

# TORRE DE CUCCHARAS DE COLADA CONTINUA REEMPLAZO DE RODAMIENTO Y BUJES

*Balante, W.  
Olocco, J. C.  
Soland, A.  
Wolter, J.*

## LADLE TURRET OF SLAB CONTINUOUS CASTING REPLACEMENT OF BUSHES AND BEARING

### **Abstract**

The Slab Continuous Casting Machine of SIDERAR began to operate in October of 1984 with a nominal capacity by design of 800,000 Tn/year. From 1993 its production capacity was increased up to 2.800.000 Tn/year. It is important to emphasize that all the production of SIDERAR is processed by this installation because from 1992 we deactivate the Billet Continuous Casting machine, staying this only one equipment to process all the steel of the company. The ladle turret is the equipment in charge to position the ladle on the tundish to maintain the supply of liquid steel to CCM. The most critical components of the ladle turret is a bearing of 4400mm of diameter, the one that allows the turn of the arms, and two bronze bushings of 50x300x3000mm of diameter that allow a vertical movement using a hydraulic cylinder. During the year 1995 we ask to the designer of the equipment develops a method of integral repair, basically for the replacement of the bearing and bushes. The presented proposal consisted of a program of 14 days and as a main tool it used a hanger of 15000mm of length, 6000mm of wide and 50 Tn of weight. The same one is lifted using two traveling cranes (one of the cargo side and the other of the services side). The repair was delayed due to the high reparation time. During Jun/1999, and due to the elevated wear shown by the bushes, we decided to change the upper bush which was done in 2.5 days. The used tool was fundamentally a synchronous hydraulic power station and supports of different dimensions. Because of the design that presents the equipment is not possible the change the lower bush. It is remarkable that for this date the bearing counted approximately with 1400hs of use, being the limit life, considered by the supplier, of about 1000hs. Again SIDERAR asked to the supplier a new method to shorten the repair times. A new alternative (equipment totally different from the constructed one) of 8 days was designed. At the same time technical staffs of SIDERAR develop a method with the toolbox constructed in 1995 and 1999, with a considered time of repair of about 5 days. The same one was presented to the supplier for its consideration which was totally approved. This work shows the method developed and the success in the execution of the replacement of the bearing and bushes of the ladle turret of SIDERAR done in Ene/2007. It is important to emphasize that for the replacement we constructed a new outer column, which counts with improvements that allow the replacement of the bushings in short programmed shutdowns of 24hs. Also, and with the acquired experience, it is possible to replace the bearing in approximately 60/72hs.

**Key words:** Slab Continuous Casting, Ladle turret, Bearing, Bushes.

La torre de cucharas de la colada continua de SIDERAR presenta el siguiente diseño constructivo:

1. Base de anclaje: es utilizada para fijar la torre. Sobre la misma se monta la columna interior.
2. Columna Interior: Sobre esta trabaja la columna exterior.
3. Columna Exterior: Esta columna trabaja sobre la columna interior, teniendo un movimiento de ascenso y descenso de 800mm. La misma esta guiada respecto a la columna interior por 2 bujes de bronce. El movimiento de elevación se produce por un cilindro hidráulico.
4. Cilindro hidráulico: Es de simple efecto, con una carrera de 800mm y un diámetro de 1000mm.
5. Bujes de Bronce: Cuenta con dos bujes de bronce de 3000mm de diámetro, con un ancho de 300mm y un espesor de 50mm. Estos están incrustados en la columna exterior 25mm. Cada buje se encuentra segmentado en cuatro partes.
6. Cuerpo Rotante: Este cuerpo cuenta con 4 brazos (2 en cada extremo) que son los encargados de sostener las cucharas con acero líquido. Este cuerpo se encuentra vinculado a la columna exterior por un rodamiento y aro de montaje. Un motor eléctrico / hidráulico montado sobre la columna exterior acciona un reductor el cual posee un piñón que engrana en una cremallera que posee el cuerpo rotante, permitiendo el giro en los 360°
7. Moto reducto de giro.
8. Rodamiento: Este rodamiento posee tres hileras de rodillos cilíndricos (dos axiales y una radial). Tiene un diámetro de 4400mm. Sobre el rodamiento y en la pista que se vincula al cuerpo rotante esta montado el disco de freno.
9. Sistema de lubricación: Tanto el rodamiento, como los bujes están lubricados por un sistema centralizado.

