp
GAL_II2412	Corriente Unidad 1	cloud	Amperes	StepInterp



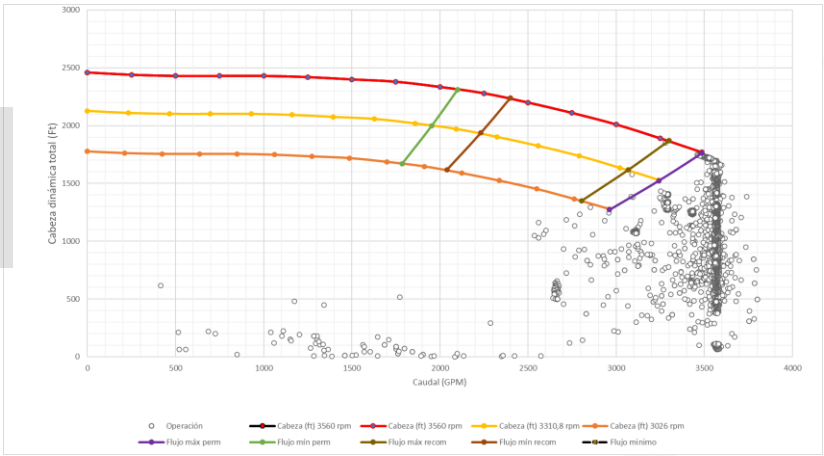
11

Curva Bomba 1



12

Curva Bomba 2



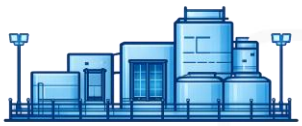
13



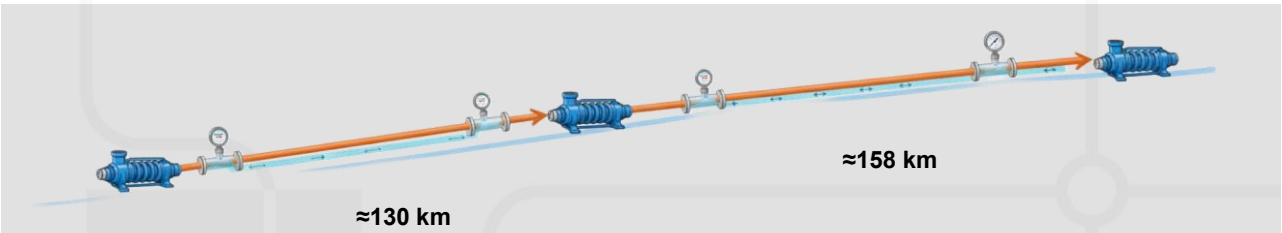
Refinería
75 msnm



Estación de transporte
125 msnm



Estación de transporte
175 msnm



14

Características de las bombas

Bomba centrífuga de refinería

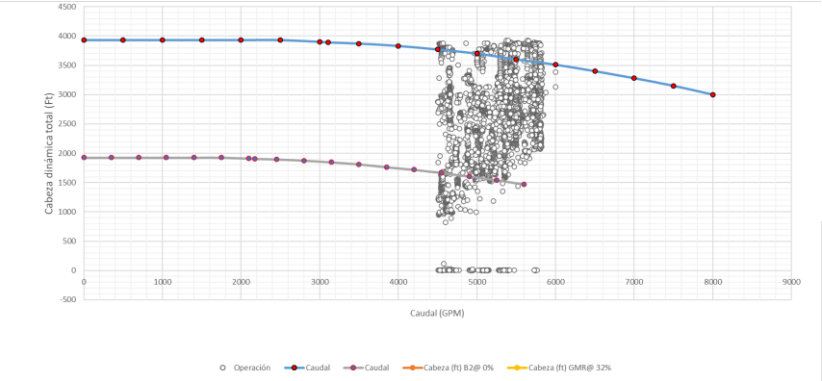
Tamaño	8x10x13C
Numero de etapas	5 STG
Velocidad	3580 [RPM]
Cabeza dinámica BEP	3300 [ft]
Flujo BEP	**3500 [GPM]**

Bomba centrífuga de estación de transporte

Tamaño	8x10x13B
Numero de etapas	4 STG
Velocidad	3560 [RPM]
Cabeza dinámica BEP	2200 [ft]
Flujo BEP	**2500 [GPM]**

15

Sistema bombeo refinería



16

RESULTADOS

Análisis Operacional

Se identifica la operación actual de los sistemas de bombeo para proponer planes de mejora, esto con el fin de garantizar la confiabilidad y seguridad.

Análisis de Fallas

Se identifican las posibles causas de falla en los equipos por trabajar fuera de las ventanas operacionales recomendadas.

Análisis Holístico

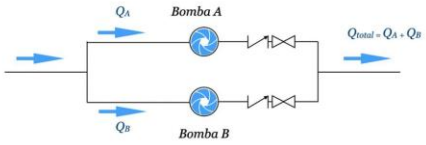
Se logra identificar las fallas que se pueden inducir en un equipo producto de cambios en la ingeniería de una sección del sistema sin tener en consideración como afecta dicho cambio al resto de activos.

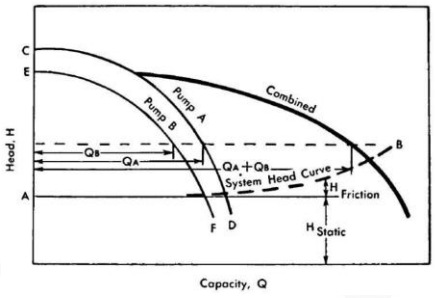
17

CONCLUSIONES

- Las fallas recurrentes no se originan solo en la bomba, sino en la **interacción entre operación, cambios del sistema y condiciones hidráulicas**.
- Las bombas operan **fuera de su rango óptimo** (a la derecha del BEP), generando cavitación, vibraciones, altas temperaturas y desgaste acelerado.
- Los análisis previos se **enfocaron en síntomas, sin considerar el comportamiento integral** del sistema ni la adecuación del equipo.
- La confiabilidad depende de **alinear** condiciones operativas, requerimientos del sistema y capacidad real de los activos.
- El monitoreo de **curvas reales es clave** para detectar desviaciones y prevenir fallas.
- Se requieren **acciones** como operación en paralelo o actualización tecnológica para asegurar operación en rangos adecuados.

Sistema en Paralelo





18


SESIÓN 05
ESCANEA EL CÓDIGO QR
RESPONDE UNA BREVE ENCUESTA
CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE
7ª EDICIÓN
¡GRACIAS!
Carlos Felipe Vargas
felvargo29@hotmail.com
Carlos Felipe Vargas

19