

# Determinación de la causa de falla en pozo con sistema de extracción por bombeo mecánico

**Autor: Marcelo Alejandro Del Pópolo**

Trabajo realizado conjuntamente entre el Departamento de Ingeniería y Calidad de la Empresa Kobe Centrilift Argentina y el Laboratorio de Ensayo de Materiales y Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo

## **ABSTRACT:**

Con el presente trabajo se pretende determinar cuál fue la causa de falla en un pozo con sistema de extracción por bombeo mecánico y qué soluciones se darían para evitar repeticiones del mismo tipo.

Se quiere también transmitir la experiencia de la Universidad, para brindar a la industria petrolera distintas soluciones a sus problemas.

## **INTRODUCCIÓN:**

Para poder establecer las posibles causas de falla se aplicaron dos técnicas: Metalografía y Fractografía.

Las técnicas de microscopía óptica permiten observar la estructura metalográfica que identifica el tipo de material, si tiene tratamiento térmico y además el análisis de las fisuras correspondientes.

Utilizando microscopía óptica y electrónica de barrido, a altas magnificaciones, se determina el origen y el mecanismo de fractura, siendo la fractografía una técnica que permite hacer un análisis de la superficie de fractura, la cual constituye un registro detallado de la historia de falla de una pieza.

Estas dos técnicas podrían complementarse con distintos tipos de ensayos destructivos y no destructivos.

En primer lugar se muestra cuál es la ubicación de la pieza por analizar en la bomba, alguna característica importante de la misma y luego, se procederá al análisis de falla en sí.

## **DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA QUE FALLÓ**

La jaula fija es una pieza que forma parte de la válvula de un equipo de bombeo mecánico, (Figura 1); se ubica en el fondo del pozo, (por encima del niple perforado), determina el límite de movimiento de la bola que se encuentra en su interior y también aloja el asiento de esta última; soporta la presión del fluido que circula por el interior de la bomba.