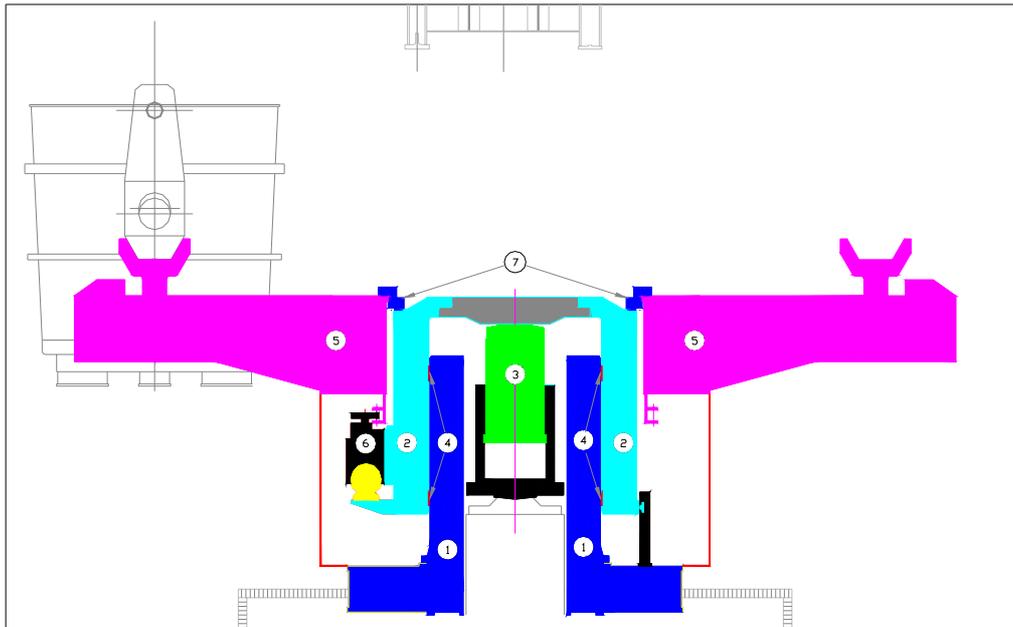


Fig. 1 - SECCION DE LA TORRETA  
**Figure 1. Ladle turret cross section.**

## REPARACION DE LA TORRETA DE CUCHARA

En el año 1995 se solicitó al diseñador del equipo desarrolle un método de reparación integral, básicamente para el reemplazo del rodamiento y bujes, dado a que el rodamiento estaba alcanzando el fin de vida útil de 1000hs. establecido.

La propuesta presentada consistía en un programa de 14 días, y como herramienta principal se utiliza una percha de 15000mm de largo, 6000mm de ancho y 50 Tn de peso. La misma se utiliza con dos puentes grúas (uno de la nave de carga y el otro de la nave de servicios de colada).

El método propuesto consistía en ir desmontando cada una de sus partes paso a paso.

- Desconexión de los sistemas de lubricación, hidráulica y eléctrico.
- Desmontaje de los cuatro brazos soporte de cuchara. 16 Tn c/u
- Desmontaje del cuerpo rotante. 100 TN
- Desmontaje del aro soporte y rodamiento. 5 Tn y 6 Tn
- Desmontaje de la columna exterior. 65 Tn
- Acondicionamiento de la columna interior. 55 Tn
- Montaje de los componentes en sentido inverso.

Se construye todo el herramental propuesto, pero la reparación se posterga por el elevado tiempo de máquina parada y el incremento de los niveles de producción que se estaban dando por las mejoras que se estaban implementando en la Colada Continua. Cabe destacar que las variables que se estaban monitoreando tanto del rodamiento, como la de los bujes, permitían asegurar que se contaba con vida residual.

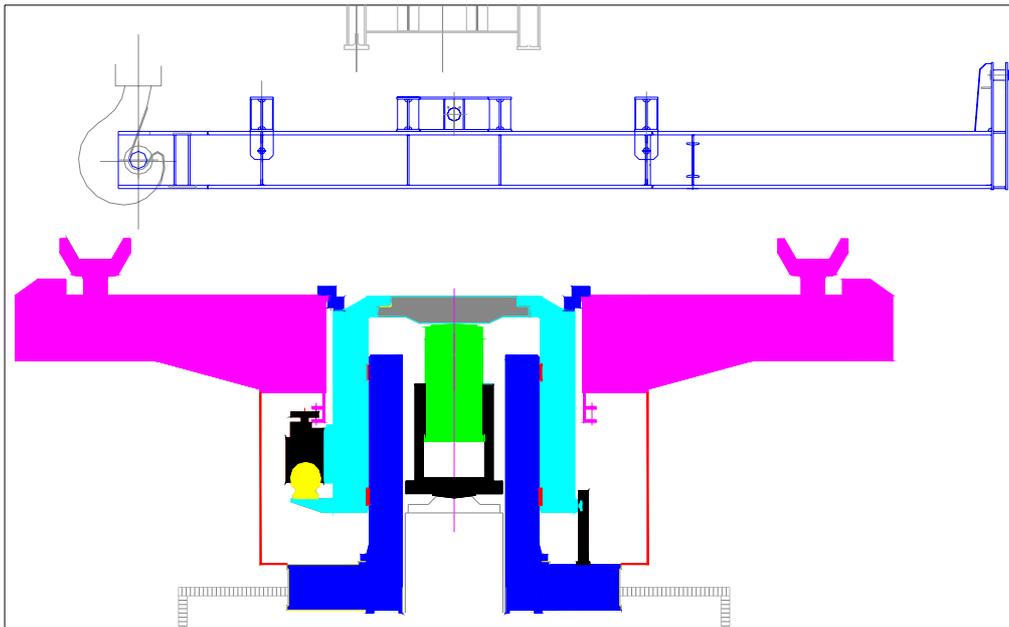


FIG. 2 - SECCION DE LA TORRETA CON PERCHA  
**Figure 2. Ladle turret cross section with lifting main beam.**

