

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE ELABORACION DE INSTRUCTIVO DE DESARME DE
PULVERIZADOR DE CARBON

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico
Universitario en MECÁNICA INDUSTRIAL.

Alumno:

Sebastián Filiberto González Díaz

Profesor Guía:

Sr. José Carva

RESUMEN

En el siguiente trabajo de título, se trabajará la idea de realizar un instructivo de desarme de pulverizadores de carbón de las unidades I y II (las más antiguas) de la central termoeléctrica de Ventanas, propiedad de AES Gener. En grandes rasgos, un pulverizador de carbón, es un equipo que realiza la molienda del mineral el cual se encuentra en forma de piedra, para luego mediante un sistema de ventilación forzada trasladarlo hasta los quemadores de carbón convertido en polvo. Cabe destacar que la función que desarrolla el pulverizador es de suma importancia para el correcto y eficiente funcionamiento de la unidad, esto porque el hecho de que el combustible sea quemado en forma de polvo, garantiza un flujo constante de este lo que permite mantener la temperatura de la caldera en forma lineal. Además mediante un sistema de “decantación forzada”, que se detallará más adelante, a medida que el mineral se pulveriza se desprende de él, las impurezas que la piedra trae.

En el primer capítulo se detallará información de la empresa, como el año en que se fundó y sus sucesivos cambios de nombres y dueños, se explicará el proceso productivo de generación eléctrica mediante carbón, indicando los principales activos involucrados. Además, se explicará la función que cumplen los pulverizadores de carbón y la importancia que tiene su buen funcionamiento para llevar a cabo una generación altamente provechosa para la empresa y productiva para el país. Todo lo anterior para determinar la problemática que está presente en los equipos.

El principal motivo de la realización de este instructivo es dejar un registro de desarme tipo procedimiento para que la actividad de desarme se desarrolle bajo la mejores condiciones posibles, considerando: seguridad, disminución de tiempos, herramientas a utilizar, cantidad de trabajadores, etc. Esto porque el desarme de los pulverizadores es una actividad recurrente, realizada mayoritariamente por empresas contratistas, donde han existido ocasiones que por la falta de conocimiento no se ha trabajado de la manera adecuada, viéndose en la obligación de volver atrás y desarmar 2 veces, lo cual significa pérdida de tiempo y de dinero.

La elaboración de este instructivo, estuvo basada principalmente en la experiencia personal de los trabajos realizados en el equipo, sumado a la experiencia y datos compartidos por compañeros de trabajo, quienes llevan gran cantidad de años realizando esta actividad.

Como consecuencia de los datos recopilados, se logro desarrollar un instructivo de desarme y armado bastante explicativo donde se puso especial énfasis en explicar de manera concisa cada paso de ejecución del trabajo

INDICE

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Error! Bookmark not defined.

1.1.1. HISTORIA	1
1.1.2. Ubicación y geografía	1
1.2. PROCESO PRODUCTIVO	2
1.2.1. Activos involucrados	2
1.2.2. Descripción del proceso de generación	9
1.2.3 Importancia de los pulverizadores en el proceso	10
1.3. PROBLEMÁTICA	11
1.4. ASPECTOS DE SEGURIDAD	11
1.4.1 Aspectos de seguridad operacional	12

CAPÍTULO 2: FUNCIONAMIENTO, PARTES PRINCIPALES Y SU IMPORTANCIA EN EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

2.1 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	14
2.2 PARTES PRINCIPALES	14
2.2.1 Conos del clasificador estático	14
2.2.2 Clasificador estático	15
2.2.3 Clasificador dinámico	16
2.2.4 Difusor	17
2.2.5 Pernos tensores y resortes	17
2.2.6 Camisa perno tensor	18
2.2.6 Cubeta o anillo de molienda superior	19
2.2.7 Bolos de molienda	19
2.2.8 Cubeta o anillo de molienda inferior	20
2.2.9 Anillos de ajuste de cubeta inferior	20
2.2.10 Yugo	21
2.2.11 Campana o caja de sello de aire	21
2.2.12 Conjunto pulverizador	22

CAPITULO 3: ELABORACION DE INSTRUCTIVO DE DESARME Y ARMADO DE PULVERIZADOR

3.1 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARME	24
3.2 ELEMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR.	26
3.3 PASOS DE DESARME	1
3.4 PASOS DE ARMADO	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación central Termoeléctrica Ventana
Figura 1-2: Diagrama de flujo de generación de energía
Figura 1-3: Alimentador de carbón
Figura 1-4: Conjunto pulverizador
Figura 1-5. Elementos auxiliares de quemador
Figura 1-6: Caldera
Figura 1-7: Turbina
Figura 1-8: Generador
Figura 1-9: Transformador
Figura 1-10: Condensador
Figura 1-11: Bomba de alimentación
Figura 2-1. Cono clasificador estático.
Figura 2-2. Clasificador estático
Figura 2-3. Clasificador dinámico
Figura 2-4. Difusor
Figura 2-5. Anillo o cubeta de molienda superior
Figura 2-6. Bolos de molienda
Figura 2-7. Anillo de molienda inferior
Figura 2-8. Yugo
Figura 2-9. Caja de sello de aire
Figura 2-10. Conjunto pulverizador
Figura 3-1. Planilla de inspección pulverizadores

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Conjunto perno tensor – resorte
Tabla 2-2. Conjunto camisa – zapata
Tabla 2-3. Anillos de ajuste de cubeta
Tabla 3-1. Elementos y equipos e izaje
Tabla 3-2. Herramientas e instrumentos de medición
Tabla 3-3. Equipos a utilizar

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

VAP	: Ventilador de aire primario
VAS	: Ventilador de aire de sello
[MW]	: MegaWatts.
[m]	: Metro
”	: Pulgadas (unidad de medida)
[mm]	: Milímetros
P.A	: Puertas de acceso
°C	: Grados Celsius
p/c	: punta – corona
[min]	: minutos
[hr]	: hora
[hrs]	: horas
I.T.O	: Inspector Técnico de Obras

INTRODUCCIÓN

Los comienzos de la generación eléctrica en Chile son a partir del año 1889 cuando se funda la Compañía Eléctrica de Tranvía y Luz, empresa que en el año 1895 se encargó de la construcción y puesta en marcha de la central hidroeléctrica Chivilingo, la cual fue la primera central de generación en Chile y la segunda en Sudamérica de este tipo.

La central Chivilingo fue construida a petición de Isidora Goyenechea para suministrar de energía eléctrica a la mina de carbón de Lota con el fin de acelerar el proceso de extracción del mineral ya explotado hacia la superficie, debido a que antes de la construcción de la central el carbón era tirado en carretones por medio de caballos, situación que cambio después de la construcción cuando se incluyó un tren eléctrico que se encargaba de esa función.

Para el año 1921 se crea la compañía chilena de electricidad CHILECTRA, mediante la unión de la Compañía Eléctrica de Tranvía y Luz y la Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica. En el año 1934 se le encarga Chilectra la construcción de la primera central termoeléctrica de la quinta región que iba a estar situada en la localidad de Laguna Verde y que contaría con una potencia instalada de 66 [MW]. La central entró en operación comercial en el año 1939 con dos unidades generadoras.

Por la demanda de electricidad para el desarrollo continuo de la sociedad chilena se decide en el año 1958 comprar por parte de Chilectra S.A terrenos en la comuna de Ventanas, donde se emplazaría una nueva central de generación mediante la energía térmica del carbón.

Para el año 1960 se comienza la construcción de la unidad 1 de la central Ventanas, la cual tendría una potencia instalada de 120 [MW]. Dicha unidad fue construida por una empresa americana por lo que todo lo que respecta a medidas, ya sea de pernos, tuercas, longitudes de ejes, diámetros de ejes están en el sistema americano, es decir en pulgadas.

La construcción de la unidad 1 de la central Ventanas finalizo en el año 1964 iniciando en ese mismo año su operación comercial, conectándose al sistema de distribución de la época y además abasteciendo a Quintero y la provincia de Puchuncavi.

Para que una central termoeléctrica y los procesos que se llevan a cabo en ella se realicen de manera correcta todos los componentes también deben estar operando en su máxima capacidad y/o en buenas condiciones. Es aquí donde mantener funcionando de buena manera los pulverizadores, cobra un gran valor, esto debido que son los equipos encargados de que el principal combustible de la planta llegue a los quemadores en las condiciones que estos requieren. Es por esto que el trabajo debe ser realizado de buena manera, por cualquiera de las empresas que se les encargue esta tarea, por eso la necesidad de contar un instructivo de desarme y mantención que abarque todos los pasos a seguir, se hace necesario. Los pulverizadores al teneren su interior piezas de roce entre sí, sumado a la temperatura que mantienen dentro, sufren si o side un desgaste de sus elementos, por lo que es casi una regla que cada cierta cantidad de tiempo,

entren en mantención. Estos equipos desde que se montaron en la planta constan de una pauta de mantención según el desgaste de sus elementos de molienda, en este caso, bolos de acero, los cuales según el diámetro que tengan se realiza un relleno de 1 o 2 bolos según corresponda. Todo esto se detallará mas adelante de manera más específica y clara, aunque esencialmente este trabajo se desarrollara en el desarme del equipo cuando ya no se pueden poner más bolos de relleno, es decir, cuando el desgaste de los elementos de molienda no cumpla con las medidas mínimas para el correcto y eficiente funcionamiento del equipo.

OBJETIVO GENERAL

Proponer un instructivo de desarme para pulverizadores de carbón, considerando el funcionamiento e indicando paso a paso el desarme del equipo, según experiencias de terceros y personales, para que pueda ser utilizado por empresas del rubro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información de la empresa, tomando datos entregados por trabajadores, describiendo el proceso productivo y explicando la importancia del equipo, para así determinar la problemática.

Explicar funcionamiento del pulverizador, indicando sus partes principales y la función de estas para el correcto funcionamiento del equipo.

Elaborar un instructivo de desarme que contenga el paso a paso de las actividades a realizar, incluyendo breve descripción de estas, listado de materiales y equipos a utilizar, para lograr un instructivo completo.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1.1 LA EMPRESA

1.1.1. Historia

AES GENER S.A, es una empresa chilena productora de energía eléctrica, constituida oficialmente el 19 de junio de 1981 cuya razón social en ese entonces era Generación Eléctrica.

