

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA



Proposición de un plan de mantenimiento de sistemas de correas transportadoras.

Seminario de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el Título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica.

Profesor Guía: Osvaldo Amigo Riquelme

Carolina Fabiana Carrera Meza

2013

Dedicatoria

Dedicado

Al Hijo, nuestro Señor Jesucristo

por darme las fuerzas cada día.

A mi hijo por ser mi luz.

A mi esposo por su apoyo incondicional.

A mis padres por estar siempre ahí con sus oraciones.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	1
Glosario.....	5
Resumen.....	6
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	8
1.1) INTRODUCCIÓN.....	8
1.2) OBJETIVOS.....	9
1.2.1) Objetivo General.....	9
1.2.2) Objetivos Específicos.	9
1.2.3) Origen del Tema.....	9
CAPITULO 2: CODELCO CHILE DIVISION EL TENIENTE	11
2.1) HISTORIA: CODELCO-CHILE	11
2.2) Reseña Histórica: El Teniente	11
2.3) Proceso Productivo Mineral el Teniente:	12
2.4) Estructura Organizacional de División El Teniente:	12
CAPITULO 3: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	14
3.1) TEORIA DE LA MANTENCION	14
3.2) Necesidades de la Mantención:.....	14
3.3) Deberes de un Servicio De Mantención:	15
3.4) Tipos De Mantenimiento:.....	15
3.4.1) Mantenimiento Correctivo:.....	15
3.4.2) Mantenimiento Preventivo:	16
3.4.3) Mantenimiento Predictivo:	16
3.5) Matriz Comparativa De Los mantenimientos:	16
CAPITULO 4: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	20
4.1) Introducción:	20
4.2) Datos técnicos del equipo:.....	21
4.2.1) Ubicación Técnica de los equipos:	21

4.3) Descripción de los sub-sistema Principales de Cintas Transportadoras: ...	25
4.4) Mantenimiento Actual de la Empresa:	29
4.4.1) Mantenimiento Correctivo:.....	29
4.4.2) Mantenimiento Preventivo:	30
CAPITULO 5: ANALISIS DE CRITICIDAD.....	32
5.1) Introducción:	32
5.2) Confiabilidad y Disponibilidad:	32
5.3) Memoria de cálculo:.....	34
5.3.1) Búsqueda de fallas, en Histórico de Trabajos realizados:	34
5.3.2) Identificación del periodo de tiempo:	35
5.3.3) Identificación de tiempo por reparación:.....	35
5.3.4) Calculo de la Tasa media entre fallas (TMEF):	35
5.3.5) Calculo de la Tasa media por reparación (TMPR):.....	36
5.3.6) Cálculo de la Confiabilidad (R(t)):.....	36
5.3.7) Cálculo de la Mantenibilidad (M(t)):.....	36
5.3.8) Cálculo de la Disponibilidad (D(t)):	37
5.3.9) Resultados obtenidos en Correa C-212:	37
5.4) Resultados de KPI's en las demás Líneas:	38
5.4.1) Área de Correas Línea Fluosólido:	38
5.4.2) Área de Correas Línea Catedral:.....	39
5.4.3) Área de Correas Línea Planta Chancado:.....	40
5.4.4) Área de Correas Línea Convertidores Teniente:	41
5.4.5) Resultados finales en la totalidad de las áreas:	42
5.4.6) Conclusiones o Recomendaciones:	42
CAPITULO 6: PLAN DE MEJORA.....	44
6.1) Introducción:	44
6.2) Recomendaciones de Mantención.....	44
6.2.1) Recomendaciones de Seguridad.....	44
6.2.2) Recomendaciones para la manipulación de Piezas.	45

6.3) Plan de Inspección con equipo corriendo y detenido.....	45
6.4) Pautas Técnica de Inspección.	47
6.5) Determinación de una Estrategia de Mantenición.	50
6.6) Instrumentación y Herramientas de Medición.....	51
6.7) Elaboración de un programa de mantención para Cintas Transportadoras.	51
6.8) Sistema de Información.	53
6.8.1) Objetivos a Considerar.	53
6.8.2) Comunicación de los Estamentos.	53
6.8.3) Responsabilidades de los Estamentos:.....	57
CONCLUSIÓN	60
Bibliografía	62
Anexo	¡Error! Marcador no definido.

Glosario

°C: grados Celsius.

Codelco DET: Empresa minera estatal, siendo la División El Teniente una de las cinco divisiones operativas de CODELCO-CHILE.

Confiabilidad: Aptitud de un bien para cumplir una función requerida en unas condiciones dadas en un tiempo dado.

CTTE: Convertidor Teniente.

DET: División El Teniente

Disponibilidad: Representa el porcentaje del tiempo total del periodo que el equipo está en condiciones de ser operado.

Fig: Figura.

Kps'i: Mide el nivel del desempeño en los activos de la empresa.

Mantenibilidad: Representa la cantidad de esfuerzo requerida en el equipo para conservar su funcionamiento normal.

mm: Milímetros.

MTBF: Tiempo medio de recuperación.

mts: Metros.

ODS: Ordenes de Servicio.

Riles: Residuos Industriales Líquidos.

Rises: Residuos Industriales Sólidos.

SI: Sistema de Información.

SIRF.Ltda: Empresa Contratista que ofrece entre sus servicios Obras Civiles, Metalmecánica y servicios Refractarios.

TMEF: Tiempo medio entre fallas.

TMPR: Tiempo medio para reparar.

Resumen

En el presente trabajo, se propone una mejora en el mantenimiento actual en las Correas Transportadoras llevado por la empresa SIRF. Ltda, subcontratista de CODELCO-CHILE, División El Teniente. El cual se desarrolla en la Planta Fundición de Caletones.

Inicialmente se analizó el historial de trabajos de mantención, arrojando como resultado la existencia de seis correas críticas, para las cuales se plantea una solución de inspección continua y mejorada. Se establece además mejoras y propuestas en el tiempo, apuntando al mejoramiento continuo del mantenimiento en las Correas transportadoras.

CAPITULO I

GENERALIDADES

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1) INTRODUCCIÓN.

Dada la demanda del cobre en el mundo y su aumento en los últimos años es que CODELCO, en su rol de principal productor de cobre del mundo, se ve en la necesidad de optimizar sus procesos. CODELCO, es la empresa más grandes de Chile y sus operaciones de explotación, procesamientos de minerales y envío a los mercados son realizados por sus divisiones. Estas son Codelco Norte (fusión de las Divisiones Chuquicamata y Radomiro Tomic), la División El Salvador, la División Andina y la División El Teniente.

La Fundición El Teniente de CODELCO-CHILE posee entre sus instalaciones los siguientes equipos:

- Sistema de correas transportadoras utilizado para trasladar y dosificar el concentrado de cobre, cuarzo y la carga fría de escorias en los procesos de fundición y conversión
- Planta de chancado de escoria
- Molino de Preparación

Para el correcto funcionamiento del Sistema de correas transportadoras es indispensable asegurar en CODELCO-CHILE División El Teniente la continuidad operacional y con ello la disponibilidad y confiabilidad requerida por los programas de producción comprometidos.

Por tal razón que la empresa contratista SIRF Ltda. tiene por misión mantener disponible todas las Correas transportadoras del Área Preparación de Carga, comprometiéndose con la visión de la corporación de mantener los niveles de producción dentro de las metas propuestas.

1.2) OBJETIVOS.

1.2.1) Objetivo General

Proponer un Plan de Mantenimiento para el sistemas de correas transportadoras, en la Fundición de Caletones, División El Teniente de Codelco Chile.

1.2.2) Objetivos Específicos.

- Analizar las actuales condiciones de mantenimiento.
- Recopilar datos de fallas en historial de mantenimiento.
- Detectar las cintas con mayor criticidad a través de los Indicadores de desempeño (Kpi's).
- Entregar recomendaciones de seguridad al personal mantenedor.
- Elaborar pautas de Inspección para la cinta críticas.

1.2.3) Origen del Tema.