A principios de 1999 los bujes presentaban un desgaste próximo al límite admisible. Se solicitó al diseñador del equipo desarrolle un método para el reemplazo de los mismos. La propuesta presentada solo permitía el reemplazo del buje superior. El reemplazo del buje inferior por el diseño de montaje solo es posible con la reparación integral de 14 días.

El método de reemplazo del buje superior consistía en levantar en cuatro pasos el cuerpo rotante con sus brazos y la columna exterior vinculado al anterior por el rodamiento y aro de montaje hasta que el buje se desprende de la columna interior. En esta posición es posible su reemplazo.

Se destaca que el peso total del conjunto a levantar es de 240 Tn, y el mismo se realiza con cuatro cilindros hidráulicos de 100 Tn c/u controlados por una central hidráulica con control sincrónico con una tolerancia de +/- 1mm y soportes intermedios.

En Jun/1999 se procede al cambio del buje superior en 2,5 días. Se destaca que para esta fecha el rodamiento contaba con aproximadamente con 1400hs de uso, siendo la vida estimada por el proveedor de 1000hs.

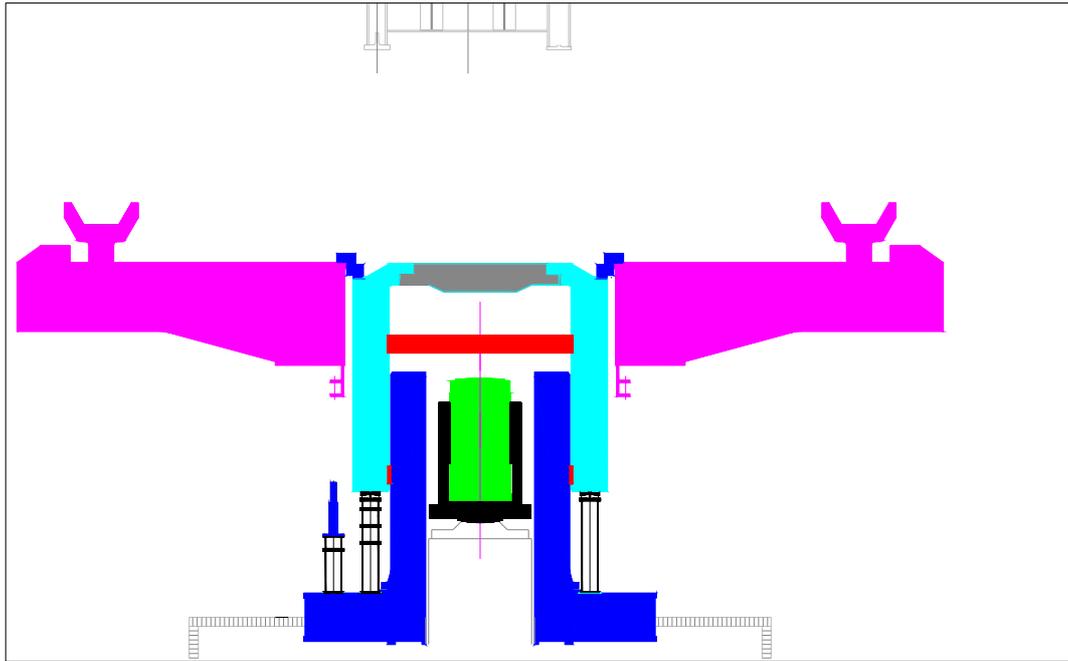


FIG 3 - SECCION CON SOPORTES Y CILINDROS

**Figure 3. Ladle turret cross section showing supports and hydraulic cylinders.**

Posterior a esta reparación, se solicita nuevamente al diseñador revise el método para acortar los tiempos de la reparación integral. Se presenta una nueva alternativa con una duración mínima de 8 días, pero el equipamiento necesario para realizar la misma era totalmente diferente al construido para la reparación integral y el utilizado para el reemplazo del buje superior.

Paralelamente personal de SIDERAR desarrolla un método con el herramental construido en los años 1995 y 1999, con un tiempo estimado de reparación de 5 días. El mismo fue presentado al proveedor para su consideración y evaluación. El método desarrollado fue aprobado en su totalidad por el diseñador.

