

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION A
EXTRACTORA DE PALANQUILLAS CAP ACERO.**

Trabajo de titulación para optar al Título de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial con
Licenciatura en Ingeniería.

Alumnos:

Mario Alexis Catalán Vega.

Profesor Guía:

Marcelo Quiroz Neira.

2024

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi padre que desde el cielo me brindo las fuerzas para seguir estudiando, a mi madre que guio hasta el día de hoy, hermanos por creer en mí, mi novia y amigos por apoyarme de forma incondicional en cada momento de este proceso siendo un pilar fundamental en mi vida

Así también quiero agradecer a cada uno de mis profesores por la dedicación y la entrega en todos estos años de estudio.

A mis compañeros de Quant que me tendieron una mano en el trabajo cuando lo necesitaba.

RESUMEN

Se genera una propuesta de plan de mantenimiento basado en condición a extractora de palanquillas en colada continua de la empresa CAP acero, la cual se presenta con un aumento de su mantención traducida en tiempo de una vez por semana, lo que nos lleva a tomar un conjunto de medidas para mejorar el rendimiento, aumentar la vida útil de este equipo con la finalidad de reducir costos y tiempos de horas hombre en el mantenimiento de este equipo.

Para lograr ciertos objetivos se comprende ciertas materias que conformaran el conjunto de esta máquina, conocer las partes de la extractora, su origen, su función dentro de la siderúrgica, el área en que se desenvuelve y el impacto que produce este equipo en el proceso productivo de acero, además como también los distintos mecanismos que se utilizan dentro de esta máquina y los distintos cambios que se proponen para mejorar ciertas cosas que provocan la reducción de vida en estos reductores.

Teniendo claro todos estos puntos se pone en marcha la propuesta, generando un seguimiento a esta máquina con todas las mejoras ya hechas. y la estructuración de las mejoras creando un plan de mantenimiento basado en condición de esta, para los futuros procesos que esta se someterá para su optima mantención correspondiente, para ello se emplean herramientas que nos ayudan a generar criterios para ciertas actividades designadas.

Para llegar al punto de implementación de un plan debemos también evaluar posibles escenarios o resultados que nos pueda generar esta propuesta, para ello se emplean tablas de costos evaluando los escenarios ya estudiados viendo si nos trae algún beneficio la implementación de esta.

INDICE

INDICE DE FIGURAS	6
INDICE DE TABLAS	7
SIGLA Y SIMBOLOGÍA	9
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS.....	11
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	12
1.1. CAP ACERO	13
1.2. COLADA CONTINUA	14
1.3. COLADA CONTINUA Y SUS VENTAJAS	15
1.3.1. Ventajas de la colada continua	16
1.4 CICLO DE TRABAJO DE COLADA CONTINUA.....	17
1.5. EXTRACTORA DE PALANQUILLAS PRINCIPAL.....	18
1.5.1. Descripción de la extractora	18
1.5.2. Partes de la extractora	18
1.5.3. Repuestos de reductor superior e inferior extractora.....	20
1.5.4. Función de la extractora en contexto operacional	20
1.5. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN.....	21
1.5.1. Objetivo del plan de mantenimiento por condición	21
1.5.2. Como aplicar el mantenimiento por condición	22
1.5.2.1. Tener al personal técnico involucrado.....	22
1.5.2.2. Realizar un análisis de la criticidad.	22
1.5.2.3. Realizar un seguimiento.	23
1.5.3. Ventajas y desventajas del mantenimiento basado en condición.....	23
1.5.4. Mantenimiento basado en condición vs. Mantenimiento predictivo.....	24
1.5.5. Técnicas del mantenimiento basado en condición	25
CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	27
2.1. DESCRIPCION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL.....	28
2.2.1. Deficiencia en plan de mantenimiento actual.....	29
2.2.1.1. Método	30

2.2.1.2. Procedimiento.....	31
2.2.1.3. Mano de obra.....	31
2.2.1.4. Tiempo de mantención	32
CAPÍTULO 3: PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN ..	33
3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES (RBD)	34
3.1.1 Diagrama funcional extractora principal.....	34
3.1.2. Diagrama funcional de sistema de lubricacion de extratora principal	35
3.2. ELABORACION DE TAXONOMÍA DEL SISTEMA	36
3.3. ELABORACION DE AMFEC	37
.....	38
3.4. CRITERIOS DE SEVERIDAD Y OCURRENCIA	44
3.5. MATRIZ DE PROBABILIDAD	45
3.6. PROCEDIMIENTO DE MANTENCION DE EXTRACTORA DE PALANQUILLAS	45
3.7 IMPLEMENTACION DE UNA PAUTA DE TRABAJO	50
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS FINANCIERO.....	51
4.1. EVALUACIÓN ECONOMICA	52
4.2 COSTOS Y PERDIDAS ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN Y MANTENCIÓN	52
4.3 ESTUDIO DE COSTOS DE IMPLEMENTACION.....	53
4.3.1. Inversión general	53
4.3.2. Inversión en instrumentos de inspección	53
4.3.3. Inversión en gastos del personal.....	54
4.3.4. Costo anual de mantención de extractora.....	55
4.3.5. Costo anual del personal	56
4.3.6. Costo anual de mantención de extractora aplicando el plan te mantenimiento	57
4.3.7. Costos de repuestos críticos.	58
4.3.8. Comparación de mantenimiento actual con propuesta de mantenimiento.	58
4.4 CALCULO DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPO	59
4.4.1. Comparación de disponibilidad actual y calculada con el plan propuesto.	60
CONCLUSIÓN	61
BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFÍA	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Compañía CAP ACERO	13
Figura 2-2. Proceso de colada continua CAP acero	15
Figura 3-3. Diagrama de colada continua CAP acero	17
Figura 4-4. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero	18
Figura 5-5. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero	18
Figura 7-7. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero	19
Figura 2-1. Diagrama de ishikawa	29
Figura 3-1. Diagrama funcional extractora principal	34
Figura 3-2. Diagrama funcional de lubricación	35
Figura 3-3. Tabla de probabilidad	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Repuestos de reductores.....20

Tabla 1-2. Función de la extractora de palanquillas.....20

Tabla 2-2. Función de la extractora de palanquillas.....30

Tabla 2-3. Función de la extractora de palanquillas.....31

Tabla 3-1. Función de la extractora de palanquillas.....36

Tabla 3-2. Función de la extractora de palanquillas.....37

Tabla 3-3 AMFEC de la extractora de palanquillas 38

Tabla 3-4. AMFEC de la extractora de palanquillas 39

Tabla 3-5. AMFEC de la extractora de palanquillas 40

Tabla 3-6. AMFEC de la extractora de palanquillas 41

Tabla 3-7. AMFEC de la extractora de palanquillas 42

Tabla 3-8. AMFEC de la extractora de palanquillas 43

Tabla 3-9. AMFEC de la extractora de palanquillas 44

Tabla 3-10. Plan de mantenimiento.....46

Tabla 3-11. Plan de mantenimiento.....47

Tabla 3-12. Plan de mantenimiento.....48

Tabla 3-13. Plan de mantenimiento.....48

Tabla 3-14. Plan de mantenimiento.....49

Tabla 3-15. Plan de mantenimiento.....49

Tabla 3-16. Plan de mantenimiento.....49

Tabla 3-17. Plan de mantenimiento.....49

Tabla 3-18. Plan de mantenimiento.....50

Tabla 3-19. Plan de mantenimiento.....50

Tabla 4-1. Tabla de costos.....52

Tabla 4-2. Tabla de costos.....53

Tabla 4-3. Tabla de costos.....54

Tabla 4-4. Tabla de costos.....55

Tabla 4-5. Tabla de costos.....56

Tabla 4-6. Tabla de costos.....57

Tabla 4-7. Tabla de costos.....58

Tabla 4-8. Tabla de costos.....58

Tabla 4-9. Tabla de costos.....58

Tabla 4-10. Tabla de costos.....59

Tabla 4-11. Tabla de costos.....60

Tabla 4-12. Tabla de costos.....60

Tabla 4-13. Tabla de costos.....60

Tabla 4-14. Tabla de costos.....60

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

CAP: Compañía acero del pacifico.

CBM: Mantenimiento Basado en la condición.

PM: Mantenimiento planificado.

RBD: Reliability Block Diagram (Diagrama de Bloques).

HH: Horas hombre.

AMFEC: Análisis de modos de falla, efectos y criticidad.

F: Función.

MF: Modo de falla.

FF: Falla funcional.

O: Ocurrencia de falla (Probabilidad de falla).

S: Severidad de falla (Consecuencia de falla).

INTRODUCCIÓN

La calidad de las máquinas es esencial para que desempeñen su función como herramientas de trabajo efectivas. Un mantenimiento adecuado no solo asegura que los equipos se mantengan en óptimas condiciones, sino que también aporta múltiples beneficios a la producción de la empresa.

Un correcto mantenimiento de los equipos permite aumentar su vida útil, reducir la necesidad de repuestos, minimizar el riesgo de fallos y aumentar su valor residual. Estas ventajas contribuyen directamente a una mayor productividad, lo que se traduce en una mejora en la rentabilidad de la empresa.

La falta de un mantenimiento efectivo puede llevar a consecuencias negativas significativas, tanto a nivel de servicio como financiero. Por esta razón, muchas organizaciones están adoptando estrategias de mantenimiento basadas en la condición, las cuales se fundamentan en datos recopilados a lo largo del tiempo. Esta metodología permite implementar acciones y técnicas anticipatorias que ayudan a prevenir fallos y optimizar el rendimiento de las máquinas.

Así, el mantenimiento se convierte en un pilar crucial para el éxito operativo y financiero de las empresas en un entorno cada vez más competitivo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Generar un plan de mantenimiento basado en condición a extractora de palanquillas en colada continua de la empresa CAP acero para mejorar el rendimiento, aumentar la vida útil de este equipo con la finalidad de reducir costos, tiempos del mantenimiento y aumentar disponibilidad de este equipo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Detectar brechas del plan de mantenimiento preventivo actual.
- Identificar puntos de mejora del plan de mantenimiento actual.
- Elaborar un plan de mantenimiento basado en condición.
- Estudio de costos de implementación de plan de mantenimiento basado en condición.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. CAP ACERO

CAP Acero - Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. - es una empresa del Grupo CAP y la principal industria productora de acero en Chile. La siderúrgica está ubicada en Talcahuano, a orillas de la Bahía de San Vicente, y se ha destacado por su positivo impacto productivo, económico y social en la Región del Biobío.

Desde 1950 la Compañía lidera el negocio del acero en Chile y actualmente tiene una capacidad de producción de 800.000 toneladas de acero líquido/año. CAP Acero es la única siderúrgica integrada del país, lo que significa que elabora acero a partir de materias primas básicas, como el mineral de hierro, el carbón y la caliza, lo que garantiza productos de alta pureza y calidad controlada.

A través de una variada gama de productos de reconocida calidad, CAP Acero contribuye al crecimiento del país. Abastece a importantes sectores de la economía, principalmente a la minería, la industria metalmecánica y la construcción.

