

Nº Comité de Estudio: 11

Nº IV SESEP: CE 11.02 e

Modificaciones de los cojinetes intermediarios del distribuidor móvil de las turbinas de la central hidroeléctrica de Itaipú

ING. CARLOS COLOMBO CUEVAS
ITAIPU BINACIONAL

TEC. ESP. DORIVAL FREIRE DA SILVA
ITAIPU BINACIONAL

Ing. Carlos Colombo Cuevas
Central Hidroeléctrica Itaipu Binacional
Edif. de Producción, 2º Piso, SMMU.DT - Hernandarias - Paraguay
Teléfono: 061 - 599-2509
E mail: colombo@itaipu.gov.py

RESUMEN

Las rupturas de los retenes tipo U, que impiden el paso del agua a través del Distribuidor móvil de la Turbina, causan disturbios operativos considerables y en especial, afecta al mantenimiento, porque para restaurar la anomalía, es necesario la **substitución del reten**, lo cual exige el **desmontaje de componentes mecánicos** de gran porte, que por su configuración y fijación son tradicionalmente complejos.

El defecto se caracteriza por:

- Ruptura del reten
- Entrada de agua
- Descolamiento del fibreglide en algunos casos
- Entradas intermitente de las bombas del Sistema de drenaje de la tapa de la Turbina

Este trabajo tiene por objetivo, presentar la solución encontrada para minimizar los trabajos de mantenimiento que se realizan durante una Parada de Máquina, que por sus características, afecta la disponibilidad, dado que es una actividad de la línea crítica.

Palabras claves: Ruptura, Reten, Disponibilidad.

1. INTRODUCCION

Durante el desmontaje, puede dañarse el Fibreglide y es necesario ejecutar el reajuste del cierre del distribuidor, pudiendo ser necesario el ajuste del freno de la palanca externa.

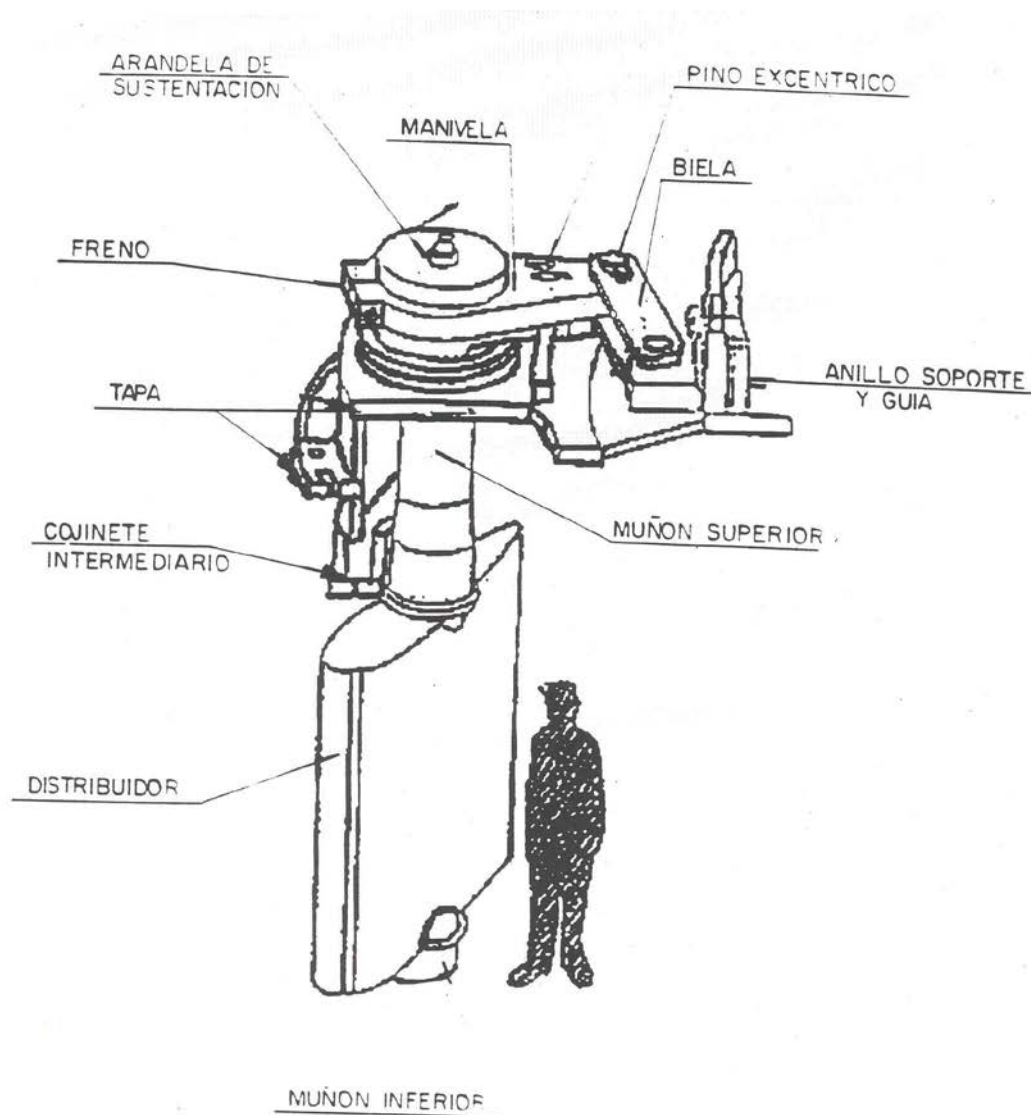
Con la entrada en operación de las unidades generadoras y transcurrido en media 2 años, se detectó pérdida de agua a través de los cojinetes intermediarios del distribuidor móvil de las turbinas.