A pesar de que en 1981 fue constituida legalmente, esta empresa tiene su origen el año 1889, ocho años después que Thomas Alba Edison inventara la ampolleta. Luego de años de análisis y tratativas finalmente se funda en Santiago la Chilean Electric Tramway and Light Company. Para el año 1921, la empresa Chilean Electric Tramway and Light Company y la Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica, creada en 1919, deciden unirse para crear la Compañía Chilena de Electricidad (Chilectra).

A lo largo del país, la empresa cuenta con 14 centrales las cuales se diferencian en centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y de ciclo combinado, utilizando estas, distintos tipos de combustibles y fluidos como lo son el carbón mineral, el petróleo y el agua. A diciembre del año 2016, la empresa cuenta con una capacidad de generación instalada de 4775 [MW].

1.1.2. Ubicación y geografía

El siguiente trabajo se desarrollo la central Ventanas de AES Gener, la cual está ubicada en la bahía de Quintero, comuna de Puchuncavi, cuya dirección oficial es camino costero S/N.

La central tiene una ubicación bastante estratégica bajo dos puntos de vista, uno debido a que está ubicada a un costado del puerto Ventanas (ex muelle de Chilectra) y en plena costa de la bahía de Quintero. AES Gener utiliza las instalaciones del puerto Ventanas para poder descargar los barcos que llegan con el combustible (carbón) que posteriormente se transportan hacia la cancha de carbón que posee la empresa, mediante correas transportadoras, donde se le da el debido tratamiento para evitar inflamaciones y posteriores incendios en la cancha debido al alto poder calorífico que posee el carbón.

La otra razón de la estratégica ubicación de la central es la cercanía a la costa y por consiguiente con el agua de mar. Agua que es utilizada en una parte del ciclo agua – vapor y que es de suma importancia en el proceso de generación que es el proceso de condensado del vapor sobrante o técnicamente el vapor que realizo trabajo en la turbina de baja presión y que aún sigue con energía para moverse.



Fuente: Google maps

Figura 1-1. Ubicación central Termoeléctrica Ventanas.

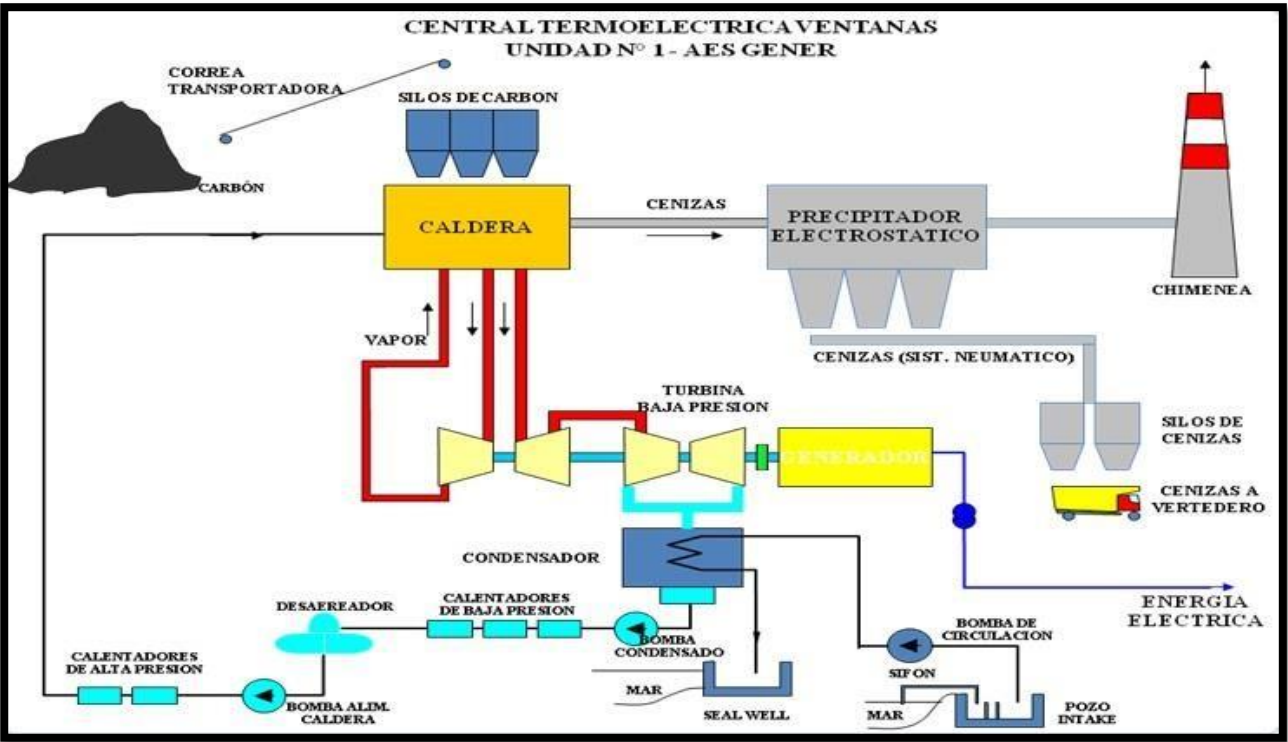
La geografía de la zona, como se dijo anteriormente es una geografía costera, donde se tienen fuertes vientos que generalmente van cargados de sal marina (imperceptible) y que es muy perjudicial para los equipos de la central que están expuestos a la intemperie, acelerando el proceso de corrosión y/o oxidación llegando incluso a afectar instalaciones donde puede peligrar la vida humana como por ejemplo los gritting de los pisos más altos de las unidades.

1.2. PROCESO PRODUCTIVO

1.2.1. Activos involucrados

Desde que el carbón se deposita en las canchas de carbón, los activos más importantes y participantes del proceso de degeneración son: silos de carbón, alimentador de carbón, pulverizadores, quemadores, caldera, turbina, generador, transformador, condensador y bomba de alimentación.

Para poder explicar y entender de mejor manera el proceso de generación, a continuación se presentará un diagrama de flujo



Fuente: AES GENER, presentación descripción proceso de generación .

Figura 1-2. Diagrama de flujo de generación de energía

Comenzando por los silos de carbón, los silos no son más que grandes recipientes de forma cilíndrica en su gran mayoría, exceptuando la parte inferior la cual es de forma cónica donde en la parte final de esta sección se encuentra una válvula de guillotina, la cual cumple la función de cerrar o abrir el paso del carbón hacia el alimentador de carbón según sea necesario.

Alimentador de carbón: equipo destinado a la mejor distribución del carbón hacia los pulverizadores. Cuenta en su interior con una mesa giratoria la que contiene segmentos de un material cerámico (placas de desgaste) donde el carbón va girando a la par con la mesa, hasta que “choca” con unas barreras de acero inoxidable apoyadas sobre un nervio de las paredes del alimentador las cuales reciben el nombre de “faldas” y caen hacia el interior del pulverizador.

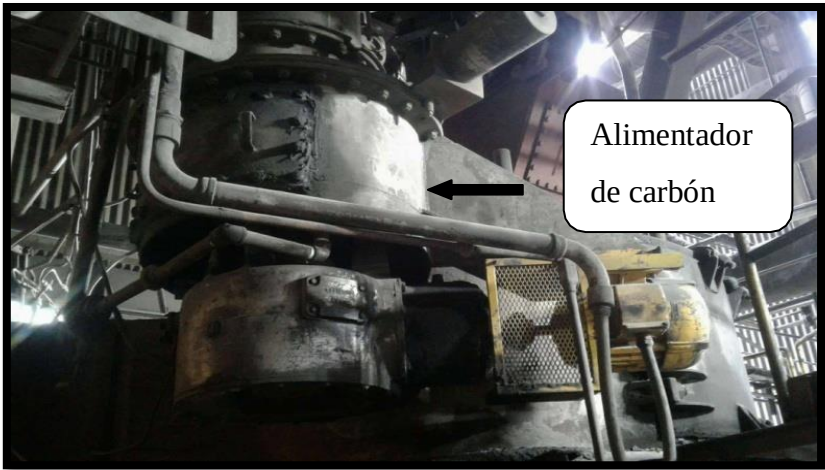
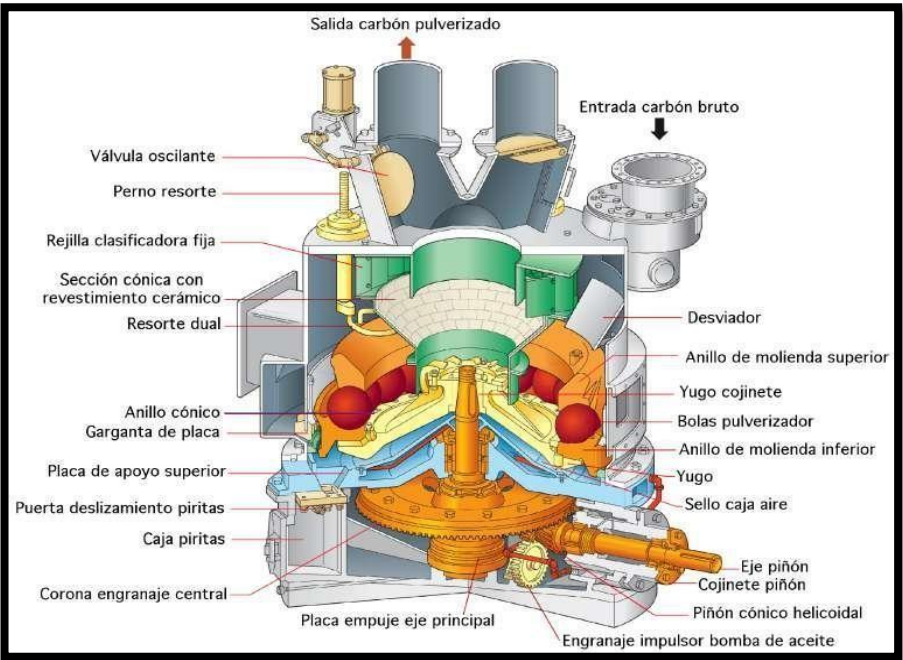


Figura 1-3: Alimentador de carbón

Pulverizadores de carbón: los pulverizadores que utiliza la unidad 1 de la central Ventanas, son pulverizadores de la empresa americana Babcock and Wilcox Company (empresa que construyó la central) y en su interior cuenta básicamente con dos cubetas, inferior (giratoria) y una superior (fija). Sobre la cubeta inferior se depositan los bolos de acero que son los encargados de moler el carbón y sobre ellos va la cubeta superior la cual va fija y es soportada mediante 6 pernos que están en la parte externa superior del pulverizador denominados pernos tensores. El fin del pulverizador, como su nombre lo indica, es convertir la piedra de carbón en una especie de polvillo, de consistencia similar al talco.



