

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA
ZARANDA HORNERT DE 1150TMH Y SU PLAN DE
REEMPLAZO APLICANDO TÉCNICAS DE COSTO DE CICLO
DE VIDA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

EDWARD BOB, MERINO VALDERRAMA

PROMOCION 2003-II

LIMA- PERU

2012

Dedicatoria

A mis Padres Víctor y Ana, mi esposa Lissett y mi hija Valeria Guadalupe quienes son mi fuente de Motivación y Perseverancia.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA ZARANDA
HORNERT DE 1150 TMH Y SU PLAN DE REEMPLAZO APLICANDO TECNICAS
DE COSTO DEL CICLO DE VIDA**

CONTENIDO

PROLOGO	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	3
1.3 Justificación	4
1.4 Alcance	4
1.5 Limitaciones	4
2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE ZARANDEO DE MINERALES Y MANTENIMIENTO	5
2.1 Generalidades del Zarandeo	5
2.1.1 Proceso de Clasificación por Zarandas Vibratorias	5
2.1.2 Tipos de Zarandas	10
2.1.3 La Zaranda Vibratoria Hornert	14
2.2 Generalidades de Mantenimiento	22
2.2.1 Evolución del Mantenimiento	22
2.2.2 Función del Mantenimiento	23
2.2.3 Tipos de Mantenimiento	23

2.3	Técnicas de Costo del Ciclo de Vida	25
2.3.1	Beneficios del Costo del Ciclo de Vida.....	25
3.	ESTADO ACTUAL Y EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTEADO	27
3.1	Estado Actual de Zarandas	27
3.1.1	Parámetros de Operación	29
3.1.2	Disponibilidad del Proceso de Zarandeo	30
3.1.3	Pérdidas de Producción.....	31
3.1.4	Fallas Frecuentes	32
3.2	Planteamiento del Problema del Mantenimiento Actual.....	33
3.2.1	Parámetros para la Elaboración Programa.....	35
4.	DESARROLLO DEL PROBLEMA PREVENTIVO DE MANTENIMIENTO.....	37
4.1	Desarrollo del Plan de Mantenimiento Planteado.....	37
4.1.1	Elaboración de Programa de Mantenimiento.....	37
4.1.2	Elaboración del Plan de Reparaciones	39
4.1.3	Elaboración de Estándares de Trabajo.....	41
4.1.4	Elaboración de Lista de Repuestos.....	41
4.1.5	Disponibilidad Planteado vs Actual	45
4.2	Elaboración del Plan de Reemplazo Aplicando Técnicas de Costo del Ciclo de Vida	46
4.2.1	Análisis del Costo del Ciclo de Vida.....	47
5.	ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROGRAMA PREVENTIVO DE MANTENIMIENTO.....	51

5.1	Resultados de los Costos del Programa de Preventivo	51
5.1.1	Costos de Mantenimiento	51
5.2	Análisis Costo Beneficio del Plan de Reemplazo	54
	CONCLUSIONES	55
	RECOMENDACIONES.....	56
	BIBLIOGRAFIA	57
	APÉNDICE.....	58

PROLOGO

Actualmente la industria minera vive una bonanza basados en altos precios de los metales y donde la restricción en la capacidad de recuperación, que en la industria polimetálica está centrada a la planta concentradora, en está donde se exige a los equipos el máximo de su capacidad y en algunos casos se excede éste con el fin de maximizar la recuperación de concentrados.

En el presente informe se elabora planes de mantenimiento preventivo para la zaranda Hornert de 1150TMH del circuito de chancado terciario y molienda primaria de la planta concentradora, en una condición de sobrecarga y su análisis de costo beneficio con el fin de asegurar la disponibilidad mecánica requerida por el proceso y el plan de producción.

El análisis del costo del ciclo de vida se ha tornado como la herramienta más importante y usada para la justificación de adquisición y/o renovación de equipos, en este informe se presenta un análisis utilizando esta técnica teniendo como modelo la propuesta de Blanchard, Fabrycky y Woodward.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

La minería es una de las actividades económicas más importante del Perú debido a que representa aproximadamente el 29% del producto bruto interno, por consiguiente la demanda de disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de procesamiento de mineral son muy exigentes para cumplir las metas de producción.

El desempeño de los equipos de procesamiento de mineral se basan en tres factores críticos: el diseño del equipo, las aplicaciones del equipo y el mantenimiento que recibe durante su tiempo de servicio.

En el diseño del equipo los fabricantes se basan en los requerimientos de la operación que son particulares de acuerdo a la realidad de cada cliente, estos factores hacen que cualquier variación en los parámetros de operación pueda afectar en la confiabilidad operacional de los mismos.

En la aplicación, se tiene el control de selección del equipo con condiciones de funcionamiento particulares de cada realidad minera, los parámetros operativos, las capacidades nominales, la fácil operación del equipo y los controles que podamos tener en su funcionamiento.

El mantenimiento es el factor que influye y controla el desempeño operacional resultante de los equipos. Los objetivos de mantenimiento se basan en mejorar continuamente la disponibilidad y confiabilidad operacional, el presente informe propondrá un plan de mantenimiento para las zarandas vibratorias tipo banana Hornert en un circuito de molienda primaria.

1.1 Antecedentes

En Noviembre del 2006 entraron en operación 8 Zarandas Hornert Modelo BRU 2x300 en un arreglo de 2 unidades por línea y 4 líneas de producción con un régimen de carga variable de 850 a 1150 TMH, mientras que se estabilizo la planta las zarandas no presentaron averías ni fallas.

A mediados de Enero del 2007 se determino que los parámetros iniciales de operación no lograban la producción por restricciones de carga en la zona de zarandeo secundaria y terciaria por la cual se decide incrementar el tonelaje de zarandeo terciario de 1150TMH a 1700TMH. En Febrero del 2007 se presentan problemas mecánicos y operativos en las zarandas provocando fallas menores en la estructura, ocasionando múltiples paradas de equipos. A mediados de Marzo 2007 se presenta la primera rajadura en las vigas principales ocasionando 10 horas fuera de servicio el equipo. Después de esta falla se determina el reemplazo de zaranda cada vez que presenta este tipo de falla.

En enero del 2008 se aprueba la adquisición de 2 zarandas más como repuesto para cubrir el plan de mantenimiento preventivo planteado, las cuales llegaron en Abril 2008.

En Junio del 2009 se aprueba el reemplazo de las zarandas actuales por una de mayor capacidad como parte del proyecto de ampliación de la planta Concentradora las cuales llegaron a fines del 2009.

1.2 Objetivos

El objetivo es el incremento de la disponibilidad y confiabilidad operacional de las zarandas Hornert de 1150 TMH modelo BRU2x300/730 mediante la elaboración y aplicación de un programa de mantenimiento preventivo acorde a la realidad del proceso y proporcionar el estudio de reemplazo de activos aplicando técnicas de costo del ciclo de vida.

1.3 Justificación

La implementación del programa de mantenimiento se justifica en reducir las paradas no programadas por fallas correctivas de la zaranda hornert que tiene un alto impacto por pérdidas de producción y altos costos de mantenimiento.

El análisis del costo del ciclo de vida se justifica en buscar una alternativa de reemplazo del equipo por uno de mayor capacidad con el fin de mejorar la disponibilidad y confiabilidad operacional, reduciendo los altos costos de mantenimiento actuales y proporcionar una mayor eficiencia en la clasificación.

1.4 Alcance

El programa de Mantenimiento y su estudio de reemplazo es realizado únicamente en la zaranda Vibratoria Hornert tipo Banana de 1150 TMH, modelo BRU2x300/730 con condiciones de sobrecarga a 1700 TMH en la línea de clasificación de minerales en el circuito de Molienda Primaria en una planta de 120,000 TMS día.

1.5 Limitaciones

La administración de los equipos de procesamiento de mineral está orientada a la producción con metas que se deben cumplir dejando a un segundo plano el mantenimiento de los equipos. Con este panorama se debe de elaborar planes de mantenimiento que minimice el impacto en la producción y que sean lo más efectivos para brindar una alta disponibilidad y confiabilidad operacional.

CAPÍTULO II GENERALIDADES DEL PROCESO DE ZARANDEO DE MINERALES Y MANTENIMIENTO

En este capítulo explicaremos el proceso de clasificación de minerales mediante zarandas húmedas y la evolución del mantenimiento.

2.1 Generalidades del Zarandeo

2.1.1 Proceso de Clasificación por Zarandas Vibratorias

La zaranda vibratoria es una máquina que se utiliza para separar partículas de tamaños predeterminados.

En el caso de zarandas vibratorias se utiliza excitadores para producir el movimiento vibratorio en las superficies de las cribas ubicadas unas sobre otras. Estas cribas pueden ser instaladas inclinadas u horizontales, con 1 criba o 2 criba esto depende de la configuración del sistema de clasificación y cuentan con agujeros que permiten o impiden el paso de las partículas según su tamaño a través de la criba.

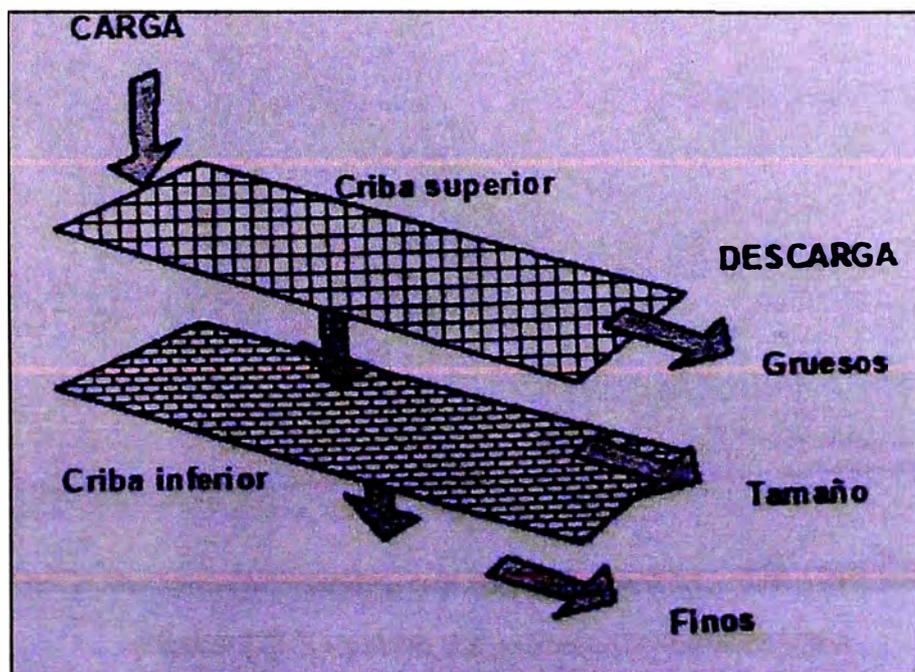


Figura 2.1. Esquema de Clasificación de partículas en una zaranda

Las partículas se desplazan a través de las superficies de los tamices de las cribas y salen clasificadas por tamaños por el lado de descarga. El principio de funcionamiento es la separación mecánica por gravedad a través del tamiz por medio de 3 fenómenos: estratificación, probabilidad de separación y transporte de Partículas.

La estratificación es el fenómeno a través del cual las partículas de mayor tamaño ascienden hacia la superficie de la “cama” de material en vibración mientras las partículas más pequeñas descienden a través de los huecos en dicha cama. “buscando un camino” para acercarse al fondo de ella y entrar en contacto con la criba de la zaranda. El resultado es un flujo de partículas ordenadas en capas de partículas de tamaño uniforme, con las más grandes en la capa superior y las más pequeñas en la capa inferior.

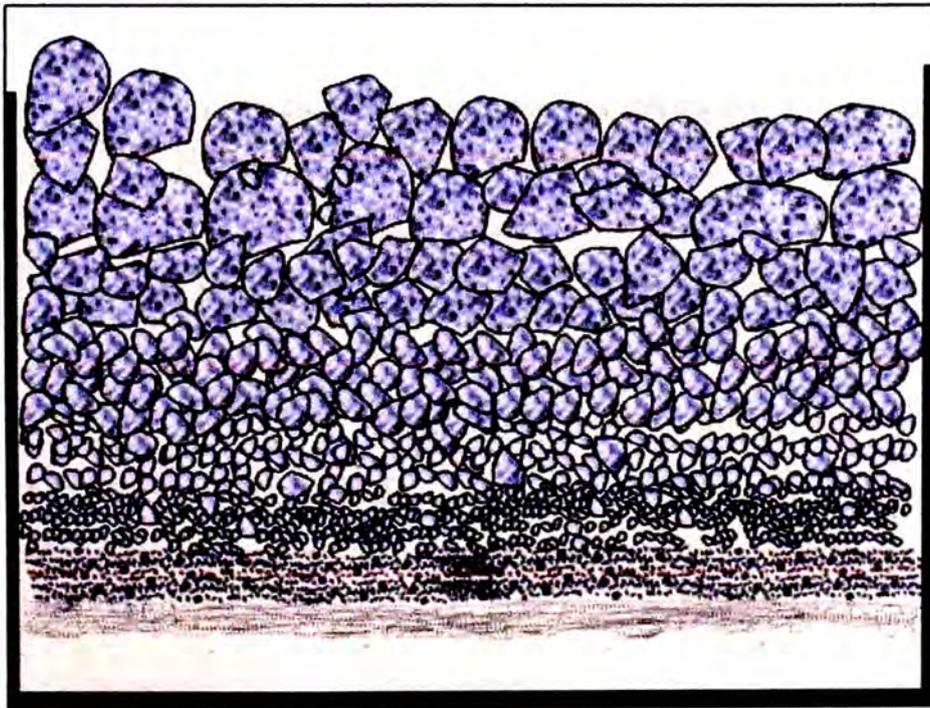


Figura 2.2. Esquema del proceso de estratificación.

La separación es el proceso a través del cual las partículas son “confrontadas” con las aberturas en la criba de la zaranda y son, rechazadas hacia el producto grueso (oversize) o incorporadas al producto fino (undersize), pasando a través de la criba.

En la figura 2.3 ilustra la estratificación y la separación en una zaranda convencional recta e inclinada, mostrando la cantidad de material pasando a través de la malla, en función de la longitud de la zaranda. El aumento de flujo de material entre los puntos (a) y (b) y la ubicación del punto máximo flujo (b) en una posición sobre la criba más bien que en su extremo de alimentación, demuestra el proceso de estratificación requerido y sus efectos

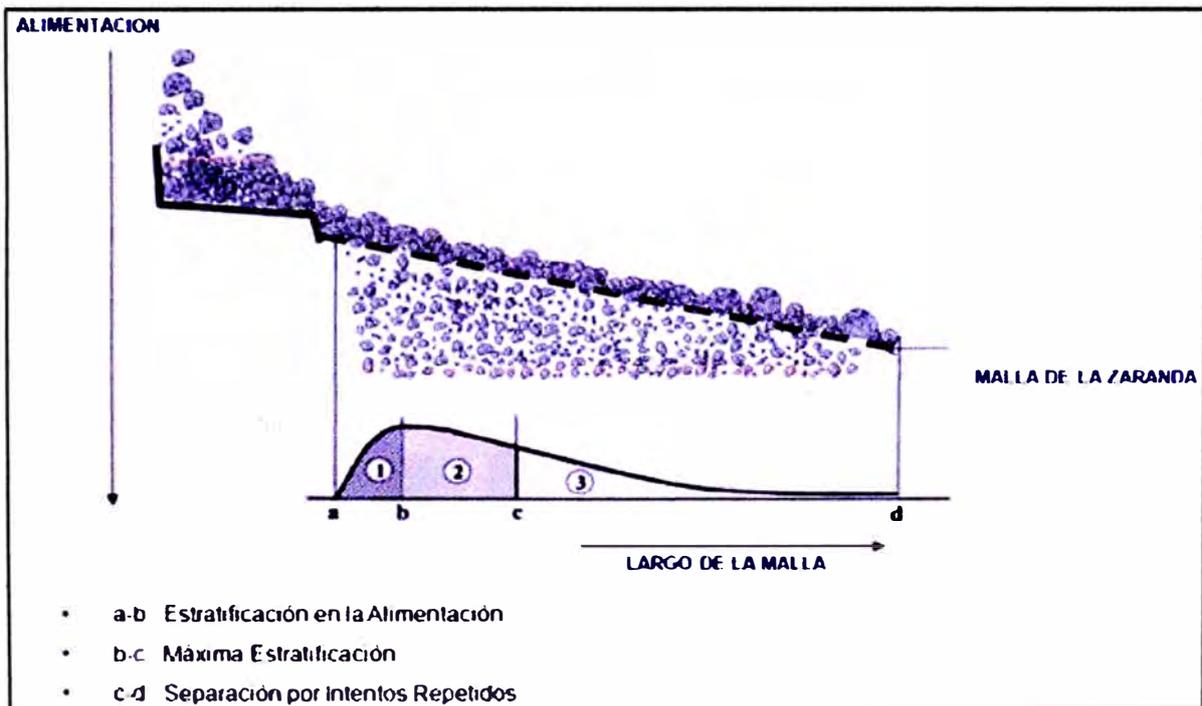


Figura 2.3. Esquema del proceso de estratificación y separación

La sección de la zaranda entre (a) y (c) es a menudo denominada como “el área de zaranda saturada” donde las partículas de tamaño tan grande como el 75% de las aberturas, pasan a través de la malla.

La sección de la zaranda entre (c) y (d) es donde ocurre la separación de las partículas de tamaño crítico ("Near Size" material) y la tasa de flujo del material a través de la malla se aproxima gradualmente a cero.

La estratificación depende de los siguientes factores:

- a) Pendiente de la criba.
- b) Parámetros de la vibración:
 - Tipo de Movimiento
 - Frecuencia
 - Amplitud
- c) Humedad de las partículas.
- d) Tamaño (d) de la partícula.

Este proceso de separación de partículas es probabilístico porque depende de un hecho aleatorio que sobre un agujero de la criba se deposite una partícula de menor tamaño, que cae, o que lo haga una partícula de mayor tamaño, que no cae y pasa ver figura 2.4.