#### **METODO PARA EL REEMPLAZO DEL RODAMIENTO Y BUJES**

El método de reparación desarrollado por SIDERAR es el fruto de un trabajo en equipo sostenido en el tiempo, las personas participantes son de las áreas de:

- Operación de Colada Continua.
- Mantenimiento de Colada continua
- Ingeniería de Planta
- Ingeniería de Mantenimiento de Colada Continua

Como pauta de trabajo el grupo se propuso:

- Desmontar la menor cantidad posible de componentes.
- Utilizar el herramental construido en los años 1995 y 1999.
- El tiempo de reparación lo menor posible-

Se definen que los componentes mínimos que se tienen que desmontar para realizar la reparación son:

- Rodamiento y aro de montaje.
- Columna exterior con bujes superior e inferior.

Se tiene que estos componentes conforman un subconjunto que se debería desmontar y montar completo para reducir los tiempos de reparación.

Al analizar las principales interferencias para realizar el desmontaje del conjunto completo se observa:

1. La luz existente entre la viga carrilera que se encuentra entre las naves de carga y la nave de servicio de colada, y la parte superior del cuerpo rotante es menor a la altura de la columna exterior con el rodamiento montado.

La luz existente entre el cuerpo rotante y la columna exterior es de 100mm en el radio, por lo que:

2. La placa soporte base del reductor de giro tiene 140mm de espesor. De lo expuesto se desprende que existe una interferencia de 40mm para el desmontaje. Las dimensiones de esta placa base es de 800x1200mm.
3. La placa base del motor eléctrico presenta una interferencia de 700mm para el desmontaje.
4. La traba del sistema antigiro soldada a la columna exterior presenta una interferencia de 250mm para el desmontaje.

Presentadas las interferencias existentes para poder desmontar el conjunto completo, el equipo trabajo analizo las diferentes alternativas llegando a la siguiente conclusión para resolver cada uno de los puntos planteados. Ellos son:

- Para el punto N°1, descender el cuerpo rotante con sus brazos (164 Tn) con el sistema hidráulico sincrónico y cuatro cilindros hasta poder alcanzar una luz entre la biga carrilera y este, que permita retirar la columna exterior con la percha construida. Si se alcanza la luz necesaria, es posible retirar el conjunto.
- Para los puntos N°2 a N°4, si las diferentes partes indicadas en estos puntos son cortadas de la columna exterior, es posible retirar el conjunto.

Habiendo analizado los puntos anteriores con el desarrollo de una ingeniería básica, se procede a desarrollar una ingeniería de detalle que contempla minuciosamente cada uno de los pasos del procedimiento y sus interferencias. Esto permitió desarrollar un programa detallado de reparación de 6 días.

Dado a que los soportes del reductor, el motor y el antigiro son cortados para poder efectuar el desmontaje; y analizando que teniendo una columna nueva con el rodamiento y aro de montaje el programa se reduce en 1 día, se toma la decisión de construir una columna exterior nueva.

Con este nuevo escenario se diseño y construyo una nueva columna exterior, la cual cuenta con mejoras que permiten el reemplazo de los bujes en paradas programadas de 24 hs.; y con la experiencia adquirida y con el herramental que se

posee, es posible el reemplazo del rodamiento en una reparación programada de 60 / 72 hs.

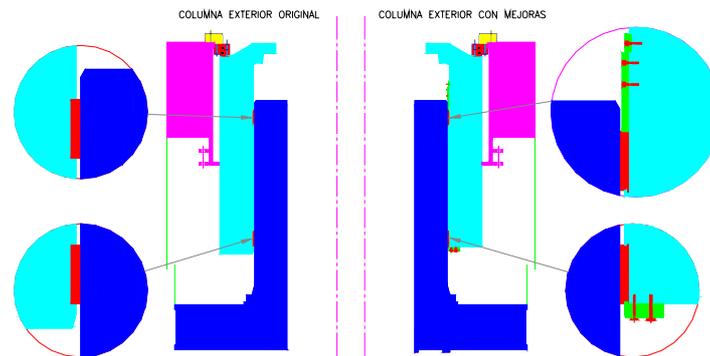


FIG 4 - COL. EXT. DISEÑO ORIGINAL / NUEVO DISEÑO  
**Figure 4. Outer column original design/new design.**

El método desarrollado para el reemplazo del rodamiento y bujes de la torreta de cuchara de SIDERAR contempla un programa de reparación de 5 días; y sus pasos son:

### **DESMONTAJE**

#### **Fase 1: Desmontaje de subconjuntos o componentes previos.**

- 1) Girar la torreta en dirección Este / Oeste (entrega Operación).
- 2) Limpieza superior de torreta y plataforma.
- 3) Desmontar caperuza.
- 4) Desmontar chapas de protección exterior (8).
- 5) Limpieza interior de torreta.
- 6) Desmontar el sistema de lubricación e hidráulico.
- 7) Desmontar disco de freno del aro de montaje.
- 8) Desmontar sistema de accionamiento y cortar base.
- 9) Desmontar sistema antigiro y cortar traba soldada en la columna exterior.
- 10) Montar plataforma de apoyo intermedio.