Este se produce a través de un contacto personal con el Gerente Comercial de la empresa SIRF Ltda. la cual posee el contrato de “Servicio de Mantenimiento Integral a Sistemas de Correas Transportadoras, Planta de Chancado y Molino de Greda de la Fundición Caletones” División El Teniente de Codelco Chile.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

CAPITULO 2: CODELCO CHILE DIVISION EL TENIENTE

2.1) HISTORIA: CODELCO-CHILE

La historia de La Corporación Nacional del Cobre de Chile. Comienza con la promulgación de la reforma institucional que nacionalizó el cobre en Chile, el 11 de julio de 1971, la cual determina la transferencia al Estado de pertenencias mineras de gran importancia. Esto requirió la creación de una empresa capaz de exportarlas y administrarlas, se decretó la ley N° 1.350 del 1 de abril de 1976, que estableció la creación de CODELCO, una empresa del Estado que agrupaba los yacimientos existentes en una sola Corporación, industrial, minera y comercial, con personalidad jurídica y patrimonio propio, domiciliada en el departamento de Santiago.

2.2) Reseña Histórica: El Teniente

En 1905 el pionero estadounidense William Braden, con su empresa Braden Copper Co, comenzó la explotación del mineral en plena Cordillera de los Andes. Posteriormente su administración fue traspasada a la Kenecott Corporation, que catapultó a El Teniente al liderazgo de la gran minería mundial, introduciendo paulatinamente la tecnología y el conocimiento de ingeniería en minas.

Su sitio como la mina subterránea más grande del mundo se vio confirmado a partir de 1968 cuando el Estado chileno adquirió el 51 por ciento de la propiedad de El Teniente a través del proceso de Chilenización del Cobre. Buscando consolidar esa posición y aportar al máximo para el desarrollo de Chile, en 1971, con la nacionalización de la gran minería, se convirtió en una empresa ciento por ciento estatal.

2.3) Proceso Productivo Mineral el Teniente:

El proceso productivo que se lleva a cabo en El Teniente, tiene tres etapas básicas:

- Extracción de la roca.
- Concentración del mineral.
- Fundición del concentrado.

2.4) Estructura Organizacional de División El Teniente:

La estructura organizacional de División El Teniente, consta de ocho Gerencias. Gerencia Mina es una de las ocho Gerencias de la División El Teniente, de la cual derivan siete Superintendencias.

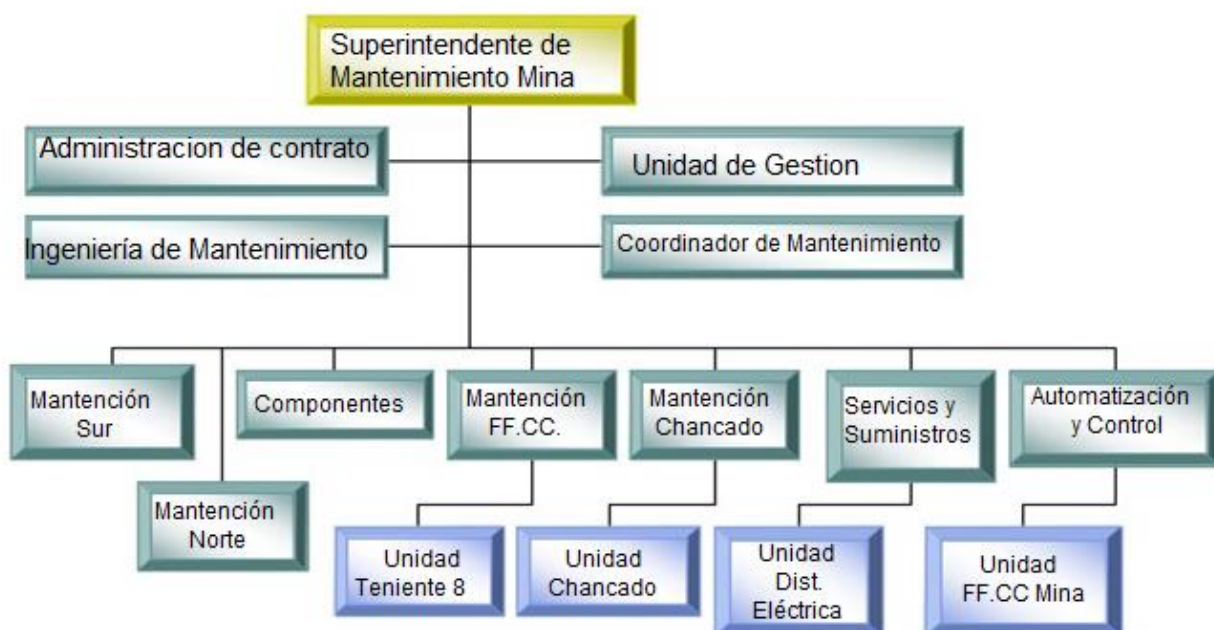


Fig. 2.1 Organigrama Superintendencia Mina.

CAPITULO III

FUNDAMENTOS TÉCNICOS

CAPITULO 3: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1) TEORIA DE LA MANTENCION

El objetivo fundamental de la mantención es asegurar la disponibilidad de los equipos, de modo que las diferentes unidades de la organización de una empresa pueden cumplir con las funciones asignadas.

En toda empresa industrial debe existir una función de mantención a fin de evitar, en cuanto sea posible, detenciones inesperadas de cualquiera de los equipos involucrados en un proceso productivo

3.2) Necesidades de la Mantención:

Para lograr el buen funcionamiento y adecuado estado de conservación de toda la industria o de un equipo es necesario efectuarle mantención, por la imposibilidad de tener un equipo que no requiera la atención o servicios de mantenimiento adecuado.

La falta de conocimiento acabado acerca de la influencia que ejerce la mantención en el costo total de la producción se debe a que el funcionamiento no está debidamente documentado.

Es imposible mantener o tener un equipo de producción sin mantención durante el tiempo y asegurándose que no ocurrirá una falla. Por lo tanto, la implantación del mantenimiento es la justificación para la producción. De acuerdo con esto, mantención y producción deberán estar coordinadas en todas las actividades de un equipo o industria.

3.3) Deberes de un Servicio De Mantención:

- 1) Mantener equipos e instalaciones en buenas condiciones de funcionamiento para posibilitar la máxima producción con un alto grado de calidad y al menor costo.
- 2) Prevenir averías o detenciones que puedan afectar el normal accionar del proceso productivo.
- 3) Asegurar que los períodos de intervención de equipos sean mínimos y poder lograr una buena puesta en marcha del proceso productivo.
- 4) Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- 5) Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombre y servicios.

3.4) Tipos De Mantenimiento:

3.4.1) Mantenimiento Correctivo:

Es una actividad que se realiza después de la ocurrencia de una falla. El objetivo de este tipo de mantenimiento consiste en llevar a los equipos después de una falla a sus condiciones originales, por medio de restauración o reemplazo de componentes o partes de equipos, debido a desgaste, daños o roturas.

3.4.2) Mantenimiento Preventivo:

Es una actividad planificada en cuanto a inspección, detección y prevención de fallas, cuyo objetivo es mantener los equipos bajo condiciones específicas de operación. Se ejecuta a intervalos determinados, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las condiciones operacionales y al historial de falla de los equipos.

3.4.3) Mantenimiento Predictivo:

Es la aplicación de la tecnología en el proceso de detecciones tempranas para verificar y detectar cambios de condiciones, que entregan información la cual permite conocer el estado de un elemento en un momento determinado y como ha sido su comportamiento a través de tiempo. Es decir, permite asignar los recursos de acuerdo a las necesidades de cada equipo conocidas antes de que ocurra la falla, mediante el monitoreo de la condición. El monitoreo de la condición no es más que un proceso que consiste en medir periódicamente una o varias variables asociadas a la máquina e interpretarlas con el fin de conocer el estado en que se encuentra.

3.5) Matriz Comparativa De Los mantenimientos:

A continuación, en una matriz resumen los antecedentes explicados anteriormente agregando otras variable que se consideran al analizar los mantenimientos.

TABLA N°1: Matriz Comparativa De Los Mantenimientos

Tipo de mantenimiento	Filosofía básica	Accionar	Principal razón de su éxito reside en	Objetivo	Ligado a la idea de	Campos de aplicación
Preventivo	"Maquinas iguales deben presentar fallas y desgastes idénticos en tiempos iguales".	Mide, evalúa y cuantifica algunas variables.	Manejo de información y posibilidad de detener los equipos en el momento indicado.	Evitar la falla.	Verificación.	Muy generalizada
Correctivo	"Cuando ocurre una falla en un equipo se repara".	Se espera que se produzca una falla o desgaste y se repara.	Un buen taller (involucrando recurso humano y material).	Cura.	Reparación	Total
Predictivo	"La mayoría de las fallas, desgastes y problemas de operación que afectan a cualquier máquina, producen en operación una alteración en ciertas variables". Permite conocer anomalías.	Mide, evalúa y cuantifica algunas variables.	La intervención de todos los elementos que forman el mantenimiento de la Planta.	Analizar el equipo, a través de los síntomas y predecir la aparición de la falla.	Estudio.	Aquellos elementos que su costo o criticidad lo justifiquen.

