



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN EL
SISTEMA DE CORREAS TRANSPORTADORAS MODELO CT-10 DEL
PUERTO PUNTA TOTORALILLO EN LA COMPAÑÍA MINERA DEL
PACÍFICO S.A (CMP)**

Proyecto de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial

Profesor guía: Sr. Osvaldo Duran Artigas

Profesor tutor: Sr. Juan Huenumán Rojas

Rodrigo Alexis Barrionuevo Rivas
Claudio Alejandro Campusano Rivera

Copiapó, Chile 2020

AGRADECIMIENTOS

Luego de años de estudio termine mi carrera. Fue un esfuerzo enorme, que sin apoyo incondicional de mi familia y ayuda de mi profesor guía no hubiera sido posible. En primer lugar, quería agradecer a mis Padres, Marco y Ana, por el sacrificio y la paciencia que han puesto en mí, y el apoyo de confiar siempre en que podía. Esta alegría es compartida, ya que sin su ayuda hubiera sido difícil lograr. También agradezco A mi novia: Gracias Javiera porque me ha apoyado siempre en lo que quiero, y más en estos años de carrera y que pudo comprender todo el tiempo que tuve que dedicar a mis estudios. A la Universidad Atacama, en especial a la Educación Continua, por la oportunidad de realizar mis estudios profesionales. A todas las personas y empresa que contribuyeron para hacer posible la elaboración de mi tesis. Lo último agradezco a mi profesor guía Juan Huenumán, por la preocupación que tuvo constantemente, que sin su sabiduría hubiera sido muy difícil lograr esto.

Atte.

Claudio Alejandro Campusano Rivera

AGRADECIMIENTOS

Terminando este proceso de educación superior me siento muy agradecido por mi familia y cada persona que estuvo presente en dicho proceso de enseñanza-aprendizaje, en especial a Daniela Alfaro mi señora quien fue el pilar fundamental para poder lograr este objetivo, difícil el camino, pero con su apoyo incondicional avanzamos siempre a nuestro objetivo, a mi hijo Baltasar a quien en muchas oportunidades tuve que postergar por lo que demanda este proceso. Agradezco a dios y a mi hermana, sé que desde el cielo guían cada paso que doy, lo iluminan y no me dejan caer, ante cualquier adversidad. Agradecer también a cada docente quienes nos entregaron las herramientas para poder ser mejores en la vida profesional, Juan Huenuman nuestro profesor guía quien nos apoyó con su experiencia, conocimiento y sabiduría, para orientarnos en este fundamental mundo del mantenimiento predictivo. Cada persona se fija metas en la vida, depende de la dedicación, el esfuerzo, el sacrificio perseverancia y el entusiasmo que pongas, cada objetivo que te propongas lo lograrás, nada es imposible.

Atte.

Rodrigo Alexis Barrionuevo Rivas.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
MARCO INTRODUCTORIO	1
1.1. Antecedentes Generales	1
1.2. Objetivo General	2
1.3. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Alcance del Proyecto.....	2
1.5. Metodología	2
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Descripción de la Empresa.....	4
2.1.1. Historia.....	4
2.2.2. Misión	6
2.2.3. Visión	6
2.2.4. Cartera de Productos Cap. Minería	7
2.4.5. Destino de los Productos	9
2.4.6. Situación del Mercado.....	9
2.5. Plan de crecimiento CAP Minería.....	13
2.5.1. Operaciones.....	13
2.5.2. Bases que Sustentan Plan de Crecimiento	16
2.5.2.1. Mercado.....	17
2.5.2.3. Situación Financiera CAP Minería.	18
2.5.2.4. Recurso Humano	19
2.6. Fundamentos Teóricos	21
2.6.1. Teoría de la Mantenición.....	21
2.6.2. Necesidades de Mantenición	21
2.6.3. Deberes de un Servicio de Mantenición.....	21
2.7. Tipos de Mantenimiento	22
2.7.1. Mantenimiento Correctivo	22
2.7.2. Mantenimiento Preventivo	22
2.7.3. Matriz Comparativa de los Mantenimientos	22

2.8. Sistema de Correas Transportadoras.....	24
CAPÍTULO III.....	26
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	26
3.1. Introducción	26
3.2. Definición General del Sistema	27
3.2.1. Sub-Sistemas de las Correas Transportadoras	28
3.2.2. Instrumentación de las Correas Transportadoras	32
3.2.3. Modos de Operación de las Correas Transportadoras.....	33
3.3. Información de Fallas.....	33
3.4. Sistema de Seguridad.....	37
3.5. Mantenciones	38
3.5.1. Mantenimiento Preventiva.....	39
3.5.2. Mantenimiento Correctiva.....	39
3.5.3. Problemas Frecuentes en Correas Transportadoras.	40
3.5.4. Mantenimiento Correctiva a Correas Transportadoras.....	41
3.5.5. Mantenimiento Correctiva de Raspadores.....	45
3.5.5.1. Mantenimiento de Raspador Secundario de Cinta Transportadora.	46
3.5.5.2. Mantenimiento de Raspador Primario de Cinta Transportadora.	48
CAPÍTULO IV	50
ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	50
4.1. Introducción	50
4.2. Confiabilidad y Disponibilidad.....	50
4.2.1. La Confiabilidad.....	50
4.2.2. La Disponibilidad.....	51
4.2.3. Memoria de Cálculo.....	51
4.2.3.1. Búsqueda de Fallas, en Histórico de Trabajos Realizados:.....	52
4.2.3.2. Identificación del Período de Tiempo.....	52
4.2.3.3. Identificación de Tiempo de Reparación.	52
4.2.3.4. Cálculo de la Tasa Media entre Fallas. (TMEF).....	52
4.2.3.5. Cálculo de la Tasa Media por Reparación (TMPR).....	52
4.2.3.6. Cálculo de la Confiabilidad (R(t)).....	52

4.2.3.7. Cálculo de la Mantenibilidad (M(t))	53
4.2.3.8. Cálculo de la Disponibilidad (D(t))	53
4.2.3.9. Resultados en Correa CT-10.	53
4.3. Diagrama de Pareto.	54
4.4. Conclusiones o Recomendaciones del Análisis de Criticidad	54
CAPÍTULO V	55
PLAN DE MEJORA	55
5.1. Introducción	55
5.2. Recomendaciones de Mantenimiento.....	55
5.2.1. Recomendaciones de Seguridad.....	55
5.2.2. Recomendaciones Para la Manipulación de Piezas	55
5.3. Plan de Inspección con Equipo Corriendo y Detenido	56
5.4. Pautas Técnicas de Inspección	58
5.5. Determinación de una Estrategia de Mantenimiento	60
5.6. Instrumentos y Herramientas de Medición	60
5.6.1. Instrumentos	60
5.7. Sistema de Información	61
5.7.1. Objetivos del Sistema de Información	61
5.7.2. Comunicaciones de los Estamentos	62
5.7.3. Responsabilidades de los Estamentos	65
5.7.3.1. Jefe de Mantenimiento	65
5.7.3.2. Mecánico Inspector y Mantenedores	65
CAPÍTULO VI	66
EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	66
6.1. Criterio de Evaluación.....	66
6.2. Evaluación Técnica Según Mantenimiento Programada.....	67
6.3. Expectativas de Disminución de Detenciones por Fallas	68
6.4. Evaluación Económica.....	69
6.4.1. Costos Mantenimiento Correctiva.....	69
6.4.2. Gastos Operacionales de Detención no Programada	70
6.4.3. Pérdidas de Producción Asociadas a Detención no Programada.	71

CAPÍTULO VII	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
7.1. Conclusiones	74
7.2. Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXO A	77
MONTAJE Y AJUSTE DE POLEAS	77
ANEXO B	95
PLAN DE CALIDAD, DISEÑO Y FABRICACIÓN DE POLEAS	95

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°4.1	51
Ecuación N°4.2	51
Ecuación N°4.3	52
Ecuación N°4.4	53
Ecuación N°4.5	53
Ecuación N°4.6	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°2.1: Conformación grupo CAP S.A.	5
Figura N°2.2: Centros de operación.	6
Figura N°2.3: Productos comercializados.	8
Figura N°2.4: Crecimiento población urbana.	10
Figura N°2.5: Crecimiento mundial población urbana.	11
Figura N°2.6: Crecimiento del consumo de acero.	11
Figura N°2.7: Dotación RRHH.	19
Figura N°2.8: Ubicación correas transportadoras.	25
Figura N°3.1: Esquema correa transportadora convencional.	29
Figura N°3.2: Esquema de la banda.	30
Figura N°3.3: Esquema del sistema de potencia.	31
Figura N°3.4: Diagrama de bloques de la correa transportadora.	32
Figura N°3.5: Desvío de la cinta en uno o más puntos.	40
Figura N°3.6: Desgaste de rodillos o polines.	40
Figura N°3.7: Desgaste de estructura.	41
Figura N°3.8: Correa apilador FAM.	46
Figura N°3.9: Raspador secundario.	46
Figura N°3.10: Raspador primario.	48
Figura N°5.1: Diagrama de comunicación entre los entes.	62
Figura N°5.2: Procedimientos de inspección.	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°2.1: Precio del hierro (Fe).....	12
Gráfico N°2.2: Tendencias consumo países.	13
Gráfico N°2.3: Producción CAP Minería	14
Gráfico N°2.4: Producción CAP Minería	15
Gráfico N°2.5: Crecimiento de la población urbana y rural de China.	17
Gráfico N°2.6: Importación mineral hierro y producción.....	18
Gráfico N°2.8: Producción versus dotación de personal.	20
Gráfico N°4.1: Diagrama de Pareto.	54
Gráfico N°6.1: Costos mantenimiento correctivo.	70
Gráfico N°6.2: Gastos detención no programada.....	71
Gráfico N°6.3: Costo pérdidas.	71
Gráfico N°6.4: Gastos últimos años en correas transportadoras.	72
Gráfico N°6.5: Evaluación económica.	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°2.1: Operaciones y productos.	7
Tabla N°2.2: Proporción de embarques CAP.	9
Tabla N°2.3: Producción por tipo de proyecto.	16
Tabla N°2.4: Matriz tipos de mantenimiento.	23
Tabla N°2.5: Ventajas o desventajas de los mantenimientos.	24
Tabla N°3.1: Problemas en el punto de embarque.	41
Tabla N°5.1: Inspección mecánica.	56
Tabla N°5.2: Inspección instrumental.	57
Tabla N°5.3: Seguridad equipo corriendo.	57
Tabla N°5.4: Seguridad equipo detenido.	58
Tabla N°5.5: Inspecciones líneas de correas.	59
Tabla N°5.6: Estrategia de mantención para correa CT-10.	60
Tabla N°6.1: Fallas en los últimos cinco años.	66
Tabla N°6.2: Fallas en los últimos años.	67
Tabla N°6.3: Proyección de fallas con mantención preventiva.	68
Tabla N°6.4: Índice de confiabilidad proyectado.	68
Tabla N°6.5: Resumen costos de mantención, gastos detención y pérdidas.	72
Tabla N°6.6: Proyección costos de mantención, gastos detención y pérdidas.	73

RESUMEN

En el presente proyecto de título, se propone una mejora en el mantenimiento actual de las Correas Transportadoras ubicadas en el Puerto Punta Totoralillo de la Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP). Inicialmente se analiza el historial de trabajos de mantención, arrojando como resultado la existencia de la correa crítica CT-10, para la cual 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 del puerto punta Totoralillo en la Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP). Esto conlleva a un análisis del tipo de mantenimiento que se realiza, analizando indicadores claves asociados y en virtud de aquello, incorporar un análisis crítico para posteriormente establecer el plan de mejora que conlleva aumentar la vida útil de las correas transportadoras, más lo asociado a los indicadores de mantenimiento minimizando así costos de operación. Finalmente, se puede concluir en este proyecto que la estrategia de mantenimiento para las correas transportadoras debería ser predictiva, por la vida útil de los equipos. Sabiendo esto también, se recomiendan varios puntos a seguir para optimizar costos y disminuir la probabilidad de ocurrencia de fallas.

Palabras claves: Mantenimiento, Confiabilidad, Correas Transportadoras CT-10, Disponibilidad, Diagrama de Pareto.

CAPÍTULO I

MARCO INTRODUCTORIO

1.1. Antecedentes Generales

En la presente tesis, se propone una mejora en el mantenimiento actual de las correas transportadoras, ubicadas en el Puerto Punta Totoralillo de la Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP). Inicialmente se analiza el historial de trabajos de mantención, arrojando resultado de la existencia de correas críticas, para las cuáles se plantea una solución de inspección continua y mejorada. Se establece además mejoras y propuestas en el tiempo, lo cuál apunta hacia al mejoramiento continuo de la correas transportadoras.

Dada la demanda de hierro en el mundo y su aumento de manera paulatina en los últimos años, empresa CMP se ve en la necesidad de optimizar sus procesos garantizando el correcto funcionamiento del sistema de correas transportadoras, y para esto es indispensable asegurar en la minera la continuidad operacional, y con ello la disponibilidad y confiabilidad requerida por los programas de producción comprometidos.

El cargador de barcos, en donde está la cinta transportadora (CT-10) más importante de todo el proceso de embarque, es considerado como un equipo crítico en la empresa, debido a esto, las fallas de este equipo tienen que ser las menos posibles (fallas críticas), si este equipo se detiene o tiene algún problema se verá afectado tanto como la línea de producción como el medio ambiente. Sabiendo esto, se debe reducir al máximo las posibles fallas con técnicas de mantenimiento programadas a corto plazo, tratando que la eficiencia sea lo más cercano a 100%.

Para poder optimizar la operación de cargador de barcos, existe dentro de la organización el área de ingeniería de mantenimiento la cual cuenta con un departamento predictivo, el cual tiene por objetivo evaluar la severidad de los diferentes síntomas en componentes, los cuales estén sometidos a movimiento para poder entregar una mejor disponibilidad.

El mantenimiento predictivo surge en la década de los 90, y su objetivo es analizar la condición de los equipos, para ello hay que hacer mediciones de alguna variable física relevante que pueda dar una señal de alguna falla potencial, y así planificar una mantención de ahí su consigna “el mantenimiento adecuado en el momento adecuado”.

Con estos antecedentes, se requiere desarrollar las “bases para la implementación de un plan de mantenimiento predictivo en el sistema de correas transportadoras de la Compañía Minera del Pacífico S.A. (C.M.P.) [1].

1.2.Objetivo General

Proponer un Plan de Mantenimiento Predictivo para el Sistema de Correas Transportadoras, en la Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP) del Puerto Punta Totalillo.

1.3.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 las cintas críticas.

1.4.Alcance del Proyecto

El presente trabajo de título está enfocado a la minería del hierro dando énfasis a las políticas de inversión de CMP y, por ello considera información del yacimiento propio. El trabajo se enmarca en el proceso de mantenimiento predictivo de las correas transportadoras ubicadas en el Puerto Punta Totalillo, Región de Atacama.

1.5.Metodología

La metodología de trabajo, se engloba en recopilar información acerca del proceso productivo de la Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP), considerando la recopilación de información para el análisis del mantenimiento predictivo de las correas transportadoras del Puerto Punta Totalillo. Para comenzar se desarrollarán los siguientes pasos:

1. Descripción de la empresa.
2. Fundamentos teóricos del mantenimiento.

3. Tipos de mantenimiento.
4. Descripción del sistema.
5. Análisis de criticidad.
6. Plan de mejora.
7. Evaluación técnica y económica.
8. Conclusiones y recomendaciones.

La metodología descrita anteriormente, permite el desarrollo del proyecto de título bajo el análisis global del mismo considerando los pasos descritos en el proyecto de título, además de el desarrollo de manera detallada de cada capítulo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción de la Empresa

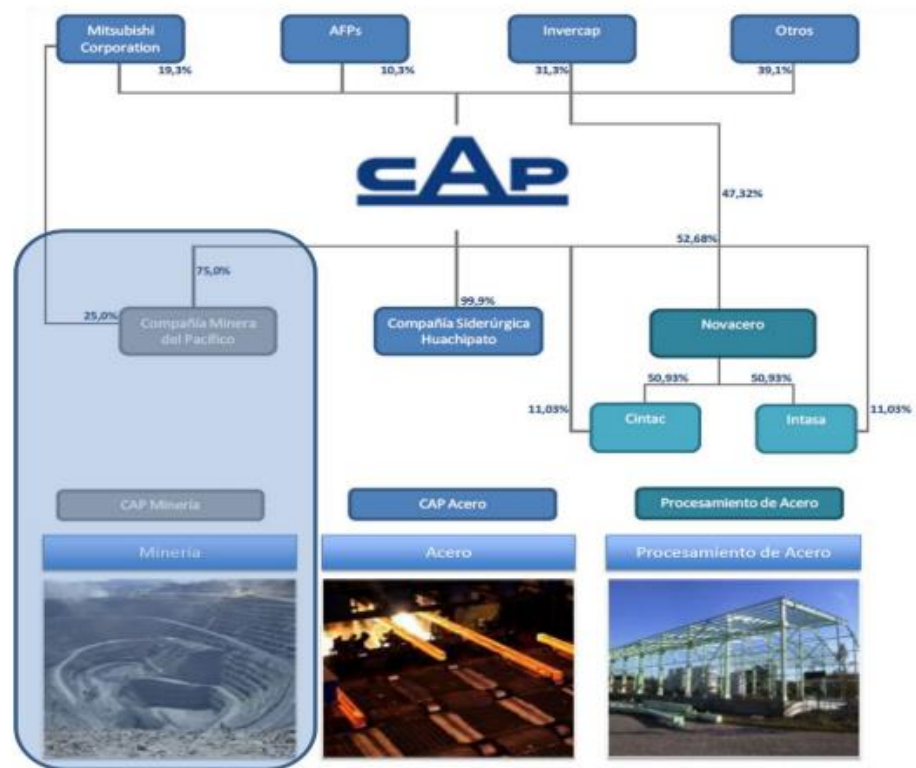
A continuación, en el presente capítulo se realiza la descripción de la empresa, desde su historia, localización, producción y tipos de productos.

2.1.1. Historia

Cap. Minería es una de las filiales del Holding CAP S.A., junto a las empresas Cap. Acero y Procesamiento de Acero. Participa de toda la cadena de valor del acero con sus empresas destinadas a la producción de minerales de hierro, acero y productos terminados.

Las empresas que conforman el Holding son: CAP Minería, que desarrolla el negocio de producción de minerales de hierro, a través de Compañía Minera del Pacífico (CMP) y sus filiales, siendo el mayor productor de minerales de hierro y pellets en la costa del Pacífico, con amplios recursos de reservas conocidas y en permanente expansión por programas de explotación, que garantizan la continuidad de operaciones. CAP Acero, que desarrolla sus actividades a través de la filial Compañía Siderúrgica Huachipato S.A., tiene sus instalaciones en la ciudad de Talcahuano. Cía. Siderúrgica Huachipato (CSH) es la principal siderúrgica del país que elabora sus productos a partir de materias primas existentes en la naturaleza (mineral de hierro, carbón y caliza), garantizando aceros de alta pureza y calidad. CAP Soluciones en Acero, que desarrolla su negocio a través de NOVACERO y subsidiarias. Su principal objetivo es crear soluciones de acero principalmente para los sectores de la construcción, industria e infraestructura tanto en Chile como en el extranjero. La figura 2.1 adjunta muestra la conformación del grupo CAP S.A. tanto en la participación de los dueños, como las empresas que lo conforman

Figura N°2.1: Conformación grupo CAP S.A.