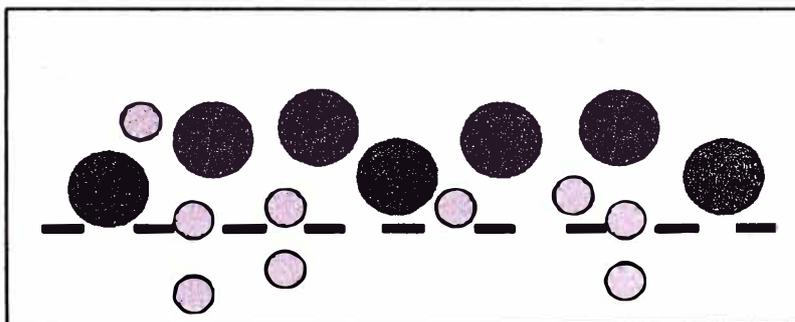


Figura 2.4. Esquema de probabilidad de separación.

Los factores que influyen en la separación de las partículas son:

Del Material:

- 1) La Cantidad de material procesado y su distribución granulométrica.
- 2) Porcentaje de humedad del material.

De las características de la zaranda:

- 3) Método de alimentación de la zaranda.
- 4) Ángulo de operación de la criba
- 5) El numero de cribas.
- 6) Frecuencia, amplitud y método de operación de la zaranda.

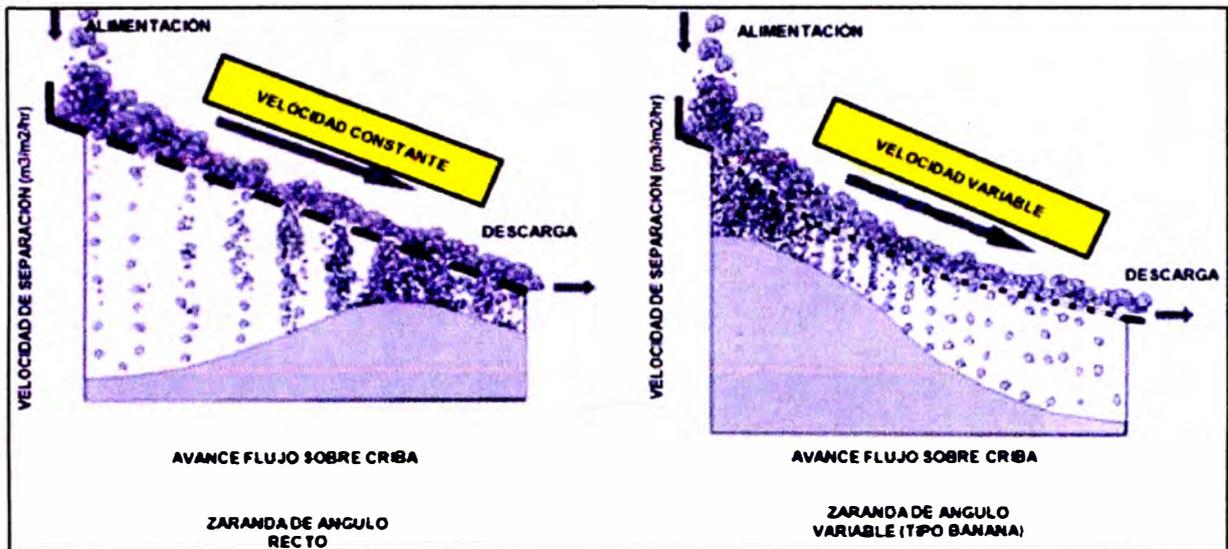


Figura 2.5. Influencia del ángulo de la criba en la separación de partículas.

De las cribas:

- 7) Área total de la criba.
- 8) Área útil de las cribas y su patrón geométrico.
- 9) La forma de agujeros.

2.1.2 Tipos de Zarandas

Los tipos de zarandas:

1) Estacionarias

a. Zarandas de Barras o Grizzly

Frecuentemente las barras o grizzly ver figura 2.6 forman parte del fondo de un canal de paredes laterales que debe ser lo bastante alto para evitar que caigan sobre ellas, reboten algunos trozos y caigan al exterior. Su aplicación en la alimentación a chancadoras primarias, poseen baja eficiencia, debido a la baja velocidad de descenso del flujo.



Figura 2.6. Zaranda Grizzly, cortesía Ludowici MPE.

b. Zaranda Curva o Sieve Bend

Su aplicación es para zarandeo húmedo de material fino, son de alta capacidad que utilizan una superficie de zarandeo cóncavo formado por barras en forma de cuña.



Figura 2.7. Zaranda Curva o Sieve Bend, cortesía Derrick Stainless.

2) Móviles

a. Trommel Giratorio

Es uno de los equipos de zarandeos más antiguos, tienen forma cilíndrica y gira en torno a un eje axial (40% de su velocidad crítica) con una pequeña inclinación (alrededor de 18° c/r del eje horizontal), este equipo puede procesar partículas tanto en seco como húmedo.



Figura 2.8. Trommel giratorio, cortesía Durex Product Inc.

b. Zarandas Vibratorias

Dentro de estas tenemos:

- Horizontal

Este tipo de zarandas se define horizontal por el tipo de movimiento que presenta, también presentan pequeña inclinación descendente para efecto de clasificación. Presentan mayor eficiencia pero menor capacidad.

La velocidad de transporte es aproximadamente de 12m/min y el mecanismo puede ser del tipo sincronizado.

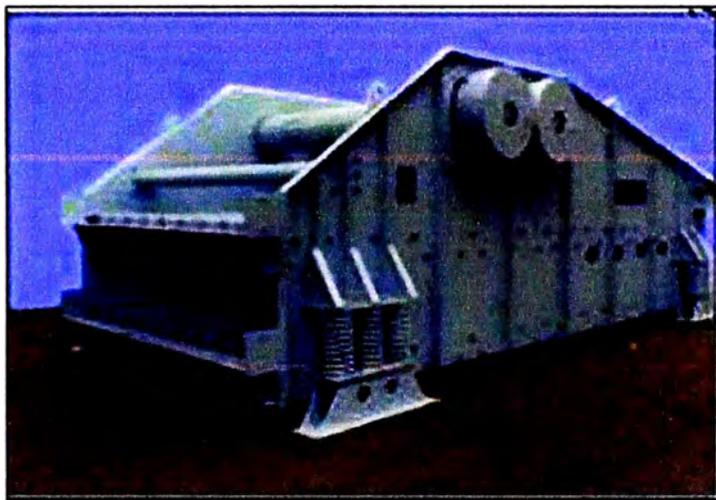


Figura 2.9. Zaranda Vibratoria Horizontal, cortesía Metso Minerals.

- Inclinado

Este tipo de zarandas se define inclinado por el tipo de movimiento circular que realiza, presenta mayor velocidad que las horizontales oscilando entre 30 a 38 m/min dependiendo de la relación amplitud por frecuencia. Los vibradores giran en sentido a favor o contrario al sentido de flujo de las partículas con el fin de mejorar la clasificación.



Figura 2.10. Zaranda Vibratoria Inclínada, cortesía Metso Minerals.

- Banana

La Zaranda tipo "banana" tiene una superficie de zarandeo con una inclinación no uniforme, que varía en la longitud de la zaranda, asemejándose a la geometría de una banana lo cual asociado al movimiento lineal proporciona una clasificación más eficiente con una mayor capacidad de alimentación otorgándole ventajas sobre las convencionales. Mayor detalle se tocará en el punto 2.1.3.



Figura 2.11. Zaranda Vibratoria Inclínada, cortesía Ludowici MPE.

- Desaguador

Su aplicación es para recuperar agua en procesos de espesamiento de relaves.

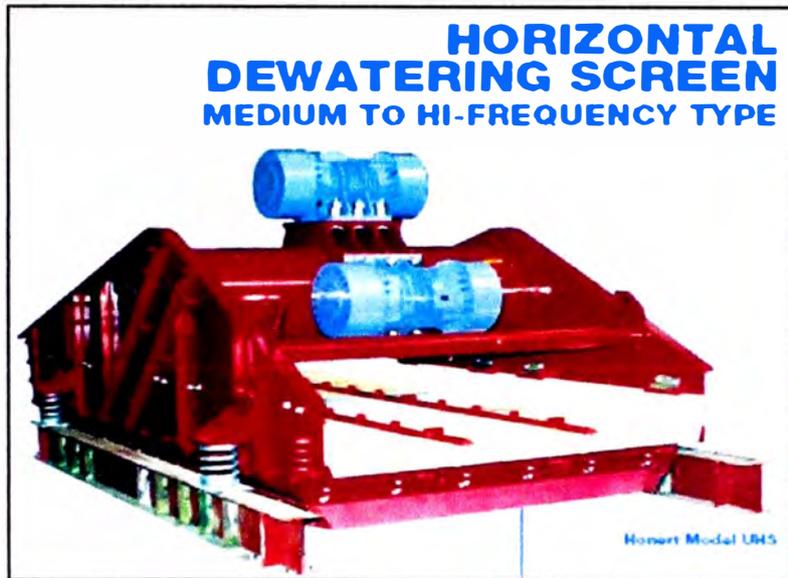


Figura 2.12. Zaranda Vibratoria Desaguadora, cortesía Ludowici MPE.

2.1.3 La Zaranda Vibratoria Hornert

El Zaranda Hornert es del tipo banana y está conformado por un par de placas laterales, montadas sobre resortes. Entre las placas laterales existen vigas transversales (cross member), y una estructura soportante de las mallas o paneles que son empernados lo cual facilita el cambio, los pernos son del tipo remache (huck bolt). En la parte superior, una viga de soporte (drive beam) de los excitadores que tiene una inclinación de 45°. Las (2) unidades excitadoras generan la vibración de la zaranda. Los excitadores son accionados por un motor eléctrico a través de un eje cardán con juntas universales.

Además, el equipo utiliza la superficie de una malla (paneles) para clasificar materiales de acuerdo al tamaño de las partículas. Las aberturas en las mallas (paneles) tienen distintas aberturas y geometría dependiendo de la aplicación.

Todo el equipo se soporta sobre un marco de aislamiento rígido a través de cuatro conjuntos de resortes ubicados en los extremos de las placas laterales de mayor longitud por el lado exterior de la carcasa. Los resortes, que por su extremo superior se unen al marco de aislamiento y por su extremo inferior se unen a la base fija de la zaranda. Este marco sirve de aislamiento de las fuerzas dinámicas que se genera cuando la zaranda vibra y evitan que se transmitan a la estructura base de la zaranda.

Los principales componentes de la zaranda Hornert son:

Sistema Estructural

1. Placas laterales.
2. Viga Principal (drive beam), soporte de excitadores.
3. Viga Transversal MK (Cross members).
4. Viga Transversal de Alimentación (Feed Box).
5. Viga Transversal posterior (Back Member)

Sistema de Transmisión y vibración

6. Motor eléctrico.
7. Excitadores.
8. Eje Cardan y Central.
9. Poleas, eje y chumaceras.
10. Resortes y amortiguadores.

Sistema de Mallas o Paneles

11. Criba superior.
12. Criba inferior.
13. Paneles.

Sistema de Aislamiento

14. Marco aislamiento.

Las figura 2.13 y 2.14 muestran algunos componentes principales de esta zaranda Hornert, sistema estructural y de transmisión.

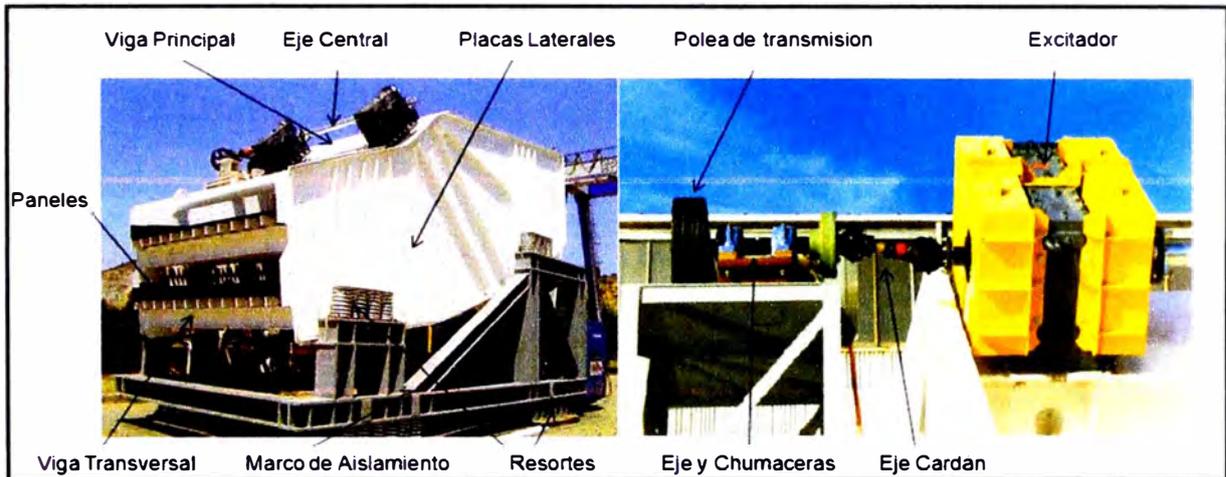


Figura 2.13. Zaranda Vibratoria Hornert, cortesía Ludowici MPE.

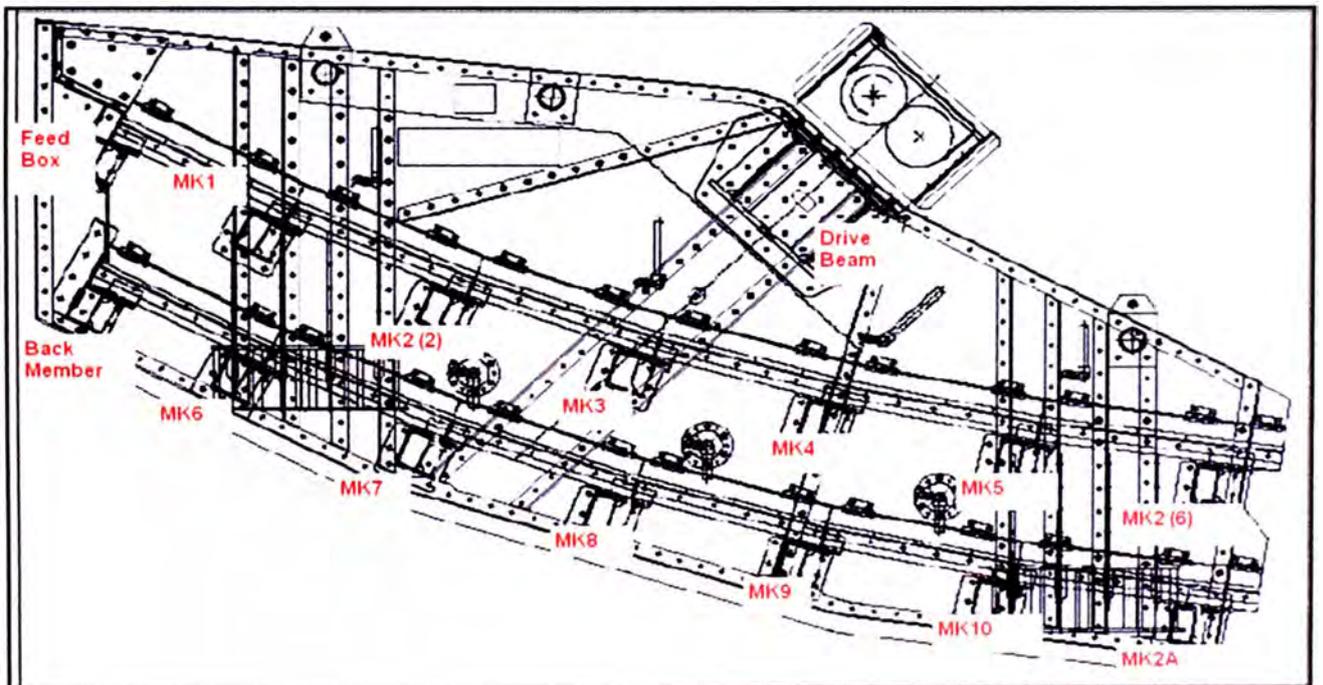


Figura 2.14. Zaranda Vibratoria Hornert, esquema estructural.

Especificaciones Técnicas de la Zaranda Hornert

A continuación se muestra algunas especificaciones técnicas de la zaranda Hornert modelo BRU2X300/730, mayor detalle se puede encontrar en el apéndice hoja CAP2A1- Especificaciones técnicas Zaranda Hornert:

Números de Equipos:	703C-3310-SC-101, 102, 201, 202, 301, 302, 401, 402.
Fabricante:	LUDOWICI MPE SA.
Modelo:	BRU2x300/730
Dimensiones (mm):	3666x7930
Capacidad (TMH):	1150
RPM -Zaranda	1050
N° cribas:	2
Ángulos inclinación cribas:	28°, 24°, 20°, 16°, 12°, 8°.
Eficiencia (%):	92
Potencia Motor Eléctrico:	125 HP
Fabricante:	Toshiba
Voltios/Fase/Frecuencia:	460 / 3 / 60
RPM-Motor:	1790
Peso Zaranda (Kg)	24500
Peso Base Zaranda (Kg)	12800
Peso Mecanismo Vibración (Kg)	1830

Ubicación de la Zaranda Hornert

La zaranda Hornert se ubica al final del proceso de chancado terciario y alimentación a la molienda primaria, estas zarandas son alimentadas mediante fajas transportadoras, la función de la zaranda es clasificar el mineral permitiendo una adecuada alimentación de finos a la molienda primaria y haciendo retornar los gruesos al proceso de chancado terciario mediante una faja transportadora.

Las figuras N.º 2.15 y 2.16 muestran el diagrama de flujo de la molienda primaria y el circuito de chancado terciario.