Fuente: <https://docplayer.es/83916624-Xiii-pulverizadores-de-carbon.html>

Figura 1-4: Conjunto pulverizador

Quemadores: equipo que recibe el carbón en forma de polvo y lo quema mediante la acción de una ignición de chispa, el aire introducido a la caldera por el ventilador de tiro forzado y una pequeña inducción de petróleo diésel.

El equipo como tal solo se puede apreciar por dentro de la caldera, por lo cual la siguiente imagen hace referencia al sistema auxiliar del quemador como lo son, ducto de entrada de carbón, cañerías de aire, petróleo y lanza de ignición.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada el 28/10/2022

Figura 1-5: Quemadores

Caldera: Según la norma ITC-MIE-AP01, caldera es todo aparato de presión donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en energía utilizable, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor. Para el caso de las unidades generadoras de Ventanas el calor se obtiene por la combustión del carbón y todas son del tipo acuotubular. Además de esta característica, las calderas de la unidad 1 y 2 de Ventanas trabajan bajo un régimen de presurización o de presión positiva, por lo que tiende a expulsar todo hacia afuera, es por esto que en este tipo de calderas suele encontrarse en los equipos situados a su alrededor, una gran cantidad de cenizas, además de ser más peligrosas que una caldera de presión de negativa o de depresión, donde mediante un ventilador de tiro inducido se extraen desde el interior de la caldera todos los gases y residuos dejados por la combustión, lo que también permite poder abrir ventanillas de inspección o sacar elementos adheridos directamente a la caldera sin ningún riesgo de que la llama y los gases dañen al trabajador. En la imagen podemos ver el interior de una caldera representada de manera básica.

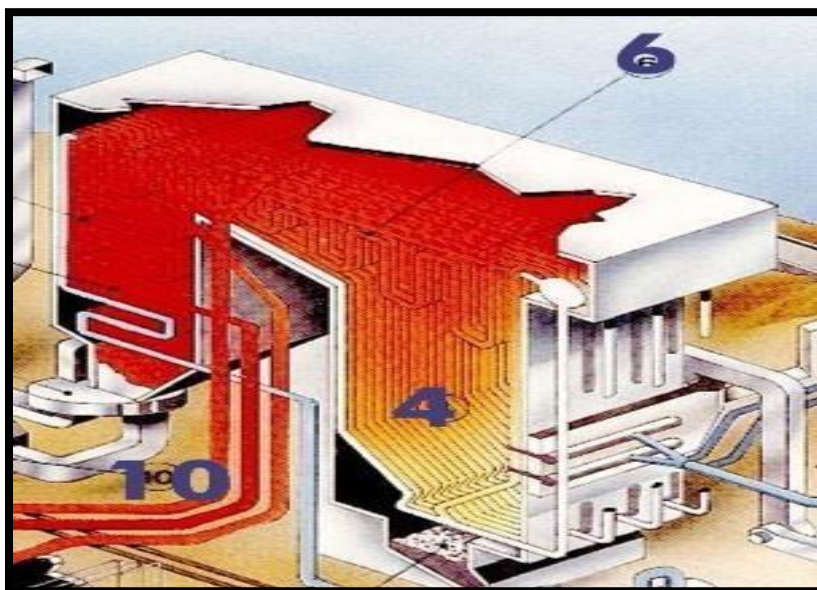


Figura 1-6: Caldera común de planta termoeléctrica

Turbina: la turbina es el equipo principal del proceso, ya que es el que se encarga de transmitirle el movimiento giratorio al eje del generador para así obtener energía eléctrica. La turbina de la central de Ventanas, cuenta con 3 etapas de trabajo, donde en un principio se encuentra la etapa de alta presión donde llega la primera inducción de vapor a una presión de 140 kg/cm^2 y una temperatura de $520 \text{ }^\circ\text{C}$. Luego que el vapor termina su ciclo de trabajo en la etapa de alta presión, vuelve a la caldera para un recalentamiento y entra a la turbina de presión intermedia donde entra a 100 kg/cm^2 y nuevamente a $520 \text{ }^\circ\text{C}$. Terminado el paso del vapor por la etapa de presión intermedia el vapor que queda pasa directamente a la etapa de baja presión.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada el 28/10/2022

Figura 1-7: Turbina

Generador: equipo que se encarga de producir la energía eléctrica, mediante la acción de un campo magnético que se crea mediante la energía mecánica desarrollada en el eje del generador que gira dentro de una gran bobina, manteniendo así una diferencia de potencia entre dos puntos del generador.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada el 28/10/2022

Figura 1-8: Generador

Transformador: dispositivo eléctrico el cual recibe la energía eléctrica producida por el generador, tiene la función de elevar la tensión para la distribución de la energía, pero manteniendo la potencia de esta.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada el 28/10/2022

Figura 1-9: Transformador

Condensador: Dentro del ciclo del propio vapor, se encuentra el condensador, el cual es equipo que permite hacer el cambio de estado en el fluido de trabajo, haciéndolo pasar de gaseoso a líquido. Básicamente un condensador consta de una serie de tubos y un espacio entre ellos donde se produce el cambio de estado. En el caso del circuito agua-vapor el vapor llega al condensador y entra a los espacios entre los tubos, al mismo tiempo que por dentro de los tubos circula un

fluido de enfriamiento que en el caso de Ventanas es agua de mar. En la imagen se aprecia la parte exterior del condensador donde identificamos el ducto de entrada de agua de mar (derecha), el ducto de descarga hacia bomba de condensado y la tapa principal donde además esta la puerta de acceso para inspección.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada el 28/10/2022

Figura 1-10: Condensador

Bomba de alimentación: Una vez que se convierte en agua el vapor, la bomba de alimentación vuelve a ingresarla a la caldera para continuar con el ciclo de agua-vapor. La bomba de agua alimentación es un equipo de gran envergadura por lo que sus componentes también lo son. Consta de un motor de alta potencia y una caja reductora de gran tamaño que le transmite el torque necesario para poder hacer girar el impulsor.

El agua condensada antes de entrar a la bomba de agua de alimentación, tiene pasos previos por los calentadores de agua de baja presión y por el economizador de la caldera, donde alcanza la temperatura y presión adecuada para realizar el proceso lo más eficiente posible, además, para que la bomba también tenga un óptimo y correcto funcionamiento.

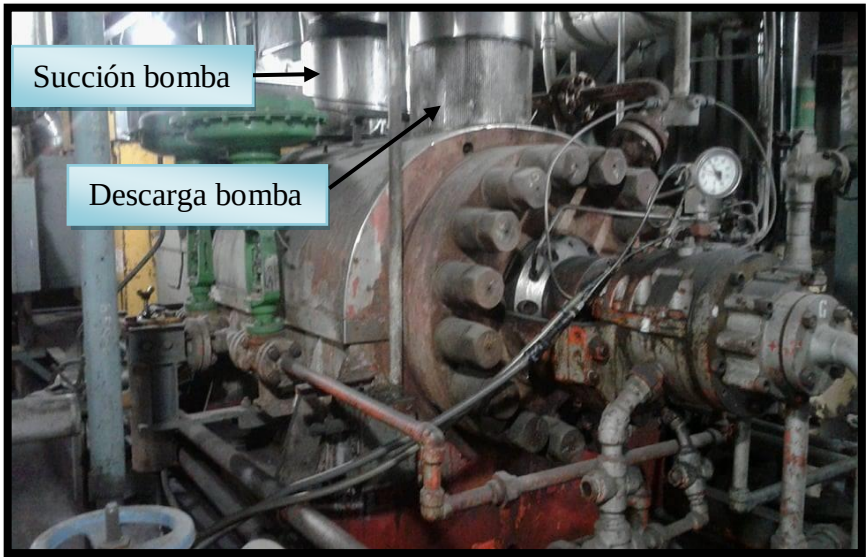


Figura 1-11: Bomba de alimentación

1.2.2. Descripción del proceso de generación

El fin de esta empresa es la generación de energía eléctrica mediante la transformación desde energía térmica a energía mecánica usando como combustible el carbón coque y/o el petróleo. La gente como consumidor se acostumbra a tener energía eléctrica en todo momento. En la actualidad está considerada como un servicio de primera necesidad, ya que todo gira en torno a la electricidad en una vivienda donde simplemente pulsando un interruptor se puede obtener energía lumínica a través de una ampolleta, calentar comida mediante un microondas o simplemente tener un momento de distracción escuchando música o viendo televisión. Sin embargo, también es cierto que para la mayoría de las personas no es conocido el proceso que permite tener al alcance energía eléctrica.

En lo que respecta al proceso productivo en una empresa termoeléctrica, el proceso es bastante largo y requiere del buen funcionamiento de todos los sistemas directamente relacionados con la generación, así como también, pero en menor medida de los sistemas auxiliares. Todo parte cuando llegan los barcos al puerto de Ventanas proveniente de distintas partes del mundo, principalmente Colombia y países asiáticos, los cuales traen el carbón en formade piedra. Este carbón es transportado desde el puerto hasta las canchas de carbón mediante cintas transportadoras, donde es almacenado y distribuido hacia las unidades según la necesidad que tengan estas también mediante cintas transportadoras. El carbón que no se use se debe apilar en forma de montaña y regar constantemente, ya que si sube mucho la temperatura puede llegar a incendiarse debido a la altísima capacidad calorífica del coque.

Como se dijo anteriormente, el carbón es distribuido desde las canchas hacia las unidades donde se almacena en los denominados silos de carbón, los cuales son grandes recipientes de forma cilíndrica en su parte superior y de forma cónica en la parte inferior. La parte inferior de los silos esta adosada a un alimentador de carbón los cual a grandes rasgos es otra cinta transportadora mucho más pequeña que reduce la velocidad de bajada del carbón y lo deja caer nuevamente hacia los pulverizadores de carbón.

Es en esta parte del proceso donde el carbón cambia su composición, de solido a polvo gracias a la intervención de una serie de rodillos que componen el pulverizador. Este carbón ya pulverizado es transportado hacia los quemadores dentro de la caldera gracias a un ventilador denominado como Ventilador de Aire Primario (VAP) el cual provee al carbón ya pulverizado de una temperatura para facilitar su combustión, esta temperatura en condiciones normales de operación es de 80°.