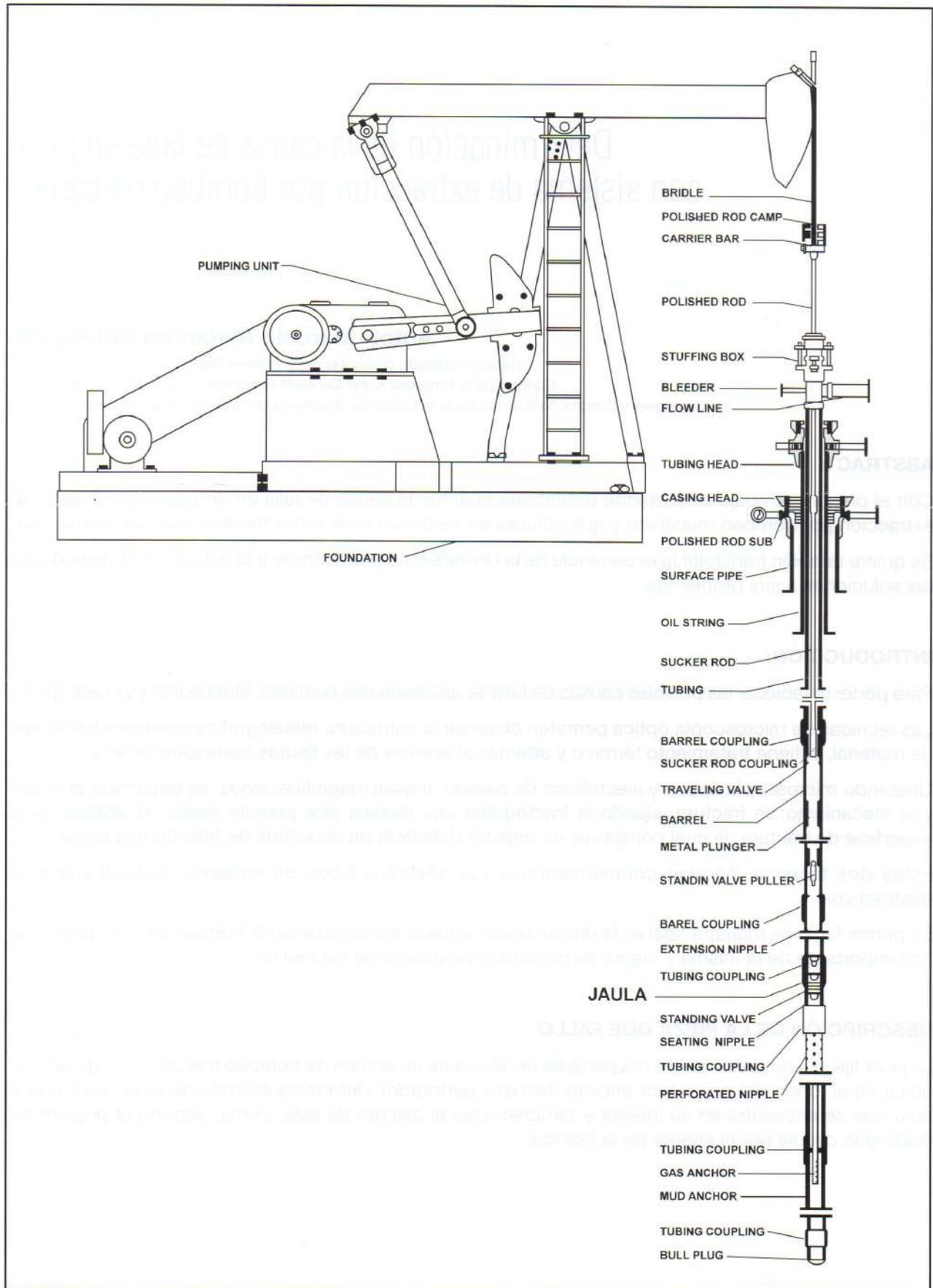


Figura 1: Sistema de extracción por bombeo mecánico, ubicación de la pieza que falló.

La bola y el asiento son partes principales en válvulas de bombas de extracción de petróleo tipo pistón, (Figura 2).

Están hechas de una aleación de cobalto, cromo y tungsteno, brindando una excelente resistencia a la corrosión y abrasión. La dureza de la bola es de 58/61 HRc y la del asiento de 52/56 HRc.

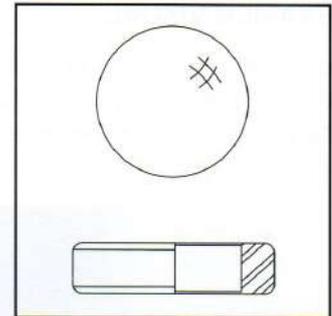


Figura 2

La jaula, (Figura 3), se puede fabricar con distintos tipos de materiales, en este caso está hecha con un acero AISI 8620, adecuada para toda profundidad y para medios corrosivos.

En el interior de la Jaula se le hace una aplicación de Stellite, (aleación en base a Cobalto), que es el lugar por donde se desplaza la bola.

En el caso de esta Jaula se aplicó Stellite N° 6, (Cr 28%, W 4%, C 1.1%), siendo ésta la aleación de base cobalto de uso más general, tiene muy buena resistencia mecánica y química en distintos rangos de temperatura.