Actualmente su producción está orientada a productos largos, como las barras de molienda, el alambrón, las barras para refuerzo de hormigón y los aceros especiales, entre otros

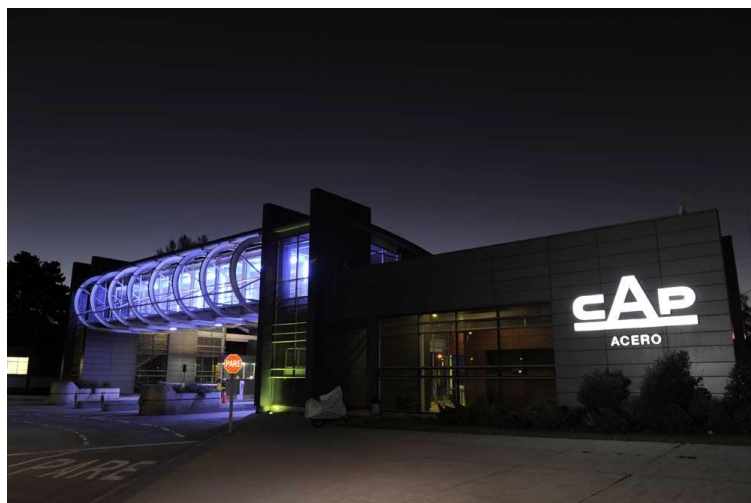


Figura 1-1. Compañía CAP ACERO

Fuente: capacero.cl

1.2. COLADA CONTINUA

El proceso de colada continua del acero, tecnología empleada en la industria siderúrgica, ha sido uno de los mayores avances en la producción de este durante el siglo pasado.

Su aplicación comienza a extenderse en los años 60, pero es a partir de la década del 70 cuando su expansión es más considerable, remplazando paulatinamente al método convencional de colada de lingotes. La colada continua presenta ventajas si se compara con los métodos convencionales, pudiéndose destacar un mayor rendimiento, trabajo en secuencia, mejor calidad del producto colado, y ahorro de energía, supresión del rehecho que solamente se producirá en el extremo final de la barra.

Esto ha originado que actualmente el 90 % de la producción mundial de acero sea realizada utilizando el proceso de colada continua, mientras que en la década 70 solo el 15 % correspondía a este proceso. En este proceso, la transferencia de calor en el molde tiene una profunda influencia sobre la operación de la máquina y la calidad del producto final.

Los problemas de calidad del producto, breakouts y de deformación del molde detectados, mantienen una estrecha relación con el uso correcto de la tecnología de vaciado continuo para cada marca de acero.

En la actualidad la máquina de colada continua de CAP acero produce solo un tipo de producto el cual es llamado palanquilla.

1.3. COLADA CONTINUA Y SUS VENTAJAS

En el caso de la colada continua el metal en estado líquido se vierte en un molde que cuenta con una camisa de enfriamiento o matriz de grafito; así se logra la solidificación. De esta manera, el producto sale sin interrupciones (de ahí el nombre de colada continua) hasta finalizar la producción deseada. Es un sistema muy adecuado para el acero, pero también para el bronce, el cobre y el aluminio.

Los elementos clave de la colada continua son la torre giratoria, la cuchara de colada, la artesa (revestida de ladrillos refractarios), el molde o lingotera, la sección de refrigeración, los mecanismos enderezadores y los de corte y el sistema de extracción. La productividad del sistema, así como la calidad del producto dependen del control de distintos parámetros, si bien es posible automatizar el proceso para reducir la necesidad de mano de obra y minimizar los errores.

Con la colada continua se obtienen semiproductos metálicos, también conocidos como productos semiacabados o semielaborados. Es el caso de las palanquillas, lingotes o Bloom (para perfiles estructurales y barras de todo tipo), los tochos (para fabricar perfiles de gran tamaño y tubos sin costuras) y los planchones, desbastes planos o slab (que transformados se convierten en chapas de distintos espesores, ya sea con laminación en frío o en caliente, o bien se enrollan en bobinas o flejes).

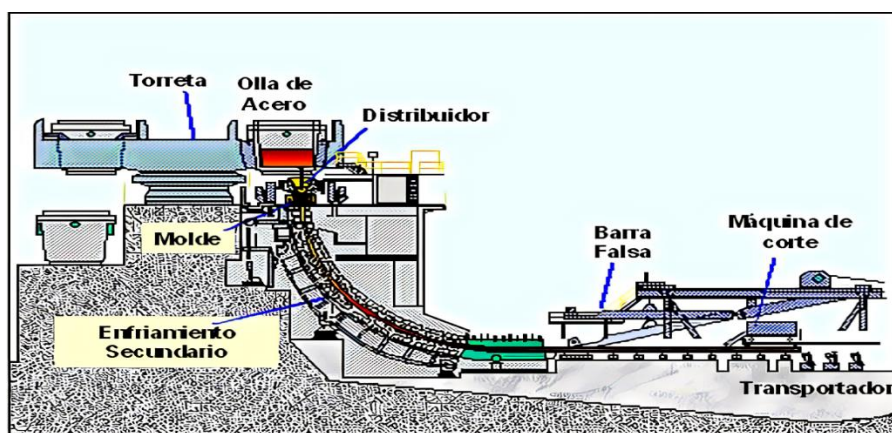


Figura 2-2. Proceso de colada continua CAP acero

Fuente: capacero.cl

1.3.1. Ventajas de la colada continua

Para que la colada sea un éxito es importante que el metal caliente esté completamente limpio (sin óxido, escoria o restos de otros metales). También es necesario vigilar que la capa sólida que se forma sobre el metal líquido no se rompa y el metal aún fundido se derrame en la máquina. Esto supone un gran coste porque hay que parar el proceso y eliminar el material vertido. Si todo sigue el procedimiento adecuado, las ventajas que se obtienen de la colada continua son las siguientes:

- Mayor rendimiento y aumento de producción.
- Más calidad del producto terminado, con mejores propiedades físicas y químicas, geometría, calidad superficial y estructura (fina y uniforme y sin porosidades).
- Trabajo en secuencia y sin subprocesos.
- Ahorro de energía y consumibles, como los materiales refractarios.
- Solo se produce rechupe en el extremo final de la barra.

Todo esto supone que el coste de los semiproductos y productos terminados se reduzca. Entre las desventajas de la colada continua se encuentra una tasa de recuperación de chatarra menor, pero compensa por las óptimas cualidades que se consiguen.

1.4 CICLO DE TRABAJO DE COLADA CONTINUA

El acero líquido es suministrado a la máquina de colada continua desde la acería secundaria. La cuchara es entregada mediante una grúa y posicionada en una torreta de cuchara, la que posteriormente gira la cuchara hacia la posición de la colada. Se abre una válvula deslizante en el fondo de la cuchara para permitir que el acero líquido fluya a través de una camisa protectora hacia el distribuidor. A medida que se llena la artesa, las barras tapón se levantan para permitir la colada de acero hacia el cristalizador. La solidificación comienza sobre las paredes del molde y el acero es extraído del molde mediante una barra falsa. Cuando deja el molde, la barra del acero requiere una cáscara sólida suficientemente gruesa para soportar el peso del acero líquido que contiene, es decir, la presión ferrostática.

Durante todo el proceso de colada, el molde oscila verticalmente a fin de separar el acero solidificado del molde de cobre. Esta separación incrementa aún más al introducir un polvo colador en el molde.

La barra es extraída del molde mediante un conjunto de rodillos que guían al acero a lo largo de un arco hasta que la barra se ubique en posición horizontal. Los rodillos deben ser posicionados a poca distancia entre sí para evitar la rotura de la cáscara fina.

Cuando el acero deja el molde, solo tiene una capa solidificada fina que necesita un mayor enfriamiento para completar el proceso de solidificación. Esto se logra en la zona de enfriamiento secundario, donde un sistema de pulverizadores de agua ubicados entre los rodillos es utilizado para rociar una fina niebla de agua sobre el acero. Luego que la barra es enderezada y solidificada por completo, se corta con el soplete en longitudes de producto determinadas. Estas pueden ser enviadas a un área de almacenamiento o a un laminador en caliente.

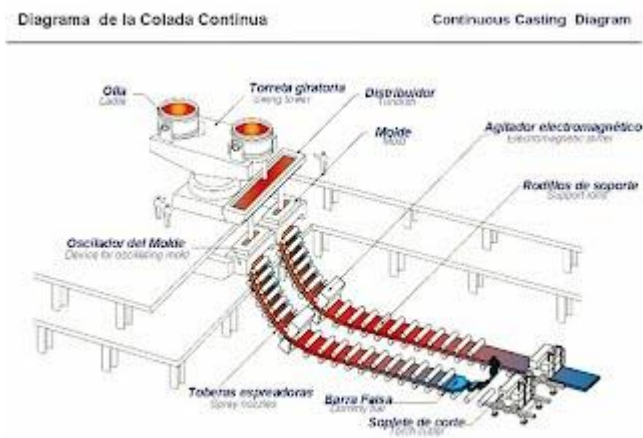


Figura 3-3. Diagrama de colada continua CAP acero

Fuente: Capacero.cl

1.5. EXTRACTORA DE PALANQUILLAS PRINCIPAL

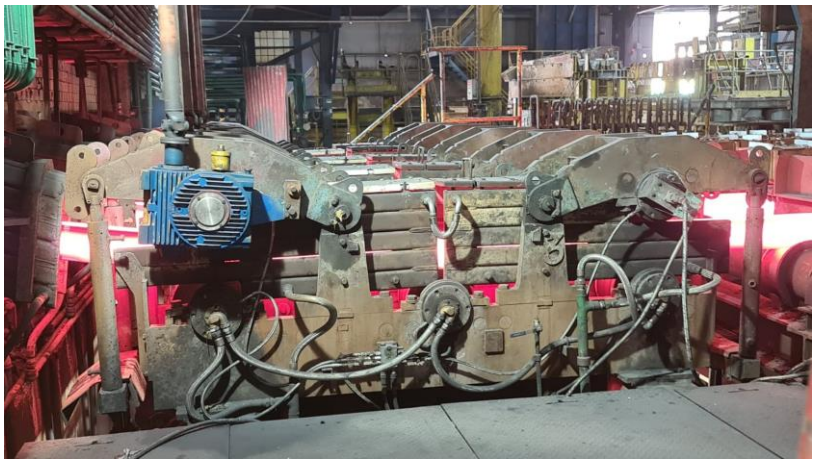


Figura 4-4. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero
Fuente: Elaboración propia

1.5.1. Descripción de la extractora

La extractora es un equipo de colada continua muy importante, que requiere de un mantenimiento controlado y de calidad, ya que es considerado uno de los equipos más importantes de colada continua, llamándolo así un equipo crítico, el cual tiene la importancia o función extraer la hebra de acero de una de las líneas de producción, el cual equivale al 20% de la producción total del producto semi terminado o más bien llamado palanquillas de acero.