A la tabla resumen de los mantenimientos presentados anteriormente, se agrega una nueva tabla comparativa de ventajas y desventajas de los mantenimientos.

TABLA N°2: Ventajas o Desventajas De Los Mantenimientos

	Mantenimientos		
	Preventivo	Correctivo	Sintomático
Costo Total (Mantenimiento + Producción)	Mediano – Alto	Alto	Mediano – Bajo
Necesidad de Personal	Mediano	Alto	Mediano – Bajo
Requiere de personal Et5specializado	Mediano	Mediano	Alto
Consumo de Materiales	Mediano-Alto	Alto	Mediano – Bajo
Necesidad de Stocks de Materiales	Mediano-Alto	Alto	Mediano – Bajo
Fallas Imprevistas	Mediano	Alto	Bajo
Disponibilidad de Equipos	Mediano	Bajo	Alto
Nivel de Confiabilidad	Mediano	Bajo	Alto
Necesidad de Planificación	Mediano	Bajo	Alto
Anticipación de la Programación	Mediano	Bajo	Mediano
Necesidad de Manejo de Información	Mediano – Bajo	Bajo	Alto

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

CAPITULO 4: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

4.1) Introducción:

Las Correas Transportadoras consisten en un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Debido al movimiento de la banda el material transportado es vertido fuera de la misma causada por la acción de gravedad.

Ventajas:

- Mayor eficiencia energética, del orden del 75% frente al 45% de otros transportes.
- La capacidad de transporte de la cinta es independiente de la distancia.
- Su costo de operación y mantención es menor respecto de otros transportes y requiere menor mano de obra.
- Se adapta al terreno.
- No altera el material transportado.

Desventajas:

- Exige mayor inversiones iniciales.
- Permiten poca versatilidad para aumentar o modificar la producción, requiriendo, una cuidadosa planificación.

Las cintas se clasifican en tres grandes grupos, según la movilidad del conjunto:

Cintas fijas: Las cintas fijas son las que permanecen durante mucho tiempo en posición invariable, con apoyos fijos, normalmente de hormigón, que están enterrados en el suelo y no cambian de posición.

Cintas semifijas: Las cintas Semifijas que son trasladadas con cierta frecuencia suelen tener dados prefabricados de hormigón, que permiten su apoyo directamente sobre el terreno y pueden transportarse conjuntamente con la máquina para su rápido montaje posterior. Deben cumplir en el bastidor para su plegado.

- Moduladas para permitir ampliaciones o reducciones de longitud.

Cintas móviles sobre rodaje: Presentan la particularidad de tener un tren de rodaje delantero que permite su arrastre tirando de la cola trasera.

Su portabilidad permite trabajar en espacio confinados, donde las grandes cintas no pueden hacerlo.

4.2) Datos técnicos del equipo:

A continuación se darán a conocer cada una de las cintas transportadoras y equipos asociados que posee cada área de Fundición, su ubicación y un diagrama con la disposición física de éstos.

4.2.1) Ubicación Técnica de los equipos:

Las Correas Transportadoras de la Catedral:

- Parrilla carguío, clasifica escorias y cuarzo. Ubicada en lado Rancagua. Catedral.
- Correa # 230, alimentadora de carga fría de escorias y cuarzo.
- Correa # 233 y su carro, distribuidora de carga fría escoria y cuarzo. Superior Catedral.
- Vibradores del 1 al 10, dosificadores de carga a correa 234. Subterráneo Catedral.
- Correa # 234; Carga fría y cuarzo. Subterráneo Catedral.
- Correa # 235; Carga fría y cuarzo. Subterráneo Catedral.
- Correa # 236 alimentadora de concentrado húmedo. Galería lado Sewell Catedral.
- Correa # 232; Carga fría y cuarzo y concentrado húmedo. Galería lado Sewell Catedral.

Sistema de Correas Transportadoras de Área Fluosólidos:

- Correa # 212; Concentrado húmedo. Inferior edificio tolvas 3000.
- Correa # 213 y su carro Carga fría, cuarzo y concentrado húmedo. Torre # 3.
- Correa # 213-B Carga fría, cuarzo y concentrado húmedo. Torre # 3.
- Correa # 214; Cuarzo y carga fría. Piso superior CP-4
- Correa # 214-B; Cuarzo y carga fría. Piso superior CP-4
- Correa # 215; Cuarzo y carga fría. Piso superior nave Convertidores.
- Correa # 216; Cuarzo y carga fría. Piso superior nave Convertidores.

Las Correas Transportadoras de convertidores # 1 y 2:

- Correa # 1 – 2 y 3; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.;
- Correa # 4; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.;
- Correa # 5; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 6; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 7; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 8; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.

Las Correas Transportadores de Convertidor CTTE 1:

- 5Correa # 217 y su carro; Cuarzo y carga fría, Piso superior nave Convertidores.
- Correa # 225; Cuarzo y carga fría, Piso superior nave Convertidores.
- Correa # 226 y su carro; Cuarzo y carga fría, Piso superior nave Convertidores.
- Correa # 90 CT 1; Concentrado húmedo, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 91 CT 1; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 92 CT 1; Carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 93 CT 1; Cuarzo, Piso intermedio nave Convertidores.

Las Correas Transportadoras Convertidor CTTE 2:

- Correa # 218 y su carro; Cuarzo y carga fría, Piso superior nave Convertidores.
- Correa # 219 y su carro; Cuarzo y carga fría, Piso superior nave Convertidores.
- Correa # 90 CT 2; Concentrado húmedo, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 91 CT 2; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 92 CT 2; Carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 93 CT 2; Cuarzo, Piso intermedio nave Convertidores.

Las Correas Transportadoras del Convertidor #3:

- Correa # 90; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.
- Correa # 92; Cuarzo y carga fría, Piso intermedio nave Convertidores.

Secado Fluosólido que incluye las correas Transportadoras de las tres Plantas:

- Correa # 220; Concentrado húmedo, Galería de Torre 3 a Piso superior PFS 1
- Correa # 221; Concentrado húmedo, Piso superior PFS 1
- Correa # 151; Concentrado húmedo, Piso intermedio PFS 1
- Correa # 41; Concentrado húmedo, Piso intermedio PFS 1
- Correa # 42 ; Concentrado húmedo, Piso intermedio PFS 2
- Correa # 506 Concentrado húmedo, Galería de PFS 1 y 2 a Piso superior PFS 3
- Correa # 003; Concentrado húmedo, Piso intermedio PFS 3
- Correa # 005; Concentrado húmedo, Piso intermedio PFS 3

Recuperación de materiales que incluye: La Planta de Chancado con sus correas Transportadoras harneros y chancador; Trata y clasifica en diferentes medidas las escorias del proceso de fusión de concentrado de cobre.

- Parrilla principal.
- Buzón.
- Alimentador de placas.
- Correa #01
- Harnero primario.
- Correas #02.