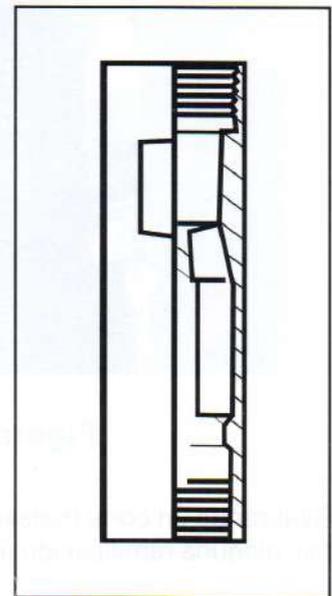


Figura 3

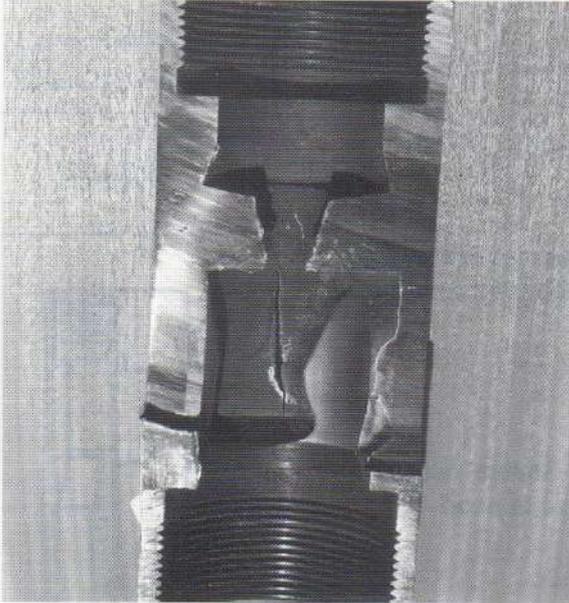
A continuación se dan algunas características de la Jaula:

Composición Química AISI 8620							
% C	% Mn	% P	% S	% Si	% Cr	% Ni	% Mb
0.18/0.23	0.70/0.90	0.035	0.040	0.15/0.35	0.40/0.60	0.40/0.70	0.15/0.25

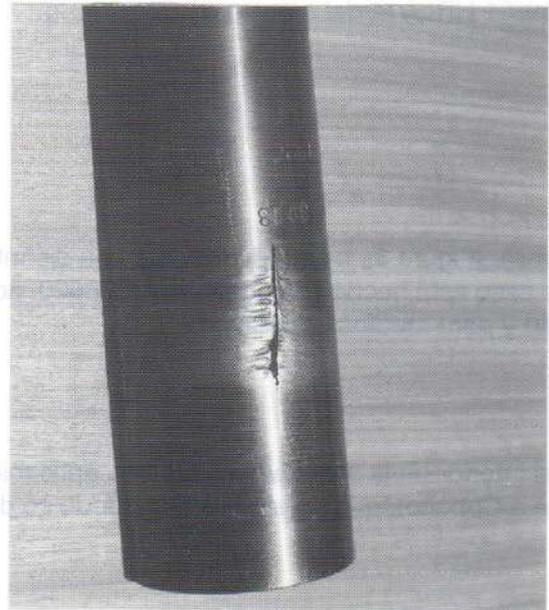
Propiedades Mecánicas				
Resistencia	Fluencia	Elongación	Red. Área	Dureza
97.000 lb/pulg2	57.000 lb/pulg2	25 %	58 %	201 HBr

### EXAMEN VISUAL:

La jaula presenta una fisura pasante, en forma longitudinal, ubicada entre el material base y el cordón de soldadura, se puede observar el inicio, la propagación y el final de la misma, (Figuras 4 y 5). También se ve en el lado exterior el “lavado” producido por la circulación de fluido.



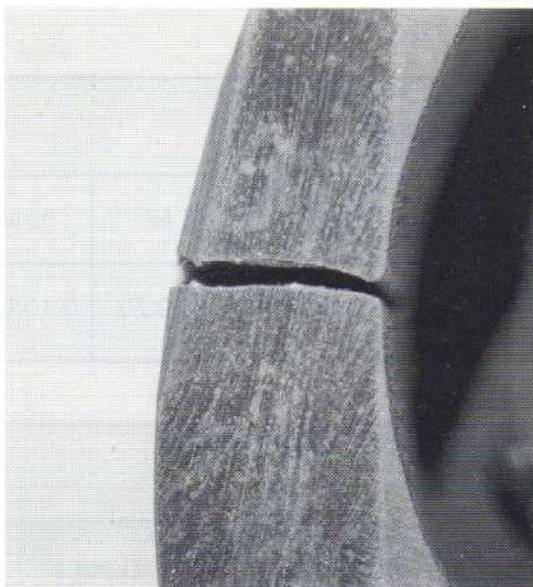
**Figura 4**



**Figura 5**

Realizando un corte transversal a la fisura, se aprecia que los lados de esta se mantienen paralelos y no hay ninguna ramificación (Figura 6).