1.5.2. Partes de la extractora



Figura 5-5. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero
Fuente: Elaboración propia

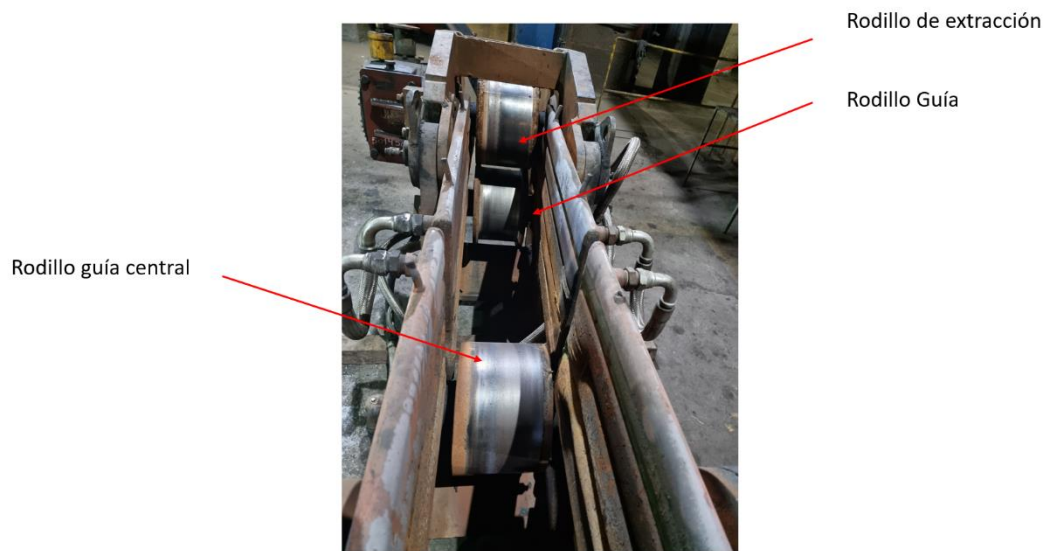


Figura 6-6. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero

Fuente: Elaboración propia



Figura 7-7. Extractora de palanquillas de colada continua CAP acero

Fuente: Elaboración propia

1.5.3. Repuestos de reductor superior e inferior extractora

REDUCTOR EXTRACTORA SUP. E INF. FLENDER CDA 160	
Conjunto reductor FLENDER CDA 160 N° 404 805 054 002-1	
Acoplamiento Reductor CDA 160 v/s Eje cardánico 42 mm Dia.	
Chaveta de 12 x 8 x 64 mm Acoplamiento salida reductor	
Chaveta paralela 12x20x160 mm largo (conexión reductor-rodillo)	
Empaquetadura plancha 1/32" alta temperatura	
Empaquetadura polimero moldeable alta temperatura	
Rdto rígido de bolas SKF 6021 (105x160x12 mm) Reductor	2
Rdto rígido de bolas SKF 6021 2RS (105x160x12 mm) Reductor	2
Rodamiento de rodillo SKF-31311 J2/Q (55x120x31.5 mm) Reductor	2
Corona de bronce	1
Eje sin fin	1
Corona de bronce (Flender)	
Eje sin fin (Flender)	
Kit de sellos de caja reductora de extractoras. (Flender)	
Maza porta corona de reductor CDA 160	1
Tapa reductor con brazo soporte	1
Tapa reductor Flender CDA 160	1
Tapa reductor Flender CDA 160	1
Tapa reductor Flender CDA 160	1
Empaquetadura vilumoiide 1/64" metro cuadrado	
Reten de aceite 50 x 65 x 8 mm Reductor	1
Retén de aceite de 105 x 130 x 12 elastomero silicona (uso actual)	2
Retén de aceite de 105 x 130 x 12 elastomero vitón (uso actual)	2

Tabla 1-1. Repuestos de reductores

Fuente: CAPacero.

1.5.4. Función de la extractora en contexto operacional

ID	Funciones	Descripción
1	Primaria(s)	1.- Introducir la barra falsa rígida desde el sector curvo hasta el molde. 2.- Extraer la barra falsa rígida y luego la palanquilla por todo el tiempo de colada, regulando la velocidad de bajada. 3.- Efectuar el desenganche entre la cabeza de la barra falsa rígida y la palanquilla colada. 4.- Enderezar la palanquilla colada introduciéndola al plano horizontal, de la tangente de rodillos, para ser enviadas sucesivamente a la fase de corte y de descarga.
2	Segundarias (s)	1.- Proteger al personal de la exposición directa de radiación emitida por las palanquillas. 2.- Proteger los sistemas y equipos cercanos de la exposición directa de radiación emitida por las palanquillas. 3.- Confinar la palanquilla a las curvaturas de 14 metros y radio infinito en un segmento acotado.
3	De protección	

Tabla 1-2. Función de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

1.5. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

El mantenimiento basado en condición (CBM) es una estrategia de mantenimiento que monitoriza la condición en tiempo real de un activo para determinar qué mantenimiento debe realizarse.

El CBM establece que el mantenimiento sólo debe realizarse cuando ciertos indicadores muestran signos de disminución del rendimiento o de un fallo inminente.

La verificación de una máquina para estos indicadores puede incluir mediciones de carácter general, inspección visual, datos de rendimiento y pruebas programadas.

Los datos de la condición pueden ser recopilados a ciertos intervalos, o continuamente (como se hace cuando una máquina tiene sensores internos). A su vez, el mantenimiento basado en la condición puede aplicarse a los activos críticos y no críticos de la operación.

A diferencia del mantenimiento planificado (PM), en el que el mantenimiento se realiza en base a intervalos programados predefinidos, el mantenimiento basado en la condición se realiza sólo después de que se haya observado una disminución en la condición del equipo.

En comparación con el mantenimiento preventivo, esto aumenta el tiempo entre las reparaciones de mantenimiento, porque el mantenimiento se realiza según las necesidades.

1.5.1. Objetivo del plan de mantenimiento por condición

El objetivo del mantenimiento basado en la condición es monitorear y detectar fallas en el equipo para que el mantenimiento pueda ser programado proactivamente cuando sea necesario y no antes.

Las condiciones de los activos necesitan activar el mantenimiento dentro de un período de tiempo suficientemente largo antes de la falla, de modo que el trabajo pueda terminarse antes de que el activo falle o el rendimiento caiga por debajo del nivel óptimo.

Para hacer el seguimiento del estado de los equipos y avisar a los técnicos de los próximos fallos, el mantenimiento preventivo cuenta con tres componentes principales:

1.5.2. Como aplicar el mantenimiento por condición

Aunque el monitoreo de la condición puede jugar un papel beneficioso en tu plan de mantenimiento industrial, a menudo se implementa de forma apresurada sin una comprensión completa de algunos factores que afectarán su efectividad en el sistema general.

A continuación, examino algunos puntos clave que se deben tener en cuenta para poner en práctica un sistema de mantenimiento basado en la condición.

1.5.2.1. Tener al personal técnico involucrado.

Una vez que hayas establecido que todo el personal de mantenimiento tiene las habilidades necesarias, inclúyelos en el análisis de criticidad.

Incorporar sus aportaciones los convierte en participantes activos y les da la oportunidad de usar sus fundamentos de mantenimiento de manera efectiva mientras contribuyen a la implementación del mantenimiento basado en la condición.

También les ayudará a identificar, disminuir y eliminar los modos de fallo.

1.5.2.2. Realizar un análisis de la criticidad.

Como se ha mencionado anteriormente, un análisis de criticidad asegura que tu programa de mantenimiento basado en la condición sea efectivo. Identificar con precisión los activos como críticos, semi críticos y no críticos puede disminuir el mantenimiento innecesario basado en la rutina diaria.

En otras palabras, el personal de mantenimiento sabrá qué activos son los más críticos y podrá realizar comprobaciones sobre esos activos primero o más a menudo que sobre los no críticos sin hacer rutas innecesarias por toda la planta.

Por otro lado, el análisis de criticidad también ayuda a determinar qué activos se beneficiarán más de las técnicas de monitoreo basadas en la condición, como las vibraciones remotas o los sensores acústicos que producen datos en tiempo real que pueden ser analizados desde otro lugar.

Una vez que hayas completado un análisis de criticidad, no es raro encontrar activos que antes se consideraban críticos, ahora no son tan críticos como se apreciaba.

1.5.2.3. Realizar un seguimiento.

Después de que hayas terminado la evaluación de criticidad, es una buena idea implementar un sistema de reporte de fallas, análisis y acciones correctivas para asegurar que su análisis fue correcto y que los activos más críticos se benefician al máximo de tu programa de mantenimiento basado en la condición.

1.5.3. Ventajas y desventajas del mantenimiento basado en condición.

Con todos los desafíos que pueden llegar a producirse de la implementación de un plan de mantenimiento basado en la condición, puede que te preguntes si vale la pena.

Mientras que un programa de CBM no es barato inicialmente y puede llevar algún tiempo para ponerse en marcha, eventualmente puedes recibir mucho valor de él.

Una vez implementado correctamente y ejecutado por un personal bien entrenado, puede dar lugar a muchas ventajas, pero a su vez te puede comportar una serie de desventajas que analizamos a continuación:

Ventajas:

- El CBM se realiza mientras el activo está funcionando, lo que disminuye las posibilidades de interrupción de las operaciones normales.
- Reduce el costo de las fallas de los activos.
- Mejora la fiabilidad del equipo.
- Acorta el tiempo de inactividad no programado debido a una falla grave.
- Minimiza el tiempo dedicado al mantenimiento.
- Reduce los costos de las horas extras al programar las actividades.
- Recorta al mínimo la necesidad de piezas de repuesto de emergencia.
- Optimiza los intervalos de mantenimiento (óptimos que las recomendaciones del fabricante).
- Aumenta la seguridad de los trabajadores.
- Disminuye las posibilidades de que se produzcan daños colaterales en el sistema.

Desventajas:

- El equipo de monitoreo es caro de instalar.
- Costo para capacitar al personal: se necesita un profesional capacitado para analizar los datos y realizar el trabajo.
- La fatiga o los fallos de desgaste uniforme no se detectan fácilmente con las mediciones de CBM.
- Los sensores de condición pueden fallar en el entorno operativo.
- Puede requerir modificaciones de los activos para adaptar el sistema con sensores.
- Períodos de mantenimiento impredecibles.

1.5.4. Mantenimiento basado en condición vs. Mantenimiento predictivo.

Hay mucha confusión ahí fuera sobre la diferencia entre CBM y mantenimiento predictivo. A algunas personas les gusta usarlo indistintamente, pero eso no es del todo correcto. Hay mucha superposición entre la CBM y el mantenimiento predictivo, pero NO son la misma cosa.

Lo primero que se puede notar es que las palabras «basado en la condición» y «predictivo» no son muy similares. Esto en realidad resalta una de las diferencias clave para los dos enfoques.

El mantenimiento basado en la condición utiliza condiciones o umbrales para decir cuándo es el momento de realizar el mantenimiento. Es como si se estableciera una regla, por ejemplo, «Cuando este sonido comienza, necesitamos hacer el mantenimiento».

Por otro lado, el mantenimiento predictivo trata de predecir cuándo será necesario realizar el mantenimiento de los equipos en el futuro. Para ello, combina diagnósticos basados en la condición (medición de vibraciones, temperatura y otras variables que tienen un patrón predecible) con complejas fórmulas de predicción para predecir exactamente cuándo puede fallar un equipo.

1.5.5. Técnicas del mantenimiento basado en condición

Hay diversas técnicas ligadas al mantenimiento en condición, el cual son las mismas utilizadas en el mantenimiento predictivo y, a continuación, repasamos algunas de ellas:

- Termografía infrarroja

Las piezas y los componentes desgastados, incluidos los circuitos electrónicos, suelen emitir más calor de lo normal. Mediante el uso de cámaras de infrarrojos (IR), el personal de mantenimiento es capaz de detectar altas temperaturas (puntos calientes) en los equipos.

- Monitoreo acústico

Con los sensores acústicos el personal de mantenimiento puede detectar fugas de gas, líquido o vacíos en los equipos. También se pueden detectar fricciones y tensiones en las máquinas procedentes de rodamientos desgastados o mal lubricados.

- Análisis de vibraciones

Permite a los técnicos analizar las vibraciones de una máquina mediante sensores integrados en el equipo. Una máquina que funciona en condiciones óptimas presenta un patrón de vibración concreto, pero cuando los componentes se desgastan las frecuencias de vibración cambian.