Se verificó que el reten tipo U, presentaba una total deformación en su geometría, quedando sus labios totalmente flácidos, ocasionando la pérdida de su capacidad de retener el flujo del agua.

Con el cierre y abertura del distribuidor, y con el esfuerzo que sufre el eje de las paletas móviles, el mismo presenta una inclinación (falta de verticalidad), provocando un rozamiento inadecuado entre el reten y el muñón de la paleta, ocasionando la ruptura debido a tracción del reten. El reten está construido internamente con lona y recubierto con capas de goma.

Para substituir el reten original, es necesario desmontar los siguientes componentes mecánicos:

- Palanca interna y externa
- Pino Excentrico
- Talas que unen al aro de operación
- Pinos Guías
- Cojinete de Empuje
- Cojinete Superior

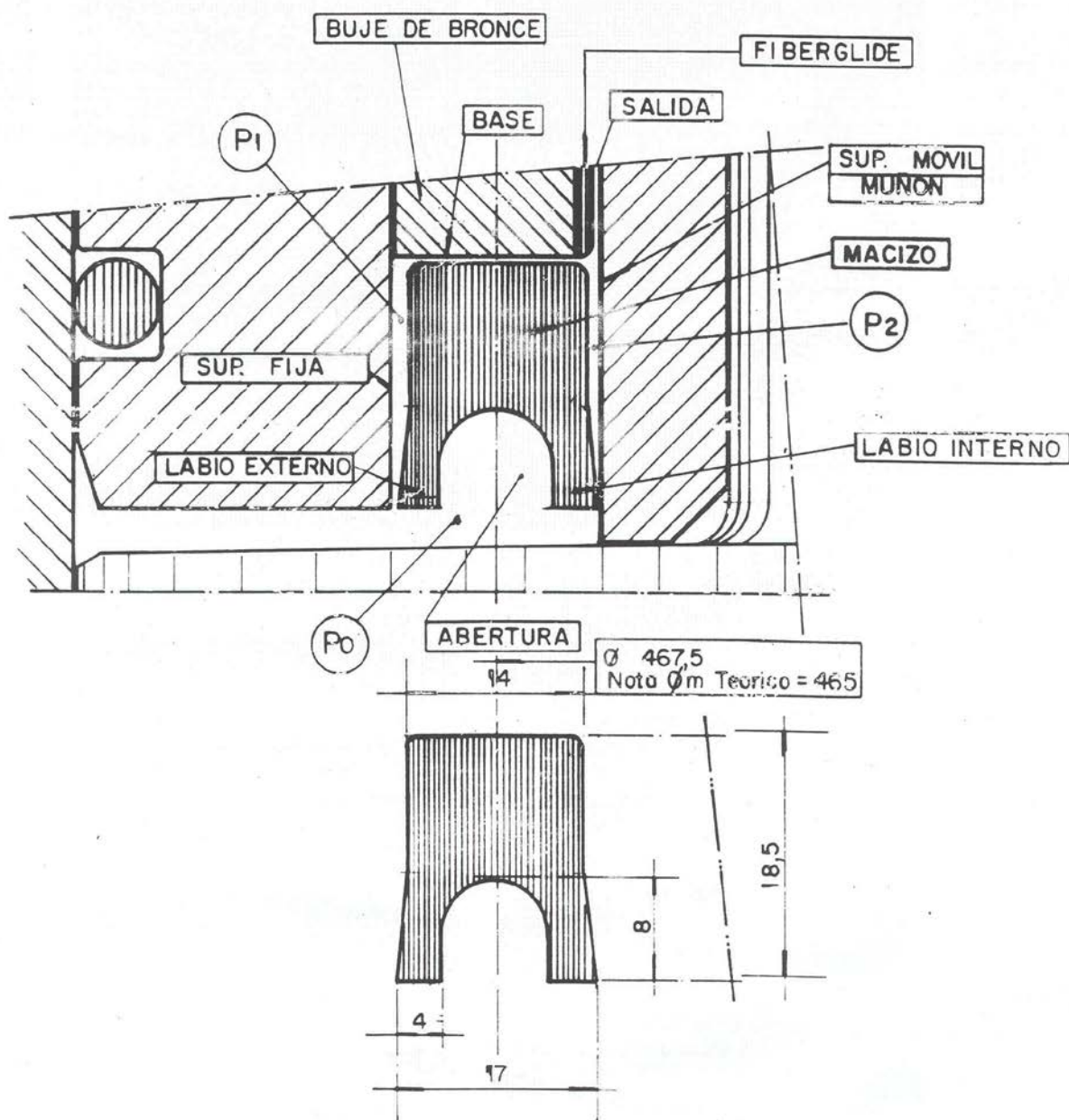


Paleta del Distribuidor Móvil y Mecanismo de Operación

4. TEMARIO DE TRABAJO

Primera Solución

Para interpretar la causa, fueron inspeccionados en el año 1989, 4 retenes dañados donde se observaron en los 4, las mismas señales que indican un determinado comportamiento.



a - cara interna del macizo del reten con fuertes señales de atrito, quedando evidente su compresión contra la superficie del eje de la paleta móvil.