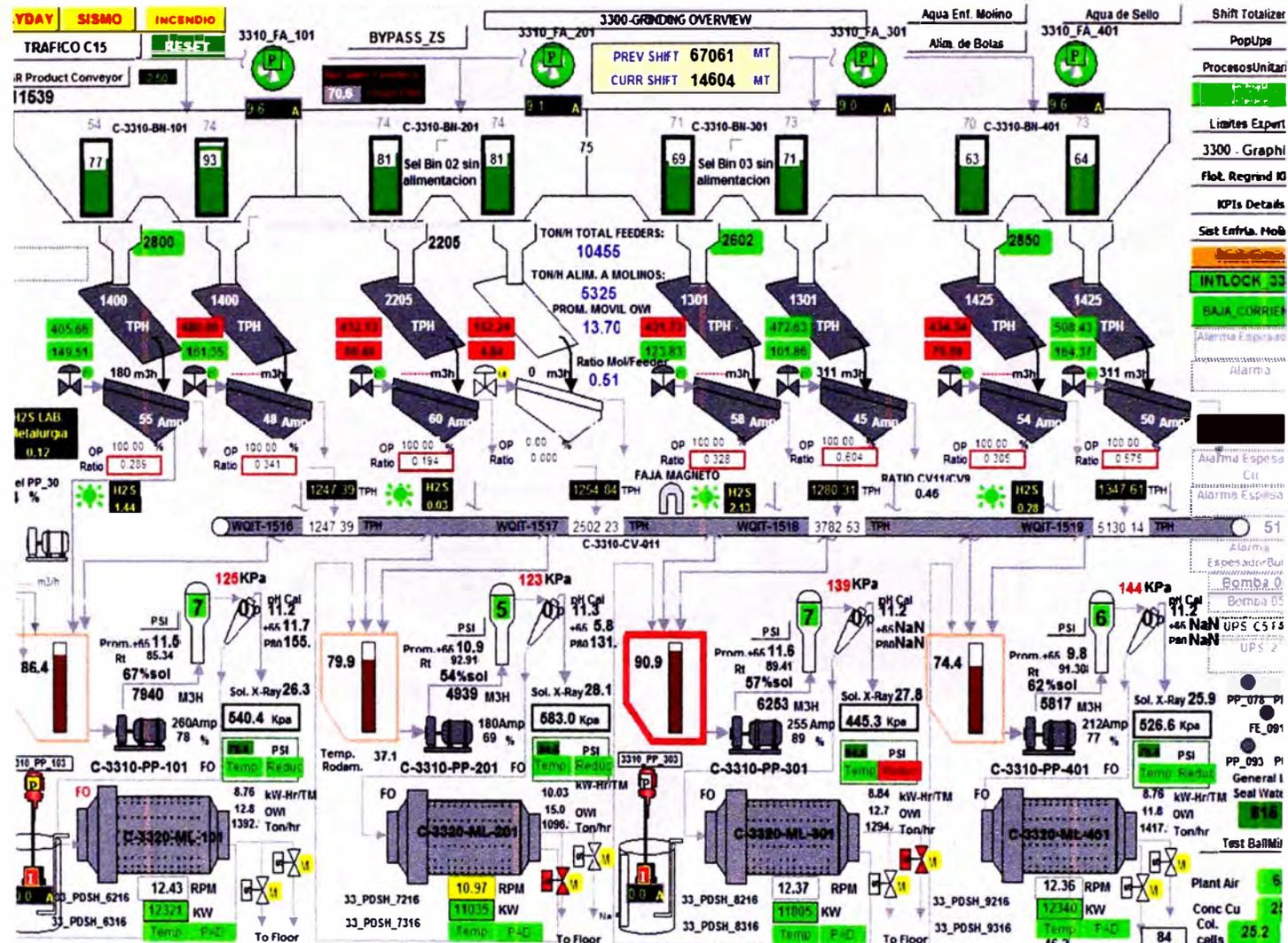


Figura 2.15. Flujo de Proceso Molienda Primaria, software control proceso. Cortesía SMCV.

Flujo del Circuito de Molienda Primaria

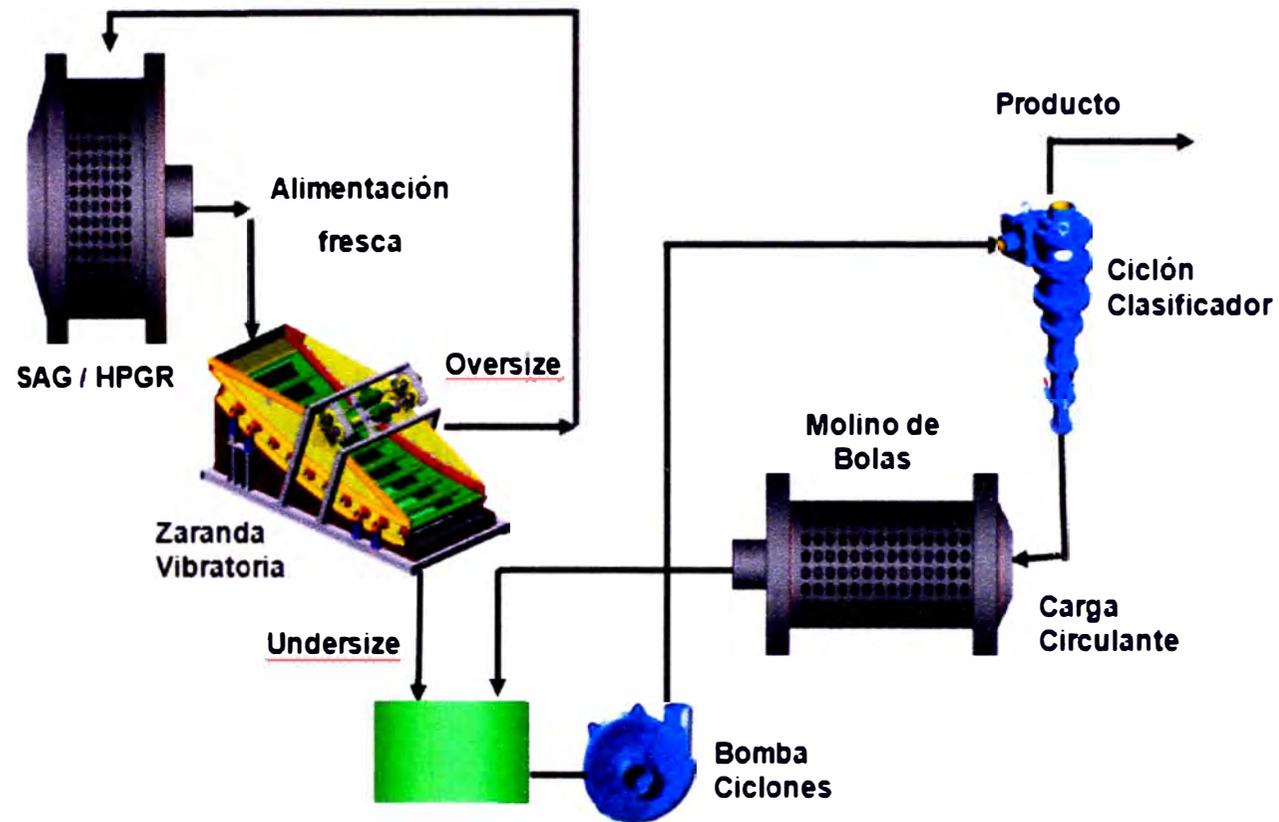


Figura 2.16. Flujo de proceso de chancado terciario y molienda primaria.

Operación de la Zaranda Hornert

Durante la operación de la zaranda Hornert es necesario cumplir las siguientes instrucciones con el fin de garantizar una operación adecuada:

Durante el Arranque

- La zaranda debe encontrarse libre de contacto con cualquier componente estructural, es perjudicial para la zaranda reciba impactos, garantizar que la zaranda opere libremente en todo momento.
- Limpie el equipo de cualquier exceso de material que pueda existir sobre las parrillas, acumulación de material fino que pueda ocasionar atoros en los chutes.
- La zaranda debe estar libre de carga al arranque, debido a los altos esfuerzos iniciales, la alimentación de carga se debe de realizar en forma creciente.

Durante el funcionamiento

- Nunca operar la zaranda en la zona de resonancia en donde se producen movimientos erráticos e inestables. Operar en esta zona puede producir fallas catastróficas en la zaranda.
- Verificar la alimentación de flujo, esta debe ser en forma pareja y continua a través de todo el ancho de la zaranda.
- Verificar que no exista ningún ruido raro o fuera de lo común, en caso de existir es una indicación de una operación anormal.

Parada de la Zaranda

- Para detener la zaranda en operación normal, funcionamiento anormal o parada de emergencia primero debe de realizar el corte de la alimentación y luego proceder a detener el motor eléctrico.

2.2 Generalidades de Mantenimiento

En este capítulo explicaremos la evolución del mantenimiento en el tiempo, para luego enfatizar en detalle el mantenimiento preventivo planteando para nuestro caso.

2.2.1 Evolución del Mantenimiento

El mantenimiento durante los 20 años ha tenido cambios, debido a la complejidad de los procesos y activos físicos haciendo crecer las expectativas del mantenimiento.

- Durante los años 1930 a 1950 (primera generación) los equipos eran reparados cuando estos fallaban.
- En los años 1950 a 1980 (segunda generación) el objetivo se orientó a la disponibilidad de la planta, un mayor tiempo de vida de los equipos y menores costos.
- De los años 90 hacia adelante (tercera generación) se busca una mayor disponibilidad y confiabilidad de las plantas, mayor seguridad, mejor calidad del producto terminado, mayor tiempo de vida de los equipos, menores costos y todo esto evitando dañar el medio ambiente.

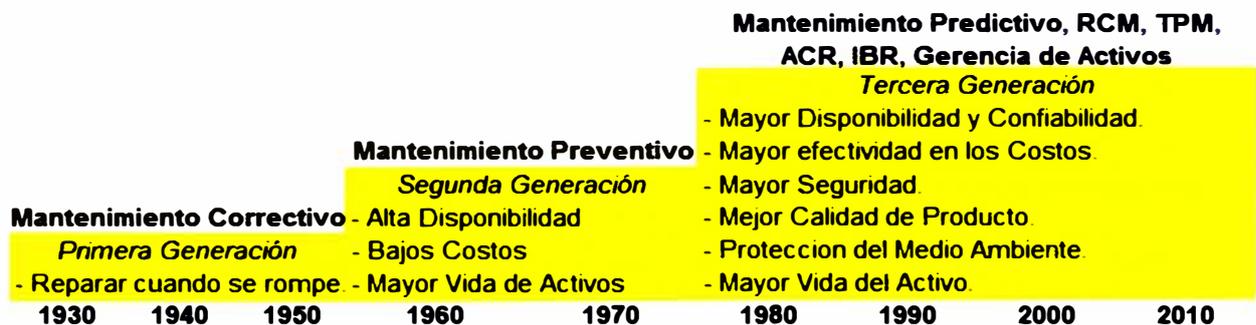


Figura 2.17. Evolución del mantenimiento en el tiempo [7].

2.2.2 Función del Mantenimiento

Una concepción del mantenimiento es la definición del conjunto de acciones necesarias para desarrollar políticas específicas de mantenimiento para las instalaciones de una organización. Las acciones de mantenimiento son usadas para controlar las fallas y restablecer el equipamiento en falla, a su estado operacional. Las decisiones más importantes que se toman en la administración del mantenimiento se refieren al tema relacionado con cuales equipos o instalaciones deben ser mantenidas, que tipo de mantenimiento se debe realizar y cuando estas acciones de mantenimiento deben ser realizadas.

2.2.3 Tipos de Mantenimiento

- **Mantenimiento Preventivo**

Es un método basado en principios básicos que se adecua, diseña y aplica a las propias necesidades de cada usuario. Según tipo de empresa, maquina, equipo siguiendo algunos principios:

Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza, la programación de frecuencias de actividades que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales (ajustes del programa preventivo por reciclaje de actividades).

El control de estas actividades se realiza en base a los siguientes formatos como ficha técnica, ordenes de trabajo, registro histórico, programa de inspecciones, programa de lubricación, programa de operaciones, etc.

Las ventajas del mantenimiento preventivo se encuentra en la disminución de paradas de equipos en forma imprevista, se mejora la eficiencia de los equipos, reparaciones más confiables, pero con la desventaja en los altos costos de mantenimiento, costos administrativos, mayor cantidad de paradas programadas de los equipos.

- **Mantenimiento Predictivo**

Esta metodología se basa en detectar una falla antes de que esta suceda (predecir en su etapa incipiente), para dar el tiempo necesario para poder corregir sin efectos adversos a la producción. Para este proceso se requiere contar con equipos e instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas que son costosos así como de la capacitación del personal calificado para efectuar este tipo de labores.

Las ventajas del mantenimiento predictivo son en su mayoría poder detectar fallas en sus etapas iniciales, reduce los tiempos de parada de los equipos, el monitoreo de los equipos son en su mayoría en operación, se puede monitorear la evolución del defecto en el tiempo, conocer el tiempo límite de toma de decisión que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.

- **Mantenimiento Proactivo**

Esta filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que estas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos. La longevidad de los componentes del sistema depende de los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando un práctica de “detección y corrección” de las desviaciones según el programa de mantenimiento Proactivo.

2.3 Técnicas de Costo del Ciclo de Vida

La técnica del análisis del costo del ciclo de vida es un proceso sistemático de evaluación técnico – económica, aplicada en el proceso de selección y reemplazo de sistemas de producción, que permite considerar en forma simultánea aspectos económicos y de confiabilidad, con el propósito de cuantificar el impacto real de todos los costos a lo largo de vida de los activos (\$/año), y de esta forma, poder seleccionar el activo que aporte los mayores beneficios al sistema productivo.

2.3.1 Beneficios del Costo del Ciclo de Vida

- El análisis del costo del ciclo de vida nos permite los siguientes beneficios:
Evaluar diferentes opciones de equipos desde el punto vista técnico-económico.
- Tener la variación de los costos durante su ciclo de vida.
- Determinar el momento de reemplazo de activos.
- Permite cuantificar los riesgos y la fiabilidad.

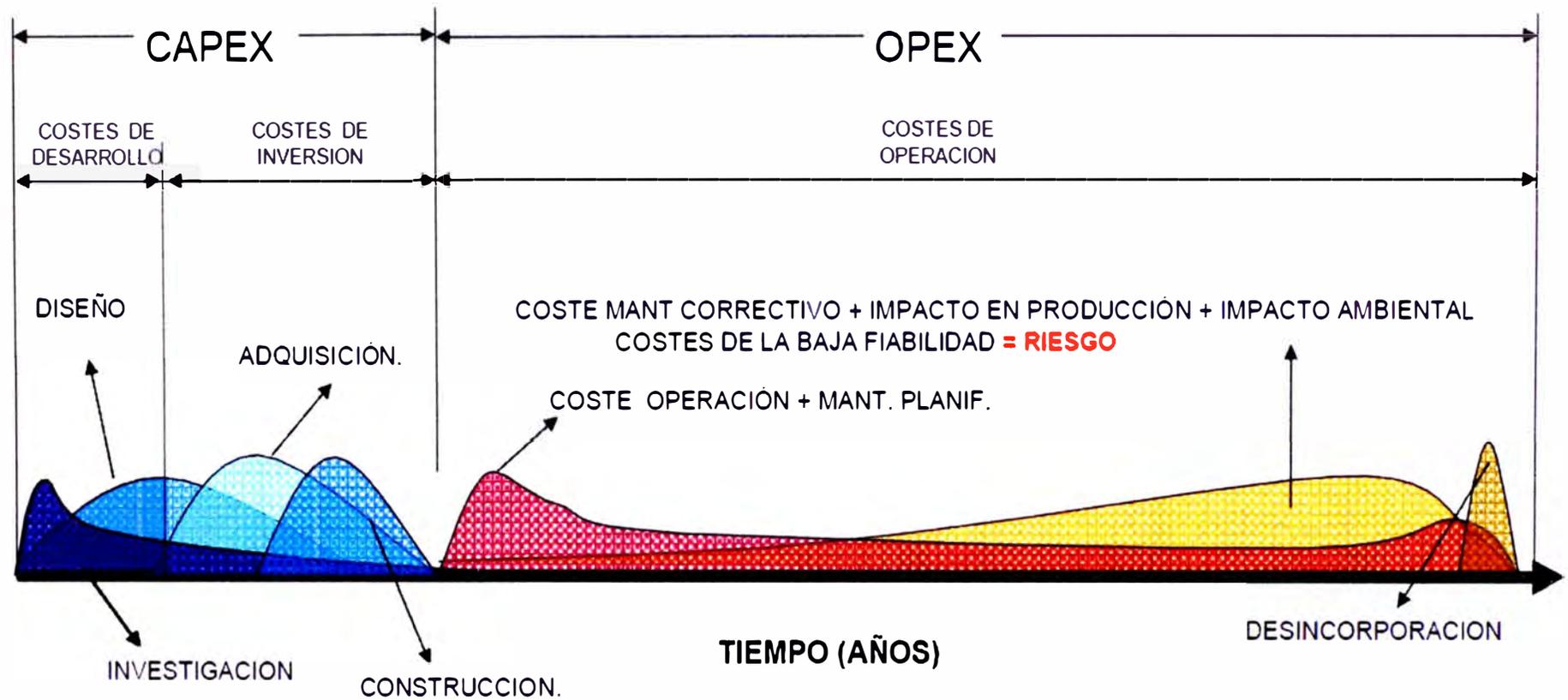


Figura 2.18, variación de costos a lo largo del ciclo de vida de un activo [2].

CAPÍTULO III

ESTADO ACTUAL Y EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO PLANTEADO

Debido a los cambios en los parámetros de operación, empezó a surgir eventos no deseados en el proceso de zarandeo que ocasionaron una baja disponibilidad y una reducción en la producción.