#### **Fase 2: Montaje de estructura soporte.**

- 11) Montar 3 soportes entre base y columna exterior. Utilizadas para el cambio del buje superior en Jun/99.
- 12) Nivelar la torreta (cuerpo rotante con columna exterior) y poner suplementos de ser necesario.
- 13) Montaje de las piezas de centrado / ajuste (cant. 8) entre la columna exterior y el cuerpo rotante (usar las piezas de centrado y ajuste según anexo 1). Fijar las piezas de centrado / ajuste con los suplementos apropiados y soldar tacos en la pestaña del cuerpo rotante.
- 14) Montar los soportes de elevación hidráulico (4) de carrera 330mm.
- 15) Extender los cilindros hasta que tomen contacto con la parte inferior del cuerpo rotante.
- 16) Montar los soportes de seguridad de 260mm. Espacio libre teórico entre cuerpo rotante y soporte de 10mm.

- 17) Con los cilindros hidráulicos y usando el sistema de mando computarizado levantar hasta que el 80% del peso de la torreta esté descansando en los cilindros hidráulicos. Cada cilindro debe tomar el mismo peso. Detener los cilindros hidráulicos y cerrar las válvulas de asiento.
- 18) Montar suplementos entre la columna de apoyo y el cuerpo rotante para fijar su posición en caso de fallo.
- 19) Controlar el nivel del cuerpo rotante y reajustar si es necesario.
- 20) Controlar el centrado del cuerpo rotante con los 8 segmentos de centrado / ajuste montados en el espacio entre la columna exterior y el cuerpo rotante. (Usar las piezas según anexo 1).
- 21) Desmontar los espárragos M42 entre el aro de montaje y el cuerpo rotante. Usar llave de torque hidráulico o cortador de tuerca hidráulico según Anexo 2.
- 22) Desmontar y quitar todos los espárragos. Para desmontar los espárragos de expansión se pueden soldar una tuerca a lo existente. Para desmontar rápidamente se puede usar máquinas de impacto neumáticas.

### **Fase 3: Elevación de columna exterior con sistema sincronico.**

- 23) Desmontar el conjunto aro de montaje + rodamiento + columna usando los cilindros hidráulicos.
- 24) Desmontar las piezas de centrado / ajuste (cant. 8) entre la columna exterior y el cuerpo rotante.
- 25) Con el sistema hidráulico computarizado levantar levemente el cuerpo rotante para:  
Desmontar los suplementos entre la columna de apoyo y el cuerpo.  
Desmontar los soportes de seguridad de 260mm.
- 26) Bajar el cuerpo rotante con los cilindros hidráulicos usando el sistema de mando computarizado hasta que se apoye en las cuatro columnas soporte.
- 27) Subir la columna exterior con el embolo buzo de la torreta hasta su máxima posición y montar debajo de la misma los 3 topes de 830mm.
- 28) Desmontar la estrella y montar la falsa estrella.
- 29) Montar debajo de la columna exterior 3 cilindros hidráulicos (carrera 330mm) con el sistema de mando computarizado para subir la misma 560mm.

### **Fase 4: Vincular percha con columna.**

- 30) Con las grúa de carga (N° 170) y de servicio de colado (N° 174), posiciona la percha principal sobre el conjunto para su elevación.

### **Fase 5: Desmontaje del conjunto.**

- 31) Subir y trasladar la columna exterior, rodamiento y aro de montaje hasta la plataforma de apoyo intermedio.
- 32) Con la grúa de carga (N° 170) y lingas trasladar el conjunto a nivel de piso
- 33) Limpieza, inspección y pulido de columna interior.
- 34) Transportar la columna exterior nueva hasta la torreta.

### **MONTAJE**

- 35) Montar la columna exterior siguiendo un procedimiento inverso al de desmontaje.
- 36) Montar las trabas de seguridad de 260mm en los cilindros hidráulicos extendidos y los suplementos entre la columna de apoyo y el cuerpo.