El carbón es quemado dentro de la caldera produciendo grandes llamas y lo más importante una alta temperatura en el hogar. Con esto se tiene el primer cambio de energía desde energía química a energía térmica. Este calor permite que el agua que circula dentro de los tubos de caldera comience a elevar su temperatura y cambie de estado líquido a estado gaseoso en forma de vapor. Este vapor es enviado hacia la turbina el cual hace girar el eje principal de esta provocando el segundo cambio de energía en el proceso, desde energía térmica a energía mecánica. El eje de la turbina está conectado al eje del generador el cual crea un campo magnético gracias a la bobina que constituye al generador, produciendo así la energía eléctrica.

El vapor a su vez tiene su propio proceso o ciclo, el cual comienza cuando desde la caldera es enviado el vapor con la temperatura y presión de trabajo hacia la turbina de alta presión. Una vez terminado su paso por esta etapa, es devuelto a la caldera para un recalentamiento que permite la recuperación de la temperatura para luego pasar a la etapa de media presión. Esta recuperación de temperatura es principalmente para que la turbina mantenga su equilibrio mecánico y no se dilate en demasía para en un lado y en otro no. El vapor sobrante o restante de la segunda etapa pasa directamente a la etapa de baja presión por medio de una tubería de gran diámetro llamada “crossover.”. Finalmente, el vapor que no se utilizó y que se pierde es enviado hacia el condensador el cual enfría el vapor con agua de mar, cambiando su estado de gaseoso a líquido. Cuando ya está completamente en estado líquido esta agua es bombeada por la bomba de condensado hacia la bomba de agua de alimentación ingresando nuevamente a la caldera específicamente al economizador donde es precalentada para luego pasar al hogar de esta.

Luego de que el generador produce la energía eléctrica, esta es dirigida hacia el transformador el cual se encarga de elevar la tensión y por medio de cables se transmite en primera instancia, a la subestación Quintero que está dentro de la central y luego es distribuida hacia las subestaciones de Quillota y Miraflores y posteriormente al sistema interconectado.

1.2.3 Importancia de los pulverizadores en el proceso

Como se explico en el punto anterior, el pulverizador de carbón es el equipo encargado de moler la piedra de carbón y convertirla en un polvillo de consistencia parecida al talco, y a la vez cumple la función de no dejar pasar elementos distintos al carbón como piedras normales, alambres, y objetos metálicos de menos tamaño. Este proceso de molienda es esencial para el buen funcionamiento de la unidad generadora debido a que afecta a varios subsistemas si es que la piedra no logra molerse de la manera ideal, para lo cual se necesita que el equipo trabaje en las mejores condiciones. El primer equipo que se puede ver perjudicado, siguiendo el proceso de generación, son los quemadores de carbón, esto porque si el combustible no llega en la consistencia necesaria, el quemador no va a poder trabajar al 100% de su capacidad, o mejor dicho, el combustible no va a poder ofrecer el poder calorífico que se necesita. Además una combustión no completa del carbón induce a que se genere una cantidad no deseada de hollín,

este hollín se pega a los tubos de caldera creando grandes capas de este material lo que afecta a la transmisión de calor entre los tubos y el agua en su interior.

Los pulverizadores están relacionados directamente con la producción energética de la unidad, esto porque cada pulverizador (en este caso 5) está asociado a una cantidad de MegaWatts. Es decir, cuando la unidad se encuentra generando a plena carga, los cinco pulverizadores están también funcionando, por lo que si en algún momento uno de estos falla, deben entrar el sistema de petróleo que es bastante más costoso ya que si el sistema interconectado lo exige la cantidad de Watts debe seguir entregándose. En este caso la importancia del pulverizador se ve reflejada en la disminución de costos.

1.3. PROBLEMÁTICA

Actualmente la central cuenta con un plan de mantenimiento a los pulverizadores que consiste en una pauta de engrase, inspecciones y desarmes según horas de trabajo y condiciones encontradas en los trabajos de inspección. Es en este punto donde encontramos el problema el cual queremos atacar con la propuesta de instructivo, ya que en los procedimientos existentes tanto por parte de la empresa mandante como de empresas contratistas no se incluye un paso a paso decómo llevar a cabo el desarme y armado del equipo, esto porque durante mucho tiempo esta mantención la realizo la misma empresa (Maestranza Alemania) y generalmente los mismos técnicos, por lo que se asumía que todos los pasos estaban aprendidos. Sin embargo, en reiteradas ocasiones donde se subcontrato a otras empresas para este servicio, existieron problemas relacionados directamente al retraso en las obras, y un funcionamiento incorrecto del equipo.

Por lo tanto, se propuso la idea de generar pautas de desarme basado en la experiencia de los técnicos de Maestranza Alemania (MIES) y también personal en dicha empresa. Todo esto con el fin de que cuando lleguen empresas que no ha desarrollado antes este tipo de trabajos, no existan problemas en la ejecución de las tareas y también tratando de evitar que ocurran accidentes por desconocimiento de maniobras de izaje,

.

1.4. ASPECTOS DE SEGURIDAD

Todo trabajo debe ser desarrollado bajo estándares en diversos aspectos, como la calidad misma del mismo, tiempos determinados, etc., donde el de la seguridad no es la excepción. Los trabajos en los pulverizadores pueden llegar a ser bastante desgastantes ya que se realizan con frecuencia grandes fuerzas y en posiciones incómodas, es por esto que se debe evitar hacerlas de

manera individual. Siempre que se pueda se deben realizar en conjunto con más técnicos. En este punto la seguridad se relaciona a instruir a los técnicos a realizar buenas posturas, levantar peso según norma (25 [Kg]) y como se mencionó anteriormente, realizar los trabajos en equipo.

Otro aspecto importante a considerar es que en todo el desarme y armado del equipo, se realizan maniobras de izaje a la par de maniobras con la grúa horquilla, donde se deben considerar ítems, como por ejemplo: estado de equipos de izaje (tecles, eslingas, estrobos, etc), tránsito del montacargas, y quizás lo más importante no ubicarse bajo cargas suspendidas.

También, considerar que se trabaja en un ambiente de polución de polvillo de carbón, por lo que se deben provisionar de mascarillas para partículas o en el mejor de los casos, respiradores medio rostro con filtro P100.

Por último, y no menos importante, tener en cuenta una buena iluminación exterior e interior. Exteriormente al área donde se encuentran los pulverizadores es muy oscura por lo que una buena iluminación es fundamental para evitar accidentes como tropiezos, y además permite una mejor visión para el operador de la grúa horquilla. En la parte interior del equipo también se necesita de una buena iluminación sobre todo cuando se comienza el trabajo ya que los espacios para desplazarse son mínimos y existe la posibilidad muy alta de golpearse.

1.4.1 Aspectos de seguridad operacional

Antes de intervenir un equipo siempre se debe bloquear eléctricamente. En AES Gener se utiliza el sistema LOTO de bloqueo, el cual consiste en sistema de candados y cajas. Cuando el equipo se bloquea o se desenergiza en el tablero eléctrico, se instala un candado. La llave de ese candado depositada en una caja roja, la cual se cierra mediante otro candado diferente. La llave del candado de cierre de la caja roja se guarda en una caja amarilla, la cual es entregada a los trabajadores, donde estos deben instalar sus propios candados. Todo este proceso lo realiza el área de operaciones de AES Gener.

Además del bloqueo eléctrico, también se debe bloquear la acción de otro tipo de energías, por ejemplo: energía neumática, hidráulica, etc. En los pulverizadores, nos encontramos con el ingreso de aire de sello y de aire caliente forzado el que cumple la función de enviar el carbón molido hacia los quemadores. Es por esto que ambas líneas deben cerrarse y posteriormente bloquearse, para que el interior del equipo durante los trabajos esté en las mejores condiciones posibles.

**CAPÍTULO 2: FUNCIONAMIENTO, PARTES PRINCIPALES Y SU IMPORTANCIA
EN EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.**

2.1 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

Los pulverizadores de carbón modelo EL-76 basan su funcionamiento en el roce entre piezas móviles y fijas que permiten que el carbón que entra al equipo en forma de piedra, salga de este en forma de polvo, de una consistencia parecida al talco. Durante el desarrollo de este capítulo, se explicara en detalle cada parte del pulverizador y su función específica, pero para explicar el funcionamiento del equipo, tenemos que partir de la base que utiliza bolos de acero como elementos de molienda, donde podemos asimilarlo a un rodamiento de bolas visto de manera horizontal. Esto porque a grandes rasgos, en su interior cuenta con dos cubetas, una inferior y una superior. La cubeta inferior está diseñada de tal manera que cuenta con una pista donde se alojan los bolos que muelen el carbón y que a la vez giran en conjunto. Sobre los bolos va la cubeta superior que también cuenta con una pista de las mismas dimensiones radiales que la inferior, donde también giran los bolos, con la diferencia que esta cubeta es estática, la cual se encuentra constantemente cargada mediante un sistema de resortes que son regulados por un perno tensor, que en total son 6.

Finalmente, la molienda misma de la piedra de carbón se produce debido a que el carbón que va ingresando al pulverizador queda “atrapado” entre cada bolo y la cubeta inferior, donde mediante el giro constante de estos elementos, los bolos van pasando por encima de las piedras y gracias al peso de estos, la piedra comienza a molerse. El carbón en forma de polvo es trasladado hasta los quemadores de carbón que se encuentran dentro de la caldera, mediante un sistema de aireación forzada que distribuye el carbón molido por medio de un conjunto de cañerías que terminan su recorrido en los quemadores.

2.2 PARTES PRINCIPALES

A continuación, se detallarán las partes principales de un pulverizador de carbón, además se dará una explicación del rol que cumple cada una en el correcto funcionamiento del equipo. Así mismo, se incluirán equipos “auxiliares” del pulverizador que complementan su funcionamiento y que constituyen el sistema de molienda.

Con el fin de no olvidar ninguna de las partes, se expondrán siguiendo el orden de desarme del equipo.

2.2.1 Conos del clasificador estático

Como su nombre lo dice, son elementos de forma cónica, de un material cerámico muy resistente al desgaste por fricción y cuya principal función es dirigir el carbón ya molido hacia el clasificador estático. Estos conos pueden dividirse en superior e inferior, donde el superior va apernado directamente a la estructura del clasificador estático y entre si se afianzan mediante un sistema de pernos y tuercas. La medida de los pernos y tuercas es de $\frac{1}{2}$ ".