- Chancador de mandíbulas.
- Correas #03.
- Harnero secundario.
- Correas #04
- Correas #06

CORREAS TRANSPORTADORAS AREAS PREPARACION DE CARGA

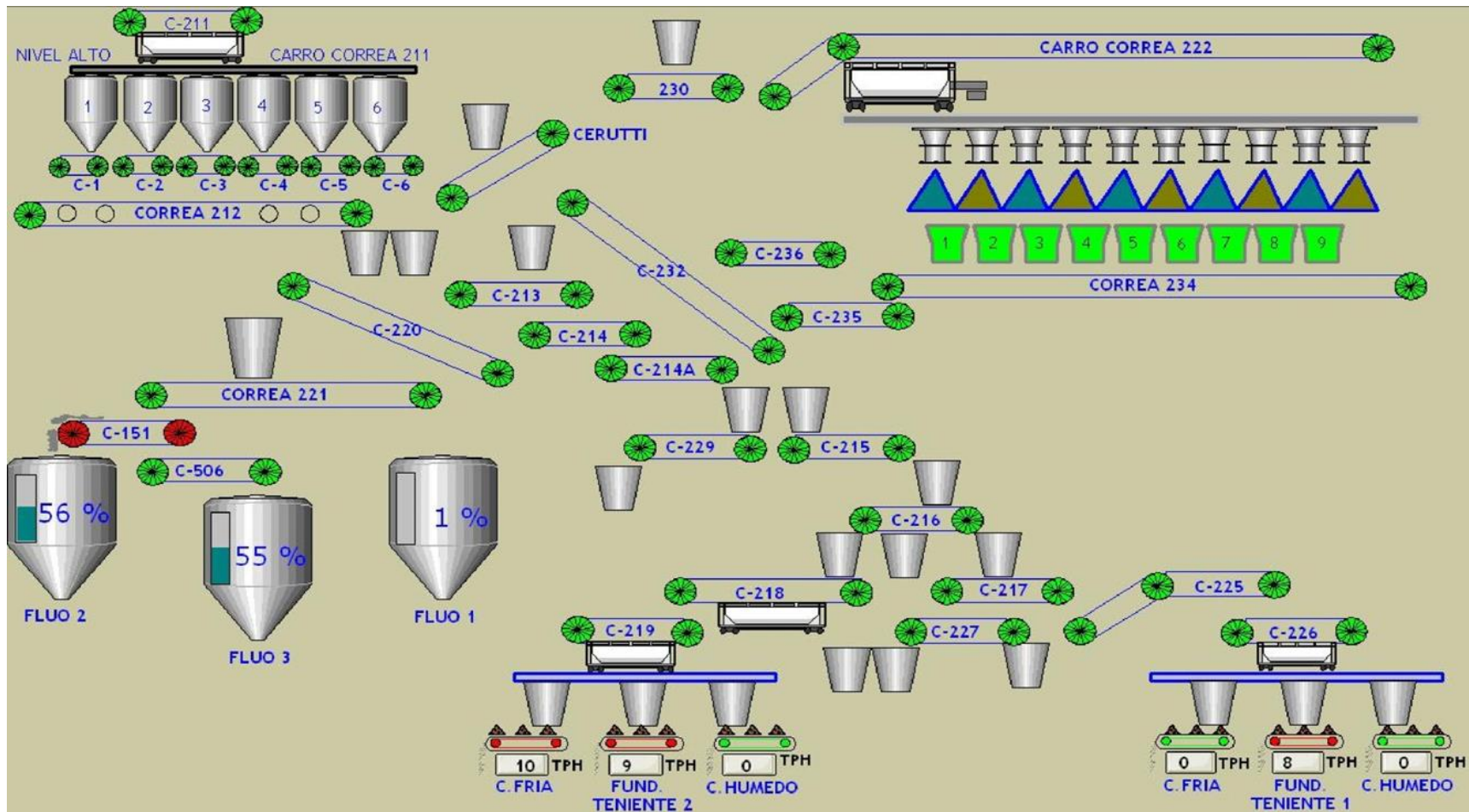


Figura 4.1 Disposición Física de las Correas.

4.3) Descripción de los sub-sistema Principales de Cintas Transportadoras:

Las Cintas transportadoras que se estudian en esta memoria son de similares características, por lo que no es necesario desarrollar una descripción de sus componentes principales por separado.

Conjunto	Descripción
1.- Bandas Transportadora	Es el elemento transportador propiamente tal que carga el material (recibiéndolo, y descargándolo).
2.- Polines de carga, retorno, pesométricos y centradores.	Elementos que soportan y guían la correa a lo largo de su trayectoria. Están compuestos por rodillos que giran sobre rodamientos antifricción en forma solidaria a la correa.
3.- Tambor motriz y compensado	Transmiten potencia a través del roce que se produce entre su superficie y la de la correa.
4.- Poleas Deflectoras o de Quiebre	Son aquellas que solo modifican la dirección de la correa, como es el caso de las usadas para aumentar el ángulo de contacto entre la polea motriz
5.- Tensores de Bandas	Logra el adecuado contacto entre la banda y el tambor motriz, logrando evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, motivados por la falta de tensión en la banda.
6.- Tolva de Carga y Descarga	De estas depende que el material a transportar inicie adecuadamente su recorrido a través de la instalación.

7.- Raspadores de carga y retorno	Están diseñados para eliminar los materiales transportados y al mismo tiempo minimizar al máximo el daño en la cinta.
8.- Motor	Posee un motor eléctrico con una gran capacidad de transporte.
9.- Caja Reductor	Su construcción permite realizar cualquier tarea de accionamiento, independiente y aislado del motor.
10.- Contrapeso	Logra un adecuado contacto entre la banda y el tambor motriz.
11.- Guarderas	Evitan el derrame de material en los puntos de transferencia de los equipos transportadores.

De acuerdo a la figura 4.1, se observa la disposición física de las Cintas transportadoras. En ella la correa C-212 es una de las principales del Área de Preparación del concentrado de cobre. Esta correa recibe el material desde la planta de filtros y lo transporta hasta la plantas de fluosólido húmedo 1 – 2 y 3, esta designada como C-212, tiene un flujo de material promedio de 400 [ton/hr], un largo de 58.5 [m], medidos desde la polea de retorno hasta la polea motriz.

Como lo hemos mencionado anteriormente, debido a la similitud de los equipos (Correas Transportadoras), solo se realizara la descripción de esta correa C-212.

TABLA 4.2 Componentes específicos de la Correa C-212 de Fluosólidos.

EMPRESA: CODELCO CHILE-DIVISIÓN EL TENIENTE	
DEPARTAMENTO: UNIDAD MANTENCIÓN CORREAS	
EQUIPO: CORREA C-212	
UBICACIÓN TECNICA: LINEA FLUOSÓLIDOS	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Ancho cinta	30"
Largo cinta	117.6 mts.
Caja Reductora	4407 J25
Ratio	26.01:1
Polea transmisión motriz	12 3/8" -3
Polea transmisión conducida	12 3/8" -3
Correa de transmisión	3 C-90
Tambor motriz	20"X30"
Eje polea motriz	3 15/16" X 58"
Caja descanso motriz	SKF 522
Rodamiento motriz	22222CK
Tambor conducido	20"X32"

Eje polea conducida	3 15/16" X 49"
Caja descanso conducida	SKF 522
Rodamiento conducido	22222CK
Take -up	Contrapeso
Raspadores	Placa martin
Velocidad reductor	Variable
Polea quiebre	20"X32"
Pesómetros	Ramsey
Polín carga	58°-35°
Polín retorno	24
Polín alinea carga	4
Polín alinea retorno	1
Polín Transición	2
Polín hiperbólico	4
Polines pesómetro	12°-35°

4.4) Mantenimiento Actual de la Empresa:

En la actualidad SIRF. Ltda, centra sus servicios de mantenimiento en:

4.4.1) Mantenimiento Correctivo:

a.) Mantenimiento Correctivo Mayor:

Este Mantenimiento se ejecuta en las denominadas “Paradas de Planta”. Estas se realizan cada 18 meses. Consiste en paralizar el 50% de la Fundición, efectuando cambios tales como;

- Cintas transportadoras por desgarramiento y/o desgaste de éste.
- Rodamientos por fatiga, falta de lubricación o exceso de partículas en éste.
- Reductor Velocidad, falla rodamiento y engranaje.
- Tambor Motriz y Conducida, desprendimiento de goma.

b.) Mantenimiento Correctivo Menor:

Este mantenimiento se ejecuta en detenciones diarias que pueda solicitar el Dpto. Mantención, dando cambios tales como:

- Raspadores Primarios y secundarios
- Correas de transmisión
- Guarderas
- Recubrimiento de Chutes
- Polines de Carga, Retorno, Impacto o autoalineante.

4.4.2) Mantenimiento Preventivo:

Este mantenimiento se realiza semanalmente el cual consiste en:

- Inspecciones Visuales.
- Lubricaciones mensuales.
- Centrado y Tensado de Cinta.

Nota: Actualmente SIRF.Ltda no posee equipos de inspección, para realizar un monitoreo de las fallas.