b - labios internos sin señales característicos de que trabajó a la compresión, o por lo menos con poca participación.

c - la cara externa del macizo del reten y su labio externo, sin el menor indicador de haber apoyado en las paredes de su alojamiento.

d - la base del reten con señales de atrito y pasaje de agua

e - la abertura inicial del reten = 17mm, se encontraba con 14 a 15 mm y totalmente deformados.

f - La ruptura de los retenes fue por esfuerzo de tracción y trabajó por un tiempo no determinado después de romper.

g - En la superficie de la base se observó que la deformación ocurrida en la geometría del perfil resultó en un apoyo irregular y como consecuencia pasaje de agua con señales de cavitación en el local de fuga.

h - El \varnothing medio medido = 467,5, cuando debería ser 465 mm.

Propuesta de la Primera Solución

· La solución propuesta se basó en que la acción que impide el paso del agua ocurre por acción de las presiones P_0 , P_1 y P_2 , y si $P_0 = \text{maximo} \Rightarrow P_1 = P_2 = 0$, (labios internos y externos y la base son comprimidos contra sus apoyos). Pero en este caso en el labio interno el cierre ocurre bajo movimiento del eje de la paleta y el esfuerzo tiende a arrastrar al reten y no lo hace porque la resistencia al desplazamiento en la base es mayor.