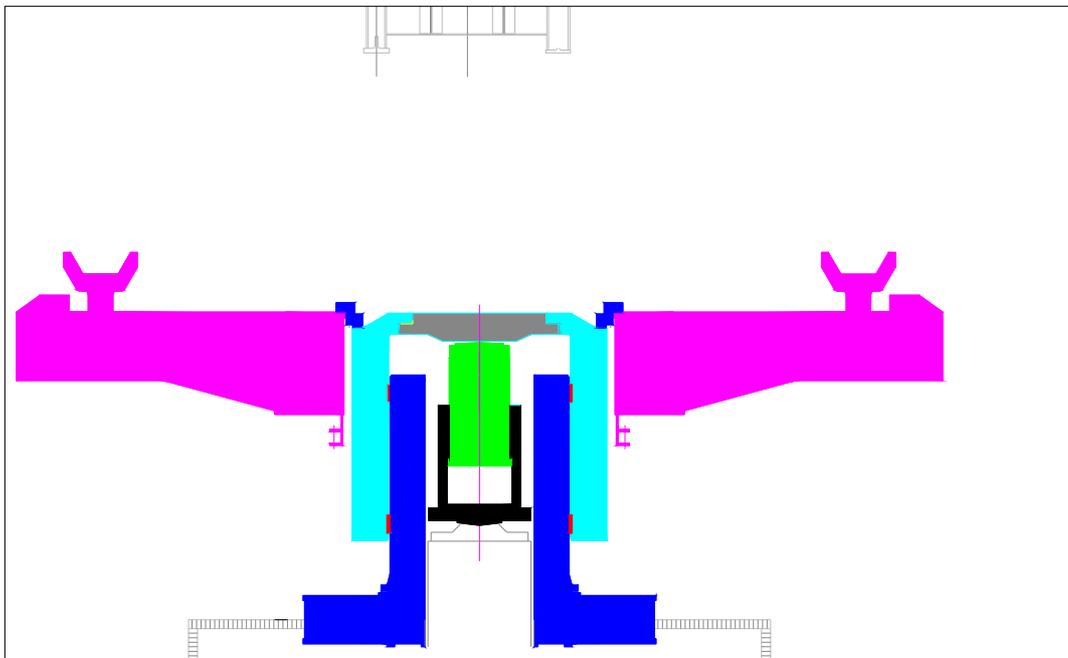
- 37) Si la fuerza de los segmentos de centrado / ajuste no es suficiente, usar los dispositivos de ajuste adicionales. Montar los dispositivos de ajuste en la superficie de apoyo del rodamiento en la columna exterior al lado del dispositivo de control. Usar tornillos de ajuste M42.
- 38) Montar los nuevos espárragos de expansión M42.
- 39) Ajustar los espárragos de expansión. Usar un sistema de tensión hidráulico para apretar. La fuerza de tensionado requerido de  $P_v = 730 \text{ KN}$  se logrará en 2 pasos. Debe hacerse en dirección cruzada.
- 40) Desmontar los apoyos entre el cuerpo giratorio y la columna exterior.
- 41) Subir la torreta con el equipo hidráulico de la torreta.
- 42) Desmontar los apoyos de nivelación de la torreta.
- 43) Montar el sistema de lubricación.
- 44) Soldar base y montar sistema de accionamiento.
- 45) Soldar traba en la columna exterior y montar sistema antigiro.
- 46) Desmontar plataforma de apoyo intermedio.
- 47) Montar disco de freno del aro de montaje y límites.
- 48) Montar caperuza y protecciones exteriores (8).
- 49) Montar los ladrillos de protección en el área de los apoyos.

### Finalización del trabajo.

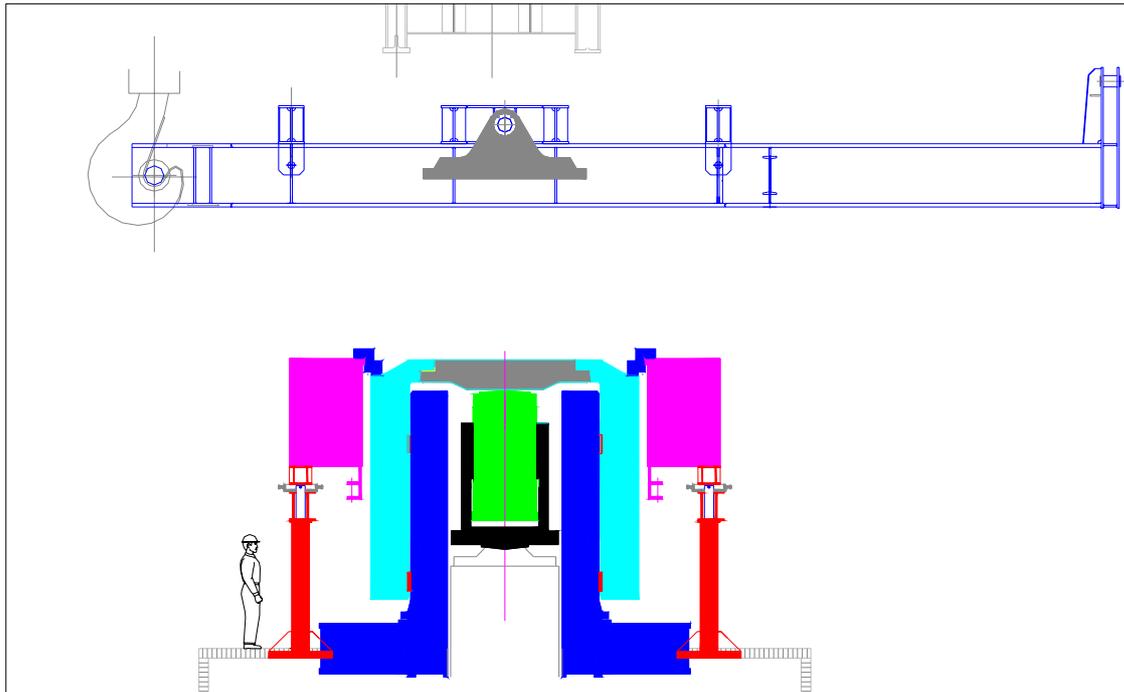
A continuación se muestra en forma grafica un resumen del método desarrollado.