CAPITULO V

ANALISIS DE CRITICIDAD

CAPITULO 5: ANALISIS DE CRITICIDAD

5.1) Introducción:

El mejoramiento de la confiabilidad y la disponibilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: Confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente se dispone de recursos limitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo estos cuatro aspectos de todas las áreas de una empresa.

En el siguiente capítulo se analizará la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad de cada una de las correas que operan en el área de Fluosólido, Catedral, Convertidores y Planta de chancado.

5.2) Confiabilidad y Disponibilidad:

Es importante notar que la definición del Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF del inglés Mean Time Between Failures) se torna en muchos casos ambiguo si no se ha definido previamente la noción de falla. A continuación se citan dos definiciones de falla:

1.- La terminación de la habilidad de un producto entendido como un todo, para desarrollar la función que se le requiere. (Espinoza Játiva, 2004)

2.-La terminación de la habilidad de cualquier componente individual para desarrollar su función pero no la terminación de la habilidad de operación del producto entendido como un todo. (Espinoza Játiva, 2004)

Se entiende entonces que el MTBF impacta tanto a la confiabilidad como a la

disponibilidad, así se citan las definiciones de estos términos:

La Confiabilidad:

Es la habilidad de un sistema o componente para desarrollar sus funciones bajo condiciones pre-establecidas durante un período de tiempo especificado.

En otras palabras, es la probabilidad de que los sistemas o componentes tengan éxito durante el tiempo de la misión identificada, sin fallas. Una misión aérea es el perfecto ejemplo para ilustrar este concepto. Cuando una aeronave despegue para su misión, hay un objetivo en mente: completar el vuelo, como se ha programado, con seguridad (sin fallas catastróficas). (Espinoza Játiva, 2004)

La Disponibilidad:

Por otro lado, es el grado al cual un sistema o componente es operacional y accesible cuando se requiere su uso. La disponibilidad puede verse como la probabilidad de que el sistema o componente se encuentre en estado de desarrollar su función requerida bajo ciertas condiciones en un instante dado. La disponibilidad se determina por la confiabilidad del sistema, así como también por el tiempo de recuperación cuando una falla se produce. Cuando los sistemas tienen tiempos de operación continua muy largo, las fallas son inevitables y entonces lo importante es recuperar la operación del sistema lo más pronto posible. (Espinoza Játiva, 2004)

El valor del ***MTBF*** es una medida básica de la confiabilidad del sistema. Se la representa típicamente en horas. Mientras más alto es el valor del MTBF, mayor es la confiabilidad del producto. La siguiente expresión ilustra esta relación:

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\left(\frac{\text{tiempo}}{\text{MTBF}}\right)}$$

Por otra parte el Tiempo Medio de Recuperación o **MTTR** (siglas en inglés de Mean Time to Recover), es el tiempo esperado para recuperar un sistema de una falla y se representa también en horas. Como lo muestra la siguiente ecuación, MTTR impacta sobre la disponibilidad y no sobre la confiabilidad. Así también el MTBF afecta también a la disponibilidad. Mientras mayor es el MTBF mejor es la disponibilidad, y mientras mayor es el MTTR, peor es la disponibilidad del sistema.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Se puede decir que la confiabilidad práctica puede auxiliar al personal de mantenimiento a obtener altos índices de disponibilidad con bajos costos, pero estos resultados solo serán alcanzados si se adoptan cambios en el entendimiento de la función de mantenimiento y en la postura de todos los involucrados en este proceso.

5.3) Memoria de cálculo:

Basado en el historial de trabajos realizados, durante el año 2012 (enero 2012, a diciembre 2012) se realizaron los siguientes cálculos de KPI's

5.3.1) Búsqueda de fallas, en Histórico de Trabajos realizados:

En este caso, se analizará (como en el cap. Anterior) la correa C-212 y la Hoja de trabajos realizados. Se identificará como:

Número Total de Reparaciones Indicadas 65.....(1)

5.3.2) Identificación del periodo de tiempo:

El periodo se encuentra comprendido desde el 02 de enero del 2012, hasta el 27 de Diciembre 2012, obteniéndose así, un periodo de 12 meses o **7575 horas** (para efectos del cálculo).

5.3.3) Identificación de tiempo por reparación:

En este análisis, solo se identificó una falla o reparación.

El tiempo total de reparaciones: Fue de **102 horas**..... (2)

5.3.4) Calculo de la Tasa media entre fallas (TMEF):

Con los datos obtenidos en los puntos anteriores se procede a calcular la TMEF mediante la siguiente fórmula:

$$TMEF = \frac{N^{\circ} \text{ horas totales del periodo analizado} - \text{Horas maquina detenida}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

Reemplazando los valores, se obtiene el siguiente valor:

$$TMEF = \frac{7575 - 102}{65}$$

$$TMEF = 114,97 \text{ horas} \dots\dots\dots (3)$$

5.3.5) Cálculo de la Tasa media por reparación (TMPR):

Usando los datos en los puntos 1 y 2, se procede a calcular la TMPR:

$$TMPR = \frac{N^{\circ} \text{ horas de paro por averías}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Reemplazando los valores en la fórmula, se obtiene el siguiente valor:

$$TMPR = \frac{102}{65}$$

$$TMPR = 1.57 \dots\dots\dots(4)$$

5.3.6) Cálculo de la Confiabilidad (R(t)):

La Confiabilidad se obtiene usando el TMEF y el tiempo total de reparación:

$$Confiabilidad(R) = e^{-\left(\frac{\text{tiempo total de Reparación}}{TMEF}\right)}$$

Se obtiene el siguiente resultado:

$$Confiabilidad(R) = e^{-\left(\frac{102}{114,97}\right)}$$

$$Confiabilidad(R) = 41,18\%$$

5.3.7) Cálculo de la Mantenibilidad (M(t)):

La mantenibilidad está expresada por los valores de los puntos 2 y 4 antes calculados:

$$Mantenibilidad(M) = 1 - e^{-\left(\frac{\text{tiempo total de Reparación}}{TMPR}\right)}$$

Reemplazando los valores en la formula, se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Mantenibilidad}(M) = 1 - e^{-\left(\frac{102}{1.57}\right)}$$

$$\text{Mantenibilidad}(M) = 100\%$$

5.3.8) Cálculo de la Disponibilidad (D(t)):

Con los datos obtenidos en los puntos 3 y 4, se procede a calcular la Disponibilidad, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad}(D) = \frac{TMEF - TMPR}{TMEF}$$

Reemplazando los valores se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Disponibilidad}(D) = \frac{114,97 - 1,57}{114,97}$$

$$\text{Disponibilidad}(D) = 98,63\%$$

5.3.9) Resultados obtenidos en Correa C-212:

El equipo C-212 tiene una Disponibilidad de: **98,63%**

El equipo C-212 tiene una Confiabilidad de: **41,18%**

El equipo C-212 tiene una Mantenibilidad de: **100%**

5.4) Resultados de KPI's en las demás Líneas:

A continuación se presentan los resultados de las KPI's en las líneas de Fluosólido, Catedral, Planta de Chancado y Convertidores.

5.4.1) Área de Correas Línea Fluosólido:

Correa	Periodo (meses)	Periodo (Horas)	N° de Rep. Indicados	Tiempo total de Rep.	TMEF	TMPR	Confiabilidad (R(t))	Disponibilidad (D(t))	Mantenibilidad (M(t))
212	12	7575	65	102	114,969	1,569	41%	98,64%	100,0%
213	12	7575	30	65,5	250,317	2,183	77%	99,13%	100,0%
220	12	7575	30	37,5	251,250	1,250	86%	99,50%	100,0%
151	12	7575	29	42	259,759	1,448	85%	99,44%	100,0%
221	12	7575	29	34,5	260,017	1,190	88%	99,54%	100,0%
42	12	7575	38	74	197,395	1,947	69%	99,01%	100,0%
506	12	7575	30	47,5	250,917	1,583	83%	99,37%	100,0%
3	12	7575	50	80	149,900	1,600	59%	98,93%	100,0%
5	12	7575	42	74	178,595	1,762	66%	99,01%	100,0%
41	12	7575	17	21	444,353	1,235	95%	99,72%	100,0%

5.4.2) Área de Correas Línea Catedral:

Correa N°	Periodo (meses)	Periodo (Horas)	N° de Rep. Indicados	Tiempo total de Rep.	TMEF	TMPR	Confiabilidad (R(t))	Disponibilidad (D(t))	Mantenibilidad (M(t))
236	12	7575	20	48,5	376,325	2,425	88%	99,356%	100,00%
230	12	7575	23	28,5	328,109	1,239	92%	99,622%	100,00%
233	12	7575	38	55	197,895	1,447	76%	99,269%	100,00%
232	12	7575	28	54	268,607	1,929	82%	99,282%	100,00%
234	12	7575	22	32,5	342,841	1,477	91%	99,569%	100,00%
235	12	7575	19	26	397,316	1,368	94%	99,656%	100,00%
213b	12	7575	10	24,5	755,050	2,450	97%	99,676%	100,00%
214	12	7575	23	29	328,087	1,261	92%	99,616%	100,00%
215	12	7575	16	23	472,000	1,438	95%	99,695%	100,00%
216	12	7575	17	22,5	444,265	1,324	95%	99,702%	100,00%
217	12	7575	7	9	1080,857	1,286	99%	99,881%	99,91%
218	12	7575	2	1,5	3786,750	0,750	100%	99,980%	86,47%
219	12	7575	2	2,5	3786,250	1,250	100%	99,967%	86,47%
225	12	7575	7	7	1081,143	1,000	99%	99,908%	99,91%
226	12	7575	6	5,5	1261,583	0,917	100%	99,927%	99,75%

5.4.3) Área de Correas Línea Planta Chancado:

Correa N°	Periodo (meses)	Periodo (Horas)	N° de Rep. Indicados	Tiempo total de Rep.	TMEF	TMPR	Confiabilidad (R(t))	Disponibilidad (D(t))	Mantenibilidad (M(t))
Molino	12	7575	19	38	396,684	2,000	91%	99,50%	100,0%
Parrilla P.	12	7575	9	14,5	840,056	1,611	98%	99,81%	100,0%
Apron	12	7575	51	98,5	146,598	1,931	51%	98,68%	100,0%
C-1	12	7575	46	65,5	163,250	1,424	67%	99,13%	100,0%
Harnero 1	12	7575	65	129,25	114,550	1,988	32%	98,26%	100,0%
C-6	12	7575	34	41	221,588	1,206	83%	99,46%	100,0%
C-2	12	7575	28	38,5	269,161	1,375	87%	99,49%	100,0%
Chancador	12	7575	102	234	71,971	2,294	4%	96,81%	100,0%
C-3	12	7575	36	46	209,139	1,278	80%	99,39%	100,0%
Harnero 2	12	7575	15	22,5	503,500	1,500	96%	99,70%	100,0%
C-4	12	7575	15	15,5	503,967	1,033	97%	99,79%	100,0%

5.4.4) Área de Correas Línea Convertidores Teniente:

Correa N°	Periodo (meses)	Periodo (Horas)	N° de Rep. Indicados	Tiempo total de Rep.	TMEF	TMPR	Confiabilidad (R(t))	Disponibilidad (D(t))	Mantenibilidad (M(t))
91 CT1	12	7575	32	39,4	235,488	1,231	85%	99,48%	100,0%
92 CT1	12	7575	16	18,4	472,288	1,150	96%	99,76%	100,0%
93 CT1	12	7575	21	24,9	359,529	1,186	93%	99,67%	100,0%
91 CT2	12	7575	38	53,5	197,934	1,408	76%	99,29%	100,0%
92 CT2	12	7575	16	19	472,250	1,188	96%	99,75%	100,0%
93 CT2	12	7575	30	73	250,067	2,433	75%	99,03%	100,0%
1 CPS1y2	12	7575	15	18	503,800	1,200	96%	99,76%	100,0%
2 CPS1y2	12	7575	16	20	472,188	1,250	96%	99,74%	100,0%
2A CPS1y2	12	7575	11	8,4	687,873	0,764	99%	99,89%	100,0%
3 CPS1y2	12	7575	10	8	756,700	0,800	99%	99,89%	100,0%
401	12	7575	10	8,4	756,660	0,840	99%	99,89%	100,0%
403	12	7575	FUERA DE SERVICIO						
405	12	7575							
90 CPS3	12	7575	16	22	472,063	1,375	95%	99,71%	100,0%
91 CPS3	12	7575	20	27,5	396,684	1,375	93%	99,65%	100,0%

5.4.5) Resultados finales en la totalidad de las áreas:

Una Confiabilidad promedio de: **84%**

Una Disponibilidad promedio de: **98.79%**

Una Mantenibilidad promedio de: **99%**

5.4.6) Conclusiones o Recomendaciones:

Podemos concluir que para aumentar la disponibilidad del equipo se requiere:

- Aumentar la Confiabilidad, expresada por TMEF
- Reducir el tiempo empleado en la reparación, expresado por TMEF
- Aumentar el TMEF y reducir el Tmpr simultáneamente.

Para aumentar la confiabilidad es preciso evitar la intervención humana innecesaria. Ej: Cambio de Componentes y Realizar Mantenimiento en taller.

CAPITULO VI

PLAN DE MEJORA

CAPITULO 6: PLAN DE MEJORA

6.1) Introducción:

El propósito de este capítulo es entregar información y procedimientos para mantener, detectar problemas y reparar en forma efectiva las Cintas Transportadoras. También se propondrá la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo, mediante instrumentos de medición para los sistemas críticos de la cinta.

6.2) Recomendaciones de Mantención

De acuerdo al capítulo anterior, en donde se señaló la confiabilidad de cada una de las correas, siendo la correa C-212 con menor confiabilidad, se entregará algunas recomendaciones.

6.2.1) Recomendaciones de Seguridad.

- Utilizar los equipos de protección personal adecuados para el trabajo a realizar.
- Realizar una prueba de funcionamiento con anterioridad a los equipos de levante a utilizar.
- Revisar las herramientas a utilizar (que se encuentren en buen estado).
- Solicitar el bloqueo del equipo que se va a intervenir al jefe de turno.
- Verificar las condiciones del entorno por posibles condiciones inseguras.
- Segregar los RILES o RISES existentes en el equipo.
- Informar el término de la actividad al jefe de turno.

6.2.2) Recomendaciones para la manipulación de Piezas.

- El equipo utilizado para remover piezas debe de ser del tamaño suficiente para permitir facilidad de movimiento de la pieza que está siendo manipulada.
- Al manipular piezas que tengan superficies de apoyo debe tomarse un cuidado especial para evitar que se dañen.
- Proteja las superficie con aceite o anticorrosivo si la pieza ha de ser expuesta a las condiciones ambientales.
- No coloque ninguna superficie fresada directamente en el suelo. Utilice madera o cualquier otro tipo de soporte para proteger las piezas.

6.3) Plan de Inspección con equipo corriendo y detenido.

De acuerdo a los manuales, se elaboraron pautas de inspección.

Estas inspecciones deben ser constantes y sistemáticas, para así lograr menos paralizaciones y a su vez menos costos de reparación. Al realizar estas inspecciones es de suma importancia que se cumpla con las condiciones de seguridad descritas a continuación.

Seguridad Equipo Corriendo (Inspección Mecánica) Correas Transportadoras
1. Esta es una inspección de la marcha, no trate de tocar detrás ni sacar las guardas de seguridad, no trabaje ni ponga en funcionamiento el equipo excepto para inspecciones y ajustes de marcha especificados.
2. Asegúrese que se este usando todo el equipo de protección personal.
3. Asegúrese que todo los equipos de prueba estén correctamente calibrados y en buenas condiciones operativas.
4. Luego de completar las tareas de inspección, asegúrese que todas las guardas de seguridad, sellos y letreros estén en su lugar y asegurados.

Seguridad Equipo Detenido (inspección Instrumental) Correas Transportadoras.
1. Asegúrese que el motor de transmisión de la cinta esté inactivo para evitar la interferencia con su operación debido a la inspección y pruebas eléctricas.
2. Antes de proceder con la inspección instrumental, revise si hay presencia de energía principal y de control en el equipo adecuado. La energía de control puede estar en la forma de presión ambiental, temperatura o energía eléctrica de bajo voltaje.
3. Asegúrese que se esté usando el equipo de protección personal.
4. Asegúrese que todo el equipo de prueba esté correctamente calibrado y en buenas condiciones.
5. Luego de completar las tareas de inspección, asegúrese que todas las guardas de seguridad, sellos y letreros estén en su lugar y adecuadamente asegurados. Saque los bloqueos y etiquetas desde el equipo adecuado y suelte el sistema o unidad para darle servicio, según los procedimientos establecidos.