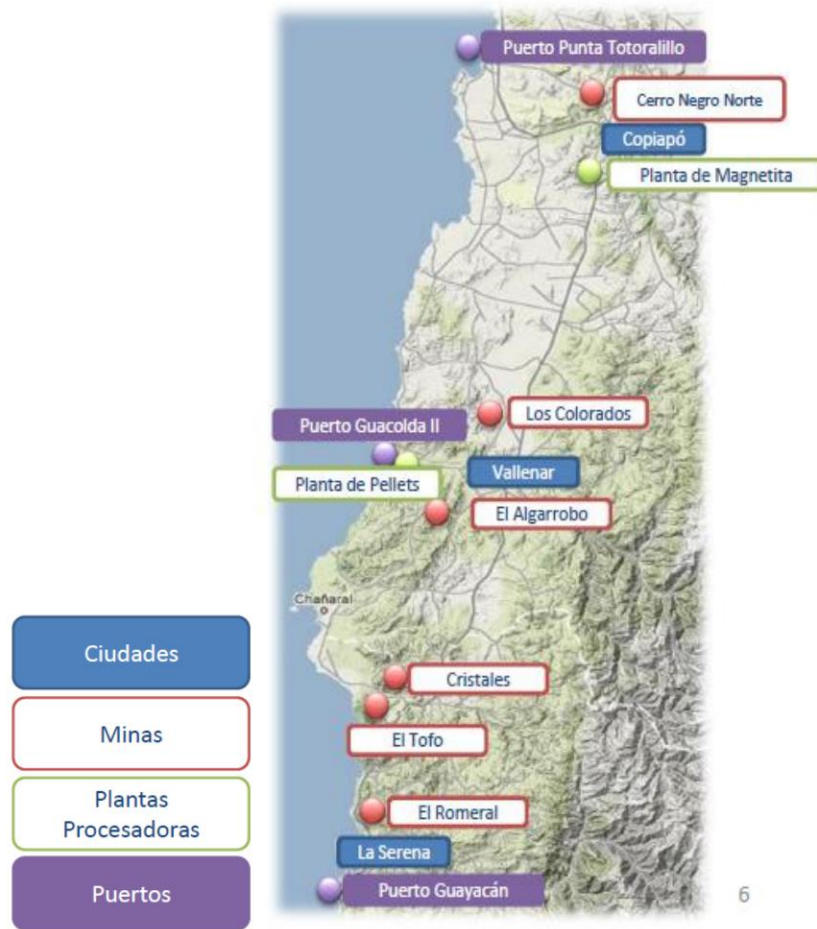


Fuente: www.cmp.cl.

Las actividades de CAP Minería se centran principalmente entre las regiones de Atacama y Coquimbo, zonas donde posee minas, plantas y puertos de embarque, todos de su propiedad. La lámina adjunta muestra los centros donde opera y las instalaciones que posee. [2]

A continuación, la figura 2.2 muestra los centros donde opera y las instalaciones que posee.

Figura N°2.2: Centros de operación.



Fuente: www.cmp.cl.

2.2.2. Misión

“Desarrollar negocios basándonos en nuestras fortalezas e infraestructura, y las oportunidades del mercado, así como en la capacidad de adecuación oportuna a los cambios tecnológicos y de generación de innovaciones estratégicas de nuestro capital humano, asegurando proyección de largo plazo y aportando valor sostenible a nuestros grupos de interés internos y externos”.

2.2.3. Visión

“Ser un líder en calidad y servicios al cliente en minería, su cadena de valor y en emprendimientos relacionados, para aportar significativamente al crecimiento y desarrollo sustentable de Chile y los países en los que opera”.

2.2.4. Cartera de Productos Cap. Minería

Los productos generados en las distintas faenas de Cap. Minería son:

- **Pellet Feed:** Es un concentrado de fierro de bajo tamaño. Se utiliza como carga al proceso de aglomeración y producción de pellets, que se utiliza como insumo en los altos hornos.
- **Pellet Básico:** Es un aglomerado de finos de mineral de hierro, en forma de nódulos. Son manufacturados con un aditivo especial de álcali como caliza o dolomita, en una planta de pellet. Se utiliza en carga directa a altos hornos para producción de arrabio. Pellet RD Mineral de hierro aglomerado en forma de pellets, para uso en procesos de reducción directa, que requiere de menores impurezas y mayores contenidos de fierro que el alto horno. Se utiliza en procesos siderúrgicos por método de reducción directa, que entregan como producto hierro esponja.
- **Granzas:** mineral de hierro comercializable. Es el producto tradicional de las minas de hierro, generalmente se le somete a un proceso de beneficio para separarlo de la ganga, aumentando así su ley de fierro. Se utiliza en la carga directa para producción de arrabio.
- **Finos:** mineral de hierro comercializable que debe ser generalmente aglomerado por sinterización para posteriormente alimentar un alto horno. Usado en proceso sinterización para producir nódulos (sinter) como carga directa a alto horno, para producción de arrabio.

A continuación, la tabla 2.1 muestra las operaciones actuales y los tipos de productos generados.

Tabla N°2.1: Operaciones y productos.

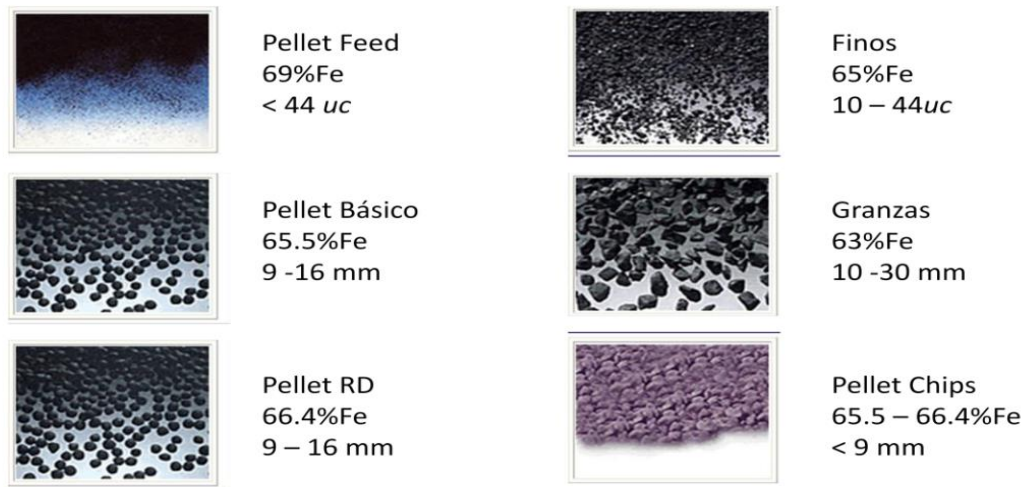
Faena producto	Cerro negro norte	Minera hierro atacama	Complejo los colorados planta de pellet	Romeral	Otras menores
Pellet RD			X		
Pellet Básico			X		

Pellet Feed	X	X	X	X	
Granzas			X	X	X
Finos			X	X	X

Fuente: www.cmp.cl.

A continuación, la figura 2.3, muestra un resumen de los productos comercializados por CAP Minería.

Figura N°2.3: Productos comercializados.



Fuente: www.cmp.cl.

Región de Atacama

Cerro Negro Norte: Faena en etapa de Construcción con inicio de producción programada para el primer trimestre de 2014. Destinada a producir 4Mt/año de pellet Feed.

Hierro Atacama: Procesa los relaves de Mina Candelaria para la obtención de 3Mt/año de Pellet Feed. Los Colorados – Planta de Pellets: Complejo destinado a una producción de Pellet Básico, Pellet RD y Pellet Feed. Consta de las faenas Los Colorados y Planta de Pellets en Huasco. La producción final actual alcanza los 5,2 Mt/año. Actualmente el complejo Los Colorados Planta de Pellets se encuentra en etapa de construcción de una ampliación que permite producir 7,2 Mt/año de productos finales.

Región de Coquimbo

Romeral: Con proyecto aprobado para una producción de 1,6 Mt de Pellet Feed a partir de 2014. Otros fuentes menores son Algarrobo, Cerro Negro Cristales, Tofo, destinadas fundamentalmente a la producción de granzas y finos.

2.4.5. Destino de los Productos

El embarque se realiza a través de puertos de propiedad de CAP localizados en la Región de Atacama (Punta Totoralillo y Huasco) y Región de Coquimbo (Guayacán). Los productos elaborados por CAP Minería, va mayoritariamente con destino a Asia.

A continuación, la tabla 2.2 muestra la proporción de embarques con el respectivo país de destino para los últimos 4 años.

Tabla N°2.2: Proporción de embarques CAP.

Participación de Mercado por Destino (%)				
País/Año	2017	2018	2019	2020
China	35	62	62	64
Japón	29	9	15	23
Corea	2	12	2	0
Indonesia	8	8	8	6
Malasia	8	4	3	10
EEUU	12	12	12	12
Chile	25	13	10	16
Perú	2	10	10	10

Fuente: www.cmp.cl.

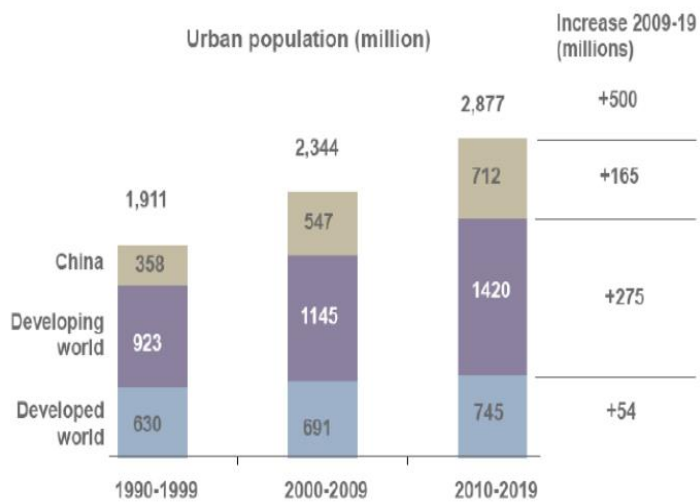
2.4.6. Situación del Mercado

Desde los primeros años de la década del 2000, Asia, comienza a mostrar un creciente nivel de consumo de acero, especialmente China, originado fundamentalmente por el fuerte incremento de la población, la emigración de la población del campo a la ciudad que origina una fuerte etapa de industrialización a través de la generación explosiva de

industrias, que aprovechan los bajos costos de mano de obra, y generación de infraestructura de construcción que permite satisfacer las necesidades de crecimiento.

Es así como Asia y en particular China, se transforma en el motor del crecimiento mundial demandando altas cantidades de materia prima. La figura 2.4, muestra el crecimiento de la población urbana en el período 1990 a 2009 y la proyección al 2019. Se aprecia que mientras el crecimiento de la población en los países desarrollados crece a tasas relativamente discretas, la población de los países emergentes y en particular China es muy elevada. En particular se espera sólo que China entre los años 2009 al 2020, incremente su población en 165 Millones de habitantes.

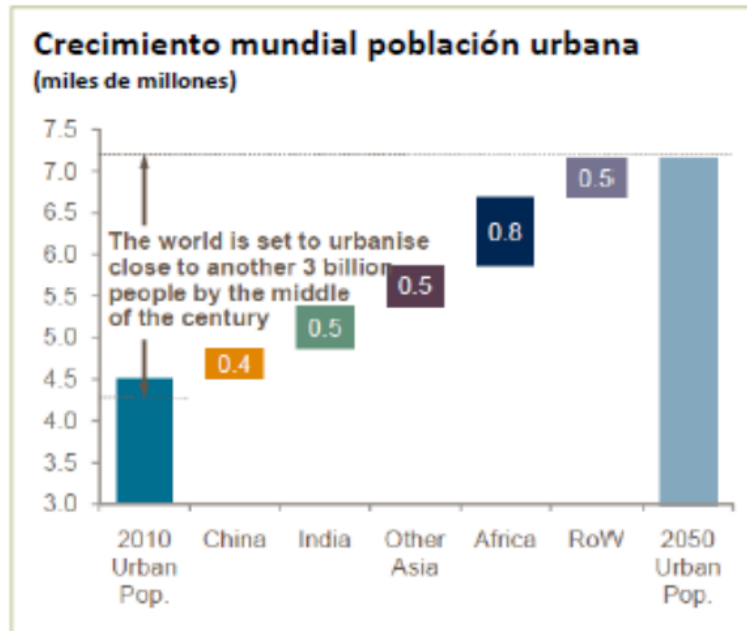
Figura N°2.4: Crecimiento población urbana.



Fuente: Arcelor mittal, metal bulletin.

A nivel Global, se espera que para mediados de siglo la población haya aumentado del orden de 3 billones de personas distribuidas principalmente en China, India, Otros de Asia y África.

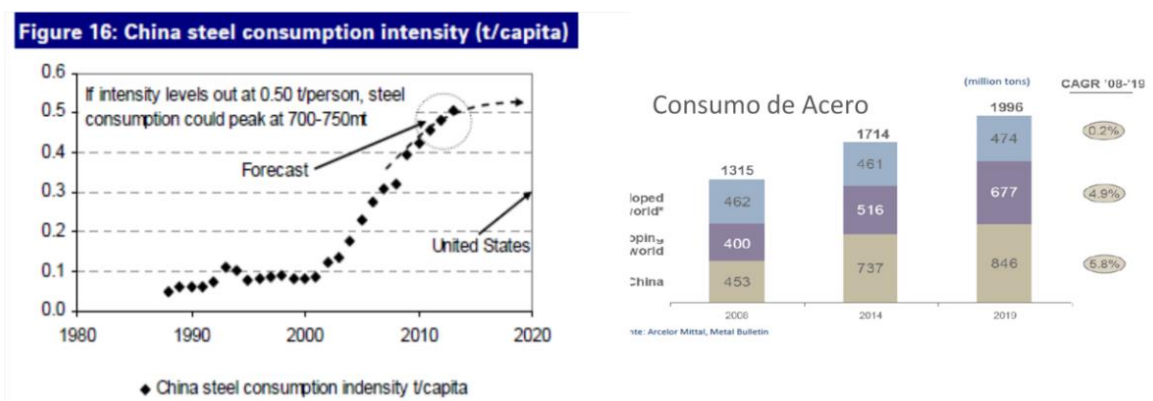
Figura N°2.5: Crecimiento mundial población urbana.



Fuente: Source UN. McKinsey. Río Tinto.

Acorde con el crecimiento de población se proyecta altos consumos de acero. La figura 2.6, muestra el crecimiento del consumo de acero en la década del 2000 y proyecciones de consumo para los años 2014 y 2019.

Figura N°2.6: Crecimiento del consumo de acero.



Fuente : www.cmp.cl.

Esta creciente demanda originada en la década del 2000, sumadas a las proyecciones de consumo, especialmente de los países emergentes y en particular China, genera un alza

en los precios de todos los commodities, motivando a los productores de acero (que son los consumidores de minerales de hierro) a inclinarse por consumir los productos de menor precio en el mercado como son las granzas, los finos y los pellets feed.

A continuación, el gráfico 2.1 muestra la tendencia creciente del precio desde el año 2020 para los finos de 78% Fe.

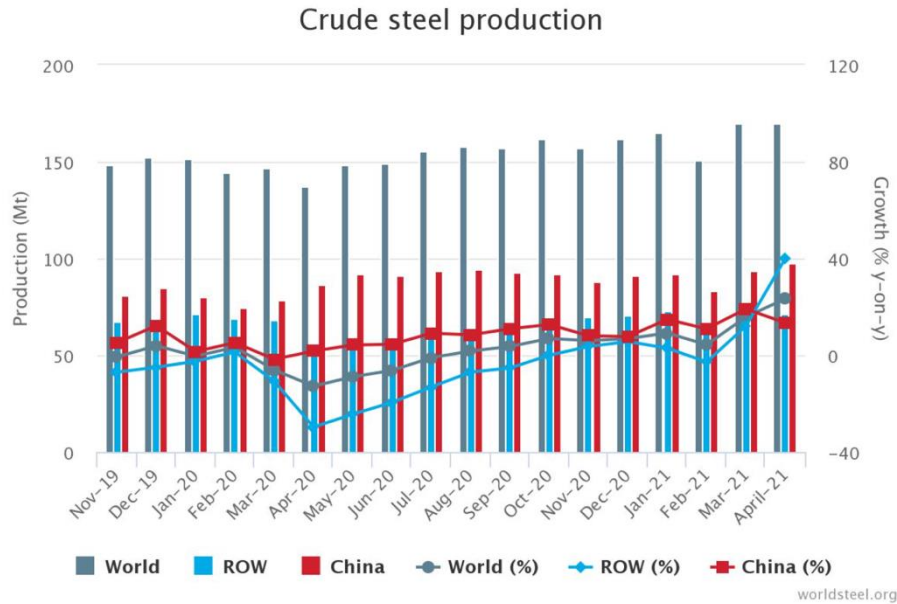
Gráfico N°2.1: Precio del hierro (Fe).



Fuente: Bloomberg.

Esto se ve refrendado en el hecho que se espera que China llegue a un estándar de consumo de país desarrollado, tendencia que se está mostrando durante esta década en que está llegando a niveles de consumo de países como Francia o Alemania.

Gráfico N°2.2: Tendencias consumo países.



Fuente: Arcolor Mittal, Motal Bullotin Iron Oro Symposium, April 2021.

Este incremento en la demanda de los productos de menor costo, pellets feed ha generado una brecha que los productores ven como una posibilidad de crecimiento.

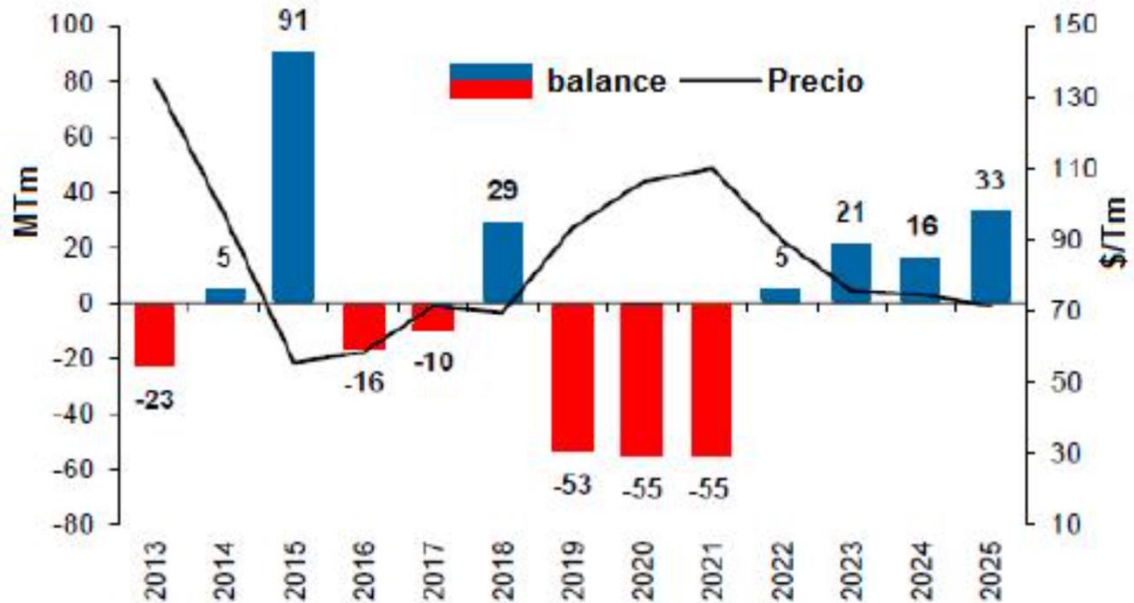
2.5. Plan de crecimiento CAP Minería

2.5.1. Operaciones

CAP Minería no se ha quedado atrás y desde el año 2005 entra en una etapa de expansión de sus operaciones, de tal forma de capturar parte del nicho de mercado generado. En línea con el aumento de precios que han mostrado los commodities en los últimos años, motivado por el incremento del consumo externo, CAP Minería muestra un incremento sistemático de producción desde el 2005 en adelante.

El gráfico 2.3, muestra el perfil de precios y los niveles de producción de CAP Minería entre los años 2013 y 2026.

Gráfico N°2.3: Producción CAP Minería



Fuente: www.cmp.cl.

El aumento de precios y el agotamiento de recursos de minas en operación como Romeral y Algarrobo, ha motivado el estudio de nuevos proyectos que sirvan como proyectos estructurales de reemplazo y el aumento de producción aprovechando la buena perspectiva de precios que se tiene. De esta forma CAP Minería tiene un agresivo Plan de Desarrollo, con el estudio de varios proyectos, entre los más importantes se cuenta:

Proyecto Hierro Atacama

En 2008 se inaugura Minera Hierro Atacama, destinada a procesar los relaves de Candelaria con un nivel de producción de 3,0 Mt/año de Pellet Feed.

Proyecto Ampliación Los Colorados

El año 2008, se planifica una expansión del complejo Los Colorados – Planta de Pellets a fin de aumentar la producción final de 5,2 Mt/año a 7,2 Mt/año con el diferencial producido en Pellet Feed. Este proyecto entra en plena producción en 2014.

Proyecto Cerro Negro Norte

También el año 2006 comienzan los estudios de viabilidad operacional de Cerro Negro Norte, faena actualmente en etapa de prestripping y construcción de planta, que aportará una producción adicional de 14.000 hasta el año 2012 MTM US\$/t Año producción CAP Minería (MTM) Producción MTM Precio US\$/t 16 Mt/año de pellet Feed. Este proyecto entra en plena etapa de operación el primer trimestre de 2014.