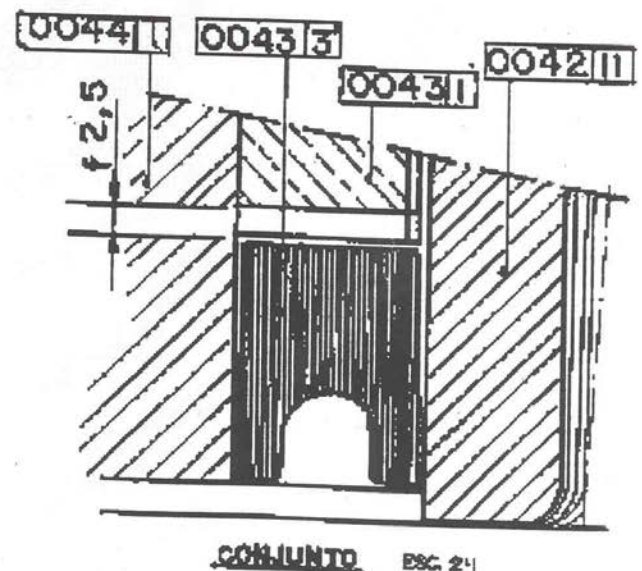
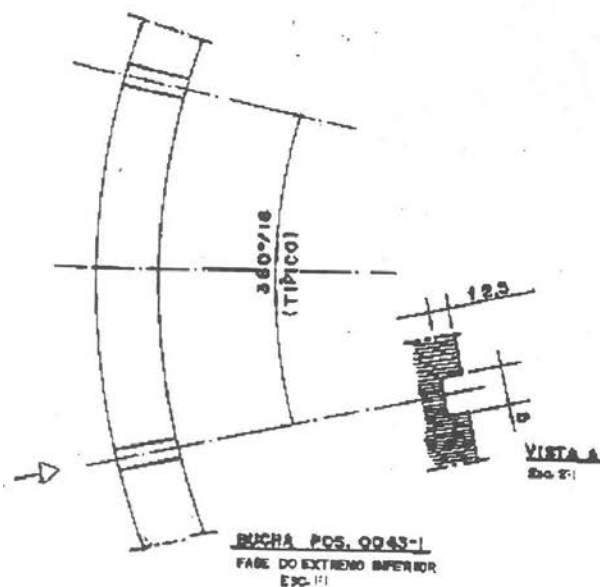
· Las señales observadas llevan a que la ruptura es consecuencia de la falla del reten en el labio externo, resultando $P_1 = P_0$ y $P_2 = 0$.
 Lo cual implica que:



El reten estará comprimido contra el eje (móvil) y contra el apoyo de la base (fija), resultando en el estiramiento y ruptura por tracción.



Solucion: Usinar 16 canales de 5 mm (ancho) x 2,5 mm (profundidad) de tal forma que equalice las presiones $P_1 = P_2 = 0$ y evite la compresión del macizo del reten contra la superficie movil



Esta solución fué implementada en varios cojinetes de practicamente todas las unidades generadoras, pero el defecto volvió a reincidir en un plazo considerado pequeño.



COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

SEGUNDA SOLUCIÓN (ACTUALMENTE ADOPTADA):

El diagrama Causa Efecto nos llevo a 2 causas probables, que tendríamos que encontrar una contra medida:

- 1) Reten tipo "U"
- 2) Reten no es bipartido.

Después de un cierto tiempo de contacto con el agua, el reten tipo "U", presenta una deformación total en su geometría, quedando los labios totalmente flácidos.

Con el cierre y apertura del distribuidor móvil y con el esfuerzo que sufre el eje del distribuidor, ocasiona una inclinación (falta de verticalidad) provocando un rozamiento inadecuado entre el reten y el muñon de la paleta, ocasionando la ruptura por tracción del reten, que también por el tipo de material utilizado en su construcción, que esta compuesto por lona con capas de goma y el proceso de degradación que sufre la lona con el tiempo hace que no resista al esfuerzo del sistema.

Esta ruptura provoca perdidas de agua y desplazamiento del fiberglide

Después de varios estudios se adoptó por utilizar como retén un O'ring de goma nitrílica vulcanizada, de 50 shore y diametro 15.