- Análisis de lubricantes

Esta es una técnica indispensable para controlar la entrada de partículas contaminantes y de desgaste, las cuales determinan el deterioro del lubricante.

- Ultrasonidos

La mayoría de los fallos producidos en máquinas, llevan consigo fenómenos ultrasónicos, que, aunque estén fuera del rango audible por el ser humano, sí pueden ser detectados mediante ultrasonidos.

- Análisis de motores eléctricos

El análisis de corriente y tensión se unen al de vibraciones para determinar fallas en motores eléctricos como defectos en el circuito, fallos de aislamiento o en la alimentación.

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL.

El mantenimiento preventivo de los equipos de colada continua en CAP Acero se basa actualmente en un plan de mantenimiento programado que sigue un calendario específico. Este enfoque incluye tareas fijas que buscan garantizar la disponibilidad y confiabilidad del equipo, considerado crítico para el proceso de producción.

Descripción del Mantenimiento Actual

El mantenimiento preventivo incluye, entre otras actividades, el cambio de la extractora de palanquillas. Este trabajo es esencial para evitar inactividad no programada y mantener el equipo en óptimas condiciones de operación. La estrategia implementada se basa en un enfoque periódico que, si bien es útil, presenta ciertas limitaciones:

Inspección Visual: Aunque se realizan inspecciones visuales bajo un método predictivo, estas no aportan significativamente al mantenimiento, ya que la mayoría de las tareas se centran en el reemplazo total de la extractora.

Cambio de Extractora: El mantenimiento implica dismantelar casi por completo la extractora, dejando solo la estructura. Esto no solo consume tiempo, sino que también requiere un alto número de repuestos.

Recursos Humanos: Se requieren cuatro personas trabajando de lunes a viernes en turnos completos para llevar a cabo estas tareas, lo que genera un problema de disponibilidad de horas-hombre. Este tiempo podría ser utilizado de manera más efectiva en otros trabajos de mantenimiento emergente.

Alta Demanda de Repuestos: La necesidad de repuestos semanales es considerable, lo que eleva los costos de mantenimiento y crea vulnerabilidades ante posibles fallas imprevistas debido a la falta de stock.

Propuesta de Nueva Metodología de Mantenimiento

Con el fin de optimizar el mantenimiento de los equipos de colada continua, se propone una nueva metodología que busca:

- **Disminuir la Demanda de Repuestos:** Implementar técnicas que reduzcan la frecuencia de cambios de componentes, permitiendo un mejor control del inventario y asegurando que haya suficientes repuestos en caso de fallas repentinas.
- **Aumentar la Vida Útil del Equipo:** A través de un análisis más profundo de los datos de operación y condiciones de funcionamiento, se busca maximizar la vida útil del equipo, alineando el mantenimiento con los ciclos de producción más eficaces.

- **Reducir el Tiempo de Mantenimiento:** Al optimizar las tareas de mantenimiento y minimizar los desmantelamientos innecesarios, se espera reducir significativamente el tiempo de inactividad del equipo.
- **Disminuir el Riesgo de Paradas No Programadas:** Con un enfoque proactivo, se espera anticipar y resolver problemas antes de que se conviertan en fallos que detengan la producción.

2.2. ISHIKAWA DE PLAN DE MANTENIMIENTO.

2.2.1. Deficiencia en plan de mantenimiento actual

Para conocer un poco más de las deficiencias del plan de mantenimiento se realiza el siguiente diagrama Ishikawa, que nos facilitará el análisis del problema a través de las causas y efectos.

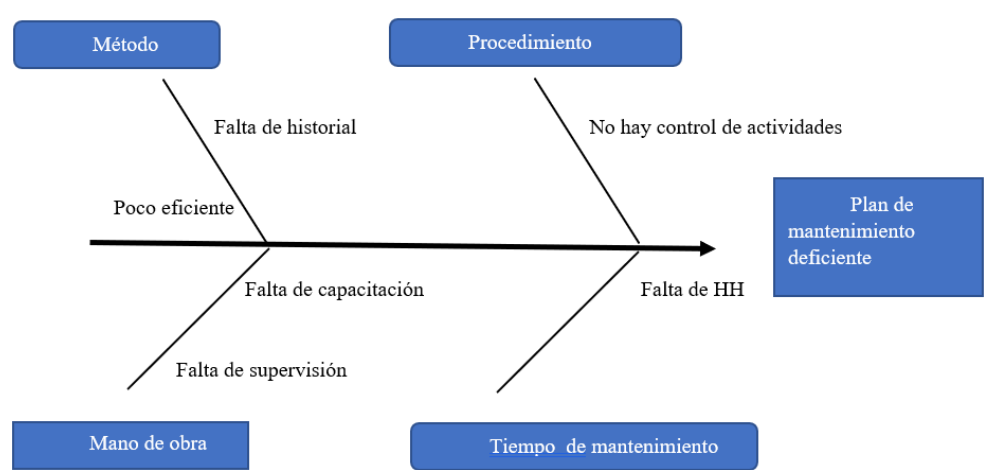


Figura 2-1. Diagrama de ishikawa

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.1. Método

Se presenta una deficiencia en el método, ya que un método poco eficiente traduciéndolo a tiempo y gastos de mantención del equipo, así como también, existe una falta de historial de fallas, con un sistema de base de datos o historial deficiente, el cual no es respetado ni llenado por las personas en el cargo.



ÚLTIMAS MANTENCIONES DE EQUIPOS



17-11-2021

EXTRACTORAS PRINCIPALES

EQUIPO		1	2	3	4	5
   	EXTRACTORA PRINCIPAL (Conjunto)	FECHA CAMBIO 27-oct-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 21	FECHA CAMBIO 21-oct-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 27	FECHA CAMBIO 05-nov-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 12	FECHA CAMBIO 05-ago-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 104	FECHA CAMBIO 03-sept-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 75
	Sub equipo	1	2	3	4	5
	REDUCTOR ANGULAR (Rodillo sup.)	FECHA CAMBIO 03-ago-20 TIEMPO INSTALADO (Días) 471	FECHA CAMBIO 30-sept-20 TIEMPO INSTALADO (Días) 413	FECHA CAMBIO 05-nov-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 12	FECHA CAMBIO 05-feb-20 TIEMPO INSTALADO (Días) 651	FECHA CAMBIO 11-dic-18 TIEMPO INSTALADO (Días) 1072
	Sub equipo	1	2	3	4	5
	REDUCTOR ANGULAR (Rodillo inf.)	FECHA CAMBIO 19-jul-18 TIEMPO INSTALADO (Días) 1217	FECHA CAMBIO 13-jul-18 TIEMPO INSTALADO (Días) 1223	FECHA CAMBIO 27-mar-18 TIEMPO INSTALADO (Días) 1331	FECHA CAMBIO 30-nov-17 TIEMPO INSTALADO (Días) 1448	FECHA CAMBIO 11-dic-18 TIEMPO INSTALADO (Días) 1072
	Sub equipo	1	2	3	4	5
	EJE CARDÁNICO (Rodillos sup. e inf.)	FECHA CAMBIO 20-jul-20 TIEMPO INSTALADO (Días) 485	FECHA CAMBIO 27-may-16 TIEMPO INSTALADO (Días) 2000	FECHA CAMBIO 05-nov-21 TIEMPO INSTALADO (Días) 12	FECHA CAMBIO 08-oct-20 TIEMPO INSTALADO (Días) 405	FECHA CAMBIO 18-nov-20 TIEMPO INSTALADO (Días) 364

Tabla 2-2. Función de la extractora de palanquillas

Fuente: Archivo interno CAP acero

En la tabla se muestra las ultimas mantenciones hechas en el equipo, en las cuales se registra la fecha de cambio y el tiempo de instalación de cada línea de extractora medida en días. Cada columna es una línea de producción y cada fila es un equipo que compone el sistema de extracción, a la selección cada celda se abre una ventana emergente con el histórico o información de cambio de cada subconjunto de la máquina.

Cabe destacar que aparte de la tabla presentada, no se encuentra más información de fallas, siendo la única facilitada por Cap. encontrada en SAP.

2.2.1.4. Tiempo de mantención

Al no tener un personal capacitado y una mala supervisión se generan atrasos continuos en la producción, por no cumplimiento de tiempos de la mantención del equipo, Así como también, se agrega la falta de un control de actividades diarias en el equipo para garantizar objetivos diarios ayudando a la disminución de riesgos asociados a los trabajos y evitando accidentes de trabajo.

Al tener un grupo reducido de mecánicos por falta de competencias o mala preparación, se presenta también una falta notoria de hh en el trabajo, evidenciando un déficit continuo de carencia de personal competente para este tipo de equipos.

CAPÍTULO 3: PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES (RBD)

Se construye un diagrama funcional en cual ilustra el estado del sistema mecánico de la extractora principal, constituye bloques funcionales y tiene un diseño lógico orientado al cumplimiento de una función que brinda las condiciones necesarias para funcionar según lo especificado. Además, se puede usar para desarrollar fórmulas analíticas para el cálculo de la fiabilidad y la disponibilidad.

Un bloque funcional puede representar un componente o una función específica de un componente. Cuando la función específica del elemento está disponible, lo ilustramos diciendo que podemos pasar a través del bloque funcional.

3.1.1 Diagrama funcional extractora principal

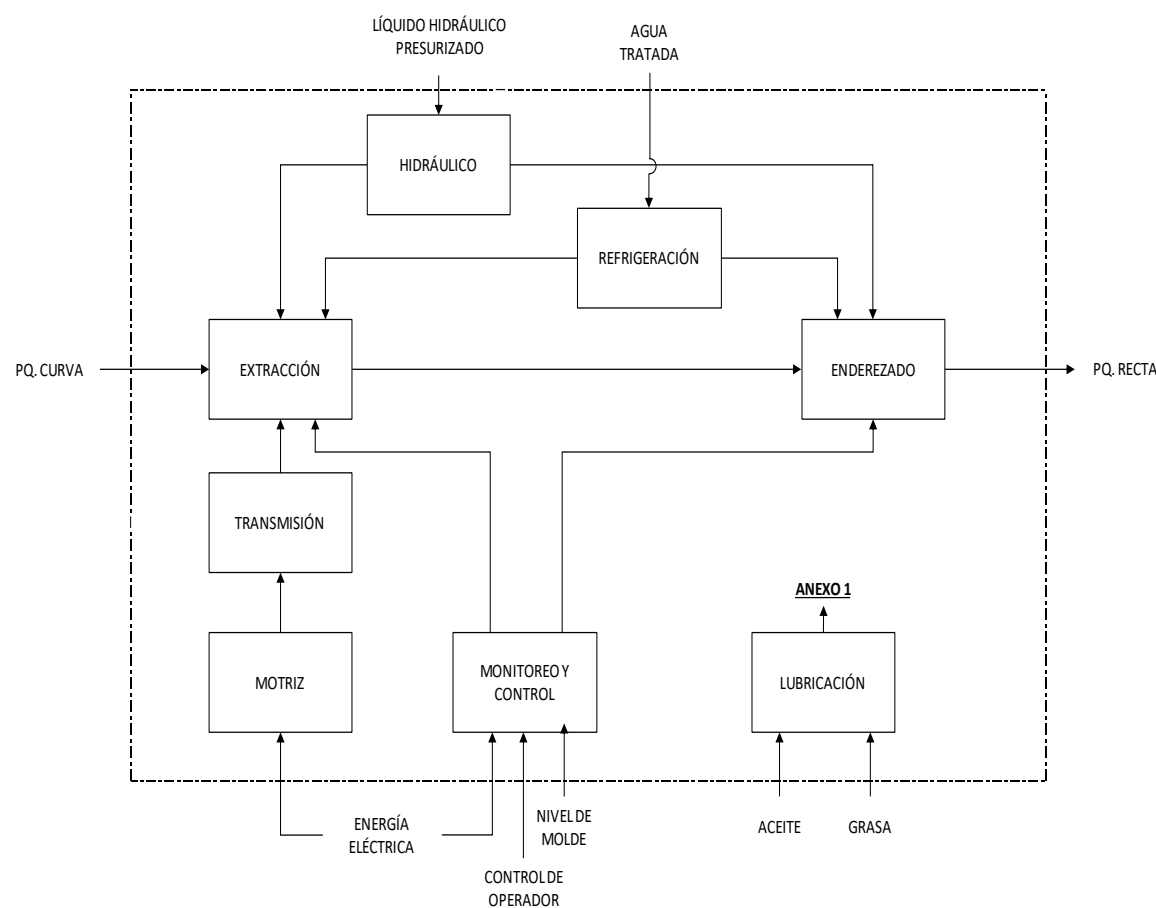


Figura 3-1. Diagrama funcional extractora principal

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Diagrama funcional de sistema de lubricacion de extratora principal

También se elabora un diagrama funcional de la lubricación, para poder entender detallada mente sus componentes y el funcionamiento de esta.