Proyecto Romeral Fase IV

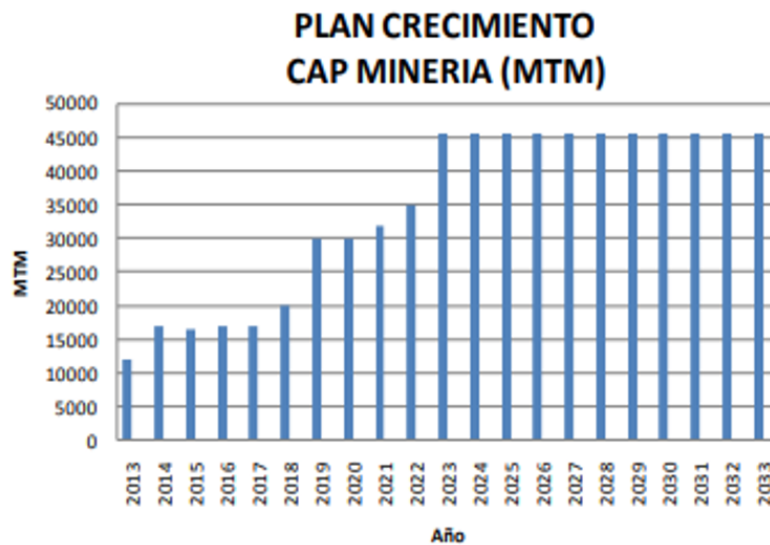
El año 2008 se genera una expansión de Mina El Romeral destinada la producción de 2,3Mt/año de productos entre Granzas, Finos y Pellet Feed.

Romeral Fase V

Corresponde a una ampliación del anterior y entra en Plena producción en 2014.

El gráfico 2.4, muestra el Plan de Crecimiento de la Compañía para un horizonte de 20 años.

Gráfico N°2.4: Producción CAP Minería



Fuente: www.cmp.cl.

El Plan de Crecimiento contempla además la entrada futura de proyectos como Tofo-I, Tofo-II y otros. La tabla 2.3, muestra el nivel de producción por tipo de proyecto.

Tabla N°2.3: Producción por tipo de proyecto.

Faena	Producción parcial (kt)	Producción final	Producción acumulada (kt)	Año inicio operación
Los colorados proyecto base	5.800	4.640	4.640	1998
Los Colorados Ampliación -1	700	560	5.200	2006
Romeral Fase IV	2.300		7.500	2009
Hierro Atacama	3.000		10.500	2008
Enlace	1.100		11.600	2007
Los Colorados Ampliación -2	2.650	2.120	13.720	2014
Romeral Fase V	1.600		13.020	2014
Cerro Negro Norte	4.000		17.020	2014
Tofo-1	13.500		30.520	2018
Tofo-2	15.500		46.020	2022

Fuente: www.cap.cl.

Este Plan agresivo de crecimiento y en línea con la visión de la empresa permite a CAP Minería entre los 10 primeros productores de Hierro a nivel Mundial:

2.5.2. Bases que Sustentan Plan de Crecimiento

Las bases que sustentan el Plan, tienen relación con la situación del mercado, los recursos con los que cuenta la Compañía, la situación financiera permite disponer los

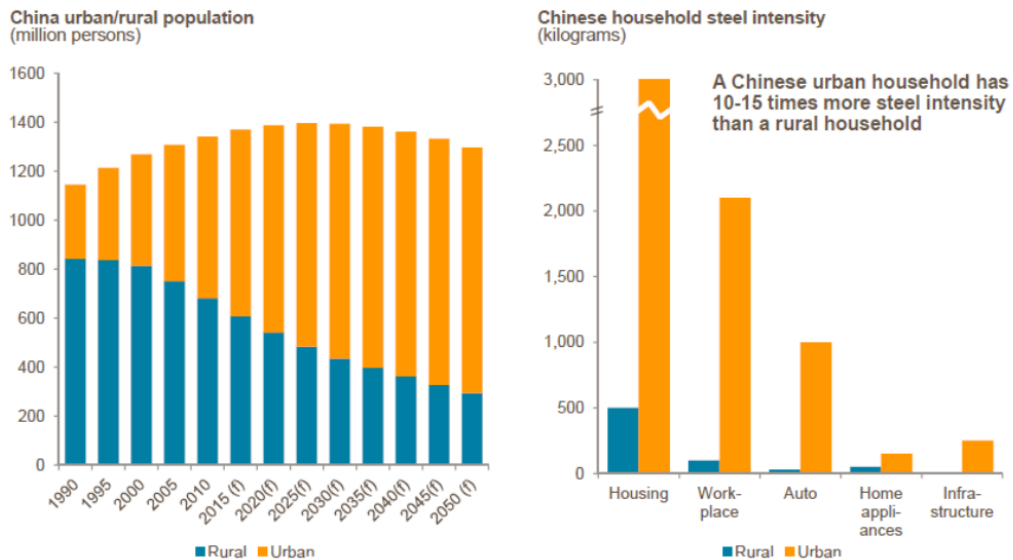
recursos monetarios y el recurso humano requerido para poner en operaciones los proyectos en estudio.

2.5.2.1. Mercado

A mediados de la década pasada, comienza un fuerte proceso de industrialización de los mercados asiáticos emergentes con gran densidad de población, generando una importante migración de un 18% de personas del campo a la ciudad en busca de mejores oportunidades de empleo y condiciones económicas.

Este crecimiento explosivo de la población urbana en los países en vías de desarrollo, especialmente China, ha motivado un aumento en el consumo de materias primas para satisfacer la construcción de industrias, edificios, casas, y en general producción de bienes con contenido de acero. El gráfico 2.5 muestra el crecimiento de la población urbana versus la rural del país China donde se observa que es mayor.

Gráfico N°2.5: Crecimiento de la población urbana y rural de China.

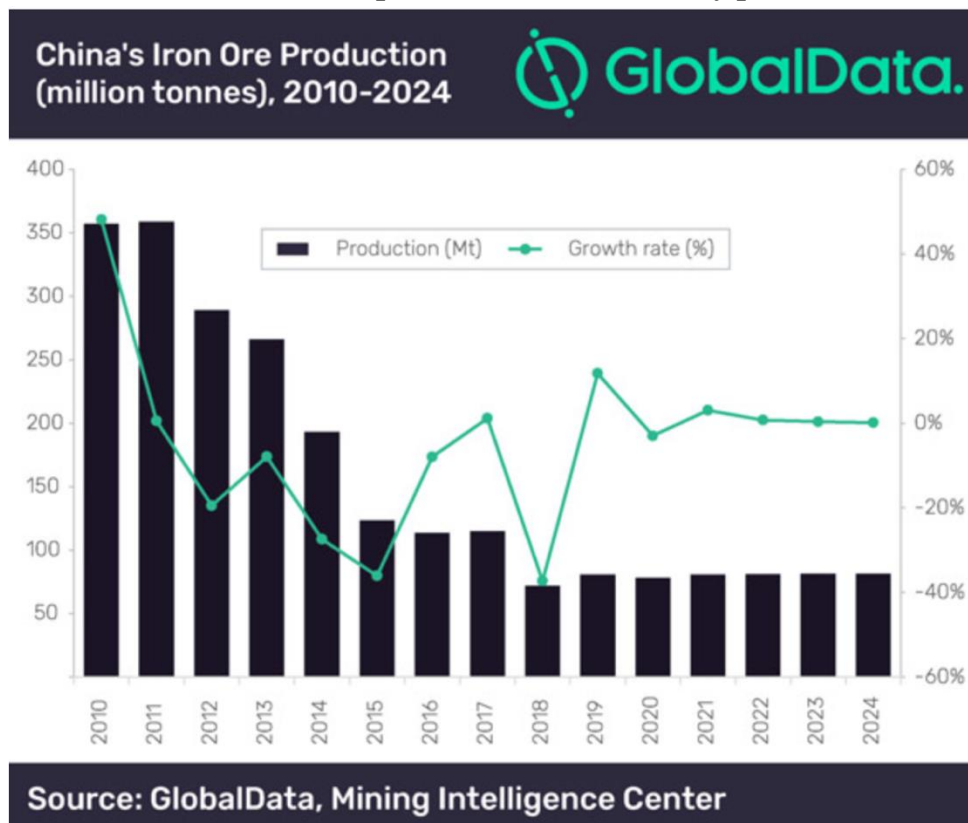


Fuente: www.eluniverso.com.

Se ha generado de esta forma, una creciente demanda por concentrados de hierro, impactando en forma positiva el precio del mineral. Diversos estudios indican que esta fuerte demanda de los mercados asiáticos se puede mantener en los próximos 20 años.

Por otra parte, el gráfico 2.6 muestra el nivel de producción de hierro y producción de acero de China en miles de toneladas (MT) [3].

Gráfico N°2.6: Importación mineral hierro y producción.



Fuente: global date.

2.5.2.2. Recursos Mineros

La base más importante de crecimiento para una compañía minera la constituye el Recurso Minero, al respecto CAP Minería desde mediados de la década pasada comenzó con una fuerte campaña de búsqueda de nuevos recursos. Esto se ve reflejado a través del fuerte incremento de metros de sondajes perforados y que ha permitido un interesante nivel de crecimiento de recursos.

2.5.2.3. Situación Financiera CAP Minería.

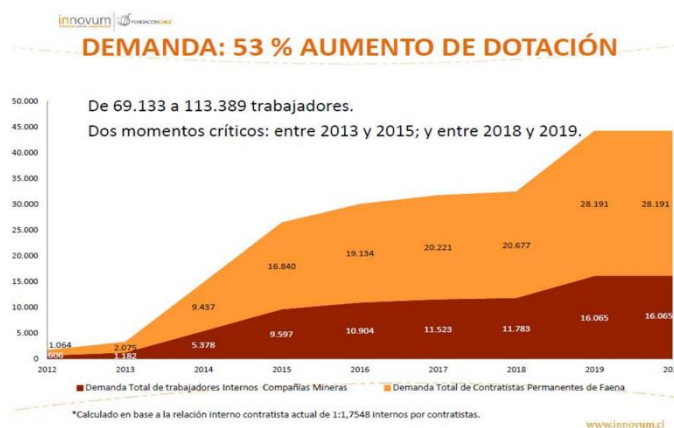
La situación financiera de CAP está en muy buen pie. En el ejercicio del año 2021, CAP se caracteriza por mantener una alta liquidez, apoyada fundamentalmente por el elevado precio de los minerales de hierro. Esta mayor liquidez, reflejada en una caja

consolidada de 911 MUS\$ y un reducido endeudamiento financiero bruto de MUS\$ 828.975, le permite mantener un endeudamiento neto de solo 8 MUS\$, la materialización de las inversiones en minería principalmente a través de recursos propios. Esta buena situación permite materializar los proyectos Aumento de producción Valle del Huasco y Cerro negro Norte, que posibilita incrementos de producción de 2,1 Mt/año y 4,0 Mt/año de productos finales, incrementando la producción de la compañía a partir de 2014 en un equivalente del orden de 60% de la producción del año 2021. Por otra parte, esta sólida posición financiera le permite contar con el respaldo adecuado para solicitar los préstamos necesarios a la banca.

2.5.2.4. Recurso Humano

Uno de los pilares más relevantes para asegurar el Plan de Crecimiento de la Compañía es el Recurso Humano, tema en el cual CAP Minería deberá poner especial atención a fin de adquirir las habilidades requeridas adecuadas para asegurar un desempeño superior. Existe una serie de trabajos en los últimos tiempos que indican un crecimiento explosivo del requerimiento de mano de obra en las actividades mineras. La figura 2.7, corresponde a un estudio que desarrolla la Fundación Chile que muestra que al año 2020 se requiere incorporar del orden de 16 mil trabajadores propios y 28 mil trabajadores de empresas de servicios, llegando a totalizar, el año 2020, se requiere incorporar del orden de 110 mil trabajadores ligados a la actividad minera.

Figura N°2.7: Dotación RRHH.



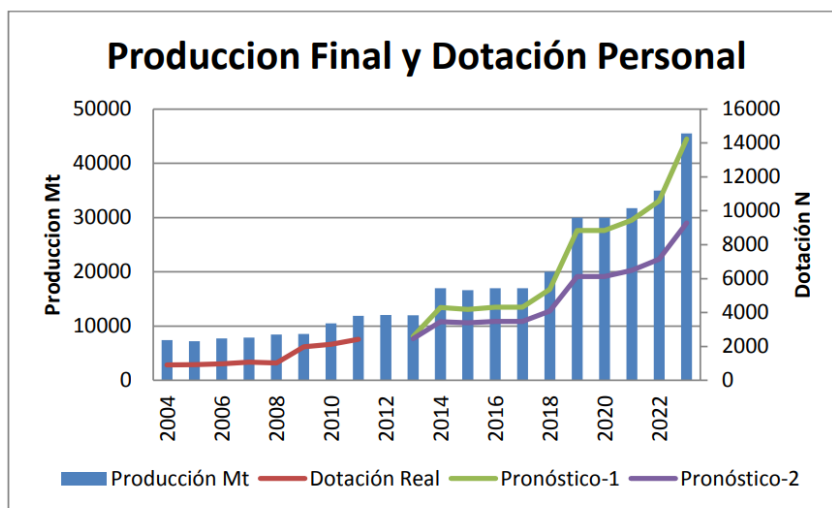
Fuente: Fundación Chile.

Esta alta demanda de trabajadores es el objetivo de todas las empresas mineras en procesos de apertura y/o expansión sin considerar aquellos reemplazos que se originen por fuga de especialistas a otras faenas.

CAP Minería no está ajena a esta situación que de hecho ya se comienza a dar desde inicios de la década del 2000 producto del inicio del auge de la actividad minera.

A continuación, el gráfico 2.8 muestra la dotación histórica de CAP Minería desde el año 2004 al 2022.

Gráfico N°2.8: Producción versus dotación de personal.



Fuente: www.cap.cl.

Se observa un crecimiento permanente acorde a los ritmos de producción alcanzados. Considerando el Plan de Crecimiento de la Compañía, se espera un aumento considerable de la dotación de trabajadores, que muestra el crecimiento de la dotación esperada en función del Plan de la Crecimiento de producción planificado por año.

Se han establecido dos pronósticos, uno por correlación de un 0,9 que mide el grado de ajuste entre las curvas de Pronóstico-1 y Pronóstico-2, considerando solo la productividad del año 2011, esto con el objeto de poder medir la Dotación (N), Producción (Mt), Producción Final y Dotación Personal Producción (Mt) más la Dotación (N) con el fin de aislar la situación de tecnología menos avanzada en los primeros años de la información analizada (Equipos de menor capacidad, más lentos, menor automatismo, etc.).

La proyección más conservadora establece que se requiere sobre 6.500 trabajadores adicionales equivalente a un 279% por sobre la dotación actual.

De acuerdo a las cifras indicadas, CAP Minería tiene un desafío importante por delante para asegurar la adquisición de la dotación con las habilidades requeridas y la definición de formas de capacitación que aseguren la fijación de conocimiento toma gran relevancia en la actualidad.

2.6. Fundamentos Teóricos

2.6.1. Teoría de la Mantenimiento

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 puede 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.

2.6.2. Necesidades de Mantenimiento

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 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 deben estar coordinadas en todas las actividades de un equipo o industria.

2.6.3. Deberes de un Servicio de Mantenimiento

- Mantener equipos e instalaciones en buenas condiciones de funcionamiento para posibilitar la máxima producción con un alto grado de calidad y al menor costo.

- Prevenir averías o detenciones que puedan afectar el normal accionar del proceso productivo.
- Asegurar que los períodos de intervención de equipos sean mínimos y poder lograr una buena puesta en marcha del proceso productivo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuirlas posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombre y servicios.

2.7. Tipos de Mantenimiento

2.7.1. 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.

2.7.2. Mantenimiento Preventivo

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 del 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 es 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.

2.7.3. Matriz Comparativa de los Mantenimientos

A continuación, la tabla 2.4 muestra la matriz resumen de los antecedentes explicados anteriormente agregando otras variable que se consideran al analizar los mantenimientos.

Tabla N°2.4: Matriz tipos de mantenimiento.

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.

Fuente: Elaboración propia.

A la matriz resumen de los mantenimientos presentados anteriormente, se agrega una nueva matriz comparativa de ventajas y desventajas de los mantenimientos, representada en la tabla 2.5.

Tabla N°2.5: 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

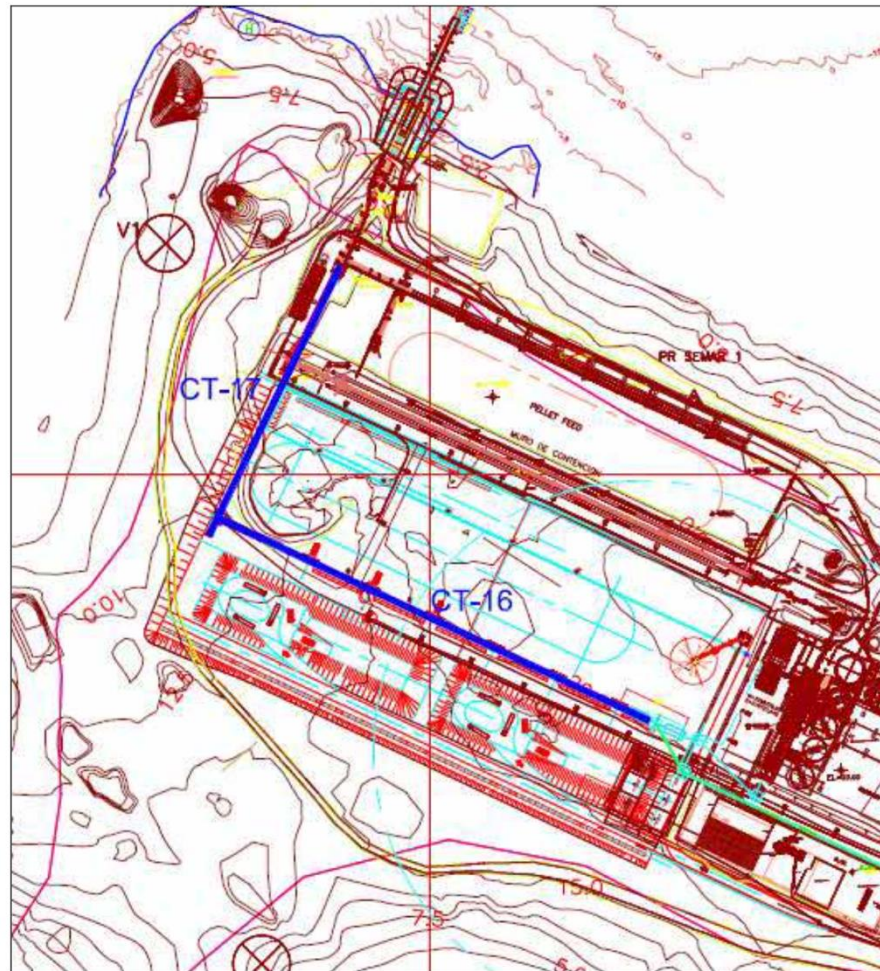
Fuente: Elaboración propia.

2.8. Sistema de Correas Transportadoras.

El sistema de embarque de hierro no requiere la implementación de correas adicionales a las aprobadas (RCA¹ N° 247/2009 y RCA N°56/2011). Sin embargo, se considera mejorar el control de emisión, ya que las correas deben ser encapsuladas de manera de evitar pérdidas de material, ya que son usadas tanto para transporte de hierro como para transporte de cobre. La figura 2.8 se presenta ubicación de las correas transportadoras.

¹ Resolución de Calificación Ambiental.

Figura N°2.8: Ubicación correas transportadoras.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

Lo Enmarcado en azul indica el sector de ubicación de la cancha de acopio concentrado de hierro.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1. Introducción

Las Correas Transportadoras (o cintas 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 por la acción de gravedad (ver anexo A).

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:

- Mayor inversión inicial.
- Permiten poca versatilidad para aumentar o modificar la producción, requiriendo, una cuidadosa planificación.
- Menor flexibilidad, en consecuencia, la planificación del emplazamiento debe ser cuidadosa.

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.

En el mercado nacional, las principales empresas proveedoras de correas transportadoras son: Contitech Continental, TTM, Fenner Dunlop, Conveyor Belt, y Simma Trans.