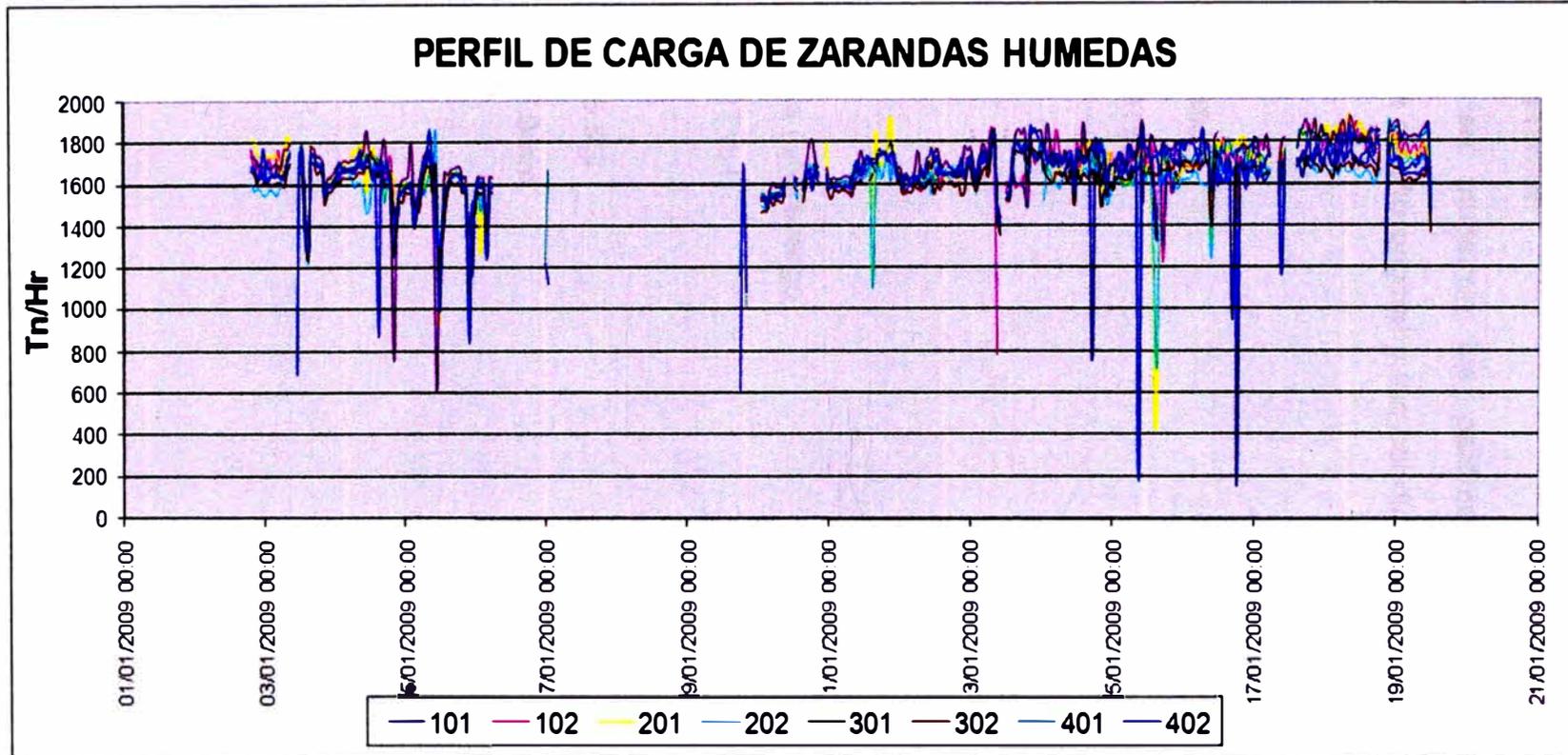
Este tipo de eventos fueron fallas mecánicas estructurales de la zaranda, debido a su diseño que no estaba calculado para los nuevos parámetros operativos.

Después de múltiples análisis de las fallas mecánicas y recomendaciones se procedió a efectuar el plan de mantenimiento que contenía cambios de componentes principales dentro de la zaranda lo cual pudo repercutir en una mejora de la disponibilidad y confiabilidad operacional de estos equipos.

3.1 Estado Actual de Zarandas

Las zarandas húmedas presentan una sobrecarga operativa muy por encima del diseño, producto de esta condición los equipos presentan múltiples fallas estructurales, en la Tabla N.º 3.1 se muestra el perfil de carga de estos equipos.

Tabla N.º 3.1, Perfil de carga de las zarandas húmedas.



Fecha de muestreo: del 02/01/2009 20:00 al 19/01/2009 11:00

	ZARANDAS HUMEDAS								
	101	102	201	202	301	302	401	402	
MAX (Tn/Hr)	1824.43	1894.16	1930.50	1861.94	1921.03	1853.49	1899.78	1881.20	1883.32
PROMEDIO (Tn/Hr)	1640.08	1662.47	1669.64	1605.67	1709.97	1615.70	1664.35	1645.07	1651.62
Capacidad de diseño (Tn/Hr)	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150
Sobrecarga (%)	43%	45%	45%	40%	49%	40%	45%	43%	44%

3.1.1 Parámetros de Operación

A continuación se muestran los parámetros de operación que fueron contemplados en el diseño original y las condiciones actuales de operación de la zaranda.

Parámetros de Diseño:

Capacidad: 1150TMH.

RPM: 1050rpm.

Fuerza G: 4.5G.

Amplitud: 7mm.

Parámetros Actuales (sobrecarga):

Capacidad: 1700TMH.

RPM: 1076 rpm.

Fuerza G: 4.8 a 5.5G.

Amplitud: 7.4 a 7.9mm.

3.1.2 Disponibilidad del Proceso de Zarandeo

El proceso de zarandeo húmedo forma parte la alimentación de carga al circuito de molienda donde las zarandas clasifican el material proveniente del circuito de chancado, las detenciones en estos equipos ocasionan reducción de carga fresca a la molienda primaria.

Las tablas N.º 3.2 y tabla N.º 3.3 muestran los valores de disponibilidad del circuito de molienda y los principales eventos de detenciones del área de molienda.

Tabla N.º 3.2, Disponibilidad del área de molienda.

Disponibilidad Molienda	Mes	2007	2008
	Ene	77.7%	75.0%
	Feb	80.7%	92.4%
	Mar	87.3%	88.4%
	Abr	87.1%	93.0%
	May	89.0%	94.4%
	Jun	88.6%	84.2%
	Jul	92.0%	94.8%
	Ago	92.7%	95.4%
	Sep	91.6%	88.0%
	Oct	92.2%	93.0%
	Nov	92.1%	95.4%
	Dic	94.4%	86.5%

Se realiza un listado de los principales modos de falla a los equipos que ocasionan un alto impacto a la operación de la planta concentradora, obteniéndose el listado que se muestra en la tabla N.º 3.3, en horas equivalente de parada de planta.

Tabla N.º 3.3. Detenciones de equipos principales y sus modos de falla.

Eventos de mayor impacto (>10h)			
Item	Equipo	Falla	Detención (h)
1	SC101@402	Rotura de cross member	85
2	CV002	Falla de empalme	76
3	CV009	Falla de empalme	72
4	PP101@401	Rotura de pernos de acople	50
5	SC101@402	Reemplazo paneles	50
6	CV002	Resbalamiento de faja	47
7	ER008	Problemas con salas electrica	16
8	CV008@011	Reemplazo de polines	15
9	SC101@402	Reemplazo de excitador	10

3.1.3 Pérdidas de Producción

En el cuadro siguiente se muestra el efecto en pérdidas de producción por efecto de las detenciones en la línea de zarandeo terciario que se muestra en la figura 3.1.

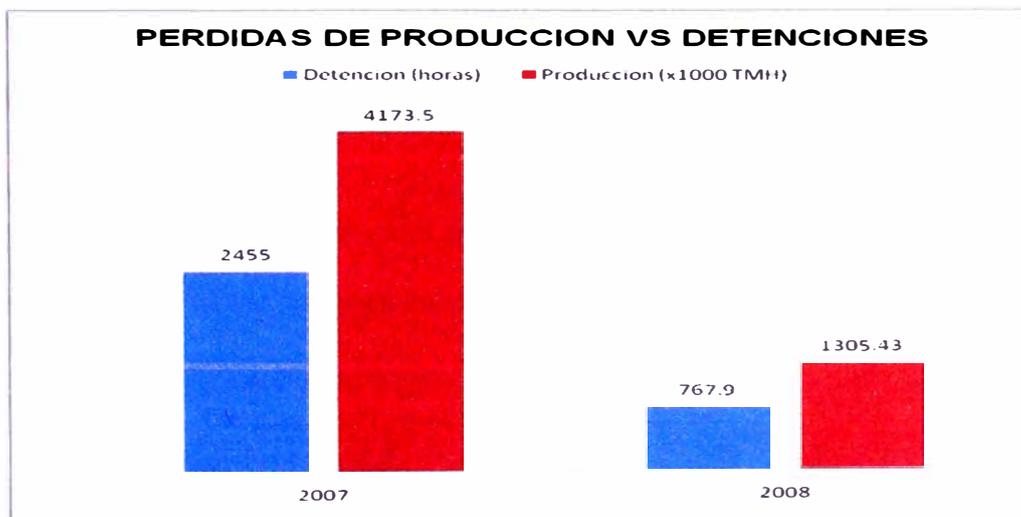


Figura N.º 3.1. Pérdidas de producción y detenciones.

3.1.4 Fallas Frecuentes

Posterior al cambio de parámetros operativos se presentaron una cantidad de problemas por fallas en las zarandas, problemas mecánicos que repercutían en la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional, los principales problemas mecánicos son:

- a. Desgaste acelerado de vigas soporte de mallas (pipe tops).
- b. Fracturas de vigas transversales (Cross Member).
- c. Fracturas de vigas de alimentación (Feed Box).
- d. Falla de excitadores (Exciter).
- e. Fracturas de vigas madre soporte de excitadores (Drive Beam).
- f. Fracturas de placas laterales (Side Plates).

La tabla N.º 3.4 muestra las horas de detención en las zarandas húmedas durante los años 2007 y 2008 ocasionados por este el listado de fallas que se muestra líneas arriba y su impacto equivalente en horas de planta. Este impacto equivalente se obtiene dividiendo todas las horas de detenciones de las zarandas entre las 8 unidades que constituyen toda la clasificación en el chancado terciario hacia la molienda primaria, entonces el impacto de una zaranda es equivalente a un octavo de la planta concentradora.

Tabla N.º 3.4. Horas de detención de las zarandas y su equivalente en horas de la planta concentradora completa.

Detención por Año	2007	2008
Zarandas Húmedas (h)	2455	767.9
Equivalente de Planta (h)	306.88	95.09

3.2 Planteamiento del Problema del Mantenimiento Actual

Se revisa los planes de mantenimiento inicialmente propuestos por el fabricante y se plantea mejoras significativas debido a los cambios operacionales. A continuación se detalla los planes de mantenimiento preventivo propuesto por el fabricante para cubrir los riesgos de falla de la zaranda de manera confiable y segura, el programa de mantenimiento preventivo aplicado se muestra en la tabla N.º 3.5 y 3.6.

Tabla N.º 3.5. Programa de mantenimiento preventivo, recomendación Ludowici.

Intervalo	Ítem	Procedimiento y Criterios
Cada 24 Horas	Excitador	Verifique que no haya ruidos irregulares o extraños (fuera de lo común). Durante la primera semana, revise el nivel de aceite y agregue más si hace falta.
	Parrilla de la Zaranda	Revise si hay piezas flojas o rotas.
		Remueva la acumulación de material si es necesario.
		Verifique que el flujo de material en la parrilla sea uniforme y distribuido por todo el ancho de la misma.
Bastidor (cuerpo) de la Zaranda.	Revise que el bastidor (cuerpo) de la zaranda esté bien separado de cualquier componente estructural y chutes.	
Después de las primeras 100 horas	Excitador	Cambie el aceite. Consulte la sección de lubricación.
Cada 150 horas	Excitador	Revise el nivel de aceite. Consulte la sección de lubricación.
		Revise la temperatura de los rodamientos por medio de un termómetro infrarrojo. Máxima elevación de temperatura =60° sobre temperatura ambiente.
		Engrase los sellos TACONITE. Consulte la sección de lubricación. Verifique que los pernos de montaje estén debidamente apretados.
	Bastidor de la Zaranda	Revise la estructura de soporte de la parrilla, las placas laterales y los largueros para ver que no haya corrosión o daños.
	Resortes	Verifique que no tengan corrosión o daños.
	Pernos y Remaches	Revise que todos los pernos estén bien ajustados y que no estén dañados, especialmente los pernos de anclaje.
Correas tipo "V"	Revise que no estén deshilachadas o tensas. Consulte la información sobre correas en la sección de Anexos.	
Cada 250 horas	Eje Universal	Engrase la ranura y los rodamientos. Lubricante: Shell ALBIDA EP2
Cada 500 horas	Excitador	Cambie el aceite. Consulte la sección de lubricación
Cada 2000 horas	Motor de Transmisión	Engrase los rodamientos.
		Consulte el manual en la sección de Anexos.
Cada 4000 horas	Eje Intermedio	Revise el grado de desgaste y la alineación.
		Consulte la información sobre el eje intermedio la mantención del mismo.

Tabla N ° 3.6. Programa de mantenimiento de lubricación, recomendación Ludowici.

Componente	Lubricante	Tipo	Cantidad	Frecuencia
Excitador	Aceite	Optimol Optigear BM Grado ISO 150	8 Litros C/U (Total 16 litros).	500 Hr.
Descanso Excitador	Grasa	Albida EP-2 (3)	Según requerimiento (80 gr).	250 Hr.
Cardan shaft	Grasa	Albida EP-2 (3)	Según requerimiento (120 gr).	250 Hr.
Lay Shaft	Grasa	Albida EP-2 (3)	430 gr Total / 40 gr.	250 Hr.
Motor Weg.	Grasa	Albania N° 2	30 gr.	9 Meses

3.2.1 Parámetros para la Elaboración Programa.

En busca de mejorar los resultados de mantenimiento y disponibilidad de las zarandas se define planes de mantenimiento preventivo en base a los historiales de fallas obtenidas a lo largo de los años 2007 y 2008 que se muestra en la tabla N.º

3.7.

CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL PROBLEMA PREVENTIVO DE MANTENIMIENTO

A partir del análisis de las nuevas variables operativas y del programa de mantenimiento aplicado se propone desarrollar una nueva estrategia en el plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar la disponibilidad física de las zarandas húmedas y disminuir el impacto de las intervenciones de mantenimiento en la producción. Para obtener los resultados deseados se gestiona el compromiso del área operativa para la entrega de los equipos cuando sean requeridas por mantenimiento.

4.1 Desarrollo del Plan de Mantenimiento Planteado

El plan de mantenimiento preventivo planteado fue elaborado a partir del registro de las estadísticas tomadas durante los años 2007 y 2008, considerando planes de cambios de zarandas y un plan de cambio de componentes fuera de la operación, para poder efectuar este plan de mantenimiento se contempla la compra de zarandas completas como repuesto teniendo como criterio principal la criticidad del circuito terciario de zarandeo que ocasiona restricción de carga fresca a la molienda primaria.

4.1.1 Elaboración de Programa de Mantenimiento

Se desarrolla los nuevos planes basados en las estadísticas de duración de los componentes principales, se toma como principal criterio el reemplazo de la zaranda por mantenimiento preventivo

Tabla N.º 4.1. Planes de cambio preventivo de la zaranda Hornert.

Item	Linea	Tag	Descripción	Zaranda Instalada	Frecuencia (Dias)	MST	Tipo PM	Estandar Trabajo	Duración (Hr)	2009											
										ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	I	703C3310SC101	Zaranda Aliment Molino Bolas L 1	WS-16/2425	180	SI	PM 6M	SI	5					06-may						02-nov	
2		703C3310SC102	Zaranda Aliment Molino Bolas L 1	WS-17/2426	180	SI	PM 6M	SI	5					06-may						02-nov	
3	II	703C3310SC201	Zaranda Aliment Molino Bolas L 2	WS-09/1959	180	SI	PM 6M	SI	5		07-feb					06-ago					
4		703C3310SC202	Zaranda Aliment Molino Bolas L 2	WS-05/1957	180	SI	PM 6M	SI	5	10-ene					09-jul						
5	III	703C3310SC301	Zaranda Aliment Molino Bolas L 3	WS-13/1955N	180	SI	PM 6M	SI	5					06-may						02-nov	
6		703C3310SC302	Zaranda Aliment Molino Bolas L 3	WS-04/1956	180	SI	PM 6M	SI	5					06-jun							03-dic
7	IV	703C3310SC401	Zaranda Aliment Molino Bolas L 4	WS-07/1952	180	SI	PM 6M	SI	5					16-may						12-nov	
8		703C3310SC402	Zaranda Aliment Molino Bolas L 4	WS-01/1954	180	SI	PM 6M	SI	5		06-feb						05-ago				

4.1.2 Elaboración del Plan de Reparaciones

Se establece dos planes de reparación de la zaranda Homert basados en las estadísticas de fallas de los componentes mecánicos para planes de seis meses y doce meses.

Tabla N.º 4.2. Plan de reparación de zaranda Homert de 1150 TMH, frecuencia seis meses.

Tarea	Mantenimiento 6 Meses
1	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK1
2	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK2
3	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK3
4	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK4
5	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK6
6	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK7
7	Cambio total de vigas Pipe Tops en Deck superior e inferior
8	Cambio total de Stringer Bracket End (18ea) e Intermediate (108ea)
9	Cambio total de zócalos, cuñas y clips
10	Reparación de viga madre (Drive Beam) según inspección
11	Reparación o cambio de Feed Box según inspección
12	Reparación o cambio de Back Member según Inspección
13	Reemplazo de los refuerzos de Cross Members y Feed Box
14	Cambio de guardera inferior a Back Member
15	Cambio de revestimientos de impacto 3ea centrales y 2ea laterales
16	Cambio de revestimientos posterior y lateral en Feed Box
17	Recubrimiento con caucho tipo Linatex en Side Plates lados derecho e izquierdo.
18	Recubrimiento con Wearing Compound en zonas de desgaste (Stringer Bracket y base de viga Cross Member y Stringer Bracket)
19	Pintado de estructura, color blanco. Pintado de guardas de excitadores, color amarillo.
20	Marcado con código interno SMCV en Drive Beam y Side Plates

Tabla N.º 4.3. Plan de reparación de zaranda Hornert de 1150 TMH, frecuencia doce meses

Tarea	Mantenimiento 12 Meses
1	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK1
2	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK2
3	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK3
4	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK4
5	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK5
6	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK2 (pos 6)
7	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK6
8	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK7
9	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK8
10	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK9
11	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK10
12	Cambio de vigas transversal (Cross Member) MK2A
13	Cambio o reparación de Side Plates, lados derecho e izquierdo, según inspección
14	Reparación o cambio de viga madre (Drive Beam) según inspección
15	Reparación o cambio de Feed Box según inspección
16	Reparación o cambio de Back Member según Inspección
17	Cambio total de vigas Pipe Tops en Deck superior e inferior
18	Cambio total de Stringer Bracket End (18ea) e Intermediate (108ea)
19	Reemplazo de los refuerzos de Cross Members y Feed Box
20	Cambio total de zócalos, cuñas y clips
21	Cambio de guardera inferior a Back Member
22	Cambio de revestimientos de impacto 3ea centrales y 2ea laterales
23	Cambio de revestimientos posterior y lateral en Feed Box
24	Recubrimiento con caucho tipo Linatex en Side Plates lados derecho e izquierdo.
25	Recubrimiento con Wearing Compound en zonas de desgaste (Stringer Bracket y base de viga Cross Member y Stringer Bracket)
26	Pintado de estructura, color blanco. Pintado de guardas de excitadores, color amarillo.
27	Marcado con código interno SMCV en Drive Beam y Side Plates

4.1.3 Elaboración de Estándares de Trabajo

Se elabora los formatos de trabajo para la ejecución del plan de reparaciones de las zarandas de acuerdo a las Frecuencias establecidas de seis y doce meses, estos se muestran en el apéndice hojas CAP4A1 - Hoja de Trabajo PM 6M y CAP4A2 – Hoja de Trabajo PM 12M.