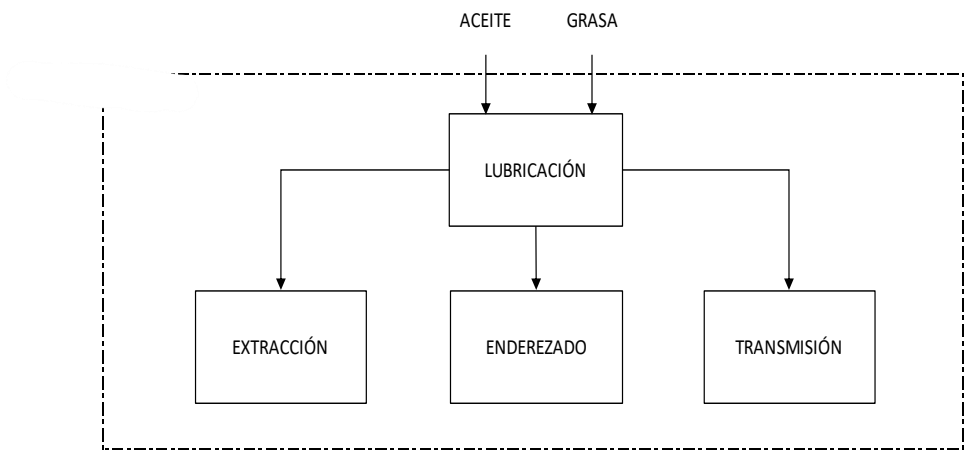


Figura 3-2. Diagrama funcional de lubricación

Fuente: Elaboración propia

3.2. ELABORACION DE TAXONOMÍA DEL SISTEMA

Se elabora una taxonomía de los componentes de la extractora clasificando y ordenando los subsistemas de este equipo de forma clara y ordenada.

DEFINICIONES TAXONOMICAS							
SISTEMA: Extracción y enderezado de palanquillas.							Hoja 1 de 2
ID	Subsistemas	ID	Equipos -Conjuntos	ID	Componentes	ID	Pieza
1	Hidráulico	1.1	Válvulas proporcionales				
		1.2	Piping				
		1.3	Flexibles hidráulicos				
		1.4					
		1.5					
2	Refrigeración	2.1	Flexibles				
		2.2	Cañería de agua				
		2.3	Junta rotatoria de rodillo Panel				
		2.4					
		2.5					
3	Extracción	3.1	Rodillos extractores				
		3.2	Estructura				
		3.3	Cilindros hidráulicos				
		3.4					
		3.5					
4	Enderezado	4.1	Rodillo intermedio inferior (radio 14 [m])				
		4.2	Rodillos enderezado superior e inferior (radio infinito)				
		4.3	Cilindros hidráulicos				
		4.4	Estructura (bastidor y tensor)				
		4.5					
5	Transmisión	5.1	Cardan				
		5.2					
		5.3					
		5.4					
		5.5					
6	Motriz	6.1	Motor				
		6.2	Freno				
		6.3	reductores				
		6.4					
		6.5					
		6.6					
		6.7					
		6.8					

Tabla 3-1. Función de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

DEFINICIONES TAXONOMICAS							
SISTEMA: Extracción y enderezado de palanquillas.							Hoja 2 de 2
ID	Subsistemas	ID	Equipos -Conjuntos	ID	Componentes	ID	Pieza
7	Lubricación	7.1	Lubricador automático subsistema				
		7.2	Extractor-enderezador				
		7.3	Contenedor aceite reductores				
		7.4	Puntos de engrase manual transmisión cardánicas				
		7.5					
8	Monitoreo y Control	8.1	Sensores de velocidad				
		8.2	Sensores de presión				
		8.3	Elementos de transmisión de señales				
		8.4	PLC				
		8.5	PC de operación (HMI)				
		8.6	VDFs				

Tabla 3-2. Función de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

3.3. ELABORACION DE AMFEC

El AMFEC (Análisis de Modos de Fallos, Efectos y su Criticidad), es una metodología para identificar y analizar todos los modos de fallos potenciales de las diferentes partes de un sistema, los efectos que estos fallos puedan tener en el sistema, cómo evitar los fallos y/o mitigar sus efectos en el sistema.

Dicho de otro modo y simplificando, el AMFEC es una técnica para identificar, priorizar y eliminar posibles fallas del sistema (a nivel de diseño o proceso). Los AMFEC básicamente se diferencian de AMFEC de Diseño y AMFEC de Proceso: el primero hace referencia al producto o sistema en sí, el segundo se centra en los problemas derivados de cómo el equipo es fabricado, mantenido u operado.

SS	Subsistema	F	Función	FF	Falla Funcional	MF	Modo de falla	Causas	O	Efectos	Consecuencias	S	riesgo	Criticidad	Estrategias	Tareas	tecnica mtt.
1	Extracción	1.1	Extraer la hebra a velocidad entre 2,0 y 2,7 [m/min]	1.1.3	Extrae a velocidad fuera de rango	1.1.3.1	Rodillo no conserva su diámetro	-Manto con desgaste	4	- Problemas de corte - Tirones en la palanquilla	- Pérdida de calidad - Daño a componentes del equipo	4	16	Medio	Mantenimiento por condición	Monitoreo rutinario de diámetro del rodillo	monitoreo semanal de medidas en rodillos
1	Extracción	1.3	Conservar calidad superficial de la hebra	1.3.1	No conserva calidad superficial	1.3.1.2	Rodillo no conserva calidad superficial	-Manto con desgaste irregular	4	- Marca de palanquilla	- Pérdida de calidad (OP)	4	16	Medio	Mantenimiento por condición	Monitoreo rutinario de calidad superficial del rodillo	Análisis de tintas penetrantes y inspección visual
3	Motriz	3.3	Mantener aislación eléctrica del subsistema sobre 1 [MΩ]	3.3.1	Aislación menor a 1 [MΩ]	3.3.1.1	Freno con baja aislación	-Polos con baja aislación -Bobinas con baja aislación	2	- Sobre corriente en freno	- Pérdida de línea	5	10	Medio	Mantenimiento por condición	monitoreo discreto de resistencia de aislación	Inspección visual con cámara termográfica
1	Extracción	1.3	Conservar calidad superficial de la hebra	1.3.1	No conserva calidad superficial	1.3.1.1	Presión insuficiente de cilindros hidráulicos	-Fuga en cilindro hidráulico -Pernos tensores cortados	3	- Desvío de la palanquilla - Se observa fuga de aceite - Deficiencia en corte de palanquilla	- Pérdida de calidad (flexión).	4	12	Medio	Mantenimiento por condición	monitoreo	Inspección visual y monitoreo de distancia de rodillos

Tabla 3-3 AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

1	Extracción	1.5	Extraer barra falsa a velocidad entre 2,0 y 2,7 [m/min]	1.5.1	No extrae barra falsa	1.5.1.1	Rodillos extractores no extraen barra falsa	-Eje cortado - Rodamiento trabado	2	- Barra falsa sin movimiento	-Break out (OP) - Perdida de línea (OP)	6	12	Medio	Mantenimiento por condición	Monitoreo rutinario de calidad superficial del rodillo	inspección visual y medición de distancia de rodillos
4	Transmisión	4.1	Transmitir movimiento rotacional manteniendo RPM constante	4.1.2	No transmite movimiento a RPM constante	4.1.2.2	Reductor transmite movimiento irregular	- Perdidas o desgaste dientes de corona y/o sin fin.	3	- Aumento de vibraciones - Ruido	- Daño a componentes del equipo	5	15	Medio	Mantenimiento por condición	monitoreo rutinario de vibraciones ...	Análisis de vibraciones semanales.
3	Motriz	3.3	Mantener aislación eléctrica del subsistema sobre 1 [MΩ]	3.3.1	Aislación menor a 1 [MΩ]	3.3.1.2	Motor con baja aislación	-Polos con baja aislación -Bobinas con baja aislación	1	- Sobre corriente en una fase	- Perdida de línea	6	6	Medio	Mantenimiento por condición	Inspección	inspección visual con cámara termográfica
2	Enderezado	2.1	Enderezar Pq. a radio infinito	2.1.2	No endereza totalmente	2.1.2.1	Cilindros hidráulicos entrega fuerza menor a la requerida	-Fuga parcial en sellos de cilindro	2	- Fuga de aceite en elementos de cilindro - Palanquilla no alcanza radio infinito en etapa de enderezado	- Daños a equipos por esfuerzos fuera de diseño (MTO) - Perdida de línea (OP)	5	10	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección. -	- Mantenimiento por inspección visual.

Tabla 3-4. AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

4	Transmisión	4.1	Transmitir movimiento rotacional manteniendo RPM constante	4.1.2	No transmite movimiento a RPM constante	4.1.2.1	Cardán transmite movimiento irregular	- desgaste importante del eje estriado que impide acoplamiento entre eje y copia	2	- Aumento de vibraciones - Ruido	- Daño a componentes del equipo	5	10	Medio	mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección - Restauración o sustitución	inspección visual análisis de vibraciones.
4	Transmisión	4.3	Mantener nivelación con conjunto de extracción dentro de	4.3.1	Desnivelación con conjunto extractor supera tolerancia	4.3.1.1	Bases de reductor desnivelado	- soldadura de pernos de las bases.	2	- Ruido	- Daño a componentes del equipo	5	10	Medio	mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	inspección visual
4	Transmisión	4.3	Mantener nivelación con conjunto de extracción dentro de tolerancia	4.3.1	Desnivelación con conjunto extractor supera tolerancia	4.3.1.2	Bases de reductor con soldadura	- soldadura de pernos de las bases.	2	- Ruido	- Daño a componentes del equipo	5	10	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	- Mantenimiento por inspección visual.
5	Hidráulico	5.1	Entregar presión requerida en actuadores hidráulicos en Extracción y Enderezado	5.1.2	No entrega presión a valor requerido	5.1.2.2	Piping con fuga	-Soldadura con grieta -Piping con fisura	2	- Desvío de la palanquilla	- Problemas de calidad en la Palanquilla - Impacto medioambiental por filtración	5	10	Medio	Mantenimiento por condición	análisis de soldadura	Análisis con tintas penetrantes
3	Motriz	3.1	Entregar movimiento rotacional a una RPM determinada	3.1.1	No entrega movimiento rotacional	3.1.1.2	Motor sin giro	-Polo de motor defectuoso -Eje trabado	3	- Alarma sin conformación de arranque - Palanquilla no avanza	- Pérdida de línea	6	18	Medio	- Monitoreo por condición	- Monitoreo continuo	- inspección visual.