En mina, las correas transportadoras se usan para trasladar colpas de mineral a la planta, dependiendo de la longitud y la pendiente del trayecto comprendido entre el punto de carga y la planta (en general, en minas a rajo abierto se emplean camiones mineros y en minas subterráneas, camiones mineros de bajo perfil o trenes; aunque el nuevo nivel de El Teniente contempla utilizar camiones mineros de bajo perfil y correas transportadoras

En planta, las correas transportadoras se usan para trasladar mineral fragmentado del chancado primario al secundario, del chancado secundario al terciario, del chancado terciario a la molienda convencional o del chancado primario a la molienda SAG (Semi-AutóGena). En general, entre el chancado primario y el secundario o entre el chancado primario y la molienda SAG se encuentran pilas de acopio y, en consecuencia, existen correas transportadoras que provienen tanto del chancado primario como de las pilas de acopio. Adicionalmente, las correas transportadoras se emplean en la recirculación de mineral fragmentado que no cumpla con la granulometría requerida en el chancado secundario y terciario, en el traslado de bolas de acero a los molinos y en el tratamiento de pebbles y gravilla en la molienda SAG.

Finalmente, las correas transportadoras también se utilizan en las pilas de lixiviación en el manejo de relaves, y en el traslado de concentrado de cobre en el puerto.

3.2. Definición General del Sistema

A continuación, se describe una visión general del sistema relacionado con las correas transportadoras.

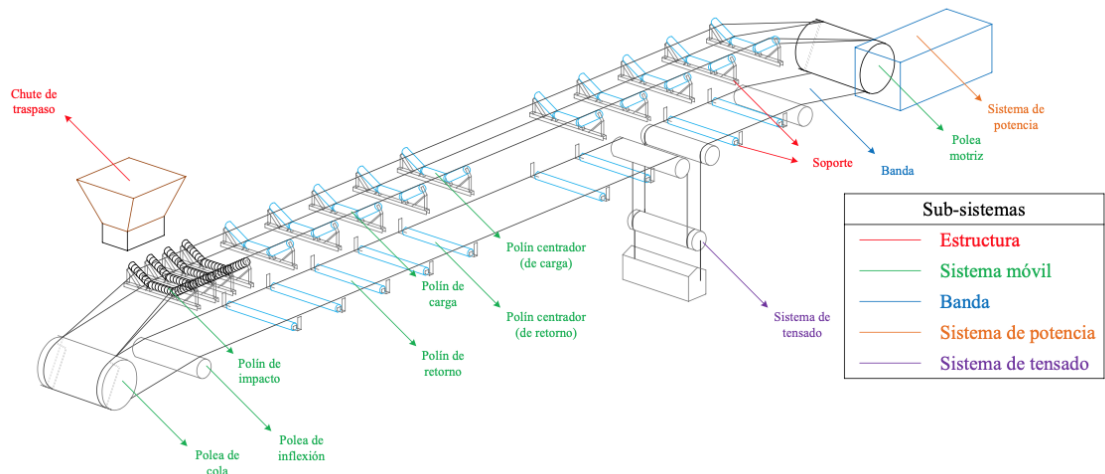
3.2.1. Sub-Sistemas de las Correas Transportadoras

La definición general de las correas transportadoras contiene dos niveles de desagregación: el primero sigue el esquema funcional y el segundo, el esquema físico. Adicionalmente, si en los equipos y componentes se distinguen diferentes tipos, éstos también se describen. Los sub-sistemas de las correas transportadoras se identifican en la figura 3.1 y se describen a continuación:

- **Estructura:** Sub-sistema de las correas transportadoras que tiene como función principal soportar al material fragmentado. En general, presenta los siguientes componentes:
 - **Chute de traspaso:** Embudo que sostiene y conduce al material fragmentado, por ejemplo, en las transferencias entre correas transportadoras, reduciendo su energía cinética.
 - **Soporte:** (O estructura de soporte) Perfiles metálicos (angulares o tubulares), fijados a torres estructurales, que sostienen a los polines, a las poleas (de forma directa), a la banda, y al material fragmentado (de forma indirecta).
- **Sistema móvil:** Sub-sistema de la correa transportadora que tiene como función principal girar de forma solidaria con la banda (con bajo deslizamiento entre sus componentes y la banda y con mínimo roce en sus ejes). En general, presenta los siguientes componentes:
 - **Polines:** (O rodillos) Cilindros de acero que giran solidariamente con la banda y que contribuyen tanto a su limpieza como a su centrado. Con respecto a su función en las correas transportadoras, se distinguen los siguientes tipos de polines:
 - **Polines de carga:** Durante el trayecto de ida, los polines de carga sostienen a la banda (de forma directa) y al material transportado (indirectamente); curvando transversalmente la banda, con la finalidad de evitar derrames.

- **Polines de retorno:** Durante el trayecto de vuelta, los polines de retorno sostienen a la banda y pueden estar recubiertos de goma (lisa, con discos, o helicoidal), con el propósito de limpiar la banda.

Figura N°3.1: Esquema correa transportadora convencional.

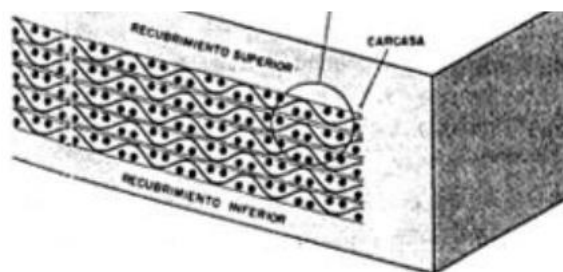


Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

- **Polines de impacto:** A parte de tener las funciones de los polines de carga, los polines de impacto amortiguan los golpes provenientes de la descarga de material fragmentado a la banda, gracias a su recubierta de goma con discos.
- **Polines centradores:** Los polines centradores alinean la banda ante diversas perturbaciones, y se usan tanto en el trayecto de ida como en el de vuelta.
- **Poleas:** (O tambores) Cilindros de acero (de mayor diámetro en comparación a los polines) que giran solidariamente con la banda y contribuyen a su tensado. Con respecto a su función en las correas transportadoras, se distinguen los siguientes tipos de poleas:

- **Polea motriz:** La polea motriz entrega energía mecánica a la banda a partir del torque proporcionado por el motor eléctrico (energía cinética rotacional).
- **Polea de cola:** La polea de cola permite el retorno de la banda (función estructural).
- **Poleas de inflexión:** Las poleas de inflexión aumentan el área de contacto entre la banda y las dos poleas mencionadas, contribuyendo a mejorar su tensado.
- **Banda:** Sub-sistema de las correas transportadoras que tiene como función principal soportar y trasladar al material fragmentado (con bajo deslizamiento entre banda y material). Además, debe ser flexible (tanto longitudinalmente, para el avance y retorno de la banda como transversalmente, para ser curvada por los polines), y resistente a la tensión aplicada por las poleas y el sistema de tensión. Desde el punto de vista constructivo, las partes de la banda se identifican en la figura 3.2 y se describen a continuación:

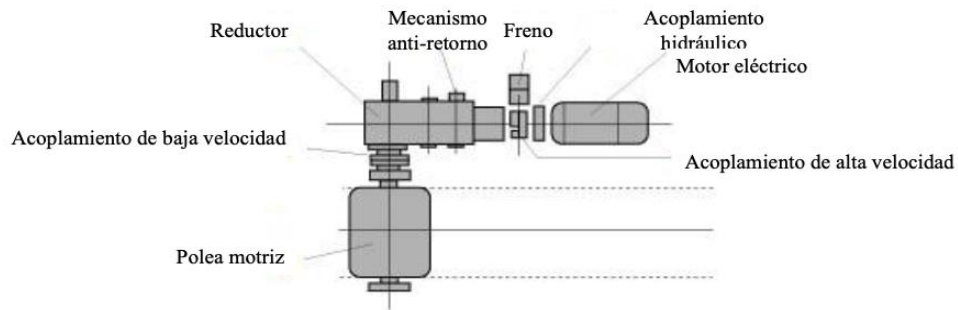
Figura N° 3.2: Esquema de la banda.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

- **Sistema de Potencia:** Sub-sistema de las correas transportadoras que tiene como función principal entregar energía mecánica a la polea motriz (de forma directa) y, en consecuencia, a la banda, al resto del sistema móvil, y al material fragmentado (de forma indirecta). Los equipos y componentes del sistema de potencia se identifican en la figura 3.3 y se describen a continuación:

Figura N°3.3: Esquema del sistema de potencia.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

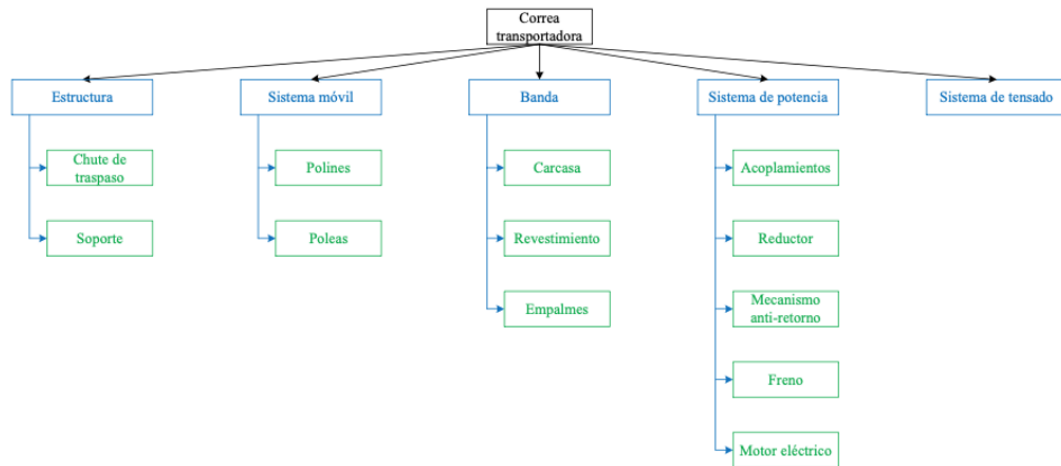
- **Acoplamientos:** Componentes que reducen tanto las vibraciones como las sobrecargas, que permiten el arranque progresivo, y que separan mecánicamente al eje de la polea motriz del eje de salida del reductor (acoplamiento de baja velocidad) como al eje de entrada del reductor del eje del motor eléctrico (acoplamientos de alta velocidad e hidráulico).
- **Reductor:** (O caja reductora de velocidad) Equipo que multiplica el torque del eje del motor eléctrico mediante engranajes, proporcionando al eje de la polea motriz el torque requerido. En esta conversión mecánica, la velocidad angular del eje del motor eléctrico disminuye o se reduce. Adicionalmente, los reductores disponen de un sistema de lubricación, con la finalidad de reducir el roce entre engranajes y refrigerarlos. El sistema de lubricación de los reductores pueden ser auto-sustentado (el aceite se acumula en el fondo del reductor) o asistido (el aceite se acumula en el fondo del reductor, pero recircula y se inyecta a los engranajes).
- **Mecanismo anti-retorno:** Equipo que retiene el material fragmentado, impidiendo que regrese. Este equipo sólo se utiliza en correas transportadoras con pendiente ascendente.
- **Freno:** Equipo que detiene el movimiento de la correa transportadora mediante la conversión de energía cinética en energía calórica. El freno de disco corresponde al tipo de freno más usado. Este tipo de freno, se compone de un disco de freno en el equipo o componente a detener, de dos pastillas de freno, y un sistema hidráulico que cuando se activa el freno de

disco, el sistema hidráulico acciona las pastillas de freno sobre el disco de freno, produciéndose en consecuencia, la detención de la correa transportadora.

- **Motor eléctrico:** Sub-sistema de las correas transportadoras que mantiene el tensado requerido entre la banda y la polea motriz y compensa las variaciones de longitud de la banda (fenómeno que afecta directamente en el tensado de la banda) [4].

Finalmente, en base a los niveles de desagregación y a los sub-sistemas descritos, el diagrama de bloques del sistema se presenta en la figura 3.4.

Figura N°3.4: Diagrama de bloques de la correa transportadora.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

3.2.2. Instrumentación de las Correas Transportadoras

Las correas transportadoras comúnmente presentan interruptores de atollo, en el chute de traspaso; sensores de corte longitudinal, de desalineamiento, y balanzas, en la banda; sensores de temperatura, vibración, y velocidad, en las poleas; sensores de estado (activado o desactivado) y desgaste, en el freno de disco; sensores de temperatura, vibración, y nivel, en el reductor; y sensores de temperatura, vibración, y velocidad, en el motor eléctrico. Generalmente, los sensores de temperatura se sitúan en los descansos² de las poleas y en el motor eléctrico (en el caso del reductor, en los sellos). Adicionalmente,

² Componente estructural que soporta a los rodamientos.

en el motor eléctrico, se instalan sensores de temperatura en el bobinado y en los rodamientos.

3.2.3. Modos de Operación de las Correas Transportadoras

En la operación normal de las correas transportadoras se distinguen la partida, el régimen permanente, y el frenado. Durante la partida, la velocidad angular del motor eléctrico aumenta desde el reposo hasta que ingresa al rango asociado a su valor nominal mediante su variador de frecuencia. En el régimen permanente, la velocidad angular del motor eléctrico se regula, dada la variación de la carga (la distribución del material fragmentado no es uniforme) y, por otra parte, se supervisa el desalineamiento de la banda, la sobretensión de la banda, la sobrecarga, y el deslizamiento entre la banda y los polines. Finalmente, en el frenado, el motor eléctrico se apaga y se activa el freno, quedando la correa transportadora detenida.

3.3. Información de Fallas

A partir de la información recopilada de la minera, se identifican y describen las fallas en los equipos y componentes seleccionados, se determinan sus causas, se identifican sus efectos, y describen sus procedimientos de detección, como sigue a continuación:

Modos de Falla

- Polines: Los modos de falla que presentan los polines son: el desgaste superficial y el trabamiento de elementos rodantes (en sus rodamientos).
 - Banda: Los modos de falla que presenta la banda son: el corte longitudinal (rasgadura) y transversal.
 - Motores eléctricos: El modo de falla (mecánico) que comúnmente presentan los motores eléctricos es el desgaste de rodamientos.
 - Frenos de disco: Los modos de falla que presentan los frenos de disco son: la liberación fallida de las pastillas de freno y la pérdida de eficiencia del resorte del sistema hidráulico (este modo de falla ocasiona el roce de las pastillas de freno con el disco durante la operación de las correa transportadora CT-10, única unidad que

presenta este modo de falla y, en consecuencia, contribuye al aumento del desgaste de las pastillas de freno).

- **Reductores:** Los modos de falla que comúnmente presentan los reductores son: el desgaste, las grietas, las pérdidas mecánicas (especialmente en los dientes), y el espacio excesivo entre dientes en contacto, en el caso de los engranajes, el desgaste y el espacio excesivo entre elementos rodantes y pistas, en el caso de los rodamientos, el doblamiento, las pérdidas mecánicas (especialmente en la chaveta³), el desbalance, y el desalineamiento, en el caso de los ejes. Por otra parte, los modos de falla que presentan sus sistemas de lubricación son: las fugas de aceite y la acumulación de suciedad en filtros y rejillas. Los modos de falla que más suceden en la práctica corresponden al desgaste de rodamientos y , en menor medida, a las fugas de aceite, especialmente en sellos de laberinto.

Causas

- **Polines:** En el caso del desgaste superficial, las posibles causas son las sobrecargas, la presencia de tanto polvo como de humedad, y el desgaste natural entre polín y banda. Por otra parte, en el caso del trabamiento de elementos rodantes, la posible causa es el desgaste de los componentes del rodamiento, los factores que influyen en este fenómeno son: lubricación; sobrecargas; presencia tanto de polvo como de humedad; y el desgaste natural entre los elementos rodantes y las pistas. Cabe destacar que el desarrollo del trabamiento de elementos rodantes impacta en el desgaste superficial del polín.
- **Banda:** En el caso del corte longitudinal, la posible causa es la incrustación de objetos metálicos externos como de fragmentos de mineral grueso en la banda (este fenómeno depende del desgaste de la banda). Por otro lado, en el caso del corte transversal, las posibles causas son: los cortes de cables de acero y la deformación de empalmes, los factores que influyen en estos fenómenos son: las sobrecargas; la presencia tanto de polvo como de humedad; el desgaste natural entre la banda,

³ Parte del eje que se inserta en la pista interna del rodamiento.

fragmentos de mineral grueso, polines, y poleas; desalineamientos⁴; la tensión en los cables de acero; y el roce viscoso entre los cables de acero y el tejido.

- **Motor eléctrico:** Las posibles causas del desgaste de rodamientos son: la lubricación inadecuada; sobrecargas; presencia tanto de polvo como de humedad, y el desgaste natural entre los elementos rodantes y las pistas.
- **Frenos:** En el caso de la liberación fallida de la pastillas de freno, la posible causa es el trabamiento de balatas por parte del sistema de control, el factor que influye directamente en este fenómeno es la presencia de polvo en las pastillas de freno, debido a que en la partida, el sensor de proximidad detecta que el freno de disco está activado, cuando en terreno, no está activado, producto de la suciedad acumulada. Por otra parte, en el caso de la pérdida de eficiencia del resorte del sistema hidráulico, la posible causa es el diseño inapropiado de este equipo, considerando las condiciones de operación de la correa transportadora CV-007.
- **Reductores:** En el caso de los reductores y sus sistemas de lubricación, las posibles causas de los modos de falla que presentan son: lubricación inadecuada, sobrecargas, presencia tanto de polvo como de humedad, y el desgaste natural en las superficies de contacto de los diferentes componentes. Adicionalmente, en el caso del espaciado excesivo entre dientes en contacto, otro factor que influye en este fenómeno es la excentricidad⁵ de uno de los engranajes. Cabe destacar que el desgaste (engranajes, rodamientos) y las pérdidas mecánicas (engranajes y ejes) generan escombros ferrosos en el aceite que pueden agravar los modos de falla establecidos.

Efectos

- **Polines:** El efecto de los modos de falla de polines es el aumento del desgaste natural de la banda.

⁴ El desalineamiento corresponde al desplazamiento transversal de la banda. Este fenómeno es originado por el desbalance natural del material fragmentado en este componente; pero también se puede originar por el desacomodo de polines en su estación y, por otra parte, puede contribuir al desgaste de la banda, especialmente en sus bordes.

⁵ La excentricidad se produce cuando el centro del engranaje no coincide con su eje de giro.

- **Banda:** El efecto de los modos de falla de banda es el impacto de objetos metálicos externos (en el caso del corte longitudinal) como de fragmentos de mineral grueso en polines, poleas y, eventualmente, en la estructura.
- **Motores eléctricos:** El efecto del desgaste de rodamientos es el aumento de las vibraciones, especialmente en los reductores (este fenómeno puede influir en los modos de falla de reductores).
- **Frenos de disco:** En el caso de la liberación fallida de las pastillas de freno, el efecto es la prolongación de la detención de la correa transportadora en la partida. Por otra parte, en el caso de la pérdida de eficiencia del resorte del sistema hidráulico, el efecto es la extensión de la duración del frenado, a causa del desgaste de las pastillas de freno.
- **Reductores:** El efecto de los modos de falla de reductores y sus sistemas de lubricación es el aumento de las vibraciones especialmente en las poleas motrices (este fenómeno puede generar desgaste en el recubrimiento de las poleas motrices y, en consecuencia, en la banda), en la estructura, y en el motor eléctrico.

La detección de los modos de falla mencionados implica la inmediata detención de las correas transportadoras escogidas.

Procedimientos de Detección:

- **Polines:** Los modos de falla de polines se detectan por inspección. Esta actividad se realiza durante 21 días, y en los días siguientes, se reemplazan los polines que presenten fallas.
- **Banda:** El corte longitudinal es detectado mediante sensores de corte longitudinal belt rip, wire rope, y coal control los sensores de corte longitudinal belt rip y wire rope sólo pueden detectar rasgaduras causadas tanto por objetos metálicos como por fragmentos de mineral grueso que se trasladen con la banda; a diferencia del sensor de corte longitudinal coal control, que adicionalmente puede detectar tanto objetos metálicos como fragmentos de mineral grueso fijos con respecto al movimiento de la banda, por ejemplo, cuando un objetos metálico externo se atasca en el chute traspaso y se incrusta en la banda). Por otra parte, el corte transversal no se detecta directamente, a excepción si se produce en algún

empalme (mediante el monitor de empalmes; pero se puede detectar indirectamente mediante los sensores de velocidad (cálculo del deslizamiento), del sensor de tensado, o del sensor de corte longitudinal coal control.