Fase N°1: Esta fase contempla el desmontaje de:

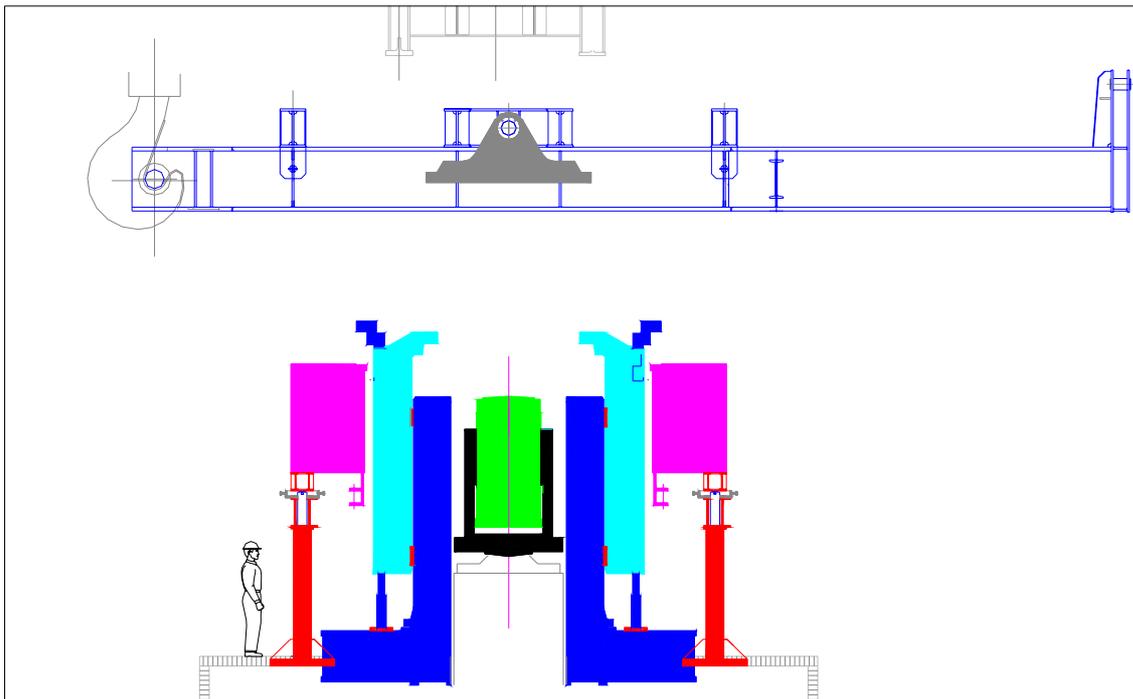
- Protecciones.
- Sistema de giro. Desmontaje de moto reductor y corte de su base fijada al la columna exterior.
- Sistema antigiro. Corte de la estructura del antigiro.



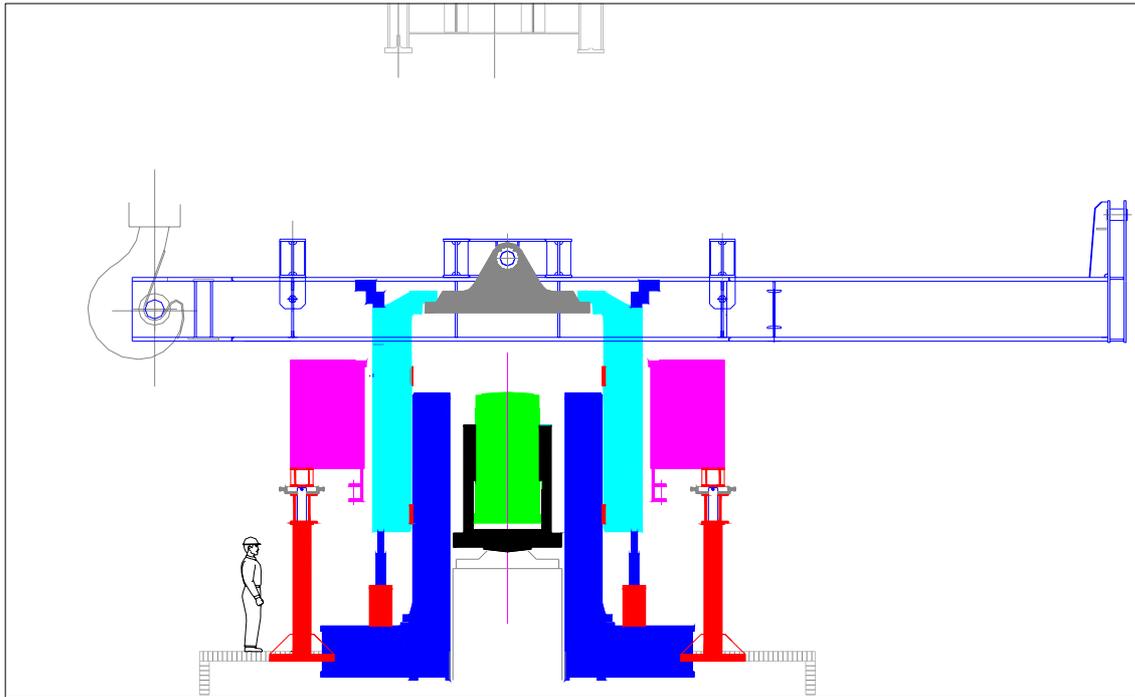
Fase N°2: Montaje de la estructura soporte del cuerpo rotante para posteriormente desvincular el rodamiento.