Tabla 3-5. AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

3	Motriz	3.1	Entregar movimiento rotacional a una RPM determinada	3.1.1	No entrega movimiento rotacional	3.1.1.2	Motor sin giro	-Polo de motor defectuoso -Eje trabado	3	- Alarma sin conformación de arranque - Palanquilla no avanza	- Pérdida de línea	6	18	Medio	- Monitoreo por condición	- Monitoreo continuo	- Inspección visual.
1	Extracción	1.4	Insertar barra falsa a velocidad entre 0,2 y 6 [m/min]	1.4.1	No inserta barra falsa	1.4.1.1	Rodillos extractores no insertan barra falsa	-Eje cortado - Rodamiento trabado	1	- no gira rodillo - barra falsa sin movimiento	- Pérdida de línea (OP)	6	6	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	análisis de vibraciones, inspecciones visuales
1	Extracción	1.4	Insertar barra falsa a velocidad entre 0,2 y 6 [m/min]	1.4.1	No inserta barra falsa	1.4.1.2	Estructura no conserva posición rodillos	-Bastidor pierde integridad estructural -Pernos tensores cortados	1	- barra falsa sin movimiento	- Pérdida de línea (OP)	6	6	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	inspección visual
1	Extracción	1.5	Extraer barra falsa a velocidad entre 2,0 y 2,7 [m/min]	1.5.1	No extrae barra falsa	1.5.1.2	Estructura no conserva posición rodillos	-Bastidor pierde integridad estructural -Pernos tensores cortados	1	- Barra falsa sin movimiento	-Break out (OP) - Pérdida de línea (OP)	6	6	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	inspección visual
5	Hidráulico	5.1	Entregar presión requerida en actuadores hidráulicos en Extracción y Enderezado	5.1.1	No entrega presión	5.1.1.5	Flexible completamente obstruido	-Flexible totalmente estrangulado	1	- No hay extracción de palanquillas - No hay enderezado de la palanquilla	-Merma producción 20% por línea cerrada -Costo de reparación -Costo operativo	6	6	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	inspección visual

Tabla 3-6. AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

2	Endereza do	2.2	Conservar calidad superficial de la Pq.	2.2.1	No conserva calidad superficial de la Pq.	2.2.1.2	Rodillos enderezad ores no uniformes	-Elipicidad de manto -Desgaste de manto -Rodillo pierde diámetro	3	- Palanquill a con curvatura en la cara de contacto con el rodillo	- Perdas por calidad	5	15	Medio	Mantenimie nto por condición	Monitoreo rutinario de calidad superficial del rodillo	inspeccion visual y medicion de distancia de rodillos
6	Lubricació n	6.2	Evitar desgaste entre partes mecánicas de subsist. Transmisi ón	6.2.1	Se genera desgaste en partes mecánicas de subsist. Transmisi ón	6.2.1.1	Contened or de aceite de reductores no mantiene aceite en reductor en el nivel requerido	1.- Evaporaci ón de aceite por exposició n a altas temperatu ras. 2.- Fuga por lo sellos. 3.-Fisuras	3	- Aumento de temperatu ra de component es - Trabamie nto de component es	- Daño a component es del equipo	5	15	Medio	Mantenimie nto por condicion	monitoreo	inspeccion visual de niveles de aceite y analisis de lubricantes.
4	Transmisi ón	4.1	Transmitir movimient o rotacional mantenien do RPM constante	4.1.1	No transmite movimient o	4.1.1.1	Cardán no transmite movimient o	- corte de pernos en copla de cardan - desgaste importante del eje estriado que impide acoplamiento entre eje y copla	2	- Palanquill a no avanza - Activación de sobrecarg a en motor contrario al cardan que presenta modo de	- Perdida de línea (OP)	6	12	Medio	Mantenimie nto por condicion	Mantenimi ento por inspecció n	inspeccion visual de cardan.
4	Transmisi ón	4.1	Transmitir movimient o rotacional mantenien do RPM constante	4.1.1	No transmite movimient o	4.1.1.2	Reductor no transmite movimient o	- desgastes en el sinfín - desgaste corona - rodamient	2	- Palanquill a no avanza - Activación de sobrecarg a en	- Perdida de línea (OP)	6	12	Medio	Mantenimie nto por condicion	monitero continuo.	Analisis de lubricantes, analisis de vibraciones.

Tabla 3-7. AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

5	Hidráulico	5.1	Entregar presión requerida en actuadores hidráulicos en Extracción y Endereza	5.1.1	No entrega presión	5.1.1.2	Flexible desconectado	-Flexible cortado -Tuerca giratoria desacoplada	2	- No hay extracción de palanquillas .- No hay endereza de la palanquilla	- Impacto medioambiental por filtración -Merma producción 20% por línea cerrada -Costo de reparación	6	12	Medio	Mantenimiento por condición	- Mantenimiento por inspección	inspección visual de flexibles.
7	Refrigeración	7.1	Refrigerar subsist. Extracción y Endereza do a T entre 33 y 38 [°C]	7.1.1	No refrigera	7.1.1.3	No entra agua al subsistema	1.- Sin alimentación desde red de agua tratada	1	- Aumento de temperatura de rodillos .- Aumento de temperatura de paneles. .- Rodillo deformado .- Alarma de no entra agua al	- Daño a componentes del equipo	7	7	Medio	mantenimiento por condición	monitoreo continuo	Monitoreo de temperatura
1	Extracción	1.2	Mantener nivel de vibraciones bajo 4 [mm/s]	1.2.1	Nivel de vibración sobrepasa 4 [mm/s]	1.2.1.1	Estructura con soldadura fuera de tolerancia	-Pernos de anclaje con soldadura	2	- Ruido .- Extracción deficiente. .- Corte de	- Daño a componentes del equipo	4	8	Bajo	Mantenimiento por condición	monitoreo continuo	inspección visual, análisis de vibraciones.
2	Endereza do	2.2	Conservar calidad superficial de la Pq.	2.2.1	No conserva calidad superficial de la Pq.	2.2.1.1	Rodillo intermedio no gira	-Eje cortado - Rodamiento trabado	1	- Palanquilla marcada .- Presencia de cara	- Pérdida de Calidad	5	5	Bajo	Mantenimiento por condición	inspección	inspección visual.
7	Refrigeración	7.1	Refrigerar subsist. Extracción y Endereza do a temperatura entre 33 y 38 [°C]	7.1.2	Refrigera, pero no logra temperatura entre 33 y 38 [°C]	7.1.2.6	Entra agua al sistema con bajo caudal requerido	1.- baja presión en red de agua tratada.	2	- Aumento de temperatura de rodillos .- Aumento de temperatura de	- Daño a componentes del equipo	3	6	Bajo	Mantenimiento por condición	monitoreo continuo	monitoreo de temperatura.

Tabla 3-8. AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

3.4. CRITERIOS DE SEVERIDAD Y OCURRENCIA

CRITERIO DE SEVERIDAD DEL MODO DE FALLA		
Puntuación	Descripción	Definición de severidad del Efecto
1	Mínima	Fallas incipientes que no requieren mantención, Mantener en observación.
2	Muy baja	No hay efectos operativos o pérdidas importantes. Falla puede ser atendida en un mantenimiento programado
3	Baja	La falla se puede superarse rápidamente con modificaciones en el proceso, pero hay una pérdida de rendimiento menor.
4	Moderada	Pérdida de alguna función secundaria (operable por máquina). La falla da como resultado un subsistema o un mal funcionamiento parcial.
5	Importante	Efecto leve en capacidad productiva, hay pérdidas económicas leves por tiempos de detención y reparación.
6	Alta	La falla hace que la máquina no funcione o no sea apta para su uso. Pérdida de la función primaria (la máquina no funciona, pero no afecta la operación segura).
7	Muy alta	Efecto importante en capacidad productiva, hay pérdidas económicas importantes por tiempos de detención y reparación
8	Extrema	Efecto crítico en la seguridad o en el medio ambiente, pueden existir lesiones, muertes o efectos irreversibles en el medio ambiente.
CRITERIO DE OCURRENCIA DEL MODO DE FALLA		
Puntuación	Descripción	Definición de ocurrencia de la relación Causa / Efecto
1	Improbable	Ocurre una Falla cada 24 meses o más (Menor a 0,5 fallas x año)
2	Ocasional	Ocurre una Falla cada 12 meses (Entre 1 y 0,5 fallas x año)
3	Probable	Ocurre una Falla cada 6 meses (Entre 2 y 3 fallas x año)
4	Media	Ocurre una Falla cada 3 meses (Entre 4 y 11 fallas x año)
5	Alta	Ocurre una Falla al mes (Entre 12 y 51 fallas x año)
6	Muy Alta	Falla ocurre una vez por semana (>= 52 fallas x año)

Tabla 3-9. AMFEC de la extractora de palanquillas

Fuente: Elaboración propia

3.5. MATRIZ DE PROBABILIDAD

Una matriz de riesgos, conocida también como "Matriz de Probabilidad de Impacto", es una herramienta, útil para toda empresa, que le permite identificar los riesgos a los que está expuesta.

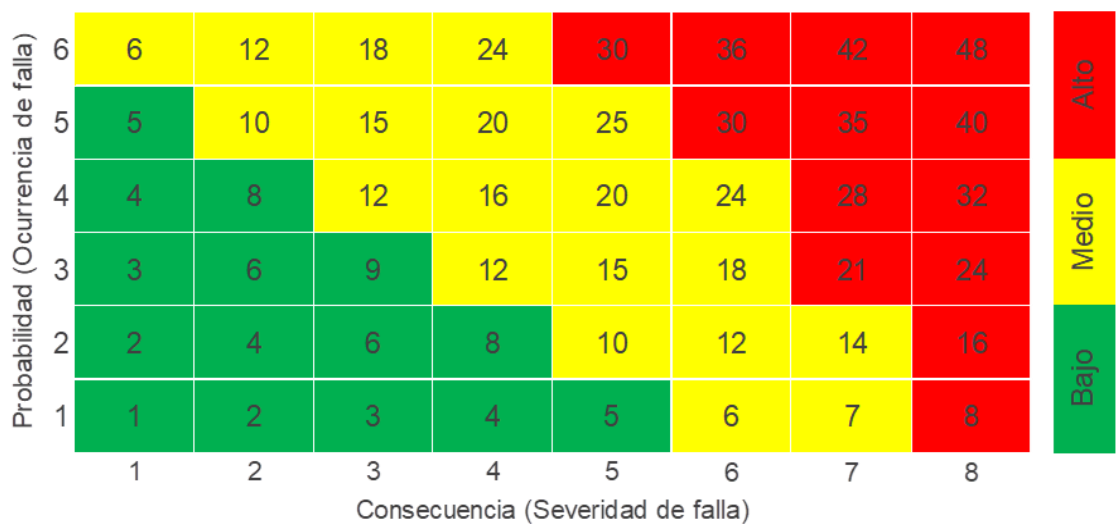


Figura 3-3. Tabla de probabilidad

Fuente: <http://negociosbajoincertidumbre.blogspot.com/>

3.6. PROCEDIMIENTO DE MANTENCION DE EXTRACTORA DE PALANQUILLAS

- **Objetivo.**

Este procedimiento establece los requerimientos que se deben cumplir para le ejecución de trabajos de mantención de extractora de palanquilla CAP acero.