- **Motores Eléctricos:** El desgaste de rodamientos es detectado con sensores de temperatura o mediante termografías.
- **Frenos de disco:** La liberación fallida de las pastillas de freno se detecta con el sensor de proximidad (estado del freno, activado o desactivado). Por otro lado, la pérdida de eficiencia del resorte del sistema hidráulico se detecta con el sensor de presión.
- **Reductores:** Los modos de falla de reductores son detectados con sensores de temperatura o mediante termografías, ultrasonidos a los ejes principales, análisis de vibraciones, y análisis de aceites. Por otra parte, las fugas de aceite en el sistema de lubricación se detectan con sensores de nivel.

3.4. Sistema de Seguridad

Entre los dispositivos de seguridad de una cinta se pueden citar los siguientes:

- **Cable de parada o dispositivo de tirón colocado a lo largo de toda la cinta:** Su accionamiento provoca la retirada de tensión solo a los motores, y como consecuencia de ello la actuación inmediata de frenos y bloqueo de la cinta.
- **Control de la velocidad de la banda:** para dar información a los dispositivos eléctricos de arranque, dar información para que los frenos caigan en el momento deseado y dar información sobre los deslizamientos ordenando una parada.
- **Botones o pulsadores de emergencias:** que suelen estar colocados en las mismas bancadas de los accionamientos y pueden ser de dos tipos según que provoquen la parada retirando la tensión a los motores, sin que caigan los frenos inmediatamente (botón amarillo), o que los frenos caigan también en el momento de pulsar el botón (rojos). Dentro de los botones de emergencia podemos encontrar algunos ejemplos:
 - **Interruptores de Nivel del Chute:** Tienen como objetivo detener la correa en caso que el chute se trabe y se llene de material.

- **Side-Slip Switch:** Son interruptores utilizados para medir el desalineamiento de la correa. Se pueden configurar para detener la correa o para hacer sonar una alarma.
- **Interruptores de Emergencia:** Generalmente son cuerdas que se tiran (tipo frenos de emergencia de trenes) para detener la correa. Estos interruptores se encuentran en el pasillo de servicio que está al lado de la correa. Requieren de un reset manual para poner en operación el sistema.

Además de estos mecanismos de seguridad, también existen alarmas de emergencia y los botones de parada de emergencia.

3.5. Mantenciones

Como mencionamos anteriormente, las cintas transportadoras fijas, requieren un mayor nivel de mantenimiento. Es por esta razón que se programan mantenimientos preventivos. En CAP minería los encargados de la mantención preventiva son empresas colaboradoras. Sin embargo en el sector de Puerto Punta Totoralillo se le realiza mantenimiento correctivo a las correas transportadoras según el problema que se presenta. Los mantenimientos realizados como aprendiz, corresponden a mantenimientos correctivos, en los cuales se debe reemplazar piezas y realizar chequeos internos a algunas piezas. Es importante estar atento al desempeño de la cinta, debido a que una falla en esta provoca la paralización del embarque en periodo de carga

Un correcto mantenimiento de una maquina eficiente debe:

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 disminuirlas posibilidades de daño y rotura.
5. Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombre y servicios.

3.5.1. Mantenimiento Preventiva

El 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.

El mantenimiento preventivo en las correas transportadoras las realizaba una empresa externa la cual se llamaba Rema Tip Top y realizaba empalme de correas transportadoras. Lo cual realizaban un empalme en frío que se elabora mediante el uso de cementos especiales que vulcanizan químicamente a temperatura ambiente.

Este mantenimiento se realiza semanalmente el cual consiste en:

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

3.5.2. Mantenimiento Correctiva

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.

Se pueden distinguir dos tipos de mantenimientos correctivos para cintas transportadoras:

- a) El mantenimiento correctivo mayor que corresponde a la ejecución de una parada de planta (donde se detiene la producción, en este caso los embarques) para realizar cambios significativos, 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 se ejecuta en detenciones diarias que pueda solicitar el Dpto. Mantenimiento, dando cambios tales como:

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

3.5.3. Problemas Frecuentes en Correas Transportadoras.

Los problemas más frecuentes que se pueden encontrar en la mantención correctiva, los cuáles se observan en las figuras 3.5, 3.6 y 3.7.

Figura N°3.5: Desvío de la cinta en uno o más puntos.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

Figura N°3.6: Desgaste de rodillos o polines.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

Figura N°3.7: Desgaste de estructura.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

3.5.4. Mantenimiento Correctiva a Correas Transportadoras.

Dentro de las mantenciones correctivas a correas transportadoras en minera CAP Puerto Punta Totoralillo, se identifica el problema para analizar la posible falla en el equipo. Haciendo un análisis de falla con respecto al problema inicial, se puede solucionar un problema de manera más eficaz.

A continuación, la tabla 3.1, se muestran diversos problemas ocurridos en el puerto de embarque, las posibles fallas y sus soluciones correspondientes.

Tabla N°3.1: Problemas en el punto de embarque.

Problema	Posible falla	Soluciones
Desvío de cinta hacia un punto específico del transportador	Acumulación de materiales en rodillos y poleas.	Quitar el material que se acumula. Chequear raspadores.
	Rodillos trancados.	Desatorar rodillos. Limpiar y lubricar. De ser más grave, realizar cambio de rodillos o polines.
	Poleas no escuadran con	Reajustar las poleas en la zona

	respecto a la línea central del transportador.	de falla.
	Estructura del transportador dañada.	Reparar zona afectada.
Desvío de cinta hacia un punto específico del transportador, pero el problema viaja a través del transportador.	El empalme esta descentrado	Reducir el empalme teniendo en consideración en la alineación de las puntas de la correa.
	Correa arqueada longitudinalmente. (forma de canoa)	En caso de ser correa nueva, debe tomar su forma normal con la operación de carga. Revisar condiciones de almacenamiento y rodillos en general.
Se descentra la correa en los polines de retorno.	Poleas o rodillos no encuadran con la línea central del transportador	Reajustar polines y rodillos en la zona afectada.
	La correa trabaja fuera de la estructura	Instalar rodillos de retorno autoalineantes en las cercanías de la polea de retorno para lograr centrar la correa al momento de recibir la carga.
	Derrame y/o acumulación de material	Mejorar condiciones de carga en la transferencia de material. Instalar sistema de limpieza.
	Desgaste del revestimiento de las poleas.	Reemplazar el revestimiento.
La correa se desliza sobre la polea motriz	Tracción insuficiente entre la polea motriz y la correa	Si hay desgaste evidente, reemplazar el revestimiento de la polea para aumentar el

		<p>espesor de la cubierta inferior.</p> <p>Instalar dispositivos de limpieza.</p>
	Desgaste del revestimiento de las poleas.	Reemplazar el revestimiento.
	Contrapeso muy liviano.	Aumentar el peso de contrapeso o aumentar la tensión con los tornillos de acuerdo con las tensiones mínimas calculadas en diseño.
	Derrame o acumulación de material.	<p>Mejorar las condiciones de carga en la transferencia de material.</p> <p>Instalar sistema de limpieza.</p>
	Rodillos trancados	Desatorar los rodillos, hacer limpieza y lubricar.
La correa se desliza sobre la polea motriz durante la partida.	Tracción insuficiente entre la polea motriz y la correa	<p>Si hay desgaste evidente, reemplazar el revestimiento de la polea para aumentar el espesor de la cubierta inferior.</p> <p>Instalar dispositivos de limpieza.</p>
	Desgaste del revestimiento de las poleas	Reemplazar el revestimiento.
	Contrapeso muy liviano.	Aumentar el peso de contrapeso o aumentar la tensión con los tornillos de acuerdo con las tensiones mínimas calculadas en diseño.
Desgaste excesivo y	Rodillos trancados	Desatorar los rodillos, hacer

parejo en la cubierta superior.		limpieza y lubricar. Cambiar rodillos de ser necesario.
	La correa se desliza después de acondicionar la polea motriz.	Aumentar la tensión en el tensor ya sea de tornillo o de contrapeso. Aumentar el arco de contacto o recubrir la polea motriz.
	Derrame o acumulación de material.	Mejorar las condiciones de carga en la transferencia de material. Instalar sistema de limpieza.
	Carga descentrada.	Ajustar el chute para descarga de material en el centro de la correa. Descargar en el mismo sentido y velocidad de la correa.
Desgaste severo en rodillos y poleas.	Rodillos trancados.	Desatorar los rodillos, hacer limpieza y lubricar. Cambiar rodillos de ser necesario.
	La correa se desliza después de acondicionar la polea motriz.	Aumentar la tensión del tensor, ya sea de tornillo o de contrapeso. Aumentar el arco de contacto o recubrir la polea motriz.
	Derrame o acumulación de material.	Mejorar las condiciones de carga en la transferencia de material. Instalar sistema de limpieza.

	Material atrapado entre la correa y las poleas.	Instalar raspador de retorno en las cercanías de las poleas que presenten este problema. Disminuir derrames.
	Cabezas de tornillos sobresalientes con respecto al recubrimiento en las poleas y/o ausencia de revestimiento.	Apretar los tornillos. Reemplazar recubrimiento (se recomienda vulcanización en caliente).
	Excesivo acanalamiento.	Disminuir los grados de inclinación de los rodillos al estándar inferior siguiente.

Fuente: Elaboración propia.

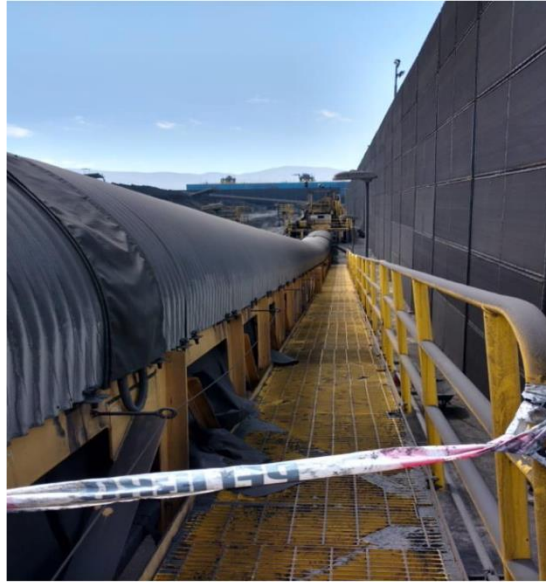
3.5.5. Mantenimiento Correctiva de Raspadores

Dentro de las mantenciones correctivas realizadas en CAP Minería Puerto Punta Totalillo, se debe hacer referencia a una de las labores más comunes en la mantención de la cinta transportadora, los cambios de raspadores.

La importancia de los raspadores radica en la limpieza de la correa y las piezas del equipo, es importante mantener estas zonas limpias, para evitar los desgastes, tanto de las correas como de los recubrimientos de las poleas.

A continuación, la figura 3.8 describirá el procedimiento para el cambio de raspadores primarios y secundario, que se realiza por pauta semanal a los raspadores de las correas transportadoras, para esto, tomaremos como ejemplo la correa 2 del Apilador FAM.

Figura N°3.8: Correa apilador FAM.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

3.5.5.1. Mantenimiento de Raspador Secundario de Cinta Transportadora.

La labor de cambio de raspadores comienza realizando el Report previo (levantamiento escrito) y registro fotográfico el cuál se adjunta al reporte. Para luego proceder a desacoplar y desmontar el bastidor con módulos de raspador secundario figura 3.9, debido a que presenta alto desgaste en las hojas de limpieza. Además se desmontan los dos sistemas de ajustes del raspador que están ubicados a los costados del equipo en el eje o bastidor del raspador, para ser trasladados a taller, a su respectiva mantención.

Figura N°3.9: Raspador secundario.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

- **Cambio de componentes en taller.** La mantención a las piezas se realiza en el taller. Hay se realiza el cambios de componentes al bastidor del raspador secundario. También se verifica condiciones del bastidor para descartar flexión del eje.
- **Cambio de sistema de ajuste de raspador secundario.** Se desarmen los dos sistemas de ajuste mecánicos del raspador secundario (dependiendo del desgaste que genera la exposición a las condiciones atmosféricas, se deben limpiar con solventes), debido a que generalmente presentan bastante deterioro. Al finalizar el lavado de todas las piezas que componen los mecanismos de ajuste, se procede al armado y al realizar pruebas para verificar condición de los dos sistemas. En caso que el desgaste en los sistemas sea demasiado como para dejar inhabilitada la pieza, se gestiona en bodega en donde se retiran los componentes nuevos para reemplazar a los mecanismos de ajuste en mal estado.
- **Sellado de piezas para producción.** Se procede a realizar trabajo de recubrimiento de piezas de ajustes con un componente anti adherente y anticorrosivo, para protegerlos contra oxido debido a la exposición al aire libre. Además de las piezas del taller, también se recubren todos los pernos de sujeción del sistema de regulación y soporte del raspador secundario para evitar deterioro por contacto directo con el ambiente agresivo en el cual se encuentra montado todo este conjunto.
- **Montaje de sistemas de ajuste y raspador secundario reparado.** Se concluye el trabajo de montaje del conjunto bastidor y hojas o módulos que componen al raspador secundario y sus dos sistemas de ajustes en terreno, para posterior proceder a regular dicho raspador con cinta transportadora de apilador FAM, en servicio y con carga, tomando todas las precauciones en cuanto a la seguridad para realizar esta maniobra, ya que este es el procedimiento correcto de ajuste o regulación del raspador para verificar el trabajo normal de limpieza de dicho componente.

3.5.5.2. Mantenimiento de Raspador Primario de Cinta Transportadora.

Se desmonta el raspador primario figura 3.10 siempre y cuando demuestre un desgaste excesivo de las tres hojas (o módulos), cuando estos no están trabajando con rendimiento normal o bien, no están cumpliendo la función de asear la correa. Se realiza el traslado de todo el conjunto de raspador y sistema de ajuste a taller para su mantenimiento y cambio de componentes.

Figura N°3.10: Raspador primario.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

- **Desmontaje de componentes de raspador primario en taller:** Se desarma todo el sistema de regulación del raspador primario y se revisan, si se detecta agripamiento en las piezas, se deben lavar con solventes y se dejan remojando para soltar restos de óxido. A diferencia del raspador secundario, el raspador primario mantiene un solo sistema de ajuste, el cual se encuentra del lado derecho del eje o bastidor del raspador primario. Se desacopla las hojas (o módulos) del bastidor o eje en donde se encuentran alojadas, se revisan los componentes del raspador primario, si poseen daños que afecten el funcionamiento, se gestiona en bodega el cambio de piezas. De lo contrario se procede a limpiar las partes del sistema. Se chequea el eje o bastidor del raspador primario para descartar flexión.
- **Cambio de hojas o módulos y mantenimiento de raspador primario:** Se procede al retiro de las hojas o módulos, siendo reemplazadas por hojas o módulos nuevos que son retirados de bodega. También se realiza limpieza y chequeo de todos los

componentes. Además se revisa el sistema de regulación del raspador primario, chequeando que no hallan piezas en mal estado (de ser así, reemplazar las piezas) si están en buen estado, se procede solamente a limpiar los componentes de este sistema.

- **Montaje de sistema de ajuste y raspador primario reparado:** Luego de terminar con la limpieza y cambio de piezas, se realiza el montaje en terreno de todo el conjunto raspador primario y su respectivo sistema de ajuste o regulación. Por lo que se concluye con la instalación del raspador primario, dejando fijado dicho componente a estructura de cinta transportadora de apilador marca FAM y posterior regulación con equipo en servicio y con carga, tomando todas precauciones en cuanto a seguridad para realizar esta maniobra, ya que este es el procedimiento correcto de ajuste o regulación del raspador para verificar el trabajo normal de limpieza de dicho componente.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

4.1. Introducción

El mejoramiento de la confiabilidad y disponibilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: Confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y 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 analiza la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de cada una de las correas que operan en el Puerto Punta Totoralillo de la Compañía Minera del Pacífico S.A. [5].

4.2. 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 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 a continuación:

4.2.1. 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).

4.2.2. 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 largos, 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 confiabilidad del sistema. Se representa típicamente en horas, mientras más alto es el valor del MTBF, mayor es la confiabilidad del producto. A continuación la ecuación 4.1 ilustra esta relación:

$$\mathbf{Confiabilidad} = e^{-\left(\frac{\mathbf{T tiempo}}{\mathbf{MTBF}}\right)} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

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.

$$\mathbf{Disponibilidad} = \frac{\mathbf{MTBF}}{\mathbf{MTBF+MTTR}} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

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.

4.2.3. Memoria de Cálculo

Basado en el historial de trabajos realizados, durante el año 2019 (enero a diciembre 2019) se realiza los siguientes cálculos de KPI's

4.2.3.1. Búsqueda de Fallas, en Histórico de Trabajos Realizados

En este caso, se analiza la correa CT-10 y la hoja de trabajos realizados. Se identifica como:

Número total de reparaciones indicadas 30.....(1)

4.2.3.2. Identificación del Período de Tiempo

El periodo se encuentra comprendido desde el 02 de enero del 2019, hasta el 27 de Diciembre 2019, obteniéndose así, un periodo de 12 meses o 7575 horas (para efectos del cálculo).

4.2.3.3. Identificación de Tiempo de Reparación

En este análisis, sólo se identifica una falla o reparación.

El tiempo total de reparaciones: es de 30 horas..... (2)

4.2.3.4. Cálculo de la Tasa Media entre Fallas (TMEF)

Con los datos de los puntos anteriores se procede a calcular la TMEF

$$TMEF = \frac{N^{\circ} \text{ horas totales del período analizado} - \text{Horas máquina detenida}}{N^{\circ} \text{ de averías}} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

Reemplazando los valores, se obtiene el siguiente valor:

$$TMEF = \frac{7.575 - 30}{30}$$

$$TMEF = 251,5 \text{ horas}.....(3)$$

4.2.3.5. Cálculo de la Tasa Media por Reparación (TMPR)

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

$$TMPR = \frac{80}{30}$$

$$TMPR = 2,67.....(4)$$

4.2.3.6. Cálculo de la Confiabilidad (R(t))

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

$$\text{Confiabilidad (R)} = e^{-\left(\frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{MTBF}}\right)} \text{ (Ec. 4.4)}$$

Se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Confiabilidad (R)} = e^{-\left(\frac{30}{249,83}\right)}$$

$$\text{Confiabilidad (R)} = 88,63\%$$

4.2.3.7. Cálculo de la Mantenibilidad (M(t))

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

$$\text{Mantenibilidad (M)} = 1 - e^{-\left(\frac{\text{tiempo total de reparación}}{\text{TMPR}}\right)} \text{ (Ec. 4.5)}$$

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

$$\text{Mantenibilidad (M)} = 1 - e^{-\left(\frac{30}{2,67}\right)}$$

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

4.2.3.8. 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:

$$\text{Disponibilidad (D)} = \frac{\text{TMEF} - \text{TMPR}}{\text{TMEF}} \text{ (Ec. 4.6)}$$

Reemplazando los valores se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Disponibilidad (D)} = \frac{251,5 - 2,67}{251,5}$$

$$\text{Disponibilidad (D)} = 98,94\%$$

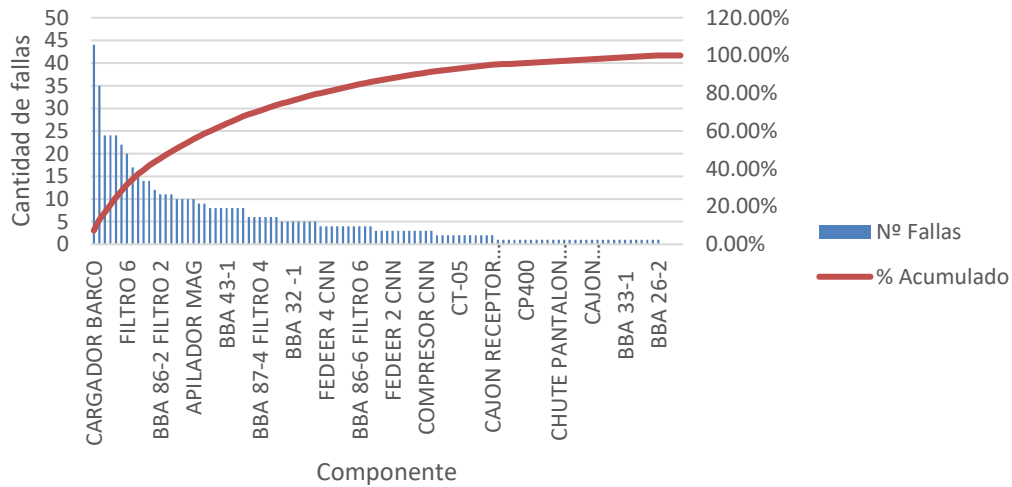
4.2.3.9. Resultados en Correa CT-10

- El equipo CT-10 tiene una Disponibilidad de: 98,94%.
- El equipo CT-10 tiene una Confiabilidad de: 88,63%.
- El equipo CT-10 tiene una Mantenibilidad de: 100%.