4.1.4 Elaboración de Lista de Repuestos

De acuerdo al plan de reparación de la zaranda se elabora los listados de repuestos para intervenciones de seis meses y doce meses respectivamente que se muestran a continuación en las tablas N.º 4.4 y 4.5 respectivamente.

Tabla N.º 4.4. Listado de repuestos de zaranda Hornert, frecuencia seis meses.

ZARANDA ESTRUCTURAL						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UN	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	BRU7939-MK 1	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK1	\$ 5,340.92
2	BRU7939-MK 2	LUDOWICI	2	EA	VIGA TRANVERSAL MK2	\$ 5,331.24
3	BRU7939-MK 3	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK3	\$ 4,677.97
4	BRU7939-MK 4	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK4	\$ 4,478.89
7	BRU7939-MK 6	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK6	\$ 5,240.25
8	BRU7939-MK 7	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK7	\$ 4,537.40
VIGAS PIPE TOPS Y STRINGER BRACKET						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UN	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	BRU7932-16	POLYDECK	1	SET	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	\$ 7,828.07
2	BRU7932-15	POLYDECK	1	SET	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	\$ 8,011.28
3	SK1200	LUDOWICI	18	EA	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (ALIMENTACIÓN)	\$ 106.16
4	SK1201	LUDOWICI	108	EA	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (INTERMEDIOS)	\$ 141.12
ZOCALO, CUNAS Y GRAPAS						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UN	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	BRU7932U	LUDOWICI	1	SET	ANGULOS LATERALE CUBIERTA SUPERIOR.	\$ 1,279.08
2	BRU7932L	LUDOWICI	1	SET	ANGULOS LATERALE CUBIERTA INFERIOR.	\$ 1,279.08
3	50810117	POLYDECK	10	EA	ZOCALO LATERAL DERECHO, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 112.51
4	50810217	POLYDECK	10	EA	ZOCALO LATERAL IZQUIERDO, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 103.36
5	50810018	POLYDECK	4	EA	ZOCALO LATERAL POSTERIOR, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 129.20
6	501452	POLYDECK	26	EA	CUÑA IZQUIERDA, MATERIAL HPDE.	\$ 15.06

7	501453	POLYDECK	26	EA	CUÑA DERECHA, MATERIAL HPDE.	\$ 15.06
8	20776003	POLYDECK	52	EA	CLIP ANGULAR DE SUJECIÓN.	\$ 6.80
PERNOS HUCK Y COLLARINES						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UN	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
3	C50LRBR24-20G	ALCOA	32	EA	PERNOS REMACHE (VIGA TRANSVERSAL Y PLACA LATERAL).	\$ 2.68
4	C50LRBR20-16G	ALCOA	432	EA	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VIGA PIPE TOP).	\$ 2.92
5	C50LRBR20-20G	ALCOA	252	EA	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VIGA PIPE TOP).	\$ 1.27
7	3LC-2R24G	ALCOA	174	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 2.53
8	3LC2R20G	ALCOA	684	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 1.38
10	C50LRBR24-12G	HUCK	128	EA	PERNOS REMACHE (PLACA LATERAL Y VIGAS DE IZAJE).	\$ 2.60
LINER IMPACTO						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	RIZH01	REYMOSA	3	EA	LINER CENTRAL, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 185.00
2	RIZH02	REYMOSA	2	EA	LINER LATERAL, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 177.00
4	BRU708510	LUDOWICI	1	EA	CORTINA, MATERIAL CAUCHO NATURAL 45 SHORE A.	\$ 347.20
TUBERIAS AGUA Y SPRAYS						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	SZ2T1	TECMASER	3	EA	DIMENSIONES: 2"Ø X 2.73M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 398.89
2	SZ3T2	TECMASER	3	EA	DIMENSIONES: 2"Ø X 4.10M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 488.16
3	SZ3T1	TECMASER	1	EA	DIMENSIONES: 3"Ø X 4.10M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 553.70
4	CTB3	INDELAT	1	EA	CAPUCHON 3", MATERIAL: CAUCHO NATURAL 40 SHORE A	\$ 26.80
5	CTB2	INDELAT	2	EA	CAPUCHON 2", MATERIAL: CAUCHO NATURAL 40 SHORE A	\$ 20.50
6	3/4 K-SS140	SPRAYING	62	EA	SPRAY NOZLE, MATERIAL: ACERO INOXIDABLE A316.	\$ 37.36
7	TECM50A	TECMASER	2	EA	ROLLO CAUCHO NATURAL, 50 SHORE A, MEDIDAS:1"X1MX3M	\$ 1,395.97

Tabla N.º 4.5. Listado de repuestos de zaranda Hornert frecuencia doce meses.

ZARANDA ESTRUCTURAL						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	BRU7939-MK 1	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK1	\$ 5,340.92
2	BRU7939-MK 2	LUDOWICI	2	EA	VIGA TRANVERSAL MK2	\$ 5,331.24
3	BRU7939-MK 3	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK3	\$ 4,677.97
4	BRU7939-MK 4	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK4	\$ 4,478.89
5	BRU7939-MK 5	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK5	\$ 4,832.53
6	BRU7939-MK 2A	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK2A	\$ 4,746.14
7	BRU7939-MK 6	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK6	\$ 5,240.25
8	BRU7939-MK 7	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK7	\$ 4,537.40
9	BRU7939-MK 8	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK8	\$ 4,497.32
10	BRU7939-MK 9	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK9	\$ 4,593.55
11	BRU7939-MK 10	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANVERSAL MK10	\$ 4,665.28
VIGAS PIPE TOPS Y STRINGER BRACKET						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	BRU7932-16	POLYDECK	1	SET	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	\$ 7,828.07
2	BRU7932-15	POLYDECK	1	SET	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	\$ 8,011.28
3	SK1200	LUDOWICI	18	EA	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (ALIMENTACIÓN)	\$ 106.16
4	SK1201	LUDOWICI	108	EA	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (INTERMEDIOS)	\$ 141.12
ZOCALO, CUNAS Y GRAPAS						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	BRU7932U	LUDOWICI	1	SET	ANGULOS LATERALE CUBIERTA SUPERIOR.	\$ 1,279.08
2	BRU7932L	LUDOWICI	1	SET	ANGULOS LATERALE CUBIERTA INFERIOR.	\$ 1,279.08
3	50810117	POLYDECK	10	EA	ZOCALO LATERAL DERECHO, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 112.51
4	50810217	POLYDECK	10	EA	ZOCALO LATERAL IZQUIERDO, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 103.36
5	50810018	POLYDECK	4	EA	ZOCALO LATERAL POSTERIOR, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 129.20
6	501452	POLYDECK	26	EA	CUÑA IZQUIERDA, MATERIAL HPDE.	\$ 15.06
7	501453	POLYDECK	26	EA	CUÑA DERECHA, MATERIAL HPDE.	\$ 15.06
8	20776003	POLYDECK	52	EA	CLIP ANGULAR DE SUJECCIÓN.	\$ 6.80
PERNOS HUCK Y COLLARINES						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	C50LRBR3 2-20G	ALCOA	182	EA	PERNOS REMACHE (VIGA TRANVERSAL Y PLACA LATERAL).	\$ 6.22
2	C50LRBR3 2-28G	ALCOA	90	EA	PERNOS REMACHE (VIGA TRANVERSAL Y PLACA	\$ 8.23

					LATERAL).	
3	C50LRBR2 4-20G	ALCOA	32	EA	PERNOS REMACHE (VIGA TRANSVERSAL Y PLACA LATERAL).	\$ 2.68
4	C50LRBR2 0-16G	ALCOA	432	EA	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VIGA PIPE TOP).	\$ 2.92
5	C50LRBR2 0-20G	ALCOA	252	EA	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VIGA PIPE TOP).	\$ 1.27
6	3LC- 2R32G	ALCOA	272	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 1.44
7	3LC- 2R24G	ALCOA	174	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 2.53
8	3LC2R20G	ALCOA	684	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 1.38
9	C50LRBR2 4-24G	HUCK	14	EA	PERNOS REMACHE (VIGA MADRE Y VIGAS DE IZAJE).	\$ 1.09
10	C50LRBR2 4-12G	HUCK	128	EA	PERNOS REMACHE (PLACA LATERAL Y VIGAS DE IZAJE).	\$ 2.60
LINER IMPACTO						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	RIZH01	REYMOSA	3	EA	LINER CENTRAL, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 185.00
2	RIZH02	REYMOSA	2	EA	LINER LATERAL, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 177.00
3	BRU70924 6	LUDOWICI	5	EA	LINER POSTERIOR, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 1,563.78
4	BRU70851 0	LUDOWICI	1	EA	CORTINA, MATERIAL CAUCHO NATURAL 45 SHORE A.	\$ 347.20
EXCITADOR						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	NS113-A4- ASSY	LUDOWICI	1	SET	PERNOS DE MONTAJE EXCITADOR.	\$ 858.78
TUBERIAS AGUA Y SPRAYS						
ITEM	N.º PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT.
1	SZ2T1	TECMASER	3	EA	DIMENSIONES: 2"Ø X 2.73M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 398.89
2	SZ3T2	TECMASER	3	EA	DIMENSIONES: 2"Ø X 4.10M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 488.16
3	SZ3T1	TECMASER	1	EA	DIMENSIONES: 3"Ø X 4.10M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 553.70
4	CTB3	INDELAT	1	EA	CAPUCHON 3", MATERIAL: CAUCHO NATURAL 40 SHORE A	\$ 26.80
5	CTB2	INDELAT	2	EA	CAPUCHON 2", MATERIAL: CAUCHO NATURAL 40 SHORE A	\$ 20.50
6	3/4 K- SS140	SPRAYING	62	EA	SPRAY NOZLE, MATERIAL: ACERO INOXIDABLE A316.	\$ 37.36
7	TECM50A	TECMASER	2	EA	ROLLO CAUCHO NATURAL, 50 SHORE A, MEDIDAS:1"X1MX3M	\$ 1,395.97

4.1.5 Disponibilidad Planteado vs Actual

De los resultados obtenidos con el nuevo plan de reparaciones implementado y el programa de cambio de zarandas completas, se tiene una mejora sustancial en la disponibilidad del área de molienda y las detenciones equivalentes en horas de planta que se muestra en las tablas N.º 4.6 y 4.7.

Tabla N.º 4.6. Disponibilidad del área de molienda empleando el nuevo programa de mantenimiento en las zarandas Hornert de 1150TMH.

Disponibilidad Molienda	Mes	2007	2008	2009
	Ene	77.7%	75.0%	85.0%
	Feb	80.7%	92.4%	94.3%
	Mar	87.3%	88.4%	87.6%
	Abr	87.1%	93.0%	88.2%
	May	89.0%	94.4%	93.7%
	Jun	88.6%	84.2%	93.6%
	Jul	92.0%	94.8%	86.6%
	Ago	92.7%	95.4%	88.0%
	Sep	91.6%	88.0%	92.7%
	Oct	92.2%	93.0%	89.0%
	Nov	92.1%	95.4%	84.2%
Dic	94.4%	86.5%	94.0%	

Tabla N.º 4.7 Detenciones no programadas de las zarandas Hornert de 1150 TMH después de emplear el nuevo programa de mantenimiento.

Detención por Año	2007	2008	2009
Zarandas Húmedas (h)	2455	767.9	108.9
Equivalente de Planta (h)	306.88	95.09	29.13

4.2 Elaboración del Plan de Reemplazo Aplicando Técnicas de Costo del Ciclo de

Vida

Se desarrolla el plan reemplazo aplicando la técnica de costo del ciclo de vida a los equipos de zarandeo terciario teniendo la propuesta del fabricante de un nuevo equipo del mismo modelo y dimensiones a los utilizados actualmente pero presentado una mayor capacidad de carga.

Se elabora el requerimiento operacional y los perfiles de mantenimiento de los equipos en análisis que se muestra a continuación:

Disponibilidad operacional (%):	92
Corte Deck Superior	10mm
Corte Deck Inferior	5.5mm
Amplitud de Vibración	11.2mm
Fuerza G	4.4G
Velocidad de Giro.	840 rpm.
% Área Abierta Deck Superior	37%
% Área Abierta Deck Inferior	36%
Eficiencia Deck Superior	83%
Eficiencia Deck Inferior	74%

El perfil de mantenimiento de la zaranda Hornert de 1150 TMH

Componente	Modo de falla	Tipo de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Cross Member	Desgaste	Preventivo	4320	4		
MK1, MK2, MK3, MK4, MK6, MK7	Rotura/Fisura	Correctivo				
Cross Member	Degaste	Preventivo	8640	4		
MK5, MK8, MK9, MK10, MK2A.	Rotura/Fisura	Correctivo				
Exciters	Degaste	Preventivo	8640	6		
	Rotura/Fisura	Correctivo				

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Preventivo	Cambio Zaranda 6M	4320	4		
Preventivo	Cambio Zaranda 12M	8640	4		
Preventivo	Reparación de Excitadores	8640			
Preventivo	Reparación Zaranda 6M	4320			36
Preventivo	Reparación Zaranda 12M	8640			60

El perfil de mantenimiento de la zaranda Hornert de 2100 TMH

Componente	Modo de falla	Tipo de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Vigas pipe tops	Desgaste	Preventivo	8640	4		
	Rotura/Fisura	Correctivo				
Cross Member MK1, MK2, MK3, MK4 Y MK5.	Desgaste	Preventivo	17280	4		
	Rotura/Fisura	Correctivo				
Exciters	Desgaste	Preventivo	8640			
	Rotura/Fisura	Correctivo				

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Preventivo	Cambio Zaranda 12M	8640	4		
Preventivo	Cambio Zaranda 24M	17280	4		
Preventivo	Reparación Excitadores	8640			6
Preventivo	Reparación Zaranda 12M	8640			24
Preventivo	Reparación Zaranda 24M	17280			60

4.2.1 Análisis del Costo del Ciclo de Vida

Para este análisis de costo del ciclo de vida que será basado en el modelo propuesto por Blanchard, Fabrycky y Woodward que considera los principales requerimiento:

- Costo de Inversión
- Costo de Operación
- Costo de Mantenimiento Preventivo.
- Costo por Disponibilidad por Mantenimiento Preventivo.
- Costo por Mantenimiento Correctivo.
- Costo por No Confiabilidad.
- Costo de Almacenamiento.

De acuerdo a la información obtenida y analizada se obtiene los siguientes resultados de costos del ciclo de vida para los dos tipos de zarandas que se muestran en las tablas N.º 4.8, 4.9 y figura N.º 4.1.

Tabla N.º 4.8. Resumen Ejecutivo de Costos de Zaranda Homert BRU2x300/730 de 1150TMH.

	TMAR 15%		VPN									
	2009	Porcentaje del costo total (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Costo inversion	\$175,469	8%										
Total Costo de operación	\$152,185	7%	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo mantenimiento preventivo	\$1,312,874	57%	\$379,968	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784
Total Costo indis. por mant. preventivo	\$545,355	24%	\$150,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000
Total Costo mantenimiento correctivo	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo de almacenamiento	\$98,466	4%	\$28,498	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759
Total Otros Costos	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
TOTAL POR ACTIVO	\$2,284,349											
TOTAL 8 ACTIVOS	\$18,274,790											

* Período: Proyectar, 10 años

A : Considera los tiempo de mantenimiento efectivos.

Tasa de descuento: 15%.

Tabla N.º 4.9. Resumen Ejecutivo de Costos de Zaranda Homert BRU2x300/730 de 2100TMH.

	TMAR 15%		VPN									
	2009	Porcentaje del costo total (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Costo inversion	\$298,574	21%										
Total Costo de operación	\$152,185	11%	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo mantenimiento preventivo	\$609,904	44%	\$215,754	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469
Total Costo indis. por mant. preventivo	\$294,417	21%	\$100,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
Total Costo mantenimiento correctivo	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo de almacenamiento	\$46,170	3%	\$16,335	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468
Total Otros Costos	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
TOTAL POR ACTIVO	\$1,401,249											
TOTAL 8 ACTIVOS	\$11,209,995											

* Periodo: Proyectar, 10 años

A : Considera los tiempo de mantenimiento efectivos.

Tasa de descuento: 15%.