Abriendo la fisura en sí, se ve el inicio claramente y en la zona de propagación se observa el “lavado” que borra las huellas de la falla (Figura 7).



**Figura 6**



**Figura 7**

## ANÁLISIS METALGRÁFICO:

Se prepararon probetas de distintas partes de la jaula para realizar el análisis metalográfico.

En primer lugar se ve la muestra sin ataque, en microscopio óptico y con un aumento de 100 X; allí se observan dos zonas claramente definidas, la del metal base (AISI 8620) y la del cordón de soldadura (Stellite).

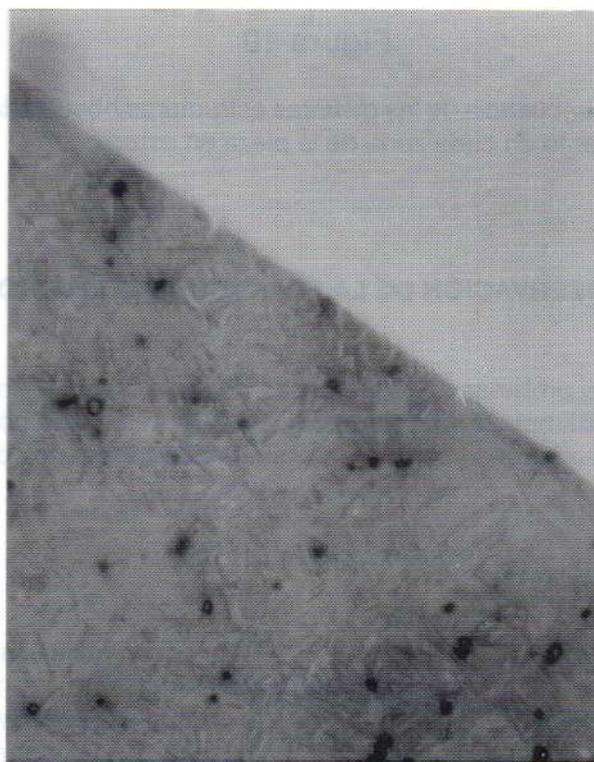
En el metal base se ven inclusiones de tipo óxido globular y en el stellite se pueden apreciar los dendritos (Figura 8).

Luego se vieron las muestras atacadas con nital (ácido nítrico y etanol), también a 100 X.

En la zona de unión del stellite con el acero base vemos que este último presenta una estructura frágil, de tipo martensítica, (Figura 9).