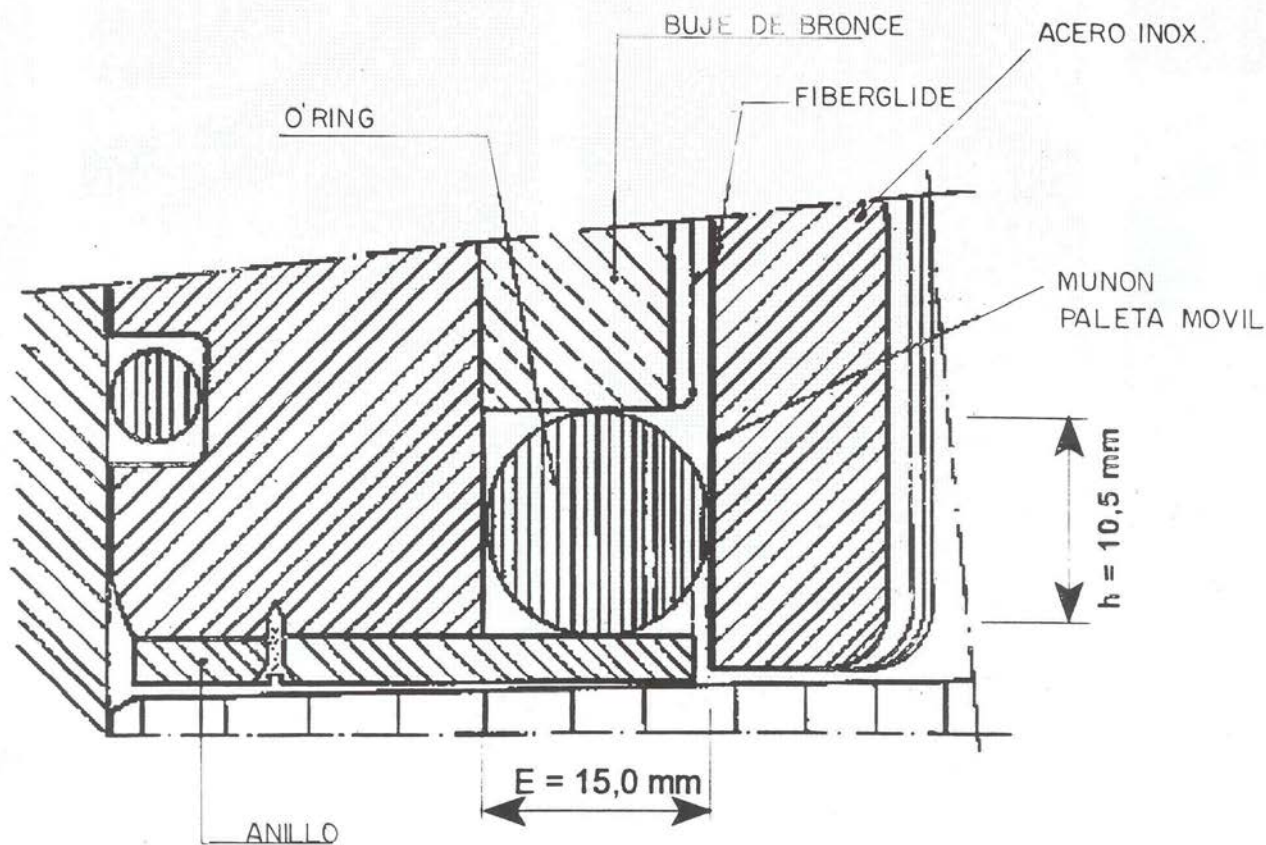
Para introducción del O'ring es necesario mecanizar el cojinete intermedio y fabricar un anillo para comprimir el mismo.