Fuente: Informe cambio molienda Pulverizador 2D

Figura 2-1. Cono clasificador estático.

2.2.2 Clasificador estático

El clasificador estático es una especie de ventilador que como su nombre lo indica no tiene movimiento de rotación y su principal función es impedir que salgan desde el pulverizador hacia las cañerías que distribuyen el carbón a los quemadores, piedras sin moler, las que posteriormente caen otra vez sobre los elementos de molienda hasta que logran molerse definitivamente y lograr la contextura deseada.

El clasificador estático se afianza a la estructura interna del pulverizador, pero los pernos se montan por la parte exterior del mismo. La medida de los pernos es de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y si bien no se procede regularmente a aplicarles un torque controlado, hay que estar atento al momento del apriete porque cortar un perno significa desmontar todo.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-2. Clasificador estático

2.2.3 Clasificador dinámico

Como su nombre lo indica, este clasificador si cuenta con un movimiento de rotación el cual es proporcionado por un motor eléctrico montado en forma vertical en la parte superior del pulverizador. Su principal función es generar una especie de “turbulencia interna” que permite que el carbón que está siendo sometido a la molienda impacte contra el clasificador estático produciendo lo explicado en el punto anterior. El clasificador dinámico va montado sobre un eje secundario que va acoplado al eje del motor mediante 4 pernos.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-3. Clasificador dinámico

Cabe mencionar que el clasificador dinámico es el resultado de las constantes mejoras que se intentan hacer para mejorar la eficiencia de los equipos, esto porque en la construcción original del equipo, no contaba con este elemento.

2.2.4 Difusor

Es un ventilador que se encuentra en el interior el pulverizador y que, a diferencia de los clasificadores que tienen un diseño de construcción muy parecido a un impulsor de ventilador, este solo se reduce a ser una especie de disco con “aletas”. Incluso ni siquiera cuenta con un sistema de transmisión de movimiento, ya que gira solidario al pulverizador. Su principal función cuando funcionaba es darle el “impulso” final al carbón pulverizado para que ser expulsado o enviado por las cañerías de descarga a los quemadores.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-4. Difusor

2.2.5 Pernos tensores y resortes

Si bien son elementos distintos, funcionan en conjunto como sistema ya que los pernos tensores cargan los resortes, los cuales se ubican arriba de la cubeta o anillo superior, mediante un vástago que se regula gracias a una tuerca ubicada en la parte superior del perno. Este vástago en su parte inferior frontal tiene mecanizado un canal chavetero que ajusta o trabaja con una chaveta que se encuentra en la camisa el perno. A su vez el vástago en la parte inferior en su sección horizontal lleva una rosca que tiene la función de afianzar el perno contra la camisa. Por lo tanto, los pernos cumplen la función de dar la carga de funcionamiento a la cubeta superior mediante un sistema roscado que consta de un vástago el cual en su parte superior lleva hilo y en la parte inferior un canal chavetero. Los resortes básicamente transmiten dicha carga.

Tabla 2-1. Conjunto perno tensor – resorte



Fuente: Elaboración propia en base a fotografías tomadas 15/10/2022

2.2.6 Camisa perno tensor

Esta camisa consiste en un cilindro hueco que va soldado a la pieza encargada de conectar el perno tensor con el resorte denominado como “zapata”. Se le da el nombre de camisa puesto que cumple la función de cubrir el vástago del perno tensor y la vez le da robustez a la pieza conectora. Esta camisa no es original del equipo pero se fabrico buscando mejorar las condiciones de funcionamiento en los aspectos anteriormente señalados. Por su parte la zapata, consta de dos cavidades, una circular donde se ajusta un extremo del resorte y en la otra secciónse ubica una chaveta, la cual trabaja en el canal chavetero del vástago del perno tensor.

Tabla 2-2. Conjunto camisa – zapata



Fuente: Elaboración propia en base a fotografías tomadas 15/10/2022

2.2.6 Cubeta o anillo de molienda superior

Este anillo de molienda está diseñado de tal manera que en su parte inferior tiene una especie de pista por donde giran los bolos de acero que muelen el carbón y su principal función va relacionada directamente a la molienda. Esto porque gracias a un sistema tensor constituido por resortes y pernos, permite que los bolos mantengan la presión o carga sobre el anillo de molienda inferior.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-5. Anillo o cubeta de molienda superior

2.2.7 Bolos de molienda

Son los encargados de la molienda de carbón, la que se produce debido al peso de cada uno al ir pasando por encima de la piedra de carbón. Cuando se hace la mantención y el cambio de elementos, el equipo queda constituido de 18 bolos de 315 [mm].



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-6. Bolos de molienda

2.2.8 Cubeta o anillo de molienda inferior

Este anillo de molienda cumple a la función de dar el movimiento de rotación a los bolos de molienda, esto debido a su forma cóncava la cual está diseñada a medida para su diámetro. Además es donde cae el carbón que empieza a molerse mediante los bolos como se explico anteriormente.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-7. Anillo de molienda inferior

2.2.9 Anillos de ajuste de cubeta inferior

Son 4 anillos los cuales cumplen 3 funciones principales, ya que ajustan y a la vez sujetan la cubeta inferior gracias a su forma de diseño lo que también les permite transmitir el movimiento de rotación desde el eje principal a la cubeta, y además son los encargados de la alineación de la cubeta. Esta alineación se logra mediante la regulación en el apriete de los pernos de sujeción de los anillos y es rectificada con un reloj comparador. Cuando se consigue la posición con la cubeta centrada, se deben soldar los pernos de sujeción de los anillos donde la cabeza del perno es soldada a la superficie superior de los anillos, esto para asegurar que no se suelten y generen desperfectos al interior del equipo.

Tabla 2-3. Anillos de ajuste de cubeta



Fuente: Elaboración propia en base a fotografías tomadas el 15/11/2022

2.2.10 Yugo

Es un elemento de acero inoxidable macizo, es la parte más pesada del equipo y es donde se asienta la cubeta inferior así como también, los anillos de ajuste con sus respectivos pernos. El yugo gira solidario al eje principal de pulverizador y está acoplado gracias a un sistema cónico, además de una tuerca en la parte superior. Se debe dilatar para el montaje y desmontaje.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-8. Yugo

2.2.11 Campana o caja de sello de aire

Como su nombre lo dice, la campana cumple la función de introducir el aire de sello proveniente de las afueras del pulverizador. En la parte superior de la caja de sello cuenta con dos alojamientos separados entre sí donde se alojan los sellos de laberinto, que en este caso, son de bronce. Estos sellos se montan mediante 3 pernos, con la particularidad que el hilo donde se apertanan, está compartido entre el mismo sello y la otra mitad en la caja de sello. En la parte

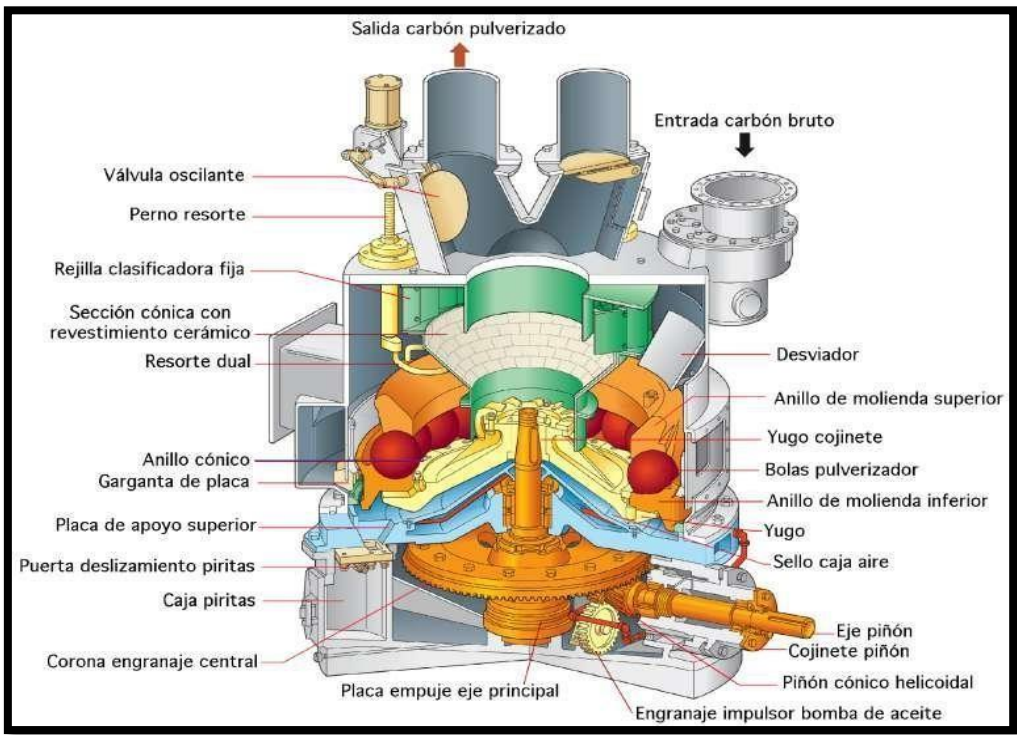
“abajo” (mirando la campana desde la horizontal) de la caja de sello cuenta con dos líneas de cañería a 180° entre sí. Esto debido a que la línea exterior de aire no se encuentra en la misma posición en todos los pulverizadores. Debido al diseño de la caja de sello, se le conoce también como campana.



Fuente: Documentación propia en base a fotografía tomada 15/10/2022

Figura 2-9. Caja de sello de aire

2.2.12 Conjunto pulverizador



Fuente: <https://docplayer.es/83916624-Xiii-pulverizadores-de-carbon.html>

Figura 2-10: Conjunto pulverizado

**CAPITULO 3: ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVO DE DESARME Y ARMADO DE
PULVERIZADOR**

3.1 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARME

El desarme y/o cambio de piezas de un equipo se podría decir que es la última instancia deseada en la mantención de un activo, esto porque siempre se intenta alargar lo más posible la vida de útil de sus elementos o del equipo mismo, ya sea por el costo que significa realizar un intervención de estas características, escasez de repuestos, tiempos de trabajo, criticidad del equipo, etc. En el caso de los pulverizadores, se realizan inspecciones por rango de fechas donde se revisa el estado real y el desgaste del equipo en el momento de la inspección. Las principales partes de revisión son: las cubetas (superior e inferior), los resortes, y lo más determinante, los bolos de molienda.