Seguridad Equipo Corriendo (Mecánico) Correas Transportadoras.
1. Asegúrese que se esté usando todo el equipo de protección personal.
2. Solicitar el ingreso al área, al Jefe de turno respectivo.
3. Verificar las condiciones del entorno por posibles condiciones inseguras.
4. Verificar que el área este limpia y libre de obstáculos.
5. Luego de terminar los puntos anteriores proceder a realizar la ruta de inspección.
6. Informar al jefe de turno el término de la inspección

Seguridad Equipo Detenido (Mecánico) Correas Transportadoras.
1. Solicitar el bloqueo del equipo al jefe de turno.
2. Asegúrese que se esté usando todo el equipo de protección personal.
3. Solicitar el ingreso al área, al Jefe de Turno respectivo.
4. Verificar las condiciones del entorno por posibles condiciones inseguras.
5. Verificar que el área de trabajo esté limpia y libre de obstáculos.
6. Luego de terminar los puntos anteriores proceder a realizar la ruta de inspección.
7. Informar al jefe de turno el término de la inspección.
8. Retirar el bloqueo.

6.4) Pautas Técnica de Inspección.

Las Pautas de inspección realizadas, constan en el caso de Correas, de tres columnas, en la primera columna se indica el subsistema que se va a inspeccionar, seguido por la tarea que se va a realizar, y por último se indica la observación o medición realizada por el Mecánico Inspector (Anexo C).

El componente del equipo podrá estar Normal o Deficiente. De acuerdo a estas condiciones, se deberán realizar Acciones (Limpiar, Ajustar, Lubricar, Reparar y/o Cambiar) según la apreciación del inspector, siendo estas programadas por el jefe de mantenimiento.

En la Tabla 6.1, se mostrará un resumen sobre las frecuencias de las Inspecciones, condición del equipo y la especialidad de la persona a cargo de la inspección.

		ESTADO DEL EQUIPO		FRECUENCIA DE INSPECCION						INSPECTORES		
LINEA	CORREAS CRITICAS	CORRIENDO	DETENIDO	INSPECCION DIARIAS	INSPECCION SEMANALES	INSPECCION QUINCENALES	INSPECCION MENSUAL	INSPECCION TRIMESTRAL	INSPECCION ANUAL	MECANICO	ELECTRICO	INSTRUMENTISTA
CONVERTIDOR	91 CT1											
	92 CT1											
	93 CT1											
	91 CT2											
	92 CT2											
	93 CT2											
	1 CPS1y2											
	2 CPS1y2											
	2A CPS1y2											
	3 CPS1y2											
	401											
	403											
	405											
	90 CPS3											
	91 CPS3											
P. CHANCADO	Molino											
	Parrilla P.											
	Apron											
	C-1											
	Harnero 1											
	C-6											
	C-2											
	Chancador											
	C-3											
	Harnero 2											
C-4												

Nota: Por la baja confiabilidad de la correa C-212, C-42, C05, C-233, C-93 CT2 y Aprón se recomienda realizar inspecciones semanales y así poder anticiparse a la falla, logrando aumentar paulatinamente la confiabilidad del sistema.

6.5) Determinación de una Estrategia de Mantenimiento.

En la siguiente TABLA 6.2 se encuentra un resumen del tipo de mantenimiento que se realizará para el subsistema de la Correa. Esto no implica que no se puedan realizar mejoras con respecto a estas mantenciones, al contrario, se puede mejorar tanto del ingenieros o como de mantenedores, con las herramientas e instrumentos predictivos necesarios para cada mantención.

TABLA 6.2 Estrategias de Mantenimiento para Correa C-212

Correa	Tipo de Mantenimiento	Item	Frecuencia de Cambio y / o Medición
C-212	Mantenimiento Correctivo. 1. Cintas. 2. Reductor. 3. Tambor Motriz y Conducida.	1.1 Cambio de cinta	Desgaste excesivo
		1.2 Cambio goma de guarderas	Desgaste excesivo
		2.1 Cambio de rodamiento	Rotura de Sello
		2.2 Cambio de engranaje	Indicio de Fractura
		3.1 Cambiar Tambor	Desprendimiento de goma
	Mantenimiento Preventivo 1. Cinta. 2. Reductor. 3. Rodamientos.	1.1 Alineación de la cinta	Centrado y Tensado
		1.2 Rises	Adhencia de material en el retorno
		1.3 Ampollas en la Cubierta	Cortes pequeños en la cubierta
		2.1 Nivel de aceite bajo	Cambiar lubricante
		2.2 Suciedad en el Aceite	Cambiar lubricante
		2.3 Vibraciones	Piezas del reductor en malas condiciones
		3.1 Aumentar medida de limpieza	Cambiar lubricante
		3.2 Verificar Sellos	En mal estado
	Mantenimiento Predictivo 1. Cinta y Chute. 2. Rodamiento, Poleas y Polines. 3. Reductor.	1.1 Medición Espesores	Mensual
		2.1 Análisis de Temperatura	Quincenal
		2.2 Análisis de Vibraciones	Quincenal
		2.3 Alineamiento de Polines	Trimestral
		2.4 Análisis Aceite	Trimestral
		3.1 Análisis de Temperatura	Quincenal
		3.2 Análisis de Vibraciones	Quincenal
		3.3. Alineamiento de Polines	Trimestral
3.4 Análisis Aceite	Trimestral		

6.6) Instrumentación y Herramientas de Medición.

Este punto se enfocará en las posibles sugerencias de Instrumentación de medición manual predictiva, para lograr una inspección técnica de los equipos.

I. Instrumentos:

- Medidor Espesores (Ultrasonido); Rango [0.6-250] mm.
- Vibrómetro; Rango [0.08-600] mm.
- Analizador de Aceite (Básico)
- Termómetro Láser; Rango [-40 – 650] °C
- Reloj Comparador; Rango [0.2-50] mm.

Nota:

Estos equipos requieren de personal calificado, con experiencia en mantención predictiva. La Administración debe capacitar a dos mantenedores, contratar personal externo o solicitar un servicio de Mantenimiento Predictivo. Es importante cumplir con las inspecciones ya que con ello se podrá identificar la falla temprana. Lo que se quiere lograr con este sistema es:

- Eliminar el desmantelamiento innecesario (tiempos Reparación).
- Incrementar el Tiempo de disponibilidad de las Correas.
- Aumentar la confiabilidad de la Línea de Correas.
- Determinar cuándo se requiere un trabajo de mantenimiento en alguna pieza específica del equipo

6.7) Elaboración de un programa de mantención para Cintas Transportadoras.

A continuación mostraré un esquema de un programa de inspección

(Tabla 6.3) para las Correas consideradas críticas, ya que las fechas se deben coordinar con el Coordinador DET.

6.8) Sistema de Información.

El sistema de información (SI) facilita la toma de decisiones entre los estamentos, es importante que el SI pueda fluir libremente entre los gestores para tener una respuesta rápida al problema, siendo el motor del cambio en la Empresa para aumentar el grado de competitividad y a su vez la armonía de la misma.

Los estamentos deben tener muy claro su rol frente a la mantención que se realizará, para poder mantener un control de su evaluación y el proceso de mantención a seguir.

6.8.1) Objetivos a Considerar.

Se desea Establecer y considerar que:

- Las Cintas transportadoras se mantengan en operación.
- Reducir el número de fallas.
- Mantener un alto grado de disponibilidad.
- Realizar una mantención de calidad para aumentar la confiabilidad en las cintas.

6.8.2) Comunicación de los Estamentos.

En los siguientes diagramas de flujo (Fig. 6.1 y Fig. 6.2) se mostrará el procedimiento y el camino que tomará la información en los entes del Área de Mantenimiento de Correas Fundición Caletones.