- **Alcance.**

Este procedimiento aplica solo para los trabajos de mantención de extractora de palanquillas en colada continua CAP acero.

- **Definiciones**

Basado en condición: es una estrategia de mantenimiento que consiste en monitorear el estado o rendimiento de un activo en tiempo real, mediante el uso de sensores, tecnologías, instrumentos o sistemas de información, para determinar cuándo y qué tipo de acción debe realizarse.

Peligro: El peligro hace referencia a una fuente, una situación o un acto que pueden ocasionar un potencial daño, las propiedades inherentes de un material pueden ser la

fuente del peligro, por ejemplo, los gases inflamables en determinadas situaciones son extremadamente peligrosos.

Riesgo: Probabilidad de daño a las personas, medio ambiente o a los activos cuando se exponen a un peligro.

- **Responsabilidades.**

Cargo	Funciones
Gerente general.	• El será la persona encargada de hacer cumplir el procedimiento, pudiendo delegar esta función.
Departamento de prevención de riesgo.	• Verificar que el trabajador este capacitado y cumpla con los conocimientos necesarios para realizar el trabajo, • Velar que las que las condiciones en la cual se genere el trabajo sean optimas fueras de peligro y riesgo.
Ingeniero de confiabilidad	• Trabaja para prevenir fallos y mejorar la confiabilidad de un producto, máquina, activo o equipo.
Supervisor	• Asegurar que se cumplan las prácticas de calidad a cabalidad. • Liderar a sus trabajadores en los trabajos de mantención de la extractora de palanquillas
Trabajadores	• Cumplir íntegramente las exigencias de este procedimiento. • Participar activamente en las actividades asignadas.

Tabla 3-10. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

- **Desarrollo del procedimiento**

Análisis previo a la ejecución del trabajo

Durante esta etapa del trabajo, básicamente los responsables, gerente general, jefe de seguridad y supervisor deben determinar si el mantenimiento es apropiado para conseguir el objetivo deseado.

Para lograr la respuesta a lo planteado en el párrafo anterior se deben considerar varios aspectos;

- El personal está calificado o es competente para este trabajo
- Herramientas calificadas y correctas para el trabajo
- Se dispone de un taller con implementos necesarios para la mantención adecuada del equipo.

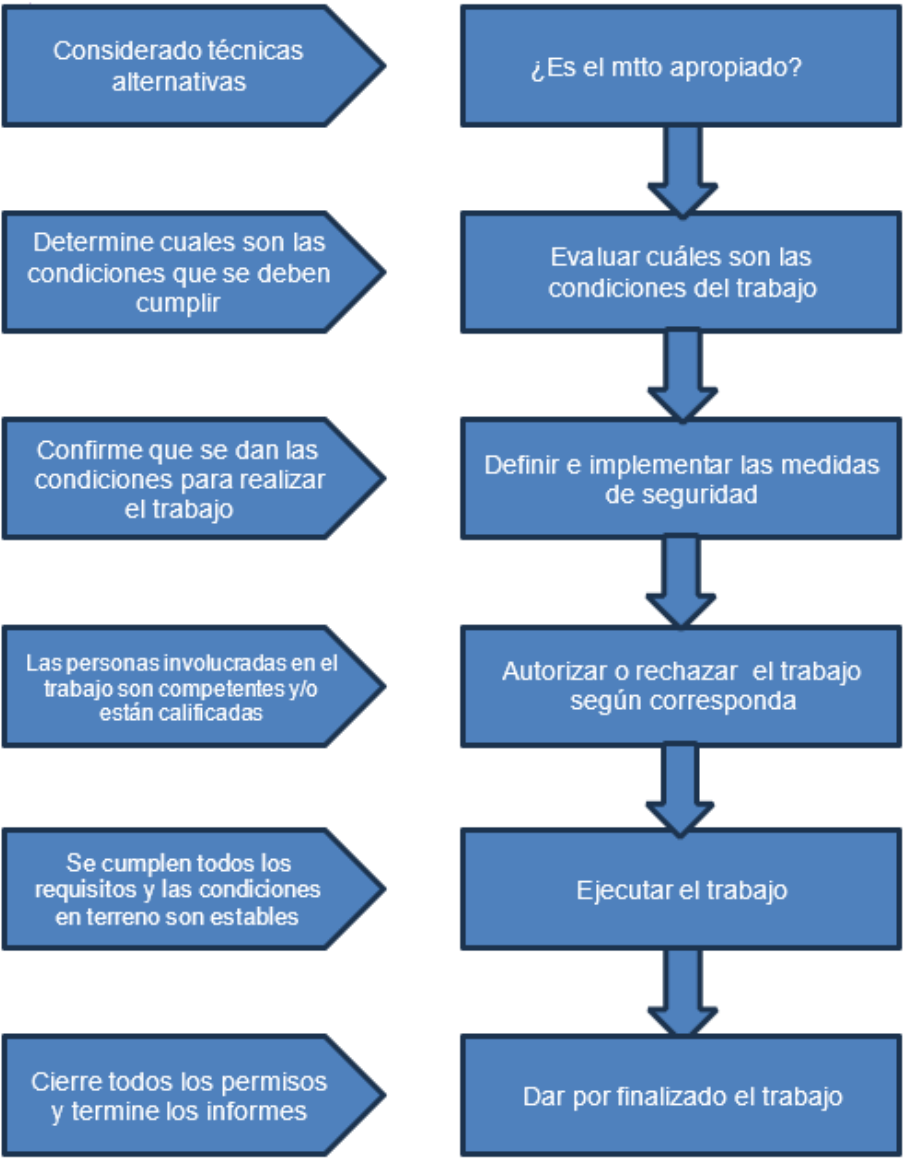


Tabla 3-11. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

• Peligros y evaluación del riesgo

Descripción	Peligros
Los peligros en un área de mantenimiento pueden variar según el tipo de equipo y las actividades realizadas, pero algunos de los riesgos más comunes incluyen:	• Caídas: Superficies resbaladizas, escaleras inadecuadas o falta de barandillas pueden causar caídas. • Lesiones por maquinaria: El uso de herramientas y equipos pesados puede resultar en amputaciones, cortes o contusiones si no se manejan adecuadamente. • Exposición a sustancias químicas: Productos de limpieza, lubricantes y otros químicos pueden ser tóxicos o irritantes. • Ruido: La exposición prolongada a niveles altos de ruido puede causar pérdida auditiva.

	• Electricidad: Trabajar cerca de equipos eléctricos puede llevar a descargas o cortocircuitos. • Riesgos ergonómicos: Levantar cargas pesadas o adoptar posturas incómodas puede causar lesiones musculoesqueléticas. • Inhalación de partículas: Polvo y partículas de materiales pueden afectar la salud respiratoria.
Es fundamental implementar medidas de seguridad, capacitación y protocolos de emergencia para mitigar estos riesgos.	

Tabla 3-12. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

- **Método.**

Ítems	Descripción
Diagrama funcional (RBD)	• Se construye un diagrama funcional en cual ilustra el estado del sistema mecánico de la extractora principal, constituye bloques funcionales y tiene un diseño lógico orientado al cumplimiento de una función que brinda las condiciones necesarias para funcionar según lo especificado. Además, se puede usar para desarrollar fórmulas analíticas para el cálculo de la fiabilidad y la disponibilidad.
Taxonomía	• Taxonomía de los componentes de la extractora clasificando y ordenando los subsistemas de este equipo de forma clara y ordenada.
ANFEC (Análisis de modos de fallos, efectos y su criticidad).	• El AMFEC (Análisis de Modos de Fallos, Efectos y su Criticidad), es una metodología para identificar y analizar todos los modos de fallos potenciales de las diferentes partes de un sistema, los efectos que estos fallos puedan tener en el sistema, cómo evitar los fallos y/o mitigar sus efectos en el sistema.
Pauta de trabajo	• Conjunto de reglas y normas que cumplir en el trabajo a realizar.

Tabla 3-13. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

- Organización y estructura.

Definición								
A	Aplicar							
Extracción y enderezado (rodillos, cilindros hidráulicos, estructura)								
Técnica	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Análisis de vibraciones								
Tintas Penetrantes					A			
Inspección Visual	A	A	A	A	A	A	A	
Termografía								
Análisis de temperatura					A			
Análisis de lubricantes								
Medición de distancia					A			

Tabla 3-14. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Refrigeración (Flexibles, Cañería de agua, juntas rotatorias)							
Técnica	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Análisis de vibraciones							
Tintas Penetrantes							
Inspección Visual	A	A	A	A	A	A	A
Termografía							
Análisis de temperatura					A		
Análisis de lubricantes							
Medición de distancia							

Tabla 3-15. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Motriz (Motor, freno, reductores)							
Técnica	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Análisis de vibraciones		A			A		
Tintas Penetrantes							
Inspección Visual	A	A	A	A	A	A	A
Termografía		A			A		
Análisis de temperatura					A		
Análisis de lubricantes					A		
Medición de distancia							

Tabla 3-16. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Lubricación (Aceite Reductores)							
Técnica	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Análisis de vibraciones							
Tintas Penetrantes							
Inspección Visual					A		
Termografía							
Análisis de temperatura		A			A		
Análisis de lubricantes	A		A		A		
Medición de distancia							

Tabla 3-17. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Transmisión (Cardan)							
Técnica	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Análisis de vibraciones							
Tintas Penetrantes							
Inspección Visual	A	A	A	A	A	A	A
Termografía							
Análisis de temperatura							
Análisis de lubricantes							
Medición de distancia							

Tabla 3-18. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.7 IMPLEMENTACION DE UNA PAUTA DE TRABAJO

Siempre es bueno contar con pautas que sean muy detalladas, y que abarquen una enorme cantidad de información. Sin embargo se torna difícil, en las típicas circunstancias de trabajo, donde el tiempo apremia, poder leer todo el documento. Para un fácil entendimiento de la tarea a realizar se debe contar con una pauta que incluya resúmenes de aspectos como: Codificación, Recursos Humanos, Seguridad, Procedimientos, Ajustes, Herramientas, Repuestos, Anexos y Videos en caso de que esta sea multimedia. La idea es esta sea breve y no sobrepase la extensión de dos hojas, para que sea una guía legible y de rápido acceso a la información relevante

PAUTA DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO CAP ACERO						Revisión: 0
Planta:				Equipo:		
Sección:				Sistema:		
Área:				Ítem Mantenible:		
FALLOS POTENCIALES			N° Fallo:			
Modo de Fallo:						
Causas de MdF:						
Efectos:						
ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO						
Mant. por Condició		Mantenimiento Pre		Mantenimiento Correctivo:		Rediseño:
Monitoreo Continuo		Inspección		Operar a la falla		Rediseño Fisico
Monitoreo Discreto		Sustitución Cíclica				Procedimientos
		Reacond. Cíclico				Capacitación
TAREA PROPUESTA						
N°	Descripción Actividades de Mantenimiento			Frecuen	Durac.	Cant.
				cia	(Hrs.)	Persona
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
N°	Repuestos y herramientas Necesarias			Ref.	Cant.	Observaciones
1						
2						
3						
4						
6						
Observaciones Generales:						

Tabla 3-19. Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS FINANCIERO

4.1. EVALUACIÓN ECONOMICA

La empresa CAP acero invierte una suma de 200.000.000 de pesos en los 6 talleres de colada continua, cada 3 meses, solo en repuestos y reparación en talleres o maestranzas externas a CAP, para mantenciones en los equipos de colada continua de la cual está a cargo la empresa QUANT spa.