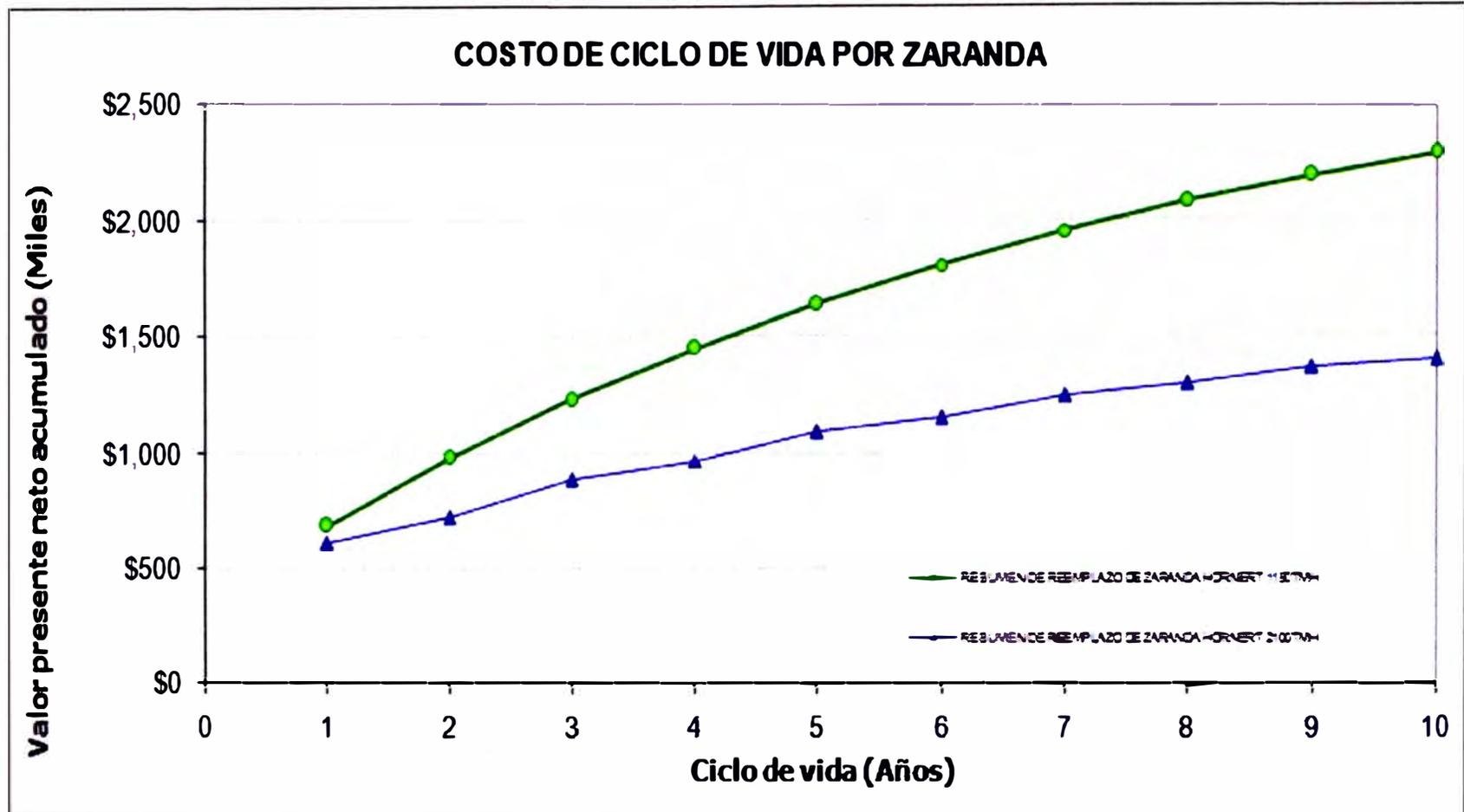


Figura N.º 4.1 Comportamiento del VPN acumulado de las zarandas Hornert de 1150 y 2100 TMH.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROGRAMA PREVENTIVO DE

MANTENIMIENTO

Se realiza el análisis de costos del programa de mantenimiento preventivo de acuerdo al plan propuesto con el fin de mejorar la disponibilidad operacional de las zarandas terciarias.

5.1 Resultados de los Costos del Programa de Preventivo

En base al plan de mantenimiento propuesto que involucra un plan de intervenciones semestrales en cambio de zarandas de la operación y su estrategia de reparaciones se elabora su análisis de costos.

5.1.1 Costos de Mantenimiento

La tabla N.^o 5.1 muestra los resultados de costos del plan preventivo de mantenimiento a las zarandas Hornert de 1150 TMH.

A partir de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo de las zarandas se obtiene una disminución en las detenciones de estos equipos y su efecto en la producción

Tabla N.º 5.2. Detenciones no programadas de zaranda Hornert.

Detención por Año	2007	2008	2009	2010
Zarandas Húmedas (h)	2455	767.9	108.95	78
Equivalente de Planta (h)	306.88	95.09	29.13	9.75
Lucro Cesante (\$ 200, 000/hr)	\$61,375,000	\$19,017,500	\$5,825,000	\$1,950,000

Lo cual se puede obtener el siguiente resultado en base a un análisis costo beneficio de la inversión:

Tabla N.º 5.3. Ahorro obtenido por implementación del programa preventivo de mantenimiento.

Años	2008-2009	2010-2009
Δ Lucro Cesante	\$13,192,500	\$3,875,000
Costo Mantenimiento Preventivo	\$379,968	\$379,968
Beneficio / Costo	34.7	10.2

5.2 Análisis Costo Beneficio del Plan de Reemplazo

Después de efectuar el análisis costo del ciclo de vida de las zarandas Hornert de 1150TMH y 2100TMH (reforzada) se obtiene los siguientes resultados que se muestra en la tabla 5.4.

Tabla N.º 5.4. Comparación costos de la zarandas Hornert, plan de reemplazo.

Ciclo de vida:		
Modelo de Zaranda BRU 2X300/730	LUDOWICI ESTANDAR	LUDOWICI REFORZADA
COSTO CICLO DE VIDA PARA 8 ZARANDAS(10 Años)	\$18,274,790	\$11,209,995
DIFERENCIA *	\$7,064,796	
PORCENTAJE **	63%	

Se realiza el cálculo del TIR para el costo del ciclo de vida de las zarandas reforzadas y se obtiene un valor a 6860%.

CONCLUSIONES

1. A partir del análisis de costos del mantenimiento preventivo planteado se obtiene una relación de beneficio/costo de 34.7 y 10.2 para los años 2008 y 2009 respectivamente donde se muestra una alta rentabilidad de aplicar este plan de mantenimiento.
2. Se obtiene una reducción de 65.96 horas equivalente de planta de detenciones de los equipos de zarandeo terciario al aplicar el plan de mantenimiento planteado en el año 2009 con un valor de \$ 13, 192,500.
3. A partir del análisis de costos del ciclo de vida se concluye que los costos totales de las zarandas reforzadas de 2100TMH representan un 63% menor del costo total de las zarandas instaladas actualmente de 1150TMH, lo que permite evidenciar que la alternativa de reemplazo es la decisión correcta a tomar.
4. Se concluye que alternativa de reemplazo de zaranda estándar por una reforzada es muy rentable, dado a los valores de ahorro del 63% en costos, un TIR de 6860% que presenta y el tiempo de recuperación menor a un año.
5. En la evaluación del costo del ciclo de vida se ha supuesto que los costos de mantenimiento, operativos y otros son constantes en el periodo de vida de los equipos en análisis.
6. En la evaluación del costo del ciclo de vida se ha supuesto que no presenta costos por fallas correctivas durante la vida de los equipos, debido a la poca información que se tienen para este nuevo equipo y así facilitar el análisis y las comparaciones correspondientes.

RECOMENDACIONES

- 1. Se recomienda monitorear y cuantificar los costos de mantenimiento correctivo de las zarandas para poder estimar los costos totales reales.**
- 2. Se recomienda la compra de las nuevas zarandas que de acuerdo a su perfil de mantenimiento y operación presentara un mejor performance para la producción con las condiciones actuales de operación.**
- 3. Se recomienda la aplicación de mantenimiento predictivo a las zarandas Hornert con el fin de predecir posibles modo de falla en forma temprana y asegurar la disponibilidad de los equipos.**

BIBLIOGRAFIA

1. Life Cycle Cost and Economic Analysis, Fabrycky, W.J. y B. S. Blanchard, Prentice Hall, Inc., 1998.
2. Life Cycle Costing – Theory, Information Acquisition and Application, Woodward, D. G., 1997, International Journal of Project Management, 15(6), 332 - 335.
3. Curso “Gestión de Activos y Ciclo de Vida”, Ellman Sueiro Asociados, 2002.
4. Proceso de Clasificación de Minerales, Ludowici MPE S.A., 2005.
5. Teoría de Clasificación de Minerales, Schenck Process, 2009.
6. Curso Operación y Mantenimiento de Equipos Vibratorios, Metso Minerals Inc., 2003.
7. Manual del Mantenimiento Industrial, Mc Graw Hill CECSA Sexta edición Mexico 2006.
8. La Función de Mantenimiento en la Organización, Diplomado Internacional en Ingeniería de Mantenimiento, BS- Group, 2009.
9. Zarandas Tipo Banana, Metso Minerals Inc., 2003.
10. Cortez Chavez Alex, Informe de Suficiencia “Monitoreo de Zaranda Banana Hornert de 2200TMH Mediante Técnicas de Mantenimiento Predictivo en una Planta de Chancado Mina de Cobre”.
11. VSMA, Vibration Screens Manufactures Association.

Paginas Web:

12. WWW.LUDOWICI.COM.AU
13. WWW.METSO.COM

APÉNDICE

**CAP2A1 - ESPECIFICACIONES TECNICAS ZARANDAS
HORNERT**

Client Name: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
 Project Name: Primary Sulfide Project
 Project Number: PSP108

Specification C-SP-59-015

Rev B

FLUOR

Mining & Minerals

VIBRATING SCREENS

TECHNICAL DATA SHEET - SUPPLIER'S DATA			
	ITEM 1	ITEM 2	
EQUIPMENT NAME	SECONDARY CRUSHING	BALL MILL FEED	
EQUIPMENT NUMBER (S)	C-3220-SC-021 to 026	C-3310-SC-101, 102, 103, 201, 202, 301, 302, 401, 402	
QUANTITY REQUIRED	6	9	
MANUFACTURER	LUDOWICI MPE	LUDOWICI MPE	
VIBRATING SCREEN DATA			
Screen model number/type	BRU 2.360/760-2xHE150	BRU 2.300/730-2xHE150	
Screen width by length (mm)	3666 x 7830	3066 x 7320	
Design capacity (t/h)	2540	1150	
Screen deck slope	28°, 24°, 20°, 16°, 12°, 8°	28°, 24°, 20°, 16°, 12°, 8°	
Screen deck slope adjustment	N/A	N/A	
Screen deck throw (mm)	8.7	11.1	
Screen deck speed (rpm)	900	900	
TOP DECK			
Type	Polydeck Modular Rubber	Polydeck Modular Polyurethane	
Opening size (mm)	60mm x 150mm	12.5mm x 60mm	
% open area	44%	38%	
Material & thickness (mm)	Rubber 50	Polyurethane 40mm	
Section size (mm)	305 x 810	305 x 305	
Section weight (kg)	11.8	3.3	
Bed depth at discharge (mm)	69	48	
BOTTOM DECK			
Type	Polydeck Modular Rubber	Polydeck Modular Polyurethane	
Opening size (mm)	42mm x 165mm	4mm x 19mm	
% open area	38%	35%	
Material & thickness (mm)	Rubber 45 mm	Polyurethane 30mm	
Section size (mm)	305 x 810	305 x 305	
Section weight (kg)	10.0	2.7	
Bed depth at discharge (mm)	56	48	
VIBRATING FRAME			
Welded / bolted	Huck Bolted	Huck Bolted	
Side plate thickness (mm)	12	12	
Cross members:			
- Number	16	12	
- Size (mm)	308 x 305 (310 UC)	254 x 254 (250 UC)	
Diagonals size:			
- Number	NONE	NONE	
- Size (mm)	N/A	N/A	
Tension plates (material & thickness)	Polyurethane 32 mm	Polyurethane 19 mm	
Side plates (material & thickness)	ASTM A36 12mm	ASTM A36 12mm	
SCREEN MOUNTING			
Base / suspended	Base	Base	
SPRING ISOLATORS			
Number	16 - screen/ 24 - isolation frame	16 - screen/ 24 - isolation frame	
Size (mm)	Ø256 x 475	Ø250 x 475	
Load capacity (kg)	32.66 kg/mm	24.74 kg/mm	
LINER MATERIAL / THICKNESS (mm)			
Feed box	Rubber 80 mm	Rubber 40 mm	
Screen deck discharge lips	Rubber 50 mm	Polyurethane 30 mm	
Deck frame members	Rubber 10 mm	Rubber 10 mm	
Tension plates	Polyurethane 32 mm	Polyurethane 19 mm	
Side plates	Rubber 10 mm	Rubber 10 mm	

FLUOR CANADA LTD.
 REVIEWED FOR GENERAL DIMENSIONS ONLY. THIS REVIEW
 DOES NOT RELIEVE THE VENDOR OF FULL RESPONSIBILITY
 FOR THE ADEQUACY, CORRECTNESS AND ACCURACY OF
 CALCULATIONS, DESIGN, DETAILS AND DIMENSIONS.
 A - PROCESSED
 B - PROCESSED, REQUIREMENT AS CERTIFIED
 C - PROCESSED, CHANGE AS NOTED & RESUBMIT CERTIFIED
 D - DO NOT PROCEED, CHANGE AS NOTED & RESUBMIT
 TO: INFORMATION ONLY
 BY: R. [Signature]
 DATE: 5 Oct 2015

Client Name: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
 Project Name: Primary Sulfide Project
 Project Number: PSP108

Specification C-SP-59-015

Rev B

FLUOR

Mining & Minerals

VIBRATING SCREENS

TECHNICAL DATA SHEET - SUPPLIER'S DATA			
	ITEM 1	ITEM 2	
EQUIPMENT NAME	SECONDARY CRUSHING	BALL MILL FEED	
EQUIPMENT NUMBER (S)	C-3220-SC-021 to 025	C-3310-SC-101, 102, 103, 201, 202, 301, 302, 401, 402	
QUANTITY REQUIRED	5	9	
MANUFACTURER	LUDOWICI MPE	LUDOWICI MPE	
SCREEN CLEARANCE			
Between decks (mm)	585	610	
Below vibrators (mm)	600	610	
SPRAY HEADERS			
No. of headers per deck	N/A	4 top deck, 3 bottom deck	
No. of nozzles per header total	N/A	8	
Wash water flowrate per nozzle (m ³ /h)	N/A	3.6	
Total wash water flowrate (m ³ /h)	N/A	201.8	
Quick disconnect method for water to header	N/A	Screw Coupling	
Connection type and size at battery limit	N/A	50 NB SCH 40 Pipe	
VIBRATOR MECHANISM			
Type / description	Geared Electro-mechanical	Geared Electro-mechanical	
Type of motion	Linear (Straight Line)	Linear (Straight Line)	
Bearings:			
- Manufacturer / model	SKF 22330 - C4	SKF 22330 - C4	
- Number	4	4	
- Type / size	Spherical Roller	Spherical Roller	
- Describe replacement	Mechanism Change	Mechanism Change	
Bearing L ₁₀ life (hours)	28,000	35,000	
Bearing lubrication	Oil splash	Oil splash	
Bearing seal (type)	Greased Labyrinth	Greased Labyrinth	
DUST ENCLOSURE			
Charging side:			
- Material / thickness (mm)	Rubber, 3 mm	N/A	
Discharge side:			
- Material / thickness (mm)	Rubber, 3 mm	N/A	
V-BELT DRIVE			
Manufacturer	Fenner	Fenner	
Belt section / no. belts	SPC 4000 / 4	SPC 4000 / 4	
Sheave diameter (screen)	600	600	
Sheave diameter (motor)	400	400	
Service factor	2.11	2.11	
Motor base: pivot / slide	Slide	Slide	
LUBE SYSTEM			
Manufacturer	Ludowici-TecProMin	Ludowici-TecProMin	
Type	Manual Greasing	Manual Greasing	
Cooling requirements?	N/A	N/A	
Pump capacity (m ³ /h)	N/A	N/A	
Standby pump?	N/A	N/A	
Filter type:			
- Opening size (micron)	105	105	
- Duplex?	Breather	Breather	
Pump motor: (de-rated for plant elevation)			
- Manufacturer	N/A	N/A	
- Rating (hp/rpm)	N/A	N/A	
- Type / enclosure	N/A	N/A	
- Service factor	N/A	N/A	
- Volts/phase/Hz	N/A	N/A	

Client Name: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
 Project Name: Primary Sulfide Project
 Project Number: PSP108

Specification C-SP-59-015

Rev B

FLUOR

Mining & Minerals

VIBRATING SCREENS

TECHNICAL DATA SHEET - SUPPLIER'S DATA			
	ITEM 1	ITEM 2	
EQUIPMENT NAME	SECONDARY CRUSHING	BALL MILL FEED	
EQUIPMENT NUMBER (S)	C-3220-SC-021 to 026	C-3310-SC-101, 102, 103, 201, 202, 301, 302, 401, 402	
QUANTITY REQUIRED	6	9	
MANUFACTURER	LUADOWICI MPE	LUADOWICI MPE	
SCREEN DRIVE			
Screen wk ² (N.m ² , referred to motor shaft)	TBA	TBA	
Motor kW/rpm (de-rated for plant elevation)	93 kW (125HP) / 1790 rpm	93 kW (125HP) / 1790 rpm	
Motor manufacturer	Toshiba	Toshiba	
Type / enclosure	Nema B Foot mounted TEFC	Nema B Foot mounted TEFC	
Service factor	1.15	1.15	
Volts/ phase / Hz	480/3/60	480/3/60	
SCREEN WEIGHT (kg)			
Vibrating frame	34,500 kg	24,500 kg	
Screen base frame	17,100 kg	12,800 kg	
Screen vibrating mechanism	1,830 kg	1,830 kg	
Drive assembly	1,090 kg	1,090 kg	
Dust enclosure	1,980 kg	N/A	
Lubrication system	2	2	
Total screen	34,500 kg	24,500 kg	
INFORMATION FOR ERECTION			
Weight and identification of heaviest piece	Screen 34,500 kg	Screen 24,500 kg	
Dimension and identification of largest piece (mm)	8800 x 3890 x 4900 Screen	8000 x 3710 x 4200 Screen	
INFORMATION FOR MAINTENANCE			
Weight and identification of heaviest piece	Exciter 1,830 kg	Exciter 1,830 kg	
Dimension and identification of largest piece (mm)	920 x 1000 x 790 Exciter	920 x 1000 x 790 Exciter	

Note: 1 t = 1 tonne = 1 metric ton = 1000 kg

END OF DOCUMENT

**CAP3A1 - ESTADISTICA DE FALLA COMPONENTES
ZARANDA HORNERT 1150 TMH**

**CAP3A2 - PROGRAMA PREVENTIVO RECOMENDADO
POR FABRICANTE**

Intervalo	Ítem	Procedimiento y Criterios
Cada 24 Horas	Excitador	Verifique que no haya ruidos irregulares o extraños (fuera de lo común). Durante la primera semana, revise el nivel de aceite y agregue más si hace falta.
	Parrilla de la Zaranda	Revise si hay piezas flojas o rotas.
		Remueva la acumulación de material si es necesario. Verifique que el flujo de material en la parrilla sea uniforme y distribuido por todo el ancho de la misma.
	Bastidor (cuerpo) de la Zaranda.	Revise que el bastidor (cuerpo) de la zaranda esté bien separado de cualquier componente estructural y chutes.
Después de las primeras 100 horas	Excitador	Cambie el aceite. Consulte la sección de lubricación.
Cada 150 horas	Excitador	Revise el nivel de aceite. Consulte la sección de lubricación.
		Revise la temperatura de los rodamientos por medio de un termómetro infrarrojo. Máxima elevación de temperatura =60° sobre temperatura ambiente.
		Engrase los sellos TACONITE. Consulte la sección de lubricación. Verifique que los pernos de montaje estén debidamente apretados.
	Bastidor de la Zaranda	Revise la estructura de soporte de la parrilla, las placas laterales y los largueros para ver que no haya corrosión o daños.
	Resortes	Verifique que no tengan corrosión o daños.
Pernos y Remaches	Revise que todos los pernos estén bien ajustados y que no estén dañados, especialmente los pernos de anclaje.	
Correas tipo "V"	Revise que no estén deshilachadas o tensas. Consulte la información sobre correas en la sección de Anexos.	
Cada 250 horas	Eje Universal	Engrase la ranura y los rodamientos. Lubricante: Shell ALBIDA EP2
Cada 500 horas	Excitador	Cambie el aceite. Consulte la sección de lubricación
Cada 2000 horas	Motor de Transmisión	Engrase los rodamientos.
		Consulte el manual en la sección de Anexos.
Cada 4000 horas	Eje Intermedio	Revise el grado de desgaste y la alineación.
		Consulte la información sobre el eje intermedio la mantención del mismo.