Existen ocasiones donde en medio de la inspección se ha detectado que las cubetas están quebradas y necesitan ser reemplazadas. Sin embargo en estas oportunidades no siempre se realiza el cambio, puesto que se analizan factores externos y también el criterio del ITO de la empresa mandante que esté a cargo del trabajo.

Generalmente, cuando la cubeta superior es la que presenta el daño se analiza la profundidad y ubicación de la fractura y según el criterio se decide si cambiar o mantener el equipo funcionando en esas condiciones. El criterio más utilizado en esta instancia es la proximidad a un cambio de elementos según la medida que arrojen los bolos, tiempo disponible restante desde el comienzo de la inspección. La mayoría de las veces el equipo sigue funcionando con la cubeta superior quebrada ya que no afecta en demasía al funcionamiento del pulverizador, y para reemplazarla se debe desmontar una serie de elementos, lo que termina siendo contraproducente.

Cuando la cubeta inferior es la que está dañada se procede al cambio de inmediato, esto porque es la principal parte móvil del equipo y el constante funcionamiento con la cubeta quebrada podría provocar que termine de romperse por completo la parte que esta fracturada lo que desencadenaría en una falla mucho mayor.

En cuanto a los resortes, algunas veces se han encontrado desgastes considerables como secciones muy reducidas en diámetro generalmente en el centro de la pieza, incluso el escenario más recurrente es encontrar el resorte cortado. Cuando esto ocurre se procede al cambio, a menos que, el desgaste de los otros elementos del equipo ameriten un desarme completo.

Otra condición que se presenta y que amerita el cambio de elementos o el desarme del pulverizador es cuando los sellos de laberinto de la caja de sello de aire, están desgastados y se presuriza el Carter de aceite el equipo, además al estar gastado el sello, parte del producto de la molienda se va hacia el aceite por lo que se contamina aun mas. En oportunidades, se hace el

cambio de sellos sin cambiar los elementos de molienda, pero aun asi se debe desarmar y desmontar piezas que están sobre la campana y asi poder acceder a ella.

En el caso de los bolos de molienda, el estado de estos es quizás el ítem más determinante para saber si se debe realizar el desarme del equipo o cuánto tiempo le queda para llegar a este punto. Esto se explica porque en cada inspección se mide el diámetro de cada bolo y con este dato se saca un promedio, según el valor del promedio y la cantidad de bolos que tenga el pulverizador, se sabe si corresponde relleno y de que medida, cuantos rellenos lleva o cuantos le quedan o si es que finalmente necesita un cambio de bolos.

Para determinar el estado de todo lo anteriormente dicho y para ejemplificar de mejor manera el desgaste de los bolos, existe la siguiente planilla:

INFORME DE TRABAJOS EN PULVERIZADOR _2F_

MODELO EL 76

MARCA B&W

Departamento de Mantenimiento Mecánico, Central Ventanas.

KKS:

OT:

PT:

EFFECTUADO POR:

SUPERVISOR:

SUPERVISOR AES:

ITO AES

Mack serv. Industriales

Segundo Vasquez

Oscar Ponce

Patricio Garrao

FECHA

HORA

INICIO

28-01-2022

8:00

TÉRMINO

09-02-2022

18:00

Nº

JUEGO

1

290

2

291

3

291

4

292

5

290

6

291

7

290

8

291

9

291

10

291

11

291

12

292

13

292

14

292

15

291

16

291

17

292

18

292

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

TOTAL

5241

DIAM.

MEDIO

MÁXIMO:

5893 mm

PRIMER JUEGO

2

3

4

5

RETENSADO:

MEDICIÓN:

RELLENO DE JUEGO:

CAMBIO DE MOLIENDA:

Indicar SI/NO

SI

SI

no

no

DESGASTE TOTAL (mm):

mm

POSICION CLASIFICADOR:

1

ESTADO SNABBER 1,2 Y 3:

reparados

RESORTE ENCONTRADO/ FINAL (140 mm)

nuevos/140 mm

HORÓMETRO:

MEZCLA CARBÓN CARGADA A SILO:

FECHA ÚLTIMO CAMBIO MOLIENDA:

FECHA ÚLTIMA INSPECCIÓN:

Observacion

buen estado

buen estado

buen estado

buen estado

40%

ESTADO DEL CONO

ESTADO DE CUBETAS

ESTADO RESORTES

ESTADO PLACAS DESGASTE

DESGASTE DEL YUGO

ALIMENTADOR DE CARBÓN/ OBSERVACIONES

7 mm

DEJADO

3 mm

buen estado

buen estado

buen estado

JGO. DE FALDA ENCONTRADO

ESTADO DE SEGMENTO

ESTADO DE TUERCA CENTRAL

ESTADO PERNO AVELLANADO

Nº DE RELLENOS

RELLENO Nº

AGREGAR

TOTAL BOLAS

() 1

2 BOLAS DE 285,8 mm.

() 2

2 BOLAS DE 266,7 mm.

() 3

1 BOLA DE 250,8 mm.

() 4

2 BOLAS DE 235,0 mm.

() 5

2 BOLAS DE 215,9 mm.

JUEGO INICIAL, 18 BOLAS DE 308,66 mm- Diámetro.

Fuente: AES Gener, bases técnicas pulverizadores

Figura 3-1. Planilla de inspección pulverizadores

En la parte inferior podemos apreciar los distintos rellenos que admite el pulverizador y sus diámetros, mientras en el sector izquierdo de la planilla podemos observar la cantidad de bolos que tiene el equipo al momento de la inspección y en que relleno va producto del desgaste de los elementos de molienda.

Para entender la dinámica de los rellenos debemos considerar que cuando el pulverizador se encuentra con todas sus partes nuevas, comienza con 18 bolos de 310 [mm] de diámetro aprox., estos datos debemos multiplicarlos y obtenemos como resultado el diámetro total de los bolos, que en este caso nos daría 5.580 [mm]. En estricto rigor, la medida que se multiplica con la cantidad de bolos, es el promedio de los diámetros, que en este caso como están nuevos, todos tienen la misma medida por lo que este paso se obvia. Este valor debemos restarlo con el diámetro de la pista de la cubeta inferior así obtendremos el juego radial de los bolos. Por lo tanto la operación sería la siguiente, 5893 [mm] (medida cubeta inferior) – 5.580 [mm] = 313 [mm]. de juego

El fabricante establece que el primer relleno es consta de dos bolos de 285,8 [mm], por lo tanto, si al momento de la inspección el valor del promedio de los diámetros, es menor a esa medida estamos en condiciones de realizar el primer relleno. Suponiendo que el promedio nos da un valor de 280 [mm], debemos agregar 2 bolos de 285,8 [mm] y volver a calcular el juego radial para confirmar que los bolos tengan espacio libre entre sí para poder trabajar de la manera correcta y no se golpeen entre ellos. En este caso la operación sería la siguiente

$$280 \text{ [mm]} \times 18 = 5.040 \text{ [mm]} + 2 \times 285,8 = 5.611,6 \text{ [mm]} \rightarrow \text{diámetro total de bolos}$$

$$5.893 - 5.611,6 = 281,4 \text{ [mm]} \rightarrow \text{juego radial.}$$

Con este valor confirmamos que existe el juego necesario y además rectificamos que no cabe otro bolo de relleno de 285,8 [mm]. La dinámica es igual para todos los rellenos restantes, hasta que llegamos al punto, en cual el promedio de diámetro de los bolos es inferior a 215 [mm] donde en teoría se debería realizar el último relleno recomendado por el fabricante. Sin embargo, en este punto se decide a proceder con el desarme del equipo asumiendo también que el resto de los elementos de molienda presenta un desgaste considerable por el tiempo transcurrido desde el último desarme.

3.2 ELEMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR.

El desarme de un pulverizador y el posterior armado, se realiza principalmente mediante maniobras de izaje, tanto con elementos y equipos manuales, como también con equipos

motorizados como grúa horquilla. A la vez también se utilizan equipos neumáticos o eléctricos principalmente para el apriete y desapriete de pernos

Para poder ordenar de mejor manera los elementos de izaje, herramientas y equipos a utilizar se crearon las siguientes tablas:

Tabla 3-1. Elementos y equipos de izaje.

<u>Equipo o elemento</u>	<u>Cantidad</u>
Tecle de cadena 1.5 [ton]	2
Tecle de palanca de 3 [ton]	4
Estrobo 1” x 1 [mt]	4
Estrobo 5/8” x 1”	1
Eslinga de 1 [mt]	2
Eslinga 2 [mt]	2
Eslinga 4 [mt]	2
Cáncamo ¾”	2
Cáncamo 1”	4
Puente sujeción tecla	4
Grúa horquilla o montacargas	1
Cilindro hidráulico (“gata”) 50 [ton]	1
Orejas de izaje tipo prensa “C”	3
Plato sistema extractor de yugo	1
Espárragos de 1” x 20”	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2. Herramientas e instrumentos de medición

<u>Herramienta</u>	<u>Cantidad</u>
Juego de llaves en pulgadas	4
Llave p/c de 1-1/2”	2
Juego de llaves allen en pulgadas	2
Juego de dados en pulgadas	4
Dado hexagonal 2”	1
Llave allen ¾”	2
Llave allen 7/8”	2

Desatornillador punta paleta	4
Centrador cónico	2
Llave stilson de 14”	2
Llave stilson 24”	2
Llave francesa o ajustable 14”	4
Llave de impacto eléctrica	1
Llave e impacto neumática	1
Barretilla	4
Maceta 4 [Lb]	4
Maceta 25 [Lb]	1
Martillo peña	4
Escobilla de acero	10
Juego machos de roscar ½ U.N.C	2
Juego machos de roscar 5/8” U.N.C	2
Juego machos de roscar ¾”U.N.C	2
Juego machos de roscar 7/8” U.N.C	2
Tuerca terraja 2” U.N.C	1
Porta machos	1
Juego machos de roscar 1”	2
Dado allen ¾”	1
Dado allen 7/8”	1
Pie de metro	1
Reloj comparador en centésimas de pulgada	1
Reloj comparador milimétrico	1
Base magnética	2