**Figura 8**



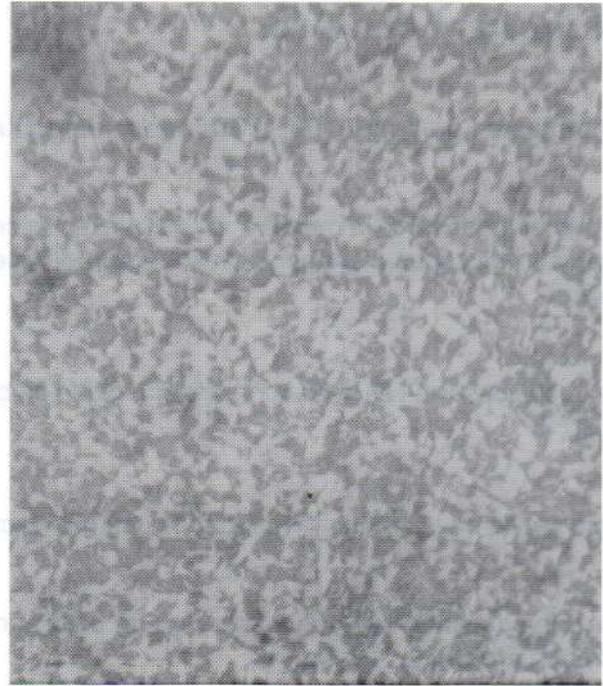
**Figura 9**

En la zona de la fisura propiamente dicha, (borde del cordón de soldadura con el metal base), se produce un cambio de estructura, también de aspecto frágil, similar a la estructura de Widmanstätten, (Figura 10).

Alejándose del cordón de soldadura, se observa en el metal base, una estructura de tipo perlítica, (Figura 11).



**Figura 10**



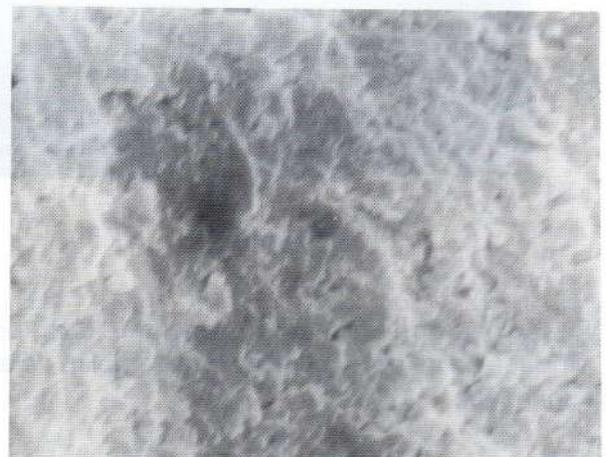
**Figura 11**

La secuencia de las distintas estructuras observadas, indican la influencia de las velocidades de enfriamiento en cada zona de la pieza en estudio.

#### **OBSERVACIÓN DE LA FRACTURA POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (S.E.M.):**

Las probetas representativas de cada muestra en estudio, fueron preparadas previamente mediante una limpieza del tipo catódica, luego se les efectuó un recubrimiento de oro en la superficie, que facilita la emisión de electrones secundarios necesarios para observar la imagen en el S.E.M.

En la Jaula se observó a 5000 X el origen de la fisura, presentando una estructura con dimples (micro hoyuelos) alargados, en forma de parábolas, que resultan de condiciones de esfuerzo plástico no uniforme, tales como sobrecargas de tracción, que en este caso pueden ser radiales (Figura 12).



**Figura 12**

## **CONCLUSIONES:**

En el caso de la jaula analizada, podemos deducir que la fisura se produjo por el cambio de estructura del material, debido a la temperatura alcanzada durante la aplicación del stellite, de esta forma el material base no soportó los esfuerzos a los que fue sometido, produciéndose una "pinchadura" y propagándose luego la falla.

Como recomendación se debería precalentar la pieza y habría que controlar el enfriamiento, teniendo cuidado en que sea a baja velocidad.

NOTA: Los datos de funcionamiento de la pieza, como las características del pozo es información reservada de la empresa y del laboratorio; sin embargo se consideraron para el análisis.

## **REFERENCIAS:**

- (1) Metals Handbook - Eight Edition - Volume 7 - Atlas of Microstructure of Industrial Alloys.
- (2) Metals Handbook - Eight Edition - Volume 10 - Failure Analysis and Prevention.
- (3) Metals Handbook - Ninth Edition - Volume 12 - Fractography.
- (4) M. Ipohorski y R. Acuña - Fractografía, Aplicaciones al Análisis de Fallas - CNEA 490 - 1988.
- (5) R. Greaves y H. Wrighton - Metalografía, Microscopía Práctica - Ediciones URMO.
- (6) Jorgensen Steel and Aluminum - Steel - Aluminum - Stock List and Reference Book.
- (7) Harbison Fischer - Manual del Instalador.