**CAP3A3 - PROGRAMA LUBRICACION RECOMENDADO
POR FABRICANTE**

Componente	Lubricante	Tipo	Cantidad	Frecuencia
Excitador	Aceite	Optimol Optigear BM Grado ISO 150	8 Litros C/U (Total 16 litros).	500 Hr.
Descanso Excitador	Grasa	Albida EP-2 (3)	Según requerimiento (80 gr).	250 Hr.
Cardan shaft	Grasa	Albida EP-2 (3)	Según requerimiento (120 gr).	250 Hr.
Lay Shaft	Grasa	Albida EP-2 (3)	430 gr Total / 40 gr.	250 Hr.
Motor Weg.	Grasa	Albania N° 2	30 gr.	9 Meses

CAP4A1 - HOJA TRABAJO PM 6M (CHECK LIST)



PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE MANTENIMIENTO

ID Trabajo Estándar:	
Descripción Trabajo Estándar:	PM ALM ZARANDA MOL BOL 6M
N° tarea:	001
Descripción Tarea:	PM ALM ZARANDA MOL BOL 6M - MEC

N° Rev.	1
---------	---

Equipos Relacionados:	703C3310SC101 / 703C3310SC102 703C3310SC201 / 703C3310SC202 703C3310SC301 / 703C3310SC302
-----------------------	---

Duración estimada (h):	36	Frecuencia:	6 meses
Personal estimado:	12	Reparacion in situ? [Si/No]:	NO
Horas-Hombre (h-h):	432		

//INICIO DE INSTRUCCIONES //

// EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES //

//INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE //

// INSTRUCCIONES DE TRABAJO //

* SISTEMA ESTRUCTURAL

VIGAS TRANSVERSALES (CROSS MEMBER)

- 1.- [] Cambio de vigas Cross Member MK1.
- 2.- [] Cambio de vigas Cross Member MK2.
- 3.- [] Cambio de vigas Cross Member MK3.
- 4.- [] Cambio de vigas Cross Member MK4.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK6.
- 6.- [] Cambio total de vigas Pipe Tops en Deck superior e inferior.
- 7.- [] Cambio total de Stringer Bracket End (18ea) e Intermediate (108ea)
- 8.- [] Cambio total de zócalos, cuñas y clips
- 9.- [] Recubrimiento con Wearing Compound en zonas de desgaste (Stringer Bracket y base de viga Cross Member y Stringer Bracket)

VIGA MADRE (DRIVE BEAM)

- 1.- [] Reparación de viga madre (Drive Beam) según inspección.

VIGA ALIMENTACION Y POSTERIOR (FEED BOX YBACK MEMBER)

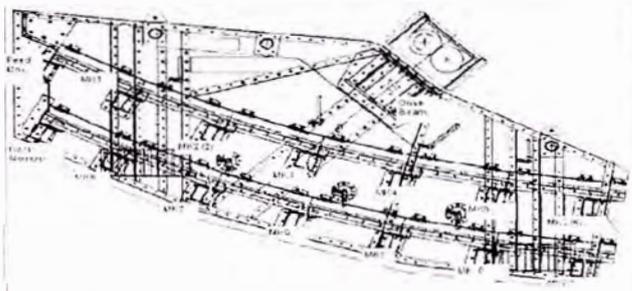
- 1.- [] Reparación o cambio de Feed Box según inspección
- 2.- [] Reparación o cambio de Back Member según inspección
- 3.- [] Reemplazo de los refuerzos de Cross Members y Feed Box
- 4.- [] Cambio de guardera inferior a Back Member
- 5.- [] Cambio de revestimientos de impacto 3ea centrales y 2ea laterales
- 6.- [] Cambio de revestimientos posterior y lateral en Feed Box

PLACAS LATERALES (SIDE PLATES)

- 1.- [] Recubrimiento con caucho tipo Linatex en Side Plates lados derecho e izquierdo.

* GENERAL

- 1.- [] Pintado de estructura, color blanco. Pintado de guardas de excitadores, color amarillo.
- 2.- [] Marcado con código interno SMCV en Drive Beam y Side Plates



// OBSERVACIONES //

.....

.....

.....

// FIN DE INSTRUCCIONES //

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

CAP4A2 - HOJA TRABAJO PM 12M (CHECK LIST)



PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE MANTENIMIENTO

ID Trabajo Estándar:	
Descripción Trabajo Estándar:	PM ALM ZARANDA MOL BOL 12M
N° tarea:	001
Descripción Tarea:	PM ALM ZARANDA MOL BOL 12M MEC
N° Rev. 1	

Equipos Relacionados:	703C 33 105C 101 / 703C 33 105C 102 703C 33 105C 201 / 703C 33 105C 202 703C 33 105C 301 / 703C 33 105C 302
-----------------------	---

Duración estimada (h):	60	Frecuencia:	12 meses
Personal estimado:	12	Reparación in situ? (SI/No):	NO
Horas-Hombre (h-h):	720		

// INICIO DE INSTRUCCIONES //

// EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES //

// INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE //

// INSTRUCCIONES DE TRABAJO //

* SISTEMA ESTRUCTURAL

VIGAS TRANSVERSALES (CROSS MEMBER)

- 1.- [] Cambio de vigas Cross Member MK1.
- 2.- [] Cambio de vigas Cross Member MK2.
- 3.- [] Cambio de vigas Cross Member MK3.
- 4.- [] Cambio de vigas Cross Member MK4.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK5.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK2 (pos 6)
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK6.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK7.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK8.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK9.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK10.
- 5.- [] Cambio de vigas Cross Member MK2A.
- 6.- [] Cambio total de vigas Pipe Tops en Deck superior e inferior.
- 7.- [] Cambio total de Stringer Bracket End (18ea) e Intermediate (108ea)
- 8.- [] Cambio total de zócalos, cuñas y clips
- 9.- [] Recubrimiento con Wearing Compound en zonas de desgaste (Stringer Bracket y base de viga Cross Member y Stringer Bracket)

VIGA MADRE (DRIVE BEAM)

- 1.- [] Reparación de viga madre (Drive Beam) según inspección.

VIGA ALIMENTACION Y POSTERIOR (FEED BOX Y BACK MEMBER)

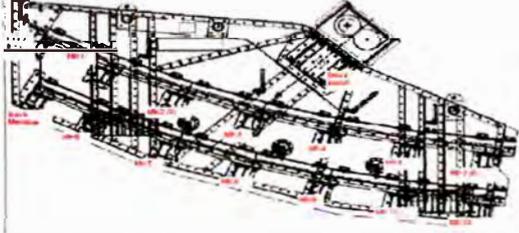
- 1.- [] Reparación o cambio de Feed Box según inspección.
- 2.- [] Reparación o cambio de Back Member según inspección
- 3.- [] Reemplazo de los refuerzos de Cross Members y Feed Box.
- 4.- [] Cambio de guardera inferior a Back Member
- 5.- [] Cambio de revestimientos de impacto 3ea centrales y 2ea laterales
- 6.- [] Cambio de revestimientos posterior y lateral en Feed Box

PLACAS LATERALES (SIDE PLATES)

- 1.- [] Cambio o reparación de Side Plates, lados derecho e izquierdo, según inspección.
- 2.- [] Recubrimiento con caucho tipo Linatex en Side Plates lados derecho e izquierdo.

* GENERAL

- 1.- [] Pintado de estructura, color blanco. Pintado de guardas de excitadores, color amarillo.
- 2.- [] Marcado con código interno SMCV en Drive Beam y Side Plates.



// OBSERVACIONES //

// FIN DE INSTRUCCIONES //

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

**CAP4B1 - LISTADO REPUESTOS ZARANDA HORNERT
1150TMH**

ZARANDA ESTRUCTURAL

ITEM	Nº PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID.	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT. USD \$
1	BRU7939-MK 1	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANSVERSAL MK1	\$ 5,340.92
2	BRU7939-MK 2	LUDOWICI	2	EA	VIGA TRANSVERSAL MK2	\$ 5,331.24
3	BRU7939-MK 3	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANSVERSAL MK3	\$ 4,677.97
4	BRU7939-MK 4	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANSVERSAL MK4	\$ 4,478.89
7	BRU7939-MK 6	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANSVERSAL MK6	\$ 5,240.25
8	BRU7939-MK 7	LUDOWICI	1	EA	VIGA TRANSVERSAL MK7	\$ 4,537.40

VIGAS PIPE TOPS Y STRINGER BRACKET

ITEM	Nº PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID.	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT. USD \$
1	BRU7932-16	POLYDECK	1	SET	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	\$ 7,828.07
2	BRU7932-15	POLYDECK	1	SET	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	\$ 8,011.28
3	SK1200	LUDOWICI	18	EA	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (ALIMENTACIÓN)	\$ 106.16
4	SK1201	LUDOWICI	108	EA	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (INTERMEDIOS)	\$ 141.12

ZOCALO, CUNAS Y GRAPAS

ITEM	Nº PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID.	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT. USD \$
1	BRU7932U	LUDOWICI	1	SET	ANGULOS LATERALE CUBIERTA SUPERIOR.	\$ 1,279.08
2	BRU7932L	LUDOWICI	1	SET	ANGULOS LATERALE CUBIERTA INFERIOR.	\$ 1,279.08
3	50810117	POLYDECK	10	EA	ZOCALO LATERAL DERECHO, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 112.51
4	50810217	POLYDECK	10	EA	ZOCALO LATERAL IZQUIERDO, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 103.36
5	50810018	POLYDECK	4	EA	ZOCALO LATERAL POSTERIOR, MATERIAL POLIURETANO.	\$ 129.20
6	501452	POLYDECK	26	EA	CUÑA IZQUIERDA, MATERIAL HPDE.	\$ 15.06
7	501453	POLYDECK	26	EA	CUÑA DERECHA, MATERIAL HPDE.	\$ 15.06
8	20776003	POLYDECK	52	EA	CLIP ANGULAR DE SUJECIÓN.	\$ 6.80

PERNOS HUCK Y COLLARINES

ITEM	Nº PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID.	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT. USD \$
3	C50LRBR24-20G	ALCOA	32	EA	PERNOS REMACHE (VIGA TRANSVERSAL Y PLACA LATERAL).	\$ 2.68
4	C50LRBR20-16G	ALCOA	432	EA	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VIGA PIPE TOP).	\$ 2.92
5	C50LRBR20-20G	ALCOA	252	EA	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VIGA PIPE TOP).	\$ 1.27
7	3LC-2R24G	ALCOA	174	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 2.53
8	3LC2R20G	ALCOA	684	EA	TUERCA PERNO REMACHE.	\$ 1.38
10	C50LRBR24-12G	HUCK	128	EA	PERNOS REMACHE (PLACA LATERAL Y VIGAS DE IZAJE).	\$ 2.60

LINER IMPACTO

ITEM	Nº PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID.	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT. USD \$
1	RIZH01	REYMOSA	3	EA	LINER CENTRAL, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 185.00
2	RIZH02	REYMOSA	2	EA	LINER LATERAL, MATERIAL CAUCHO NATURAL 60 SHORE A.	\$ 177.00
4	BRU708510	LUDOWICI	1	EA	CORTINA, MATERIAL CAUCHO NATURAL 45 SHORE A.	\$ 347.20

TUBERIAS AGUA Y SPRAYS

ITEM	Nº PARTE	PROVEEDOR	CANT INST	UNID.	DESCRIPCION 2	COSTO UNIT. USD \$
1	SZ2T1	TECMASER	3	EA	DIMENSIONES: 2"Ø X 2.73M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 398.89
2	SZ3T2	TECMASER	3	EA	DIMENSIONES: 2"Ø X 4.10M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 488.16
3	SZ3T1	TECMASER	1	EA	DIMENSIONES: 3"Ø X 4.10M LONG. MATERIAL: SCH 80.	\$ 553.70
4	CTB3	INDELAT	1	EA	CAPUCHON 3", MATERIAL: CAUCHO NATURAL 40 SHORE A.	\$ 26.80
5	CTB2	INDELAT	2	EA	CAPUCHON 2", MATERIAL: CAUCHO NATURAL 40 SHORE A.	\$ 20.50
6	3/4 K-SS140	SPRAYING	62	EA	SPRAY NOZLE, MATERIAL: ACERO INOXIDABLE A316.	\$ 37.36
7	TECM50A	TECMASER	2	EA	ROLLO CAUCHO NATURAL, 50 SHORE A, MEDIDAS: 1"X1MX3M	\$ 1,395.97

CAP4C1 - COSTO CICLO VIDA ZARANDA HORNERT
1150TMH

ZARANDA HORNERT 1150TPH

1.- INFORMACION DEL EQUIPO

Fabricante:	LUDOWICI
Equipo:	Zaranda Vibratoria Hornert 1150TMH
Modelo:	BRU2X300/730-2xHE150
Dimensiones:	10'X24'
Numero de Excitadores	2
Posición instalada:	SC101, SC102, SC201, SC202, SC301, SC302, SC401 Y SC402

2.-PERFIL OPERACIONAL

Objetivo: Realización la clasificación de mineral en el circuito de chancado terciario
 Disponibilidad operacional (%): 0.92

	Normal
Corte Deck Superior	14mm
Corte Deck Inferior	6mm
Amplitud de Vibracion	7mm
Fuerza G	4.5G
Velocidad de Giro.	1076 rpm.
% Area Abierta Deck Superior	38%
% Area Abierta Deck Inferior	35%
Eficiencia Deck Superior	92%
Eficiencia Deck Inferior	87%

PERFIL DE MANTENIMIENTO

Objetivo:
 Disponibilidad intrínseca (%): 0.95

Componente	Modo de falla	Tipo de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Cross Member MK1, MK2, MK3, MK4, MK6, MK7	Desgaste Rotura/Fisura	Preventivo Correctivo	4320	4		
Cross Member MK5, MK8, MK9, MK10, MK2A.	Desgaste Rotura/Fisura	Preventivo Correctivo	8640	4		
Exciters	Desgaste Rotura/Fisura	Preventivo Correctivo	8640	6		

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Preventivo	Cambio Zaranda 6M	4320	4		
Preventivo	Cambio Zaranda 12M	8640	4		
Preventivo	Reparacion de Excitadores	8640			
Preventivo	Reparacion Zaranda 6M	4320			36
Preventivo	Reparacion Zaranda 12M	8640			60
Correctivo	Actividad N°1			0	0
Correctivo	Actividad N°2			0	0
Correctivo	Actividad N°3			0	0
Correctivo	Actividad N°4			0	0
Correctivo	Actividad N°5			0	0

3.- CONCEPTOS ASOCIADOS

TMAR 15%
 Costo de no confiabilidad (\$/h): 100,000
 Costo de labor operacional (\$):
 Costo de labor Mant. Preventivo (\$):
 Costo de labor Mant. Correctivo (\$):

4.-MODELO DE ANALISIS

Modelo Costo Ciclo de Vida basado en en modelos propuesto por Blanchard, Fabrycky y Woodward

Resumen Costo de ciclo de vida: Zaranda Vibratoria de 1150 TPH marca Hornert

TMAR 15%

	VPN	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.- Costo de inversión												
Activo		\$173,460										
Accesorios		\$0										
Repuestos		\$0										
Herramientas		\$0										
Instalacion		\$0										
Comisionamiento		\$0										
Entrenamiento		\$0										
Total Costo inversion		\$175,469										
Total Costo inversion con inflacion												
2.- Costo de operación												
Energia (\$)			\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Labor (\$)			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo de operación		\$152,185	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo de operación con inflacion												
3.1- Costo de mantenimiento preventivo												
Cambio de Zaranda 6M			\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480
Cambio de Zaranda 12M			\$960	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480
Reparacion de Excitadores			\$20,569	\$10,284	\$10,284	\$10,284	\$10,284	\$10,284	\$10,284	\$10,284	\$10,284	\$10,284
Reparacion Zaranda 6M			\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121	\$93,121
Reparacion Zaranda 12M			\$264,838	\$132,419	\$132,419	\$132,419	\$132,419	\$132,419	\$132,419	\$132,419	\$132,419	\$132,419
Total Costo mantenimiento preventivo		\$1,312,874	\$379,968	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784
Total Costo mantenimiento preventivo con inflacion												
3.2 Costos de indisponibilidad por mantenimiento preventivo												
Cambio de Zaranda 6M			\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
Cambio de Zaranda 12M			\$100,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
Reparacion de Excitadores			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Reparacion Zaranda 6M			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Reparacion Zaranda 12M			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo indis. por mant. preventivo		\$545,355	\$150,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000
Total Costo indis. por mant. Preventivo con inflacion												
4.1- Costo de mantenimiento correctivo												
Actividad N°1			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°2			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°3			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°4			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°5			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo mantenimiento correctivo		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo mantenimiento correctivo con inflacion												
4.2 Costos por no confiabilidad												
Actividad N°1			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°2			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°3			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°4			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°5			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad con inflacion												
5.- Almacenamiento												
Almacenamiento			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Costo financiero			\$28,498	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759
Total Costo de almacenamiento		\$98,466	\$28,498	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759
Total Costo almacenamiento con inflacion												
6.- Otros												
Otros			\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Otros Costos		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

* Periodo: Proyectar, 10 años.