Fuente: Elaboración propia

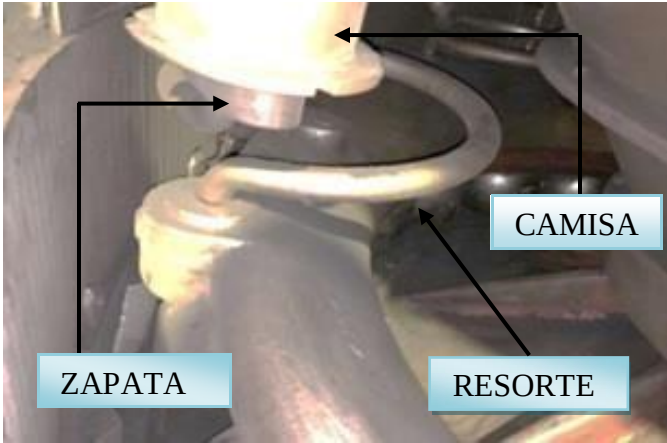
Tabla 3-3. Equipos a utilizar

<u>Herramienta</u>	<u>Cantidad</u>
Equipo oxicorte	1
Equipo plasma	1
Equipo “Torch”	1

Fuente: Elaboración propia

3.3 PASOS DE DESARME

N°	Etapa a realizar	Descripción de actividad	Imagen referencial
1	Apertura de puerta de acceso (P.A)	- Soltar todos los pernos del puente (10) con ayuda de llave de impacto neumática y dado hexagonal de 2" - Amarrar puertas a barandas para permitir enfriamiento del equipo. <u>Tiempo requerido aprox.: 20 [min]</u>	
2	Desmontaje soporte pernos P.A	- Soltar pernos superiores (3) e inferiores (3). Estos pernos son avellanados por lo tanto la cabeza del perno presenta ranura tipo paleta. Por esta razón para retirarlos se utiliza un desatornillador tipo paleta y una llave p/c de 3/4". * Puente destacado en imagen <u>Tiempo requerido aprox.: 45 [min]</u>	

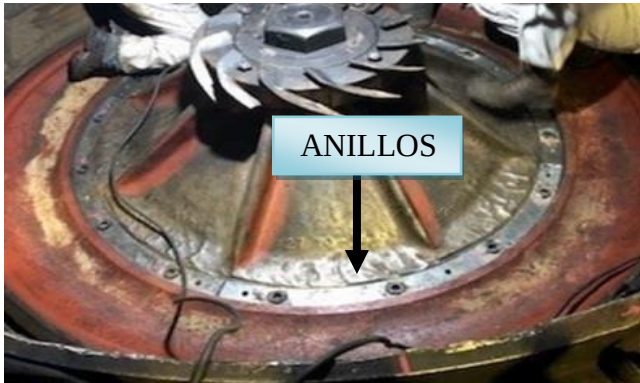
3	Desmontaje pernos tensores delanteros (3)	- Destensar perno con plato para tensado y llave neumática vertical. - Soltar pernos de sujeción a carcasa con dado allen 7/8" y llave de impacto neumática. - Montar cáncamo ½" en extremo superior de perno - Por dentro del equipo, soltar perno de fijación a zapata con llave 15/16". - Instalar maniobra de izaje (eslinga 2[m] y tecla cadena 1.5 [ton]) y comenzar con retiro del perno. - Retirar perno desmontado con horquilla. - Repetir pasos para los 3 pernos. <u>Tiempo requerido aprox.: 2.5 [hrs].</u>	
4	Desmontaje resortes y conjunto zapata – camisa (3 pernos delanteros)	- Soltar perno prisionero que une zapata con resorte. Para esto se utilizan las llaves p/c de 3/4" y 15/16" - Retirar conjunto camisa – zapata desde el interior del equipo - Con equipo oxicorte, cortar los resortes al ras de cubeta superior - Retirar resortes cortados s a carcasa de pulverizador <u>Tiempo requerido aprox.: 30 [min]</u>	

5	Desmontaje de plataformas y escuadras soporte	- Soltar pernos que afianzan las plataformas con los soportes con llave p/c de $\frac{3}{4}$" y llave chicharra con dado hexagonal de $\frac{3}{4}$". - Retirar plataformas - Retirar soportes anclados <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	
6	Desmontaje cono inferior	- Acercar escalerilla a pulverizador para acceso. - Con 2 llaves p/c de $\frac{3}{4}$" soltar pernos que unen cono inferior con anillo partido. - Con 2 llaves p/c de $\frac{3}{4}$" soltar pernos $\frac{1}{2}$" que unen cono inferior con cono superior. - Pasar eslinga o cuerda de 6[mt] por detrás de cono inferior y tirar de esta desde fuera del pulverizador. - Aproximar cono hasta borde de carcasa y subir a horquilla de montacargas. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 45 [min].	

7	Desmontaje cono superior	- Soltar pernos de unión entre cono superior y clasificador estático, mediante llave de impacto eléctrica y dado hexagonal de ¾". Se deben dejar 2 de forma cruzada - Ingresar horquilla al equipo - Con horquilla sujetando el cono, soltar pernos restantes - Retirar cono superior con horquilla <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	
8	Desmontaje clasificador estático y dinámico	- Instalar platinas de soporte de clasificador dinámico en clasificador estático. Apretar pernos de platinas con llave p/c de ¾". - Soltar pernos de acoplamiento de clasificador dinámico, con llave de impacto eléctrica y dado hexagonal de 1-1/2". - Ubicar horquilla con extensión de uña y sujetar - Marcar posición de clasificador estático con respecto a carcasa del pulverizador. - Con horquilla en posición, soltar pernos de sujeción de clasificador estático, con llave p/c de ¾". - Retirar clasificadores en conjunto. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 1 [hr].	

9	Desmontaje pernos tensores faltantes (3 posteriores)	- Repetir paso numero 3 <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 2.5 [hrs]	 +
10	Desmontaje resortes y conjunto zapata – camisa (3 pernos posteriores)	- Repetir paso numero 4. - En la imagen podemos apreciar que ya fueron desmontados los pernos tensores y las zapatas, faltando solo los resortes. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	

11	Desmontaje cubeta superior	- Ubicar 3 arcos de izaje en la parte superior de la carcasa. - Montar tecles en cada arco y dejar caer cadenas al interior del equipo. Los tecles a utilizar son de palanca y 3 [ton] de capacidad. - Instalar estrobos de 5/8" por debajo de cubeta superior. - Enganchar maniobra y tirar. - Con cubeta en posición, ingreso de horquilla para sujeción. - Con cubeta sujeta, desenganchar maniobras y retirar. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 45 [min].	
12	Desmontaje bolos	- Mediante equipo Torch, retirar plancha de desgaste soldada que cubre escotilla lateral. - Con dado allen 5/8" soltar prensas "Q" de planchas de desgaste inferior para despejar escotilla de bolos. - Con horquilla ubicar "canora" en borde inferior escotilla. - Empujar bolos hacia canoa para retiro de estos. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 45 [min].	

13	Desmontaje planchas de desgaste soldadas	- Con equipo torch quitar pinchazos y cordones de soldadura y retirar planchas soldadas. <u>Tiempo requerido aprox.: 3 [hrs]</u>	
14	Desmontaje planchas de desgaste inferiores	- Soltar prensas “Q” con llave de impacto eléctrica y dado allen de 5/8”. - Retirar planchas de desgaste desde el interior del equipo. - Repasar hilos de prensas “Q” con macho de 5/8”. <u>Tiempo requerido aprox.: 1 [hr].</u>	
15	Desmontaje anillo sujeción cubeta	- Con equipo Torch, quitar pinchazos de pernos de los anillos. - Soltar y retirar pernos Parker de anillos de sujeción de cubeta con llave de impacto neumática y dado allen de 7/8”. - Atornillar pernos gata de anillo para poder retirarlos, mediante llave p/c de 15/16”. <u>Tiempo requerido aprox.: 1.5 [hrs]</u>	

16	Desmontaje cubeta inferior	- Instalar mordazas de izaje (3) en cubeta. Apretar pernos de mordazas con llave p/c de 1-5/16”. - Enganchar maniobra y tirar. - Con cubeta en posición, ingreso de horquilla para sujeción. - Con cubeta sujeta, desenganchar maniobras y retirar cubeta. <u>Tiempo requerido aprox.: 1[hr].</u>	
17	Desmontaje Yugo	- Con equipo torch quitar soldadura entre golilla plana y tuerca, y entre golilla y estructura el yugo - Soltar tuerca principal con llave de golpe especial y maceta de 20 [lb] (rosca izquierda) - Instalar plato de desmontaje con espárragos pasados, tuercas y golillas - Instalar cilindro hidráulico entre plato y eje principal. Luego de instalar, aplicar carga a cilindro y dejar en esa condición. - Instalar maniobra de izaje. Dejar tecles con carga. - Calentar yugo hasta que despegue de eje principal (80° app) <u>Tiempo requerido aprox.: 2 [hrs]</u>	

18	Desmontaje campana aire sello	- Con llave stilson de 12", retirar línea de entrada de aire de sello. - Soltar y retirar pernos con llave neumática y dado hexagonal de 1-1/8". - Instalar cáncamos de 3/4" y enganchar maniobra. - Tirar maniobra hasta altura necesaria para retirar con horquilla. - Con horquilla en posición soltar y desenganchar maniobras. - Voltar campana y retirar sellos de laberinto (2). Para retirar sellos se deben soltar 4 prisioneros con llave allen de 1/4". - Mecanizar sellos nuevos e instalar. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 1.5 [hrs] (solo desmontaje).	
<u>RECOMENACIONES:</u>			
<u>OBSERVACIONES:</u>			
Revisó: Maestro Mayor	Revisó: Supervisor Contratista	Aprobó: I. T.O Aes Gener	

3.4 PASOS DE ARMADO

N°	Etapas a realizar	Descripción de actividad	Imagen referencial
1	Montaje campana sello de aire	- Instalar cáncamos de ¾” . - Acercar hasta borde de P.A con horquilla para enganchar maniobras. - Levantar campana y retirar horquilla. - Bajar campana. - Apretar en 4 puntos cruzados y centrar según medida entre eje principal y anillos de sello. Medir con fillers calibrados. - Una vez centrada, apretar pernos con llave neumática de impacto y dado de 1-1/8”. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 1.5 [hr].	