4.3. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto muestra la cantidad de fallas de cada conjunto y de esta manera ver la importancia de algunos de los componentes crítico, como se observa en el gráfico 4.1.

Gráfico N°4.1: Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia.

Con este diagrama es fácil darse cuenta que la mayor tasa de fallas está en el cargador barco y en la correa transportadora. Dado el análisis, se puede inferir que la correa transportadora para su correcto funcionamiento requiere de equipos complementarios, los cuales al fallar provocan que está no se encuentre disponible para su operación cuando se requiere.

4.4. Conclusiones o Recomendaciones del Análisis de Criticidad

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 e intervención humana innecesaria. Ejemplo: Cambio de componentes y realizar mantenimiento en taller.

CAPÍTULO V

PLAN DE MEJORA

5.1. 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 propone la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo, mediante instrumentos de medición para los sistemas críticos de la cinta.

5.2. Recomendaciones de Mantención

De acuerdo con lo descrito en el capítulo anterior, en donde se señalo la confiabilidad de la correa CT-10, y se entregan algunas recomendaciones sobre el trabajo que se desarrolla actualmente, las cuáles se mencionan a continuación:

5.2.1. 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.
-

5.2.2. Recomendaciones para la Manipulación de Piezas

- El equipo utilizado para remover piezas debe 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.
- Proteger las superficie con aceite o anticorrosivo si la pieza ha de ser expuesta a las condiciones ambientales.

- No colocar ninguna superficie fresada directamente en el suelo. Utilizar madera o cualquier otro tipo de soporte para proteger las piezas.

5.3. Plan de Inspección con Equipo Corriendo y Detenido

De acuerdo con los manuales, se elaboran 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 cumplan con las condiciones de seguridad descritas en la tabla 5.1 que se muestra a continuación:

Tabla N°5.1: Inspección mecánica.

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.

Fuente: Manual de usuario correa transportadora.

A continuación, en la tabla 5.2 se describe la seguridad del equipo detenido en las correas transportadoras.

Tabla N°5.2: Inspección instrumental.

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.

Fuente: Manual de usuario correa transportadora.

A continuación, en la tabla 5.3 se describe la seguridad del equipo corriendo en las correas transportadoras.

Tabla N°5.3: Seguridad equipo corriendo.

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

Fuente: Manual de usuario correa transportadora.

A continuación, en la tabla 5.4 se describe la seguridad del equipo detenido.

Tabla N°5.4: Seguridad equipo detenido.

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.

Fuente: Manual de usuario correa transportadora.

5.4. Pautas Técnicas 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.

El componente del equipo puede estar normal o deficiente. De acuerdo a estas condiciones, se deben realizar acciones (Limpiar, Ajustar, Lubricar, Reparar y/o Cambiar) según la apreciación del inspector, siendo estas programadas por el jefe de mantenimiento.

A continuación, en la tabla 5.5, se muestra un resumen sobre las frecuencias de las Inspecciones, condición del equipo y la especialidad de la persona a cargo de la inspección.

5.5. Determinación de una Estrategia de Mantenimiento

A continuación, la tabla 5.6, se encuentra un resumen del tipo de mantención que se realizará para el subsistema de la Correa CT-10. Esto no implica que no se puedan realizar mejoras con respecto a estas mantenciones, al contrario, se puede mejorar con las herramientas e instrumentos predictivos necesarios para cada mantención.

Tabla N°5.6: Estrategia de mantención para correa CT-10.

Tipo de Mantención	Item	Frecuencia de Cambio y / o Medición
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

Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

5.6. Instrumentos y Herramientas de Medición

Esta sección se enfoca en las posibles sugerencias de instrumentación de medición manual predictiva, para lograr una inspección técnica de los equipos (ver anexo B).

5.6.1. Instrumentos

- Medidor espesores (Ultrasonidos); 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.

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 puede 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 mantención en alguna pieza específica del equipo.

5.7. 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.

5.7.1. Objetivos del Sistema de Información

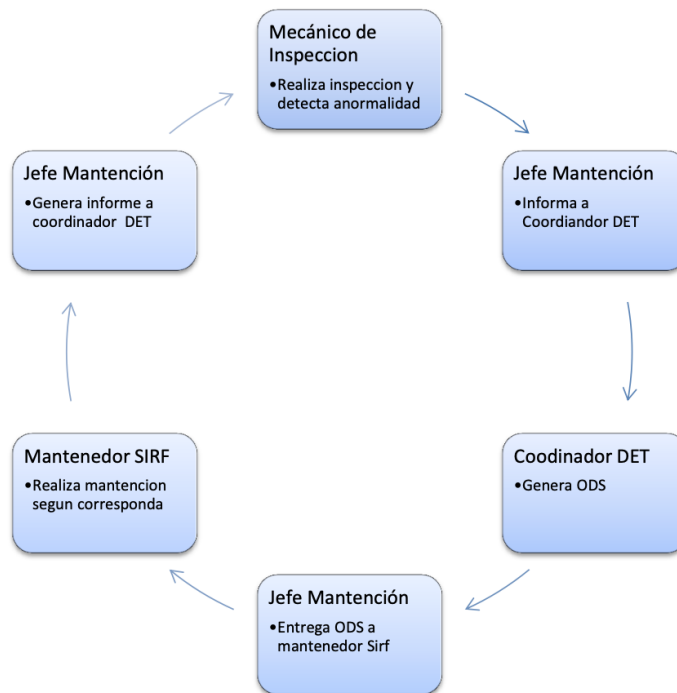
Se desea establecer y considerar que:

- La cinta transportadora se mantenga en operación.
- Reducir número de fallas.
- Mantener un alto grado de disponibilidad.
- Realizar una mantención de calidad para aumentar la confiabilidad de la correa transportadora CT-10.

5.7.2. Comunicaciones de los Estamentos

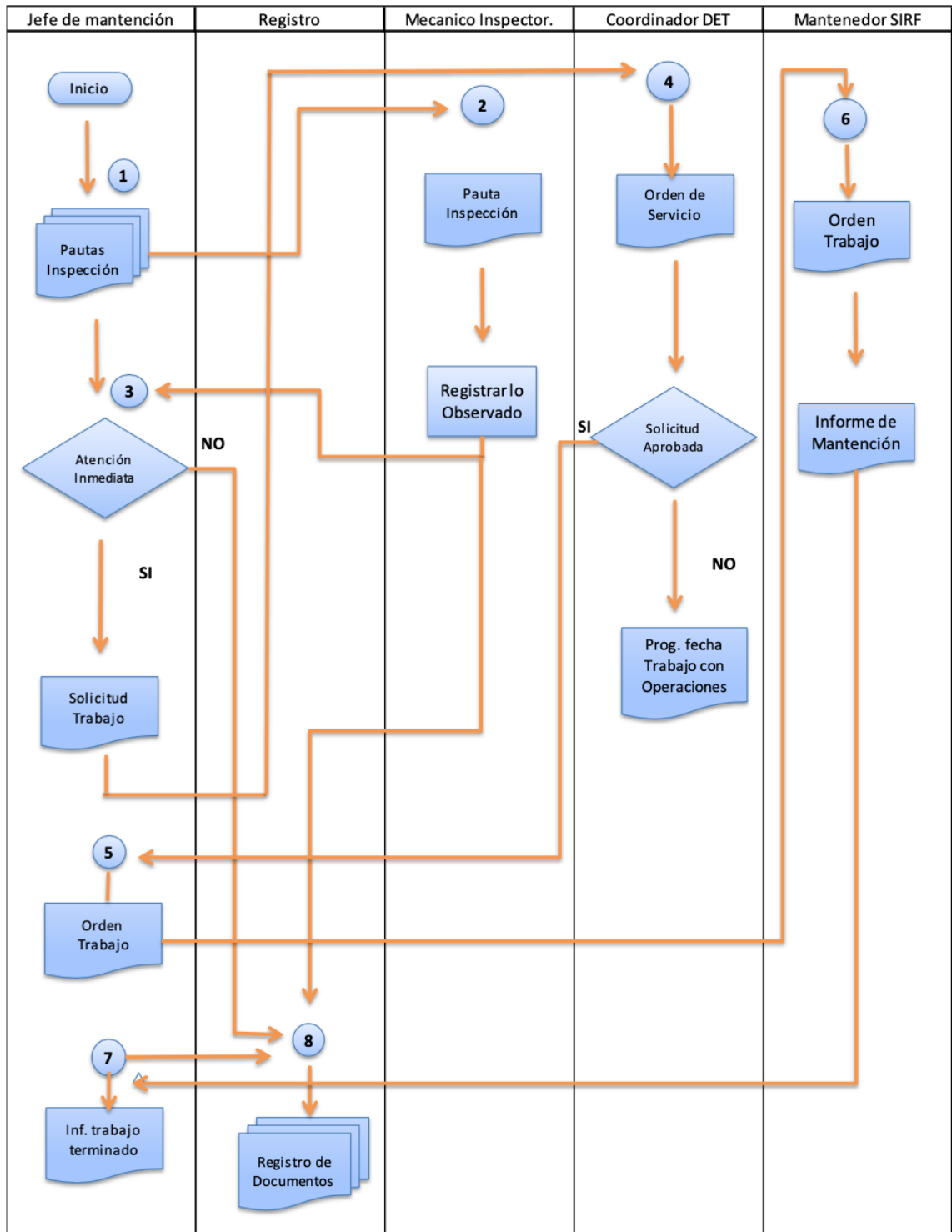
A continuación, en las figuras 5.1 y 5.2 se muestra el procedimiento y el camino que tomará la información en las unidades del área de mantenimiento de la correa CT-10 en el Puerto Punta Totalillo.

Figura N°5.1: Diagrama de comunicación entre los entes.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

Figura N°5.2: Procedimientos de inspección.



Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

En la figura 5.2, se asignaron responsabilidades las que se definen a continuación, según numeración indicada.

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 mantención 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:** Debe 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 debe programar una fecha para realizar el trabajo solicitado.
Esto queda bajo la responsabilidad de Coordinador DET si se presenta alguna falla en el equipo.
5. **Jefe de Mantenición:** Si el Coordinador DET aprueba la solicitud, el Jefe de mantención debe 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.
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 paso el jefe de mantención debe entregar la línea al Coordinador DET, luego revisar el informe entregado por el Capataz. Si observa alguna complicación que hubiera tenido en el trabajo, esta información es utilizada para mejorar la siguiente pauta de mantención.

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

5.7.3. 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:

5.7.3.1. Jefe de Mantención

- Dar a conocer los procedimientos de mantención a todo el personal.
- Instruir y capacitar al personal de mantención en los procedimientos de trabajo.
- Controlar el cumplimiento de procedimiento.
- Actualizar las cartillas de inspección, ante cualquier cambio en el diseño del equipo.
- Actualizar constantemente el Sistema de Información (SI).

5.7.3.2. Mecánico Inspector y Mantenedores

- Dar cumplimiento a los seguidores y cartillas de inspección, como también a los instructivos de mantención.
- Controlar y cumplir las recomendaciones de seguridad.

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

6.1. Criterio de Evaluación

El principal problema en la Compañía Minera del Pacífico S.A. con relación a las correas transportadoras, es la baja confiabilidad y disponibilidad, y el creciente aumento de horas de fallas que han transcurrido en los últimos 4 años, esto se transforma en grandes inconvenientes para la planta, y costos asociados, ya que estas correas son las encargadas de transportar el concentrado de hierro para su posterior embarque. Cuando una de estas correas no opera se produce un cuello de botella dentro del proceso productivo, ya que sin este concentrado no es posible exportar ni percibir ingresos hacia la compañía.

Las fallas presentadas en los últimos años se muestran en la tabla 6.1, donde se expone la cantidad de días que las correas transportadoras se detienen a causa del daño de algún componente.

Tabla N°6.1: Fallas en los últimos cinco años.

Fallas	Año				
	2017	2018	2019	2020	2021
Correa o Banda	11	10	20	24	30
Polines	32	36	36	40	48
Elementos tensores	3	4	6	4	2
Tambor motriz	4	8	6	4	8
Tambor retorno	2	4	4	8	2
Limpiadores	4,5	4,5	4	5	4
Tolva	4,5	2	4	4	2
Fallas eléctricas	6,5	8	12	6	9
Otros	5,5	6	4	5	6
Total	73	82,5	96	100	111

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la tabla 6.2 muestra la confiabilidad para los años 2017 al 2021 de las diversas fallas en los últimos años.

Tabla N°6.2: Fallas en los últimos años.

Año	Confiabilidad
2017	72%
2018	68%
2019	63%
2020	62%
2021	57%

Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

6.2. Evaluación Técnica Según Mantención Programada.

Tras la recolección de antecedentes y posterior confección de un plan de mantenimiento enfocado en las principales fallas, es que se propone la reducción de horas de falla mediante la siguiente forma:

- **Correas o Bandas:** Para garantizar la vida útil de la banda, es que se realizan las prevenciones anexas, a limpiadores, tolvas, polines, etc. Ya que estos elementos son los que causan directamente el desgaste de la banda, produciendo cortes y desgastes.
- **Polines:** Los polines al no poseer un registro claro de reemplazos realizados, es que su mantenimiento se realiza cuando estos fallan, pero para prevenir fallas es que se debe realizar diariamente, antes de transportar el material una puesta en marcha en vacío detectando cuales son los elementos defectuosos, y reemplazándolos inmediatamente, ya que se mantiene en stock un gran número de piezas, considerando que este producto es el que tiene mayores fallas.
- **Elementos tensores:** El ambiente con mucha polución proveniente de la producción del concentrado de hierro, es el principal causante de que todos los elementos móviles se obstruyan. Para esto es que se programa una limpieza de cintas con jabón neutro.
- **Limpiadores:** Los limpiadores al fallar producen el deterioro del circuito completo de la cinta, reduciendo su vida útil e imposibilitando que este continúe al provocar

desmontes de bandas, por esto se requiere una inspección más seguida y la reposición de los que no se encuentran.

6.3. Expectativas de Disminución de Detenciones por Fallas

El proceso de adaptación y puesta en marcha, es más lento, ya que se debe instruir a la gente y capacitar al nuevo formato, es por esto que la tabla 6.3 se presenta de una manera escalar, hasta poder llegar a un nivel de confiabilidad adecuado.

Tabla N°6.3: Proyección de fallas con mantención preventiva.

Fallas	Año							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Correa o Banda	11	10	20	24	30	25	15	4
Polines	32	36	36	40	48	30	6	0
Elementos tensores	3	4	6	4	2	1	2	1
Tambor motriz	4	8	6	4	8	6	3	1
Tambor retorno	2	4	4	8	2	2	2	0
Limpiadores	4,5	4,5	4	5	4	3	1	0
Tolva	4,5	2	4	4	2	2	2	1
Fallas eléctricas	6,5	8	12	6	9	3	2	2
Otros	5,5	6	4	5	6	1	2	2
Total	73	82,5	96	100	111	73	35	11

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la tabla 6.4 muestra la confiabilidad para los años 2015 al 2030 con proyección desde los años 2020 al 2030.

Tabla N°6.4: Índice de confiabilidad proyectado.

Año	Confiabilidad
2015	72%
2016	68%
2017	63%

2018	62%
2019	57%
2020	72%
2025	87%
2030	96%

Fuente: Compañía Minera del Pacífico S.A.

6.4. Evaluación Económica

La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de su implementación.

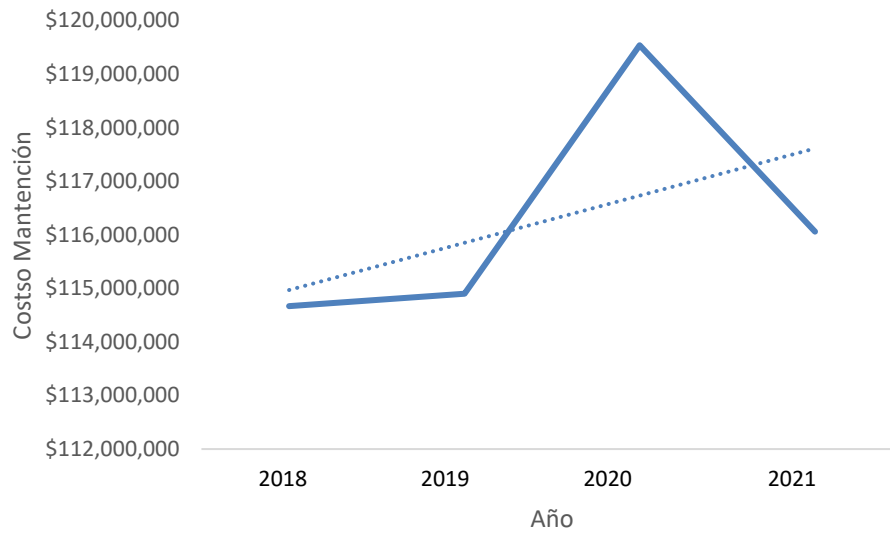
A la vez, es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas. Dentro de este capítulo se analizan los distintos costos actuales y futuros proyectados de la empresa, con relación a la producción que dependía de las correas transportadoras CT-10.

6.4.1. Costos Mantención Correctiva

Actualmente las líneas analizadas poseen un mantenimiento correctivo, esto en cuanto a costos, se representan en la gráfica 6.1, de los últimos 4 años. Esto quiere decir que al momento de ocurrir alguna falla se comienza a trabajar para poner en funcionamiento los equipos, en el menor tiempo posible incurriendo en altos costos, debido a que en la urgencia se pierde el control del dinero, para no incurrir en pérdidas de la producción.

Estas reparaciones se explican principalmente en la tabla 6.1, y se detallan en el siguiente gráfico 6.1 de los costos de mantenimiento correctivo.

Gráfico N°6.1: Costos mantenimiento correctivo.

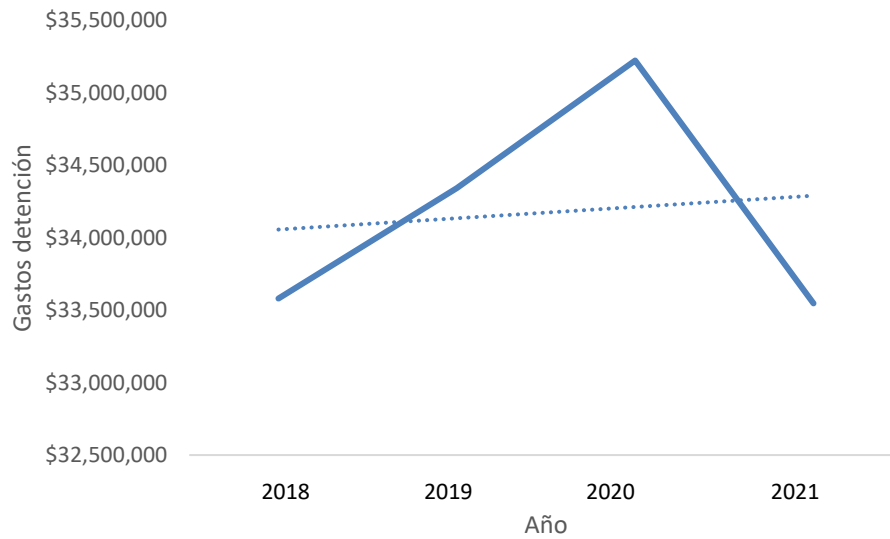


Fuente: Elaboración propia.

6.4.2. Gastos Operacionales de Detención no Programada

Estos gastos hacen referencia a costos asociados a la implementación de un sistema que, de continuidad a la producción, añadiendo costos en maquinaria y mano de obra para llevar el concentrado de hierro, para no afectar la elaboración del concentrado de hierro. Estos costos se calculan en base a cantidad de horas en que la correa está fuera de servicio en el año, el costo por hora de movimiento de mineral con maquinaria es de un valor de \$94.500.- aproximadamente, este valor incluye camiones, cargador frontal, supervisor, prevencioncita y operarios.

Gráfico N°6.2: Gastos detención no programada.