A : Considera los tiempo de mantenimiento efectivos.

Tasa de descuento: 15%.

Resumen Costo de ciclo de vida: Zaranda Vibratoria de 1150 TPH marca Hornert

TMAR 15%

VPN

	2009	Porcentaje del	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0	costo total (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Costo inversion	\$175,469	8%										
Total Costo de operación	\$152,185	7%	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo mantenimiento preventivo	\$1,312,874	57%	\$379,968	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784	\$236,784
Total Costo indís. por mant. preventivo	\$545,355	24%	\$150,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000
Total Costo mantenimiento correctivo	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo de almacenamiento	\$98,466	4%	\$28,498	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759	\$17,759
Total Otros Costos	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
TOTAL POR ACTIVO	\$2,284,349											
TOTAL 8 ACTIVOS	\$18,274,790											

* Periodo: Proyectar, 10 años.

A : Considera los tiempo de mantenimiento efectivos.

Tasa de descuento: 15%.

1. Costo de inversion

Incluye: Activo, accesorios, repuestos, herramientas, instalación, comisionamiento, entrenamiento

Item	Detalle	Comentario	TOTAL: Costo parcial	Costo
				\$173,460
Activo				
1.1	Costo inicial de la zaranda		\$173,460	\$173,460
1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
Accesorios				
2.1	Tuberias de agua de lavado deck superior.			\$0
2.2	Tuberias de agua de lavado deck inferior.			
2.3	Acoples tipo cardan.			
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
Repuestos				
3.1				\$0
3.2				
3.3				
3.4				
3.5				
Herramientas				
4.1				\$0
4.2				
4.3				
4.4				
4.5				
Instalación				
1.1	Costos de instalación		\$0	\$0
1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
Comisionamiento				
2.1	Costos de comisionamiento		\$0	\$0
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
Entrenamiento				
3.1	Costos de entrenamiento		\$0	\$0
3.2				
3.3				
3.4				
3.5				

6. Otros

Incluye: Servicio post venta, Entrenamientos, visitas etc.

Item	Detalle	Comentario	Costo parcial	Costo
	Otros			\$0
1.1	Entrenamiento en operación			\$0
1.2	Servicio post venta			\$0
1.3				
1.4				
1.5				

CAP4C2 - COSTO CICLO VIDA ZARANDA HORNERT
2100TMH

ZARANDA HORNERT 2100TMH

1.- INFORMACION DEL EQUIPO

Fabricante:	LUDOWICI
Equipo:	Zaranda Vibratoria Hornert 2100TMH
Modelo:	BRU2X300/730-2xHE150
Dimensiones:	10'X24'
Numero de Excitadores	2
Posición instalada:	SC101, SC102, SC201, SC202, SC301, SC302, SC401 Y SC402.

2.-PERFIL OPERACIONAL

Objetivo: Realización la clasificación de mineral en el circuito de chancado terciario
 Disponibilidad operacional (%): **0.92**

	Normal (2100TMH)	Maximo (3000TMH)
Corte Deck Superior	10mm	
Corte Deck Inferior	5.5mm	
Amplitud de Vibracion	11.2mm	
Fuerza G	4.4G	
Velocidad de Giro.	840 rpm.	
% Area Abierta Deck Superior	37%	37%
% Area Abierta Deck Inferior	36%	36%
Eficiencia Deck Superior	83%	75%
Eficiencia Deck Inferior	74%	64%

PERFIL DE MANTENIMIENTO

Objetivo:
 Disponibilidad intrínseca (%): **0.98**

Componente	Modo de falla	Tipo de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Vigas pipe tops	Desgaste	Preventivo	8640	4		
	Rotura/Fisura	Correctivo				
Cross Member MK1, MK2, MK3, MK4 Y MK5.	Degaste	Preventivo	17280	4		
	Rotura/Fisura	Correctivo				
Exciters	Degaste	Preventivo	8640			
	Rotura/Fisura	Correctivo				

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	MTBM (h)	MTTM (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
Preventivo	Cambio Zaranda 12M	8640	4		
Preventivo	Cambio Zaranda 24M	17280	4		
Preventivo	Reparacion Excitadores	8640			6
Preventivo	Reparacion Zaranda 12M	8640			24
Preventivo	Reparacion Zaranda 24M	17280			60
Correctivo	Actividad N°1			0	0
Correctivo	Actividad N°2			0	0
Correctivo	Actividad N°3			0	0
Correctivo	Actividad N°4			0	0
Correctivo	Actividad N°5			0	0

3.- CONCEPTOS ASOCIADOS

TMAR 15%
 Costo de no confiabilidad (\$/h): 100,000
 Costo de labor opertacional (\$):
 Costo de labor Mant. Preventivo (\$):
 Costo de labor Mant. Correctivo (\$):

4.-MODELO DE ANALISIS

Modelo Costo Ciclo de Vida basado en en modelos propuesto por Blanchard, Fabrycky y Woodward

Resumen Costo de ciclo de vida: Zaranda Vibratoria de 2100 TPH marca Hornert

TMAR 15%

	VPN											
	2009 0	Porcentaje del costo total (%)	2010 1	2011 2	2012 3	2013 4	2014 5	2015 6	2016 7	2017 8	2018 9	2019 10
Total Costo inversion	\$298,574	21%										
Total Costo de operación	\$152,185	11%	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo mantenimiento preventivo	\$809,904	44%	\$215,754	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469
Total Costo indis. por mant. preventivo	\$294,417	21%	\$100,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
Total Costo mantenimiento correctivo	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo de almacenamiento	\$48,170	3%	\$16,335	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468
Total Otros Costos	\$0	0%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
TOTAL POR ACTIVO	\$1,401,249											
TOTAL 8 ACTIVOS	\$11,209,995											

* Periodo: Proyectar, 10 años.

A . Considera los tiempo de mantenimiento efectivos.

Tasa de descuento: 15%.

Resumen Costo de ciclo de vida: Zaranda Vibratoria de 2100 TPH marca Hornert

TMAR 15%

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.- Costo de Inversión											
Activo	\$296,565										
Accesorios	\$0										
Respuestos	\$0										
Herramientas	\$0										
Instalacion	\$0										
Comisionamiento	\$0										
Entrenamiento	\$0										
Total Costo inversion	\$299,574										
Total Costo inversion con inflacion											
2.- Costo de operación											
Energia (\$)		\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Labor (\$)		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo de operación	\$152,185	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo de operación con inflacion											
3.1- Costo de mantenimiento preventivo											
Cambio de Zaranda 12M		\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480	\$480
Cambio de Zaranda 24M		\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0
Reparacion de Excitadores		\$20,689	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344
Reparacion Zaranda 12M		\$46,644	\$46,644	\$0	\$46,644	\$0	\$46,644	\$0	\$46,644	\$0	\$46,644
Reparacion Zaranda 24M		\$147,461	\$0	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0
Total Costo mantenimiento preventivo	\$609,904	\$215,754	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469	\$158,765	\$57,469
Total Costo mantenimiento preventivo con inflacion											
3.2 Costos de indisponibilidad por mantenimiento preventivo											
Cambio de Zaranda 12M		\$50,000	\$50,000	\$0	\$50,000	\$0	\$50,000	\$0	\$50,000	\$0	\$50,000
Cambio de Zaranda 24M		\$50,000	\$0	\$50,000	\$0	\$50,000	\$0	\$50,000	\$0	\$50,000	\$0
Reparacion de Excitadores		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Reparacion Zaranda 12M		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Reparacion Zaranda 24M		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo indis. por mant. preventivo	\$294,417	\$100,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
Total Costo indis. por mant. Preventivo con inflacion											
4.1- Costo de mantenimiento correctivo											
Actividad N°1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°3	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo mantenimiento correctivo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo mantenimiento correctivo con inflacion											
4.2 Costos por no confiabilidad											
Actividad N°1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°3	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Actividad N°5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costo por no confiabilidad con inflacion											
5.- Almacenamiento											
Almacenamiento	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Costo financiero		\$16,335	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468
Total Costo de almacenamiento	\$46,170	\$16,335	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468	\$11,867	\$4,468
Total Costo almacenamiento con inflacion											
6.- Otros											
Otros	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Otros Costos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

* Periodo: Proyectar, 10 años.

A : Considera los tiempo de mantenimiento efectivos.

Tasa de descuento: 15%.

1. Costo de inversion

Incluye: Activo, accesorios, repuestos, herramientas, instalación, comisionamiento, entrenamiento

Item	Detalle	Comentario	TOTAL: Costo parcial	\$296,565 Costo
Activo				
1.1	Costo inicial de la zaranda		\$296,565	\$296,565
1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
Accesorios				
2.1	Tuberias de agua de lavado deck superior.			\$0
2.2	Tuberias de agua de lavado deck inferior.			
2.3	Acoples tipo cardan.			
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
Repuestos				
3.1				\$0
3.2				
3.3				
3.4				
3.5				
Herramientas				
4.1				\$0
4.2				
4.3				
4.4				
4.5				
Instalacion				
1.1	Costos de instalación			\$0
1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
Comisionamiento				
2.1	Costos de comisionamiento			\$0
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
Entrenamiento				
3.1	Costos de entrenamiento			\$0
3.2				
3.3				
3.4				
3.5				

2. Costo de operación

Incluye: Energía y labor

Item	Detalle	Comentario	Datos											
1 Energía (\$)														
1.1	Potencia (Kw)			93										
1.2	Costo (\$/KW-h)		0.04											
1.3	Eficiencia activos (%)		0.93											
1.4	Tiempo (h)		-											
2 Labor (\$)														
2.1	Num. Trabajadores		0											
2.2	Costo trabajador (\$)		0											
					2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Energía (\$)				\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
1.1	Potencia (Kw)				93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
1.2	Costo (\$/KW-h)				0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.3	Eficiencia activos (%)				0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
1.4	Tiempo (h)				8760	8760	8784	8760	8760	8760	8784	8760	8760	8760
2	Labor (\$)				\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.1	Num. Trabajadores													
2.2	Costo trabajador (\$)													
Total Costo operación (\$)					\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306	\$30,389	\$30,306	\$30,306	\$30,306
Total Costo operación con inflación (\$)														

3.1 Costo de mantenimiento preventivo

Incluye: Partes y Labor

Item Detalle	Comentario	Cantidad	Costo unitario (\$)	Horas (h)	MTBM (h)	Costo Parcial (\$/act.)
1.0 Cambio de Zaranda 12M					8640	\$480
1.1 Partes						\$0
1.2 Labor	Trabajador	8	15	4		\$480
2.0 Cambio de Zaranda 24M					17280	\$480
2.1 Partes						\$0
2.2 Labor	Trabajador	8	15	4		\$480
3.0 Reparación de Excitadores					8640	\$10,344
3.1 Partes						\$9,984
	RODAMIENTO RODILLOS 22330	4	2330	1410		
	ANILLO ESPACIADOR	2	357	713		
	SELLO LATERAL	4	172	172		
	TAPA RODAMIENTO	4	182	736		
	SELLO DE ACEITE, MATERIAL VITON	4	142	142		
3.2 Labor	Trabajador	4	15	6		\$360
4.0 Reparación Zaranda 12M					8640	\$46,544
4.1 Partes						\$42,324
	VI GASSOPORTE DE MALLA (PIPETOP)	1	7828	1		
	VIGAS SOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	1	8011	1		
	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (ALIMENTACION)	18	106	18		
	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (INTERMEDIOS)	108	141	108		
	ANGULOS LATERAL CUBIERTA SUPERIOR	1	1279	1		
	ANGULOS LATERAL CUBIERTA INFERIOR	1	1279	1		
	ZOCALO LATERAL DERECHO, MATERIAL POLIURETANO	10	112	10		
	ZOCALO LATERAL IZQUIERDO, MATERIAL POLIURETANO	10	103	10		
	ZOCALO LATERAL POSTERIOR, MATERIAL ALPOLIURETANO	4	129	4		
	CLAVIA IZQUIERDA, MATERIAL HFDE	26	15	26		
	CLAVIA DERECHA, MATERIAL HFDE	26	15	26		
	CLIP ANGLULAR DE SUJECION	52	6	52		
	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VI GAPIPE TOP)	432	2	432		
	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VI GAPIPE TOP)	252	1	252		
	TUERCA PERNO REMACHE	174	2	174		
	TUERCA PERNO REMACHE	684	1	684		
4.2 Labor	Trabajador	12	15	24		\$4,320
5.0 Reparación Zaranda 24M					17280	\$34,560
5.1 Partes						\$136,661
	VI GATRANVERSAL MK1	1	6220	1		
	VI GATRANVERSAL MK2	6	6085	6		
	VI GATRANVERSAL MK3	1	6220	1		
	VI GATRANVERSAL MK4	2	6177	2		
	VI GATRANVERSAL MK5	2	6177	2		
	VI GASSOPORTE DE MALLA (PIPETOP)	1	7828	1		
	VI GASSOPORTE DE MALLA (PIPE TOP)	1	8011	1		
	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (ALIMENTACION)	18	106	18		
	SOPORTE DE VIGA PIPE TOP (INTERMEDIOS)	108	141	108		
	ANGULOS LATERAL CUBIERTA SUPERIOR	1	1279	1		
	ANGULOS LATERAL CUBIERTA INFERIOR	1	1279	1		
	ZOCALO LATERAL DERECHO, MATERIAL POLIURETANO	10	112	10		
	ZOCALO LATERAL IZQUIERDO, MATERIAL POLIURETANO	10	103	10		
	ZOCALO LATERAL POSTERIOR, MATERIAL ALPOLIURETANO	4	129	4		
	CLAVIA IZQUIERDA, MATERIAL HFDE	26	15	26		
	CLAVIA DERECHA, MATERIAL HFDE	26	15	26		
	CLIP ANGLULAR DE SUJECION	52	6	52		
	PERNOS REMACHE (VI GATRANVERSAL Y PLACA LATERAL)	182	6	182		
	PERNOS REMACHE (VI GATRANVERSAL Y PLACA LATERAL)	90	8	90		
	PERNOS REMACHE (VI GATRANVERSAL Y PLACA LATERAL)	32	2	32		
	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VI GAPIPE TOP)	432	2	432		
	PERNOS REMACHE (SOPORTE Y VI GAPIPE TOP)	252	1	252		
	TUERCA PERNO REMACHE	272	1	272		
	TUERCA PERNO REMACHE	174	2	174		
	TUERCA PERNO REMACHE	684	1	684		
	LINER CENTRAL, MATERIAL CALCHO NATURAL 60 SHORE A	3	185	3		
	LINER LATERAL, MATERIAL CALCHO NATURAL 60 SHORE A	2	177	2		
	LINER POSTERIOR, MATERIAL CALCHO NATURAL 60 SHORE A	5	153	5		
	CORTINA, MATERIAL CALCHO NATURAL 45 SHORE A	1	347	1		
	PERNOS DE MONTAJE EXCITADOR	1	858	1		
	DIMENSIONES 2'0" X 2'7" LONG, MATERIAL SC180	3	398	3		
	DIMENSIONES 2'0" X 4'1" OMLONG, MATERIAL SC180	3	488	3		
	DIMENSIONES 3'0" X 4'1" OMLONG, MATERIAL SC180	1	553	1		
	CALCHO 3", MATERIAL CALCHO NATURAL 40 SHORE A	1	26	1		
	CALCHO 2", MATERIAL CALCHO NATURAL 40 SHORE A	1	20	1		
	SPRAY NOZLE, MATERIAL ACERO INOXI DABLA 316	62	37	62		
	ROLLO CALCHO NATURAL, 50 SHORE A, MEDIDAS 1'X1M X3M	2	1396	2		
5.2 Labor	Trabajador	12	15	60		\$10,800

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1.0 Cambio de Zaranda 12M	\$480	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480
1.1 Partes	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.2 Labor	\$480	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480
2.0 Cambio de Zaranda 24M	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0
2.1 Partes	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2 Labor	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0	\$480	\$0
3.0 Reparación de Excitadores	\$20,989	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344	\$10,344
3.1 Partes	\$19,989	\$9,984	\$9,984	\$9,984	\$9,984	\$9,984	\$9,984	\$9,984	\$9,984	\$9,984
3.2 Labor	\$720	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360
4.0 Reparación Zaranda 12M	\$46,544	\$46,544	\$0	\$46,544	\$0	\$46,544	\$0	\$46,544	\$0	\$46,544
4.1 Partes	\$42,324	\$42,324	\$0	\$42,324	\$0	\$42,324	\$0	\$42,324	\$0	\$42,324
4.2 Labor	\$4,320	\$4,320	\$0	\$4,320	\$0	\$4,320	\$0	\$4,320	\$0	\$4,320
5.0 Reparación Zaranda 24M	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0	\$147,461	\$0
5.1 Partes	\$136,661	\$0	\$136,661	\$0	\$136,661	\$0	\$136,661	\$0	\$136,661	\$0
5.2 Labor	\$10,800	\$0	\$10,800	\$0	\$10,800	\$0	\$10,800	\$0	\$10,800	\$0
Total Mantenimiento preventivo (\$)	\$215,754	\$57,469	\$158,285	\$67,469	\$158,285	\$57,469	\$158,285	\$57,469	\$158,285	\$57,469
Total Energía con Inflow (\$)										

6. Otros

Incluye: Servicio post venta, Entrenamientos, visitas etc.

Item	Detalle	Comentario	Costo parcial	Costo
	Otros			\$0
1.1	Entrenamiento en operación			\$0
1.2	Servicio post venta			\$0
1.3				
1.4				
1.5				