2	Montaje Yugo	- Instalar cáncamos de 1”. - Instalar grilletes de 1”. - Acercar yugo hasta borde de P.A con grúa horquilla para enganchar maniobras. - Levantar Yugo para retirar horquilla. - Bajar de manera coordinada para facilitar el montaje - Montar golilla plana y apretar tuerca principal con llave de golpe y maceta 25 [Lb] - Soldar golilla a tuerca y a estructura de yugo <u>Tiempo requerido aprox.: 2.5 [hrs]</u>	
3	Montaje cubeta inferior	- Instalar muelas de montaje apretando firmemente con llave de 1-5/16”. - Con gura horquilla dejar cubeta en el interior del pulverizador para enganchar maniobras. - Levantar cubeta y retirar horquilla. - Bajar cubeta. - “Pre-centrar” cubeta. Para esto se debe marcar 4 puntos cruzados con respecto a perforación para centrado con reloj, posteriormente centrar con referencia de 75 [mm] entre cubeta y carcasa. <u>Tiempo requerido aprox.: 2 [hrs]</u>	

4	Montaje planchas de sacrificio soldadas	- Dimensionar, cortar y emplantillar planchas de sacrificio. - Rematar soldadura con corones cada 15 [cm] y rellenando perforaciones de remache “americano”. - Dejar espacio de ventanilla para bolos. <u>Tiempo requerido aprox.: 4 [hrs]</u>	
5	Montaje planchas sacrificio inferiores	- Presentar y acomodar planchas - Instalar prensas “Q” - Apretar prensas “Q” con llave neumática y dado allen 5/8” <u>Tiempo requerido aprox.: 1 [hr]</u>	

6	Montaje anillos sujeción cubeta inferior	- Instalar anillos en posición. - Montar pernos gata sin apretar. - Montar pernos de anillos y dar apriete suave con llave allen de 7/8". <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 45 [min].	
7	Centrado de cubeta	- Con los 4 anillos ya montados, se aprietan de forma manual y cruzada. - Marcar cubeta inferior con letras desde la A hasta la H. - Instalar reloj comparador, girar cubeta y comparar mediciones entre puntos cruzados. - Apretar anillos con llave neumática y dado allen de 7/8" según corresponda el centrado. - Generalmente esta actividad se realiza en conjunto con I. T.O <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 45 [min].	

8	Montaje de bolos	- Tomar “canoa” con horquilla. - Subir bolos a canoa en 3 tandas (6, 6 y 6) para completar el total de 18. - Ubicar canoa con horquilla en ventanilla de ingreso de bolos. - Empujar de forma manual los bolos para ingresarlos al pulverizador. - Dentro del equipo, acomodar bolos para mantener despejado el sector de ingreso. <u>Tiempo requerido aprox.: 1 [hr]</u>	
9	Montaje cubeta superior	- Retirar prisioneros de resorte de cubeta nueva, con llave allen de 1/2”. - Instalar 3 resortes (posteriores) y apretar prisioneros. - Posicionar estrobos (1[mt] x 5/8”) y amarrar ojales con alambre. - Acercar cubeta con horquilla y enganchar maniobras. - Subir cubeta y retirar horquilla. - Bajar cubeta acomodando los bolos para que los estrobos no queden atrapados. <u>Tiempo requerido aprox.: 1 [hr]</u>	

10	Montaje pernos posteriores (3)	- Instalar maniobras de izaje para perno tensor. - Asociar conjunto perno tensor – zapata e identificar con números 4, 5 y 6. - Montar conjunto zapata-camisa en resorte. - Montar cáncamo en perno tensor. - Acercar perno según cual se vaya a montar (no influye el orden). - Enganchar maniobra y levantar perno para retirar horquilla. - Montar O-Ring con abundante grasa para que no se salga. - Bajar perno hasta que se acople con la zapata. - Apretar perno de sujeción entre zapata y perno con llave p/c de 15/16” - Apretar perno prisionero entre zapata y resorte con llaves p/c de ¾” y 15/16”. - Apretar base de perno tensor con llave neumática y dado allen de 7/8” <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 3 [hrs]	
----	--------------------------------	--	---

11	Montaje conjunto clasificador dinámico y estático	- Con grúa horquilla, posicionar conjunto según marcas realizadas al momento del desmontaje - Por fuera del pulverizador instalar pernos de sujeción de clasificador estático y apretar a mano. - Apretar pernos con llave p/c $\frac{3}{4}$" y una vez apretados retirar horquilla. - Acoplar clasificador dinámico con motor, apretando los 4 pernos de sujeción con llave de impacto eléctrica y dado hexagonal de 1-1/2". <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 1.5 [hrs]	
12	Montaje cono superior	- Acercar a pulverizador con grúa horquilla. - Introducir cono con uñetas largas de grúa y montar cono apretando pernos a parte inferior de clasificador estático dando un apriete con la mano. - Dar apriete final con llave de impacto eléctrica y dado hexagonal de $\frac{3}{4}$" <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	

13	Montaje cono inferior	- Aproximar a pulverizador con grúa. - Levanta con horquilla y entrar de forma manual al equipo. - Hacer coincidir perforaciones. - Instalar pernos y tuercas de y apretar de forma manual. - Apretar pernos con llave de impacto eléctrica y dado hexagonal de $\frac{3}{4}$" más llave p/c de $\frac{3}{4}$" para sujeción de tuerca. - Montar anillo partido de cono - Hacer coincidir perforaciones de anillo parti6 con las del cono inferior. - Instalar pernos y apretar con llave eléctrica y dado hexagonal de $\frac{3}{4}$" más llave p/c de $\frac{3}{4}$". <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 45 [min]	
----	-----------------------	--	---

14	Montaje de plataformas	- Instalar escuadras en carcasa de pulverizador - Montar plataformas sobre escuadras y apernar con llave p/c de $\frac{3}{4}$" mas llave chicharra con dado hexagonal de $\frac{3}{4}$". <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	
15	Montaje pernos tensores delanteros	Repetir paso N°10 <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 3 [hrs]	

16	Montaje soporte de P.A (puente)	- Sacar todas las tuercas del puente. - Repasar hilos con tuerca terraja de 2". - Montar y apretar puente en carcasa apretando pernos con llave p/c de 3/4" y desatornillador tipo paleta. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	
17	Cierre de puertas de acceso	- Cambiar empaquetadura de puertas. - Aplicar abundante grasa (XHP 222) sobre empaquetadura. - Presentar puertas y ajustar con la mano los pernos. - Apretar pernos con llave de impacto neumática y dado de 2". - Apretar pernos superiores, luego perno central de puente, después perno superior e inferior de puente hasta apretarlo completo, y finalmente pernos inferiores de la puerta. - Verificar apriete de pernos mediante golpe de maceta. <u>Tiempo requerido aprox.:</u> 30 [min]	

RECOMENDACIONES		
- Aplicar torque de 268 Lb/Ft a pernos de campana, según tabla anexo 1		
OBSERVACIONES:		
Revisó: _____	Revisó: _____	Aprobó: _____
Maestro Mayor	Supervisor Contratista	I. T.O Aes Gener

CONCLUSIÓN

Como consecuencia de lo expuesto en esta propuesta de elaboración de pautas de mantenimiento, podemos llegar a la conclusión de que se han cumplido los objetivos específicos a desarrollar en este trabajo y por consecuencia el objetivo principal. En primera instancia, el primer objetivo se logra debido a que se pusieron a disposición todos los antecedentes de la empresa, su antigüedad, el proceso productivo, los tiempos de trabajo, su ubicación, y el ambiente que la rodea, para así dar a conocer la importancia del equipo en el proceso y, por lo tanto, determinando la problemática que lo afecta.

El segundo objetivo específico se cumple a cabalidad ya que en el segundo capítulo se explica el funcionamiento del equipo donde se nombran de manera general las partes del equipo y como cada una influye en el correcto y eficiente trabajo del pulverizador, donde además se incluye una explicación breve del proceso mismo de la molienda de la piedra de carbón, de donde llega, como y gracias que elementos se distribuye y finalmente donde llega hasta que finalmente se quema. Luego se entra más en detalle en las partes principales del equipo donde se indica la función de cada una tanto en el funcionamiento mismo del equipo, como en el correcto proceso de molienda de la piedra de carbón, todo esto acompañado de apoyo gráfico lo que hace tener un mayor entendimiento de lo que se está exponiendo y explicando.

Finalmente el tercer y último objetivo se desarrolla de manera completa, ya que se logra desarrollar pautas tanto para el desarme como para el posterior armado del equipo, donde en ambos casos se incluye el paso a paso del desarrollo de las actividades explicando y exponiendo gran cantidad de detalles, como medidas de pernos de anclajes, explicación de montaje de maniobras, temperaturas de calentamiento de piezas, incluso precauciones a tener para asegurar una mayor seguridad. Además en la primera parte del tercer capítulo se explica las condiciones más recurrentes en las que se determina iniciar el desarme del pulverizador donde se incluye y se desarrolla de manera más específica el principal ítem a considerar para el desarme y cambio de elementos que es la medida en los diámetros de los bolos.

Por último y como recomendación, se propone que las actividades expuestas en este trabajo de título sean tomadas en cuenta por la empresa mandante, ya que se tiene la certeza de que aplicando estas pautas, las distintas empresas que se adjudiquen este trabajo lo van a desarrollar bajo las mejores condiciones, situación que es beneficiosa para ambas partes debido a que por un lado la empresa mandante disminuye la probabilidad de fallas en el equipo por un mal mantenimiento y todo lo que eso conlleva. Por parte de la empresa contratista que ejecute las obras, se aseguran no tener mayores inconvenientes en el proceso y además entregar un servicio de calidad.

BIBLIOGRAFIA

TABLA DE TORQUE. Obtenido de https://www.facebook.com/ingenieriamecanica2/posts/tabla-de-torques-para-pernos/2359243934125177/?locale=es_LA

HISTORIA DE LA ENERGIA ELECTRICA EN CHILE. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Complejo_termoel%C3%A9ctrico_Ventanas#Historia

HISTORIA DE LA ENERGIA ELECTRICA EN CHILE. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Enel_Distribuci%C3%B3n_Chile

IMAGEN CALDERA COMUN. Obtenido de <http://www.javierdelucas.es/centraltermo.htm>

ANEXO N°1

TABLA DE TORQUE PARA PERNOS EN PULGADAS

Grado SAE	1 or 2	5	6	8	Competencia
					
Tamaño	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie
1/4	5	7	10	10.5	11
5/16	9	14	19	22	24
3/8	15	25	34	37	40
7/16	24	40	55	60	65
1/2	37	60	85	92	97
9/16	53	88	120	132	141
5/8	74	120	167	180	192
3/4	120	220	280	286	316
7/8	190	302	440	473	503
1	282	466	660	714	771