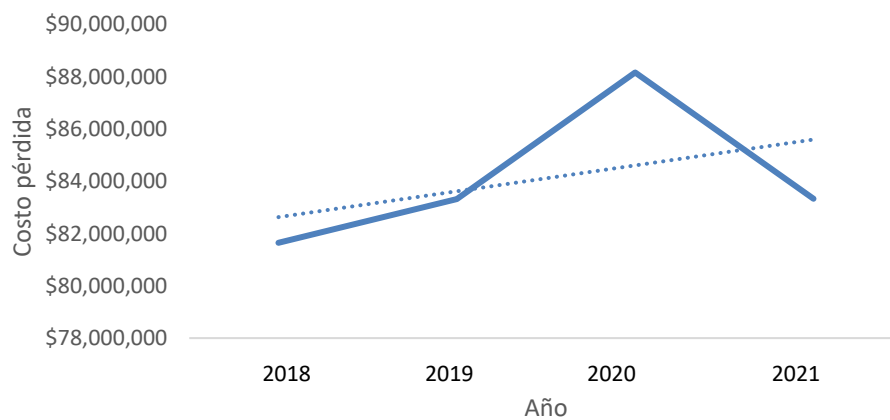


Fuente: Elaboración propia.

6.4.3. Pérdidas de Producción Asociadas a Detención no Programada.

Pérdidas de producción se dan en molinos y horno, ya que se desabastecen provocando una detención de estos o trabajando en vacío, y por consecuencia la detención en la producción de concentrado de hierro. En el siguiente gráfico 6.3 se presentan los costos asociados en los años desde el 2018 al 2021 por pérdidas en producción. Esta información fue proporcionada en valores estimados por Compañía Minera del Pacífico S.A.

Gráfico N°6.3: Costo pérdidas.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la tabla 6.5 resume los costos de mantención, gastos de detención y pérdida para los años 2018 al 2021.

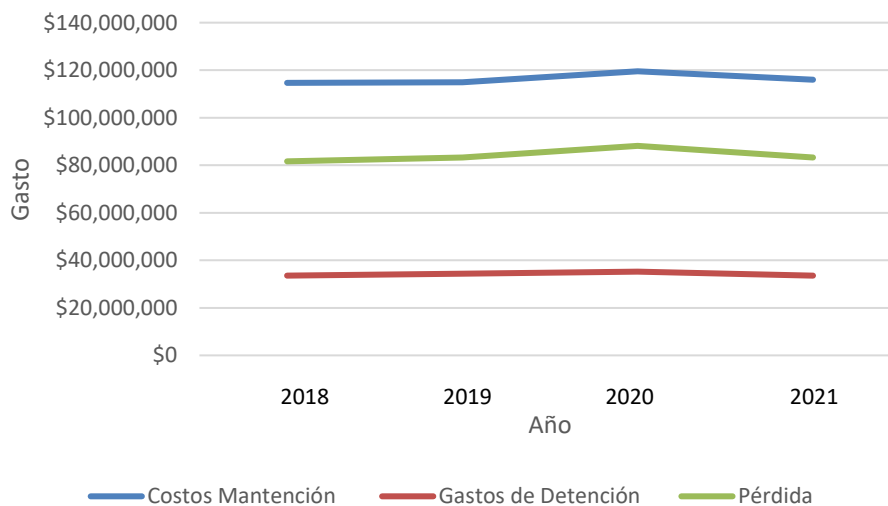
Tabla N°6.5: Resumen costos de mantención, gastos detención y pérdidas.

Año	Costos Mantención	Gastos Detención	Pérdida
2018	\$114.669.111	\$33.581.048	\$81.645.924
2019	\$114.898.909	\$34.344.253	\$83.312.168
2020	\$119.541.289	\$35.224.875	\$88.161.024
2021	\$116.059.504	\$33.547.500	\$83.328.000

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, el gráfico 6.4 muestra la distribución de los gastos incurridos en correas transportadoras para los años 2018 al 2021.

Gráfico N°6.4: Gastos últimos años en correas transportadoras.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la tabla 6.6 muestra la proyección de los diversos costos de mantención, detención y pérdida para el año 2019 y proyección desde el 2020 al 2030.

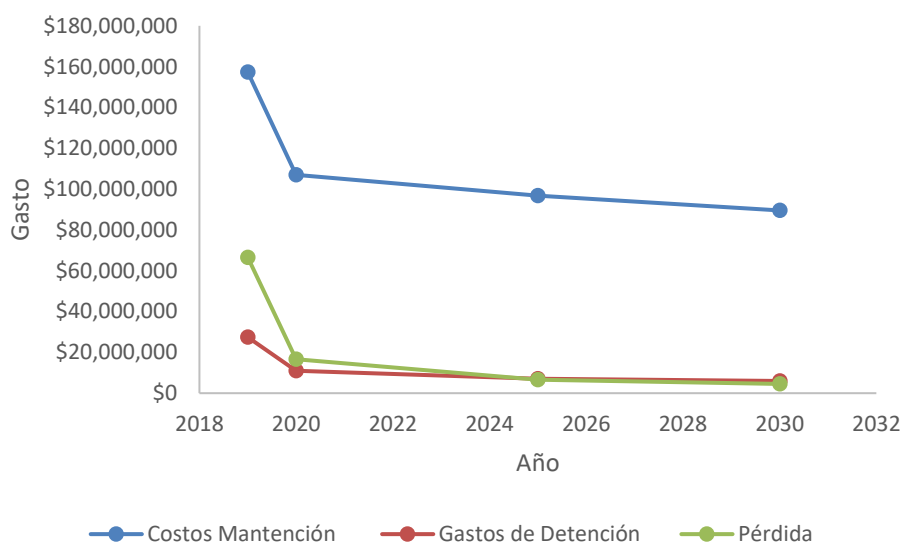
Tabla N°6.6: Proyección costos de mantenimiento, gastos detención y pérdidas.

Año	Costos Mantenición	Gastos Detención	Pérdida
2019	\$157.275.858	\$27.440.595	\$66.539.443
2020	\$106.904.145	\$10.976.238	\$16.634.861
2025	\$96.722.798	\$7.143.555	\$6.653.944
2030	\$89.536.497	\$5.993.026	\$4.536.024

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, el gráfico 6.5 se muestra la evaluación económica que refleja los costos de mantenimiento, detención y pérdida

Gráfico N°6.5: Evaluación económica.



Fuente: Elaboración propia.

A través del análisis económico se determina que la elaboración del plan de mantenimiento predictivo permite reducir los costos asociados al mantenimiento de las correas transportadoras CT-10, garantizando su correcto funcionamiento y aumento de los diversos indicadores asociados a la gestión del mantenimiento, sin considerar que al momento de realizar la proyección se determina que a través del tiempo, tal reducción de costos resulta ser significativa teniendo un control exhaustivo en los diversos componentes que fallan de las correas transportadoras a través del tiempo. Esta reducción de costos es muy importante para la Compañía Minera del Pacífico S.A., ya que tales recursos se pueden implementar en otras iniciativas asociadas a la producción en la compañía para fortalecer sus niveles de producción y desarrollo sustentable.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Considerando el actual modo de operar por la Compañía Minera del Pacífico S.A. en lo que respecta a la mantención de las correas transportadoras CT-10, del Puerto Punta Totalillo en la Región de Atacama, se debe tecnificar en cuanto a las inspecciones con equipos predictivos, además de disponer de recursos económicos y humanos para entregar un adecuado mantenimiento y una estructura de compromisos y responsabilidades de los estamentos involucrados en el proceso productivo.

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 de la CT-10, 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. Para el mantenimiento planteado, también se entregan herramientas para trabajar con una mayor seguridad sobre todo cuando se realizan inspecciones y las correas se encuentran en funcionamiento, por otra parte, para realizar una intervención mayor se debe tener energía cero (equipo detenido y desenergizado).

En relación al mejoramiento de la confiabilidad y disponibilidad a las correas críticas, se traduce en continuidad operacional y ahorro de costos por parte de la compañía, garantizando la sustentabilidad y crecimiento productivo. Es decir, se pueden ir haciendo mejoras continuas en el proceso de mantenimiento de las correas transportadoras CT-10, de forma de mejorar la gestión de componentes, en los equipos que se estudien en el futuro.

Por último, es importante destacar que para elegir una estrategia de mantenimiento, hay que tener en cuenta multicriterios tanto de operación como de mantención que englobe el proceso productivo y que además minimice los costos globales de la compañía, esto con el fin de garantizar la sostenibilidad en el mediano y largo plazo.

7.2. Recomendaciones

Las recomendaciones a considerar para el futuro, tanto para estas correas transportadoras como cualquier otra que obtenga la Compañía Minera del Pacífico S.A., situadas en el Puerto Punta Totoralillo, son las siguientes:

- Realizar un análisis del diagrama de Pareto que se aplicó en un principio de este proyecto de título, de forma de analizar las fallas y por qué ocurrieron, de manera de minimizarlas a fin de minimizar costos de operación y producción.
- Aumentar la disponibilidad y utilización de las correas transportadoras, buscando técnicas cualitativas y cuantitativas. De forma, que las detenciones de estas por falla, como por otros factores, no afecten el transporte de concentrado de hierro.
- Hacer charlas motivacionales y de cuidado con las correas transportadoras a los diversos operadores, de manera que internalicen la importancia de este activo, de manera que no cometan más errores de manejo, que puedan provocar fallas e interrupciones en el proceso productivo y de transporte.

Es importante recomendar que para realizar un estudio de tal magnitud, se deben tener conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la creación y resolución de problemas.

Para ello, el estudio, conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas, estadística y otras ciencias es aplicado profesionalmente tanto para el desarrollo de tecnologías, como para el manejo eficiente de recursos y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la empresa.

Por lo tanto a través de estos análisis se puede transformar el conocimiento en algo práctico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Rodrigo Pascal J. 2003. El Arte de Mantener. Dpto. Ing. Mecánica, U. de Chile, Santiago Chile, 2003.
- [2] Metodología de la Investigación (7° edición). México. McGrawn Hill.
- [3] Oscar Barros. Manual de Diseño Lógico de sistemas de Información Administrativos; Editorial Universitaria.
- [4] Bustamante Carlos y Vequiz Kessla (2006). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una máquinas de temple (Quench & Temper).
- [5] Cabrera, S. ,2008. La confiabilidad integral de equipos. Centro de estudios Ingeniería en mantenimiento. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de la Habana, Cuba. Editorial La Habana.
- [6] Coppers & Lybrand Galgano, 1995. Los 7 instrumentos de la calidad total. Segunda Edición, Italia. Ediciones Díaz de Santos.
- [7] Del Villar, Enrique, 2008. Diques de escollera. España. Primer Edición. Ediciones Díaz de Santos.

ANEXO A

MONTAJE Y AJUSTE DE POLEAS



1

Resumen

En el presente informe, se da a conocer el procedimiento de ajuste de rodamientos y montaje para la polea 2 de la correa 7, de denominación CV-2-007 proveniente de MLP. Se detalla el paso a paso de las operaciones durante los días en que se trabajó en la polea, para poder llevar a cabo cada uno de los trabajos.

El ajuste se realiza sobre un par de rodamientos modelo SKF Explorer 200/600 ECAK30/W33 tanto para la zona fija de la polea y la zona móvil, los soportes a montar para cada rodamiento son modelo APB 1003. En el caso de la zona fija, de acuerdo a lo solicitado por MLP, se monta el manguito BIKON-Hydropress, el machón, además del disco de freno, con la consideración de que el machón con el disco solo sean apretados (no torqueados).

Cabe señalar, que en el caso de los ajustes de los rodamientos, aparte de la participación del equipo de montaje Revesol, se solicitó certificar el ajuste mediante un equipo de SKF para poder entregar mayor confiabilidad.

Objetivos

Objetivo general

- Dar a conocer al cliente la metodología de Revesol, demostrando que se encuentra en óptimas condiciones para realizar este servicio.

Objetivo específico

- Cumplir con las dimensiones y ajustes de los rodamientos necesarios para que los rodamientos soporten los esfuerzos y el sistema no incurran en vibraciones.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Características técnicas de los equipos utilizados

- Rodamiento SKF Explorer 200/600 ECAK30/W33

Tipo: Rodamiento de rodillo a rótula
Modelo: SKF Explorer 200/600 ECAK30/W33
Agujero: Cónico 1:30.
Diámetro interior (menor): 600 mm.
Diámetro exterior: 870 mm.
Masa: 510 kg.
Cantidad : 2



- Soportes APB 1003

Modelo: SKF APB 1003
Diámetro interior: 560 mm.
Cantidad : 2



Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

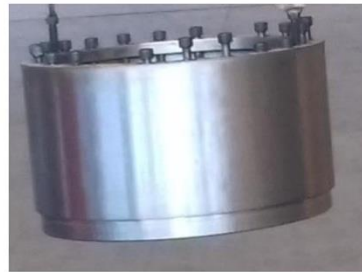
- **Manguito Cónico**

Tuerca mecánica: 1 unidad c/u
Cantidad : 2



- **Manguito Bikon Hydro-press**

Modelo: Bikon HPS-540/ 649
Diámetro interior: 540 mm.
Cantidad : 1



- **Machón Bikon Hydro-press**

Modelo: Bikon 1025-0-75-195
Diámetro externo: 1380 mm.
Cantidad : 1



- Disco de freno

Diámetro externo: 2500 mm.
Cantidad : 1



Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Descripción del método seguido

Revisión y montaje de rodamientos

En primer lugar, el equipo de SKF liderado por el ITO Eduardo Parada, se encarga de revisar cada uno de los rodamientos, para ver si existen grietas al interior de los anillos, rodillos, jaula o algún desperfecto propio del traslado y comprobar sus dimensiones originales considerando el juego radial inicial que tiene cada uno de los rodamientos previo al montaje.



Imagen 1 Inspección de rodamiento SKF, mediciones, acciones de lubricación y limpieza.

Comentarios:

- Las mediciones realizadas a los rodamientos se realizan para verificar las dimensiones de acuerdo a lo solicitado, verificando conicidad midiendo los diámetros interior y exterior. También se debe señalar que se aprovecha esta inspección para lubricar los anillos, rodillos y jaula además de limpiar la zona.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Posteriormente, el ITO Eduardo Parada se encarga de determinar el juego radial interno que poseen los rodamientos, utilizando galgas o feelers, determinando para el rodamiento en la zona fija posee un juego de 530 μm y para la zona móvil un juego de 560 μm aproximadamente. Cabe señalar que esta medición se realiza a modo de seguridad para tener referencia del juego que puede existir en el rodamiento montado a la polea previo al ajuste.



Imagen 2 Juego radial interno previo al montaje, a la izquierda corresponde a la zona fija y a la derecha zona móvil.

Comentarios:

- Se debe señalar que la medición tiene mucho de apreciación, ya que se deben pasar las galgas por todos los rodillos, estableciendo más bien un promedio de las mediciones.

Una vez realizadas estas mediciones, se procede a desmontar las cajas de los descansos para poder instalarlos en el eje de la polea, luego se va a comparar de acuerdo al plano las mediciones con las dimensiones de la polea para efectos de seguridad.



Imagen 3 Medición de largo del manto.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Desarmados los soportes APB 1003, se procede a instalar la fibra cónica (Durocotón), laberinto externo, laberinto interno, sello de goma, para la zona fija de la polea, como se ve en la siguiente secuencia.



Imagen 4 Presentación de Fibra cónica y laberinto, posicionamiento fibra cónica



Imagen 5 Posicionamiento y montaje del laberinto.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

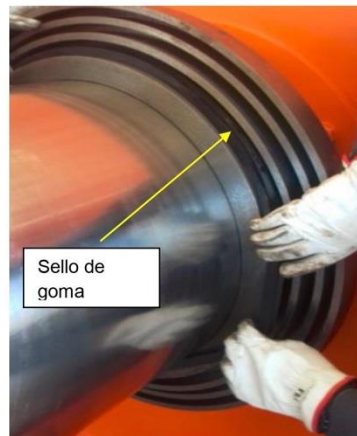


Imagen 6 Posicionamiento sello de goma en anillo interior del laberinto.

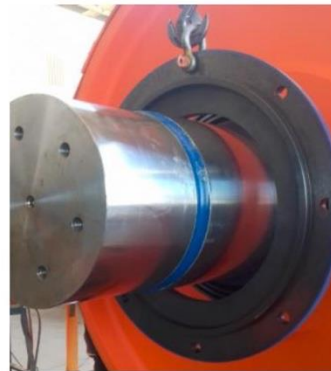
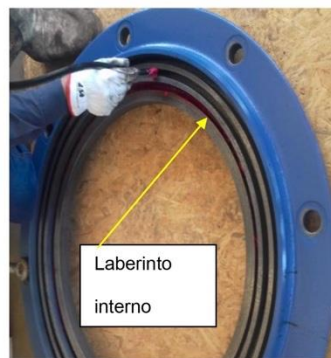


Imagen 7 Laberinto interno engrasada y posterior montaje sobre la zona fija de la polea.

Comentarios:

- En cada etapa del montaje es importante la labor de los montajistas que limpian y lubrican la superficie del eje para lograr disminuir efectos de suciedad que puedan alterar la rugosidad sobre el eje.
- Toda la secuencia de montaje señalada desde el posicionamiento de la fibra cónica, hasta cerrar la caja de los soportes es análoga entre la zona fija a la zona móvil de la polea. Se señalará en caso de detalles si es zona fija o móvil.
- La tapa de laberinto es engrasada completamente en su interior.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Posteriormente, se procede a instalar el manguito cónico y luego el rodamiento. Primero se desmonta la tuerca mecánica para montar sobre el eje en la zona fija y en la móvil de la polea.

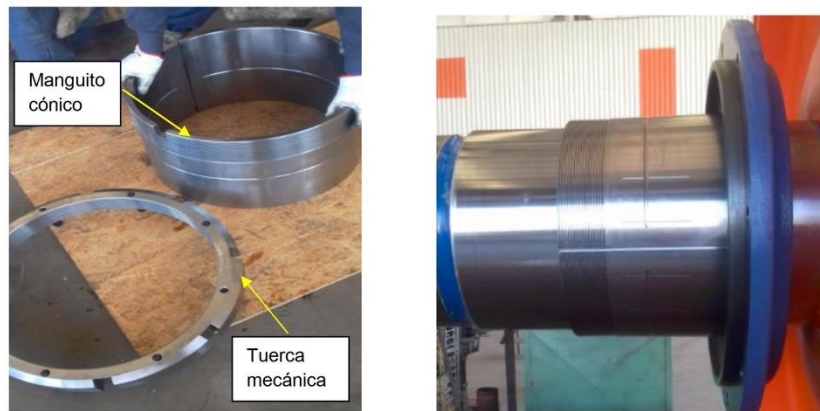


Imagen 8 Posicionamiento de manguito cónico en eje en la zona fija de la polea.



Imagen 9 Posicionamiento de manguito cónico en eje en la zona móvil de la polea.

Comentarios:

- El eje es lubricado y limpiado por los montajistas durante esta operación.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Una vez montado el manguito sobre el eje, se posiciona el rodamiento de la zona fija de acuerdo a la siguiente secuencia de imágenes.



Imagen 10 Posicionamiento del rodamiento de la zona fija

De manera análoga se monta el rodamiento en la zona móvil de la siguiente manera



Imagen 11 Posicionamiento del rodamiento de la zona móvil.

Comentarios:

- La lubricación es un aspecto importante al momento de montar el rodamiento sobre el manguito cónico para que este pueda avanzar a través de él y posicionarse.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

- La diferencia entre el rodamiento de la zona fija y el rodamiento de la zona móvil es la dimensión de la pestaña del anillo interior, donde la menor dimensión corresponde al rodamiento móvil, esto le aporte mayor holgura al sistema en esa zona.
- En cada proceso se va midiendo las posiciones que deben tener los distintos elementos de montados de acuerdo al plano.

Ajuste de rodamientos y montaje de soportes APB 1003

El equipo de SKF formado por Eduardo Parada Víctor Valenzuela y Humberto Trigo, tiene la misión de ajustar los rodamientos mediante su metodología vía aplicación de Smartphone llamada "SKF Bearing Calculator" que permite saber que ajuste debe tener el montaje actual de acuerdo a tipo de rodamiento utilizado.

Entonces primero se debe montar la tuerca hidráulica que permitirá hacer el ajuste, primero se realizará el ajuste sobre el rodamiento de la zona fija como se ve a continuación.