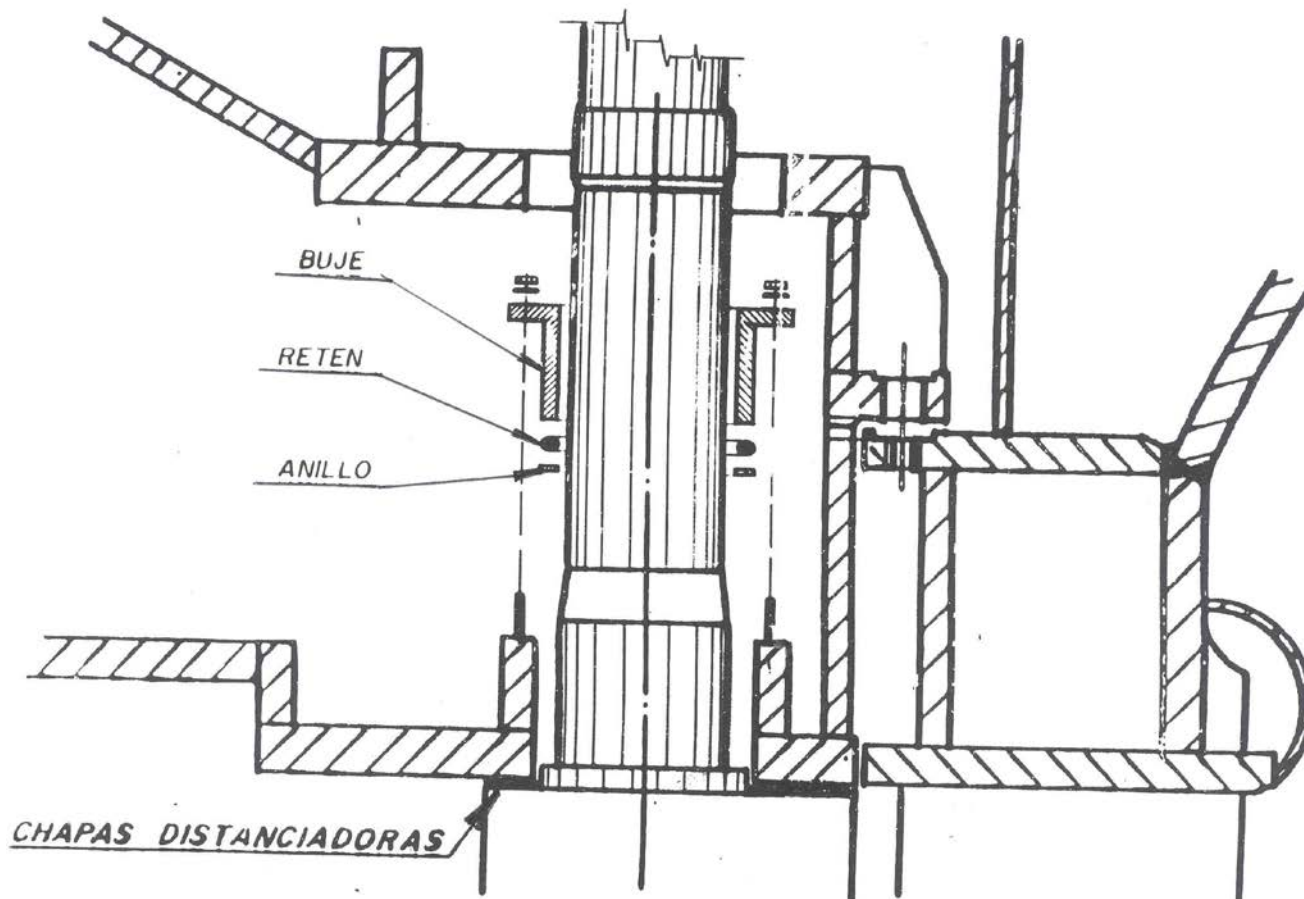
La vedación podemos considerar estática, dado que, del cierre a la apertura, el distribuidor gira $35^{\circ},27'$, siendo el diametro del muñon de la paleta 450mm, y el movimiento es muy lento.

El proyecto preliminar fué enviado a la fabrica LUCIANE, recibiendo un parecer técnico favorable.

La SMMU.DT y SMIM.DT decidieron montar experimentalmente en la Un. 07, paleta n° 10, consiguiendo un resultado satisfactorio.

Después de 12 meses fué desmontado una paleta para inspeccionar y todas las piezas estaban en perfectas condiciones.





5 - CONCLUSIÓN

La solución adoptada tiene las siguientes ventajas:

- Aumenta la vida útil del Fiberglide de los cojinetes intermedarios.
- Evita el desmontaje y posterior montaje de componentes mecánicos de gran porte, que por su configuración son tradicionalmente complejos.
- Mejora la adaptación del retén al medio ambiente en que trabaja (agua, barro, impurezas), no ocasionando deformación debido a la memoria de la goma ser bastante flexible.
- Disminuye el tiempo de reparo, de 48 Hxh a 5 Hxh, lo que implica una tasa de disminución en el plazo de ejecución del 89,5%.
- No interfiere en los plazos de las paradas de mantenimiento, porque con la disminución de las H x h, se retira esta actividad de la línea crítica.
- Se disminuye los riesgos de accidentes, inherentes al trabajo (desmontajes, etc..)
- El costo del mantenimiento cae bastante, por la disminución de los plazos y también influye en el aumento de la disponibilidad y disminuye el lucro sesante.