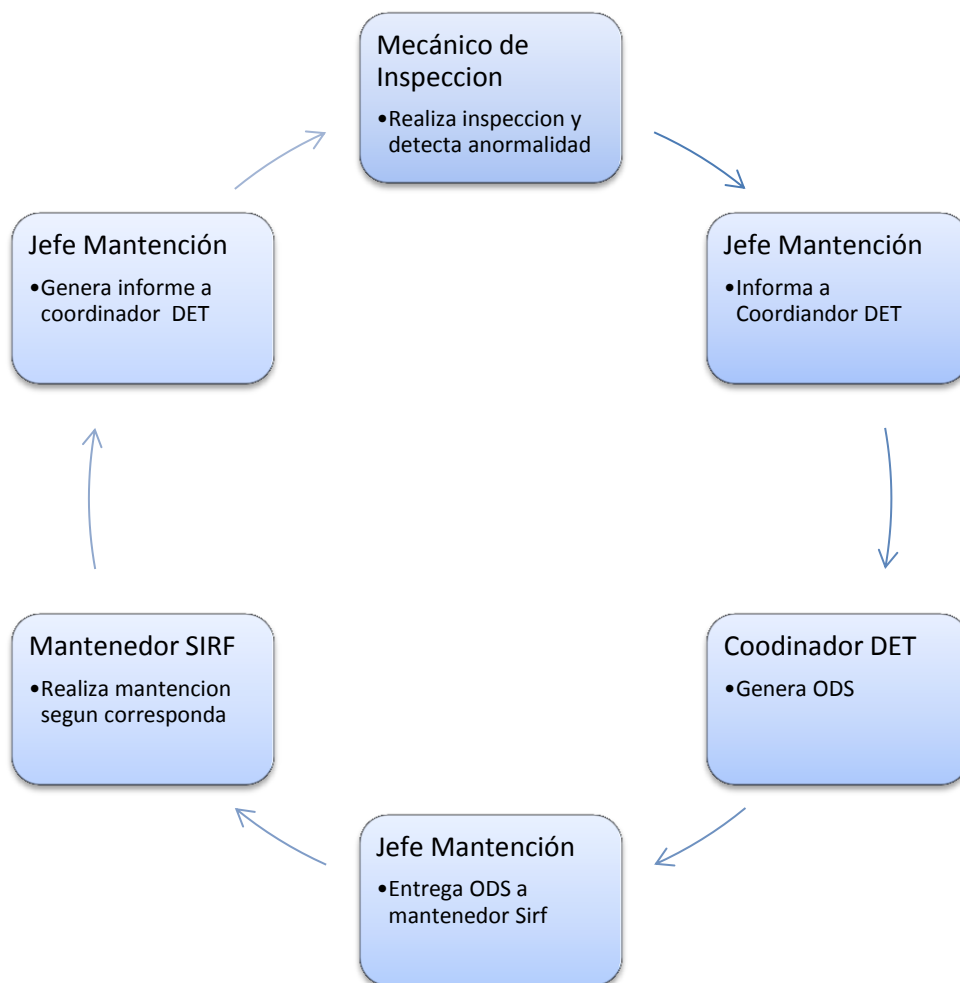


FIGURA 6.1, Diagrama de comunicación entre los entes.

- 1.- *Jefe de Mantenición*: Es el responsable de que las cartillas de inspección realice la ruta designada en la pauta. Estas cartillas deben ser entregadas al Mecánico Inspector.
 - 2.- *Mecánico Inspector*: Es el encargado de realizar lo descrito en las cartillas y anotar en ellas todas las observaciones posibles. Terminada la inspección debe avisar al Jefe de Mantenición y facilitarle la cartilla de inspección.
 - 3.- *Jefe de Mantenición*: Es el que debe tomar la decisión si el equipo requiere una atención inmediata, si es así debe enviar una solicitud al Coordinador DET. Si el equipo no requiere una intervención, el jefe de mantención deberá enviar al SI el trabajo a realizar, para coordinarlo con el Coordinador DET una fecha próxima de Parada de Planta.
 - 4.- *Coordinador DET*: Deberá analizar la solicitud enviada por el jefe de mantención y ver si es conveniente realizar la detención del sistema (aprobada por operaciones), enviando la aprobación al jefe de mantención, sino se deberá programar una fecha para realizar el trabajo solicitado.
- Nota: Esto quedará bajo la responsabilidad de Coordinador DET si se presenta alguna falla en el equipo.
- 5.- *Jefe de Mantenición*: Si el Coordinador DET aprobó la solicitud, el Jefe de mantención deberá realizar una Orden de trabajo, enviando la copia al Mantenedor SIRF.
 - 6.- *Mantenedor*: Son los encargados de realizar la Orden de trabajo, siguiendo las especificaciones del jefe de mantención.

Nota: El Capataz deberá hacer la entrega de un respectivo informe con los trabajos realizados o no realizados (inconvenientes o tiempos de espera por Área de Producción).

7.- *Jefe de Mantenición*: Como último pasó el jefe de mantención deberá entregar la línea al Coordinador DET, luego revisar el informe entregado por el Capataz. Si observa alguna complicación que hubieran tenido en el trabajo, esta información será utilizada para mejorar la siguiente pauta de mantención.

8.- *Registro de Documentos*: Para una mejora de los registros la empresa deberá adquirir un software interno, donde se recopilaran las pautas y las órdenes de servicio, además de contar con un correo interno para la comunicación entre los estamentos.

6.8.3) Responsabilidades de los Estamentos:

Debe ser de conocimiento las responsabilidades que posee cada uno de los estamentos, para lograr una mejor gestión de la mantención entregada a la unidad. Las cuales deben saber:

1. Jefe de Mantención:

- Dar a conocer los procedimientos de mantención a todo el personal de mantención.
- Instruir y capacitar al personal de mantención en los procedimientos de trabajo.
- Deberá controlar el cumplimiento del procedimiento.

- Deberá actualizar las cartillas de inspección, ante cualquier cambio en el diseño del equipo.
- Deberá actualizar constantemente el SI.

2. Mecánico Inspector y Mantenedores:

- Deberán dar cumplimiento a los seguimientos y a las cartillas de Inspección, como también a los Instructivos de mantención.
- Controlar y cumplir las recomendaciones de seguridad.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN

Considerando el actual modo de operar por la empresa en lo que respecta a la mantención de las correas transportadoras, se debe tecnificar en cuanto a las inspecciones con equipos predictivos, además de disponer de los recursos económicos y humanos para entregar un adecuado mantenimiento y una estructura de compromisos y responsabilidades de los estamentos involucrados en el proceso.

En relación a la recopilación de datos fue de gran ayuda el haber contado con el historial de trabajos llevados por la empresa, distribuidos mes a mes y con la información de las HH involucradas (horas hombres de intervención en cada mantención).

Para la detección de las cintas críticas se utilizó la información entregada de las HH involucradas en cada intervención, para la obtención de los siguientes indicadores (Kpi's) Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. De lo cual se obtuvieron las siguientes correas críticas:

Línea Fluosolido: C-212, C-42 y C-05.

Línea Catedral: C-233

Línea Planta de Chancado: Aprón

Línea Convertidores: C-93 Ctte #2

Para el mantenimiento planteado, también se entregan herramientas para trabajar con una mayor seguridad sobre todo cuando se realizan las inspecciones y las correas se encuentran en funcionamiento, por otra parte para realizar una intervención mayor se debe tener si o si energía cero (equipo detenido y desenergizado).

En relación al mejoramiento de la confiabilidad y disponibilidad a las correas críticas, se quiere lograr con las pautas de trabajo propuestas, acortar los tiempos de mantención, lo cual permitirá mejorar la disponibilidad de las correas críticas, ya que se pudo detectar que la mayor cantidad de tiempos muertos se debía a la mantención de las correas en sí, estas pautas se encuentra en el anexo C.

Bibliografía

Lourival Augusto Tavares. 1986. Administración Moderna del Mantenimiento. Universidad Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 1986.

Oscar Barros. Manual de Diseño Lógico de sistemas de Información Administrativos; Editorial Universitaria.

Rene Espinoza Játiva. Mean Time Between Failures (MTBF). [en línea] Procesos Estocásticos, Universidad San Francisco de Quito <<http://profesores.usfq.edu.ec/renej/Contenidos%20Estocasticos/Apuntes%20Procesos%20Estoc%20Estocasticos/Mean%20Time%20Between%20Failures%20Nota%20Explicativa.pdf>> [consulta: 23 mayo de 2013].

Rodrigo Pascal J. 2003. El Arte de Mantener. Dpto. Ing. Mecánica, U. de Chile, Santiago Chile, 2003.

Wilson Urrutia. Apuntes de Mantenimiento. Dpto. Ing. Mecánica, U. del Bio-Bio, Concepción Chile, 2012.