Solo en la extractora se generan gastos en repuestos de 2.000.000 de pesos cada semana, lo que se traduce en 10.000.000 de pesos al hablar de las 5 líneas en tan solo 5 semanas.

Se generan gastos adicionales por motivos de quiebres de contrato catalogado como trabajo no programado o de carácter crítico. Esto se debe a las fallas que presentan las líneas de extracción de palanquillas.

4.2 COSTOS Y PERDIDAS ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN Y MANTENCIÓN

Cada semana de mantención de la extractora de palanquillas, se consideran ciertos costos de mantención y perdidas en la producción por la obligación del cambio total de esta.

ítem	Detalle	Dólar	Peso chileno
Perdidas de producción	20% de producción (3 horas)	\$ 120.000	\$ 93.546.000
Recurso humano	Horas extras	\$ 3.500	\$ 2.807.665
	Movilización		
Repuestos	Rectificado de rodillos	\$ 12.828	\$ 10.000.000
	Corona de bronce reductor		
	Flexibles		
	Aceite hidráulico		
	Rodamientos		
	Insumos		
Total		\$ 136.328	\$ 106.353.665

Tabla 4-1. Tabla de costos
Fuente: Elaboración propia

4.3 ESTUDIO DE COSTOS DE IMPLEMENTACION

4.3.1. Inversión general

Esta inversión tendrá como objetivo reducir los costos asociados a la mantención del equipo y tiempos en el mantenimiento para que el personal pueda desarrollar de manera óptima las actividades de mantenimiento. Esta inversión se contempla en herramientas e instrumentos y gastos en personal.

4.3.2. Inversión en instrumentos de inspección

Se debe considerar ciertos gastos que son imprescindibles a la hora de implementación de un mantenimiento basado en la condición, se trata de las herramientas utilizadas para el monitoreo del equipo, ya que sin estas no se podría realizar.

La siguiente tabla muestra los instrumentos especiales necesarios para la inspección en el sistema de extracción de palanquillas, valor unitario de cada uno de ellos.

A continuación, se muestra los costos de herramientas:

Herramienta	Costo
Vibrometro	989.900
Kit tintas penetrantes	61.041
Pirómetro infrarrojo.	84.990
Analizador de aceite	990.000
Medidor de distancia	99.990
Cámara termográfica	869.900
TOTAL	3.095.821

Tabla 4-2. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

El criterio utilizado para la compra de cada uno de ello es de calidad versus precio. Estos instrumentos nos ayudaran a llevar un control de inspección diario de los equipos, y nos llevará a no confiarnos tanto de la mantención mensual que efectúa la empresa contratista, sino que también de llevar un control diario y efectivo para las condiciones anormales que presente la extractora de palanquillas.

4.3.3. Inversión en gastos del personal

En esto también se deben considerar gastos en el personal, que se consideran gastos imprescindibles a la hora de implementación de un mantenimiento basado en la condición.

Personal	Costo
Capacitaciones	4.000.000
Sueldos del personal	2.800.000
Ingeniero de confiabilidad	1.200.000
Supervisor	980.000
Alimentación	600.000
Transporte	600.000
TOTAL	10.180.000

Tabla 4-3. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

Al tener un grupo reducido de mecánicos por falta de competencias o mala preparación, se invierte en capacitaciones para elevar competencias en el personal con respecto a la mantención de este equipo. Se presenta también una falta de ingeniero de confiabilidad en el trabajo el cual analizara los datos que se archivaran en el mantenimiento

4.3.4. Costo anual de mantención de extractora.

Costos de repuestos mensual por línea de producción													
Líneas de extracción	Enero	febrero	Marzo	abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total por linea anual
L1	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	22.000.000
L2	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	22.000.000
L3	2.000.000	2.000.000	2.000.000		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000		20.000.000
L4	2.000.000		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000		2.000.000	2.000.000	20.000.000
L5		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000		2.000.000	2.000.000	2.000.000	20.000.000
												Total Anual	104.000.000

Tabla 4-4. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra explícitamente las mantenciones de la extractora de palanquillas por semana de cada mes, y contabilizando la cantidad de dinero gastado anualmente en su mantención.

4.3.5. Costo anual del personal

Costo anual del personal													
Sueldos del personal	Enero	febrero	Marzo	abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total, por línea anual
Mecánicos (4)	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	33.600.000
Capacitación			4.000.000										4.000.000
ingeniero confiabilidad	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	14.400.000
Supervisor (1)	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	980.000	11.760.000
Alimentación	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	7.200.000
Transporte	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	7.200.000
												Total Anual	78.160.000

Tabla 4-5. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra los costos asociados al personal mensualmente generando un total para evidenciar la cantidad de dinero que se gasta anualmente en este ítem.

4.3.6. Costo anual de mantención de extractora aplicando el plan te mantenimiento

Costos de repuesto mensual por línea de producción aplicando plan de mantenimiento													
Líneas de extracción	Enero	febrero	Marzo	abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total, por línea anual
L1	2.000.000	2.000.000	2.000.000		2.000.000			2.000.000		2.000.000		2.000.000	14.000.000
L2	2.000.000		2.000.000		2.000.000			2.000.000		2.000.000		2.000.000	12.000.000
L3	2.000.000		2.000.000			2.000.000		2.000.000		2.000.000			10.000.000
L4	2.000.000			2.000.000		2.000.000		2.000.000			2.000.000		10.000.000
L5				2.000.000		2.000.000		2.000.000			2.000.000		8.000.000
												Total Anual	54.000.000

Tabla 4-6. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra explícitamente las mantenciones de la extractora de palanquillas por semana de cada mes, y contabilizando la cantidad de dinero gastado anualmente en su mantención aplicando el plan basado en condición.

4.3.7. Costos de repuestos críticos.

Costo de repuestos	Valor unidad	Valor total
Flexibles de refrigeración	50.000	300.000
Flexibles de lubricación	35.000	280.000
Rodillo de extracción	250.000	250.000
Rodillo guía	300.000	300.000
Rodamientos SKF (rodillos).	70.000	140.000
Corona de bronce reductor Flender	250.000	250.000
Aceite de reductores	145.000	290.000
kit de retenes y orring (reductores)	20.000	80.000
Empaquetadura	95.000	95.000
Total	1.120.000	1.890.000

Tabla 4-7. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

4.3.8. Comparación de mantenimiento actual con propuesta de mantenimiento.

Costo del Mantenimiento actual	
Costo total de repuesto	104.000.000
Costo total mano de obra	59.760.000
Total	163.760.000

Tabla 4-8. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

Costo del Mantenimiento basado en la condicion	
Costo total de repuesto	54.000.000
Herramientas	3.095.821
Costo total mano de obra	78.160.000
Total	135.255.821

Tabla 4-9. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

La comparación de costos es muy importante porque nos permite generar grandes expectativas relacionadas a la propuesta realizada se puede evidenciar que la diferencia de costos económicos es grande por lo tanto se justifica la implementación de este mantenimiento basado en la condición que genera una disminución de costos en repuestos y mantención. Así también se generan beneficios tanto en el personal generando competencias.

4.4 CALCULO DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPO

La disponibilidad es la probabilidad de que un sistema, equipo o componente realice la función prevista cuando sea requerido. Se expresa en porcentaje y tiene en cuenta tanto la confiabilidad como la mantenibilidad del sistema.

La disponibilidad es un factor crítico en la producción, ya que una baja disponibilidad de los equipos puede afectar significativamente la capacidad de producción y la calidad de los productos. En el mantenimiento, la disponibilidad se utiliza para medir la efectividad de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Una alta disponibilidad indica que el equipo está funcionando correctamente y está disponible para su uso en la producción.

La disponibilidad en mantenimiento se puede medir de diferentes maneras, incluyendo el tiempo de inactividad programado, el tiempo de inactividad no programado, la duración promedio del tiempo de inactividad y el tiempo de ciclo. La medición de la disponibilidad en mantenimiento es importante para garantizar que los equipos estén disponibles cuando se necesiten y para ayudar a identificar oportunidades para mejorar la eficiencia del mantenimiento.

La disponibilidad de un equipo puede calcularse usando la siguiente formula:

$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$
--

Tabla 4-10. Tabla de costos
Fuente: Elaboración propia

4.4.1. Comparación de disponibilidad actual y calculada con el plan propuesto.

Disponibilidad actual	
Horas de trabajo	
Días de trabajo anual	365
Días de paradas programadas (no operación)	8
Horas de operación	8
Turnos	3
Horas de trabajo total	8568

Tabla 4-11. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

Horas paradas por mantenimiento	
Mantenimiento preventivo (horas)	3
Semanas laborales (mantenimiento)	52
Horas paradas por mantenimiento	156

Tabla 4-12. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad actual	98%
-----------------------	-----

Disponibilidad propuesta	
Horas de trabajo	
Días de trabajo anual	365
Días de paradas programadas (no operación)	8
Horas de operación	8
Turnos	3
Horas de trabajo total	8568

Tabla 4-13. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

Horas paradas por mantenimiento	
Mantenimiento preventivo (horas)	3
Semanas laborales	27
Horas paradas por mantenimiento	81

Tabla 4-14. Tabla de costos

Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad actual	99%
-----------------------	-----

CONCLUSIÓN

El mantenimiento basado en condición o CBM es una metodología de mantenimiento dirigida a observar datos en tiempo real para inspeccionar el rendimiento o condición de un equipo. El objetivo de esta técnica es monitorear el desempeño de los activos para actuar de forma inmediata frente a oscilaciones peligrosas, fallas o riesgos potenciales.

Optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo es un enfoque crucial para aumentar la disponibilidad de activos industriales, para ello se ocupan estrategias como el mantenimiento basado en condición, ya que es fundamental para garantizar la eficiencia operativa y la rentabilidad de las empresas. Con equipos de monitoreo de la condición de los activos y una recopilación de datos de mantenimiento preventivo, es posible analizar la información de manera avanzada. Por lo tanto, lo más recomendable es utilizar tecnologías avanzadas y con inteligencia artificial para predecir fallas e identificar problemas antes de que ocurran.

La gestión de activos también es esencial para aumentar la disponibilidad de las máquinas. La implementación de una sólida gestión para seguir el ciclo de vida de cada máquina ayuda a identificar cuándo un activo está llegando al final de su vida útil y necesita ser reemplazado o actualizado. Y no es suficiente invertir solo en tecnologías para las máquinas, también es importante capacitar y entrenar al personal industrial.

Lo que se espera al realizar con esta propuesta de mantenimiento es poder disminuir estos gastos excesivos en repuestos en un 50 % aumentando la vida útil de las partes de la extractora que se someterán a un monitoreo continuo. Al aumentar la vida útil de estos repuestos de la máquina, lograremos disminuir la falta de repuestos nuevos en un 100% hablando solo en la mantención de la extractora.

Con la nueva gestión del mantenimiento se logrará disminuir costos en repuestos logrando un sistema eficiente en las mantenciones, que lleva a reducir costos de mantención aumentar vida útil y directamente aumentar la disponibilidad del equipo en operación.

BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFÍA

<https://www.capacero.cl/>

<https://www.danus.cl>

<https://suver.cl>

<https://pedrollo.cl>

<https://www.cursosaula21.com/>

<https://nexusintegra.io/es/>

<http://mantenimiento.renovetec.com/>