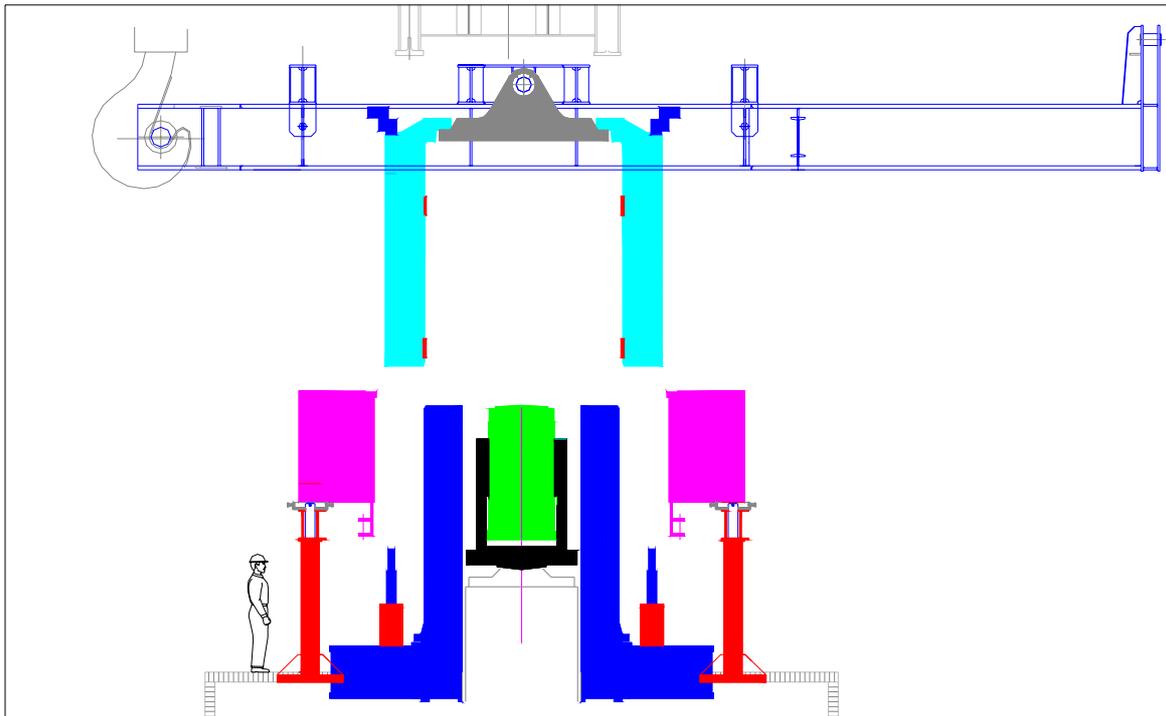
Fase N°3: Elevación del conjunto (columna exterior, rodamiento y bujes) con el sistema hidráulico sincronico.



Fase N°4: Vinculación del conjunto a la percha principal para su elevacion y desmontaje.



Fase N°5: Desmontaje del conjunto completo (columna exterior, rodamiento y bujes) con la percha principal. El conjunto fue trasladado a una plataforma intermedia con los dos puentes gruas.



El montaje de la nueva columna resulta de efectuar el proceso inverso al detallado.

Se destaca que antes de efectuar la tarea de reparación se desarrollaron las siguientes tareas previas:

- Practica de movimiento de la percha principal sobre la torreta de cuchara.
- Practica de movimiento de una carga aproximada de 200 Tn con el sistema hidráulico sincrónico.



Control de todo el herramiental y accesorios para la ejecución de la tarea. El mismo fue guardado en un container que el día de la reparación se traslado a la plataforma de colado.

- Armado de la nueva columna con el rodamiento, aro de montaje y bujes.



- Armado de la estructura soporte del cuerpo rotante y control dimensional.
- Se efectuaron charlas con el personal para que los mismos conocieran cada una de las fases de la tarea.