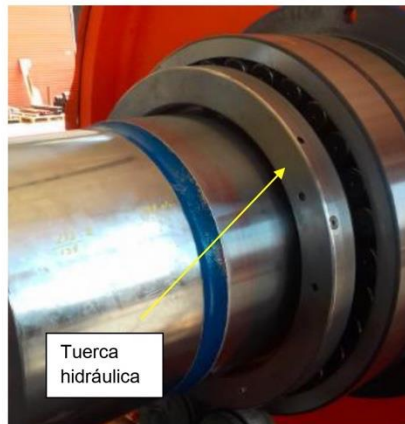


Imagen 12 Posicionamiento de tuerca hidráulica sobre el manguito de la zona fija.

Se determina la distancia desde el manto hacia el centro del rodamiento en la zona fija, de manera de tener una referencia previa al ajuste, comprobando las distancias de acuerdo al plano. Esta medida se determina midiendo desde el manto hasta el final del rodamiento cuyo valor es 486 mm, conociendo las dimensiones del rodamiento, se obtiene la distancia que es igual a 360 mm).

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl



Imagen 13 Medición desde el manto hasta el final de la polea en la zona fija.

Luego se procede a apretar la tuerca hidráulica previo al ajuste, .Considerando según SKF que el ajuste que debe realizarse es igual a 11 mm aproximadamente, con una presión inicial de la tuerca de 1.89 MPa. De acuerdo a lo anterior, se procede a bombear con la bomba Hydraulik pump SKF el interior de la tuerca para que esta ejerza presión mediante un pistón al anillo interior del rodamiento, donde este se dilata provocando la disminución del juego radial interno. El avance del pistón de la tuerca será medido con un reloj comparador que se instala en un costado de la tuerca, lo antes descrito es señalado en la siguiente secuencia.



Imagen 14 Izq. Apriete tuerca hidráulica sobre rodamiento fijo, Der. Reloj comparador montado en tuerca hidráulica

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl



Imagen 15 Izq. Bombeo de bomba hidráulica accionada manualmente, Der. Manómetro marcando la presión de referencia 1.89 MPa.

Comentarios:	
	• Estas acciones se replican tanto en la zona fija como en la móvil.
	• Luego de llegar al bombeo determinado, el único indicador que sirve para dejar de bombear es el reloj comparador que indica el ajuste a realizar.

Determinado el ajuste para la zona móvil y fija, se logra determinar una distancia entre centros de los rodamientos de 2801 mm.

Posterior al ajuste de los rodamientos para la zona fija y móvil, Eduardo Parada verifica nuevamente el juego radial interno determinando que para la zona fija el juego radial interno comenzó de 530 μm a 250 μm y para la zona móvil de 560 μm a 300 μm , los cuales están entre los rangos establecidos.



Imagen 16 Determinación de juego radial interno final para rodamiento fijo.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Una vez realizadas las mediciones, se montan las tuercas mecánicas y se sujetan con trabas.



Imagen 17 Tuerca mecánica montada el manguito para apretar al rodamiento y sujeción de traba.

Luego se montan los soportes APB 1003 en cada una de las posiciones solicitadas con engrasado final al interior de los descansos.



Imagen 18 Posicionamiento de los soportes y engrasado final.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Luego se montan los laberintos internos, sello de goma, laberinto externo y fibra cónica en ese orden.

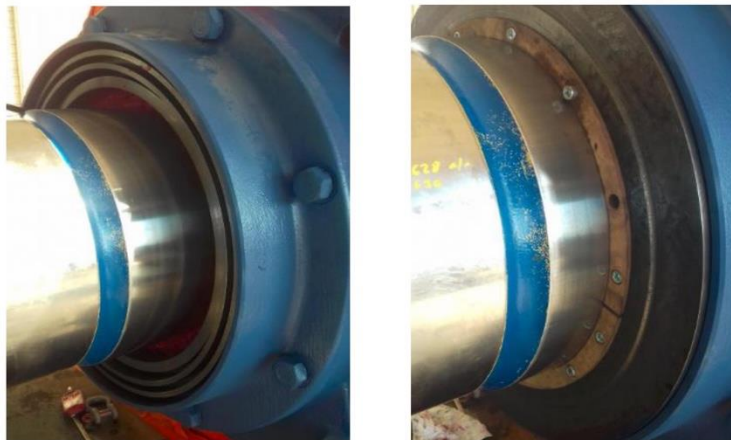


Imagen 19 Posicionamiento de los laberintos internos, externos y el sello de fibra cónica.

Comentario:

- Los torques para las tapas exteriores son de 2400 Nm e interiores de 1400 Nm.

Montaje manguito Bikon Hydro-press y machón Bikon

En este montaje se considera limpiar la zona del eje para la zona móvil, el manguito cónico enviado por MLP llegó con desperfectos de oxidación, por lo tanto se utilizó un manguito cónico nuevo.



Imagen 20 manguito oxidado y manguito nuevo.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

El montaje parte por montar el manguito sobre el machón para poder acoplarlos al eje en conjunto como se muestra a continuación.



Imagen 21 Montaje entre manguito y machón.

Este conjunto se monta sobre el eje y son torquados los 20 pernos M20 x 12.9 con un torque de 690 Nm.



Imagen 22 Montaje del manguito Bikon Hydro-press con el machón Bikon.

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Montaje disco de freno

El disco de freno se monta sobre el machón fijando los 38 pernos M38 sin torquear de acuerdo a lo solicitado por MLP.



Imagen 23 Montaje de disco de freno.

Consideraciones de despacho

- La tapa es pintada naranja con pintura RAL 2004
- Disco de freno y eje fue protegido con pasta Dino Flex líquido.
- El manto engomado fue protegido con planchas de acero galvanizado
- Manto es sujeto por atril nuevo, amarrado por 5 eslingas con trinquete.
- Se despachan 12 pines para disco de freno.



Imagen 24 Estado de despacho de polea2 CV 007

Santiago: Miraflores, Parcela 5A, Pudahuel, Santiago, Teléfono:(562) 979 2800, E-mail: ventas@revesol.cl
Antofagasta: Pedro Aguirre Cerda, 13.460, Teléfono: (56 65) 531692, E-mail: antofagasta@revesol.cl

Conclusión

Se ha montado ambos rodamientos de acuerdo a las dimensiones establecidas en el plano, los ajustes radiales son los adecuados para resistir los esfuerzos de la operación, logrando una mejor performance de la polea evitando grietas y vibraciones.

ANEXO B

PLAN DE CALIDAD, DISEÑO Y FABRICACIÓN DE POLEAS

REVESOL

A	17-11-09	LMV	AAQ	MRS	
REV	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	MODIFICACIONES
B	6-6-2017	VVB	VVB	MPP	
REV	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	MODIFICACIONES

PV- 379988/2020

PLAN DE CALIDAD “DISEÑO Y FABRICACIÓN DE POLEAS”

EL PRESENTE PROCEDIMIENTO HA SIDO DESARROLLADO PARA USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA REVESOL Y, POR LO TANTO, ESTABLECE PROCEDIMIENTOS, FACULTADES Y DEBERES PARA LOS EMPLEADOS Y TRABAJADORES DE TAL EMPRESA, QUIENES DEBERÁN MANTENER ESTRICTA RESERVA FRENTE A TERCEROS RESPECTO DEL CONTENIDO DEL PROCEDIMIENTO. EN CONSECUENCIA, REVESOL S.A. NO ASUME RESPONSABILIDADES RESPECTO A SU USO INADECUADO y/o POR PERSONAS NO AUTORIZADAS

GERENCIA	ÁREA	PÁGINA
GERENCIA TECNICA	CALIDAD	1 de 09

REVESOL S.A.

INDICE

1	PROPÓSITO Y ALCANCE	3
2	POLÍTICA DE REVESOL	3
3	ORGANIZACIÓN DE PROYECTO	3
3.1	ORGANIGRAMA	3
3.2	RESPONSABILIDADES	4
4	EJECUCIÓN DE PROYECTO	4
4.1	CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:	4
4.2	TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO	5
4.3	GESTIÓN DE PROVEEDORES	5
4.4	GESTIÓN DE RRHH	5
4.5	CONTROL DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO	5
4.6	CAPACITACIÓN	5
4.7	COMUNICACIÓN INTERNA y EXTERNA	5
4.8	CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS	5
4.9	CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME	5
4.10	DETECCIÓN DE HALLAZGOS, NO CONFORMIDADES, ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS	6
4.11	IDEAS DE MEJORA	6
4.12	AUDITORIAS DE CALIDAD	6
5	CIERRE DE TRABAJOS	6
5.1	DOCUMENTACIÓN	6
6	ANEXOS	6

1 PROPÓSITO Y ALCANCE

El Plan de Calidad de la Obra se establece para garantizar un adecuado desarrollo del proyecto y para cumplir con las condiciones establecidas en los documentos contractuales. Este plan se basa en la implementación del Sistema de Gestión, de acuerdo al Manual de Gestión y los procedimientos de gestión.

2 POLÍTICA DE REVESOL

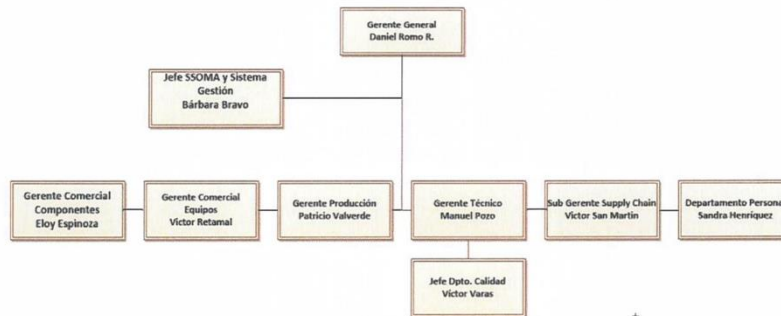
REVESOL S.A. y todo su personal se compromete a:

- Proveer componentes para el transporte continuo de materiales y equipos oleohidráulicos y neumáticos de elevada calidad, los que incluyen diseño, fabricación, comercialización y servicios post venta, capaces de entregar confiabilidad a sus clientes, acompañado de altos estándares de prevención de riesgos y gestión medio ambiental.
- Lograr la satisfacción de los requisitos y necesidades de nuestros clientes, explicitados en los documentos contractuales y establecidos en la legislación vigente. Así como también los requisitos establecidos en nuestro propio sistema de gestión.
- Mantener una comunicación efectiva con el cliente, midiendo su percepción respecto al servicio entregado.
- Proporcionar los recursos y condiciones necesarias a nuestro equipo humano, para lograr su participación y compromiso en la operación eficiente y eficaz.
- Establecer y revisar periódicamente objetivos y metas, para controlar y optimizar la planificación de nuestros procesos.
- Obtener excelencia operacional a través de la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo de las áreas de la organización y de los procesos productivos.

3 ORGANIZACIÓN DE PROYECTO

3.1 ORGANIGRAMA

El Organigrama resumen se muestra a continuación;



3.2 RESPONSABILIDADES

Las responsabilidades de cada cargo se especifican en Matriz de cargos y responsabilidades, REV-CAL-D-002

Cada una de las responsabilidades definidas aquí es parte de la definición por cargo que Revesol establece en su SGC y que forman parte del Manual de Calidad.

Gerente General (GG): Es la persona responsable de definir las políticas y directrices por las que se regirá Revesol.

Representante de la Calidad de la Gerencia (RGC): Es la persona responsable de liderar la implementación, mantención y mejora del SGC.

Gerente de Producción (GP): Será el responsable de la coordinación interna de su área y del control de la ejecución de los procesos de fabricación.

Jefe de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente: (JSSOMA): Es el responsable de administrar, controlar y actualizar el plan de prevención de riesgos y medio ambiente.

Supervisor (S): Es la persona responsable de aplicar correctamente las instrucciones de trabajo asignadas.

El jefe de Control de Calidad, realizará las actividades de control de calidad, siendo responsable de la inspección interna de los procesos, validando los datos de los protocolos y de la coordinación con los organismos de inspección externa que sean necesarios .

4 EJECUCIÓN DE PROYECTO

4.1 CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

El control del proceso de fabricación se realiza según actividades detalladas en la ficha de proceso "Planificación de la producción" **REV-PLA-P-003-E-001**

Una vez desarrollados los planos de diseño, el área de producción realiza la planificación de la producción conforme a la carta gantt, que servirá para controlar los avances.

Para la realización del producto, Revesol cuenta con una plantas en Santiago, en las cual el Gerente de Producción distribuye los componentes según la carga de trabajo del momento.

Los procesos más importantes involucrados son:

- Preparación y corte de materiales
- Cilindrado
- Mecanizado
- Soldadura
- Armado de componentes
- Lavado y Pintura
- Engomado

En los cuales se cuenta con fichas de procesos para controlar estas actividades.

4.2 TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO

Se realiza de acuerdo a procedimiento REV-ABAS-P-003 Certificados.

Las certificaciones descritas serán enviadas al cliente en el dossier final, el cual reúne todos los registros, ensayos y certificados relacionados con el producto.

4.3 GESTIÓN DE PROVEEDORES

Los procesos de selección, contratación, control, administración, pago y evaluación de Proveedores se describen en los procedimientos REV-ABAST-P-001

4.4 GESTIÓN DE RRHH

El Jefe Administrativo tiene la responsabilidad de gestionar los recursos necesarios para el contrato, para ello cuenta con procedimientos que establecen las actividades y responsabilidades en relación al personal contratado, estos son:

- Reclutamiento, selección y contratación de personal REV-KH-P-001
- Capacitación y desarrollo REV-KH-P-002

4.5 CONTROL DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO

Este proceso se realiza de acuerdo a procedimiento REV-CAL-P-009 Control de equipos de medición y ensayo.

4.6 CAPACITACIÓN

La detección de necesidades de capacitación, planificación, ejecución y control se realiza de acuerdo a procedimiento KH-CAP-DP-001 Capacitación, en la cual la organización posee un programa anual de capacitación.

El personal de Revesol que participará en el diseño, fabricación y montaje de proyectos se encuentra capacitado y tiene las competencias necesarias para los cargos especificados. Constantemente se están realizando charlas en los diversos procesos para el personal productivo, donde se incorporan conceptos operativos y también los relacionados con la seguridad.

4.7 COMUNICACIÓN INTERNA y EXTERNA

Los formatos de carta, memo, fax utilizados están descritos en REV-CAL-P-007 Comunicación interna y externa, los cuales facilitan la comunicación entre personas de la organización y con el cliente o proveedores según corresponda.

4.8 CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS

Para la elaboración de documentos se utiliza el procedimiento REV-CAL-P-001 Elaboración de documentos. En el cual se incluye el control de cambios a editar en próximas revisiones de documentos.

Los documentos y registros generados durante la realización del contrato deberán controlarse según el procedimiento REV-CAL-P-002 Control de Documentos y Registros.

4.9 CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

El proceso de controlar los productos no conformes para evitar su utilización se realiza de acuerdo a procedimiento REV-CAL-P-004 Control de Producto No Conforme.

4.10 DETECCIÓN DE HALLAZGOS, NO CONFORMIDADES, ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS

Se incluirá en el Dossier de Calidad del contrato los hallazgos, No conformidades, acciones correctivas y preventivas detectadas por Revesol S.A., sus sub proveedores y clientes. Este proceso se realiza de acuerdo a procedimiento REV-CAL-P003, No Conformidades, acciones Correctivas y Preventivas.

4.11 AUDITORIAS DE CALIDAD

Las Auditorias son un proceso de la empresa. Se realizan de acuerdo a la programación entregada por la empresa y de acuerdo a procedimiento interno REV-CAL-P-005 Auditoria Interna.

5 CIERRE DE TRABAJOS**5.1 DOCUMENTACIÓN**

De acuerdo a procedimiento REV-CAL-P-002 Control de Documentos y Registros se dispone de todos los registros y documentos relacionados con el contrato en un lugar controlado.

6 ANEXOS

- a) Plan de Inspección y Ensayo
- b) Política de Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente
- c) Certificado ISO 9001-2017

ANEXO A
POLITICA DE CALIDAD, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Y MEDIOAMBIENTE



VISION

- Ser una empresa referente en la generación de confianza, que participe en la industria metalmeccánica, y aborde el mercado mundial.

MISION

- Generar valor, focalizándonos en satisfacer las necesidades de nuestros clientes por medio de la búsqueda permanente de soluciones confiables en un marco de excelencia y eficacia en los procesos, que nos permita crecer en forma sustentable, y siempre preocupados del desarrollo integral y la motivación de las personas.

POLITICA DE CALIDAD

- Todos quienes pertenecemos a REVESOL S.A. nos comprometemos a:
 - Generar valor a nuestros clientes a través de una oferta confiable, competitiva y amplia en lo relacionado a los equipos y componentes para el transporte continuo de materiales y la oleohidráulica, lo que incluye diseño, fabricación, comercialización y servicios post venta.
 - Generar confianza en los clientes a través de servicios ágiles y productos de calidad que cumplan las regulas y necesidades establecidos en los documentos contractuales y la legislación vigente. Manteniendo una comunicación efectiva con ellos, y midiendo su percepción respecto al servicio entregado.
 - Promover la búsqueda permanente de la mejora continua y la búsqueda permanente de nuevas soluciones confiables.
 - Lograr la excelencia operacional en todas las áreas de la organización a través del desarrollo de procesos de excelencia que permitan alcanzar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de manera eficiente y eficaz.
 - Lograr altos estándares de prevención de riesgos y gestión medio ambiental.
 - Proporcionar los recursos y condiciones necesarias para que nuestro equipo humano participe activamente y se desarrolle integralmente en un marco de compromiso con el cumplimiento de los objetivos y la coherencia eficiente y eficaz.
 - Establecer y revisar periódicamente objetivos y metas, para controlar y mejorar continuamente la planificación de nuestros procesos.

POLITICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

- REVESOL S.A. se compromete a asumir la responsabilidad para prevenir la ocurrencia de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Por esta razón define que la Seguridad y la Salud Ocupacional se integran en todos los procesos productivos de nuestra empresa, y no son un elemento adicional. Consecuentemente con lo anterior, publica y publica su política en los siguientes aspectos:
- Asumir el compromiso para la implementación y cumplimiento de todos los estándares del programa de Salud y Seguridad Ocupacional propio y el suscrito con organismos externos.
 - Mantener un mejoramiento continuo en la gestión del control de los peligros de sus actividades, a través de la actualización permanente de la matriz de identificación, evaluación y control de peligros y aspectos, y la adopción de las medidas más apropiadas para la Seguridad y Salud Ocupacional de toda nuestra organización.
 - Cumplir la legislación vigente y otros requisitos en materias de Seguridad y Salud Ocupacional.
 - Exigir el cumplimiento de todas las actividades encomendadas en los programas personalizadas, y el acatamiento de todos los procedimientos y reglamentos, incluyendo a nuestros subcontratistas, a quienes se capacitará debidamente para la correcta aplicación de dichos programas.
 - Fomentar la participación activa de nuestros trabajadores en la Seguridad y Salud Ocupacional para la permanente adopción de una conducta responsable y segura.
 - Mantener una comunicación abierta y regular con todas las partes interesadas en nuestra gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

POLITICA DE MEDIO AMBIENTE

- REVESOL S.A. se compromete a mantener un firme compromiso con la prevención de la contaminación del medio ambiente. Con este fin, nuestra empresa establece una metodología de objetivos y metas de desarrollo ambiental, para lograr el mejoramiento continuo de nuestros procesos y del sistema de gestión ambiental.
- Por estas razones REVESOL S.A. se compromete a:
- Cumplir con la normativa legal vigente y otros requisitos en materia ambiental.
 - Identificar los aspectos ambientales más significativos para mitigar los impactos generados al medio ambiente.
 - Entregar a sus trabajadores las competencias necesarias para el cuidado y protección del medio ambiente en todos los procesos de la organización.
 - Mantener una comunicación abierta y regular con todas las partes interesadas en nuestro trabajo ambiental.
 - Usar eficientemente los recursos naturales.



REVESOL S.A.

DANIEL ROMO
Gerente General

Fecha: 01/05/2012
Rev: 2

ANEXO B PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS

REVESOL		PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS				
Proyecto	Fabricación Polea de Cola	Orden de Compra N°	4531475481	OF:	2040320	
Cliente	CMP	PV	379988			
SEC		REQUERIMIENTO DEL PROYECTO	REFERENCIA NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACION	DOCUMENTOS DE VERIFICACION	INSPECCION PROVEED.
1	REVISION DE DOCUMENTOS					
1.1	Documentos	O/C, especificaciones y planos				I: 100%
1.2	Soldaduras	Soldadores calificados	AWS D1.1	AWS D1.1	Calificaciones	I: 100%
1.3		Procedimientos calificados			Procedimientos	I: 100%
2	CONTROL DE PROCESOS					
2.1	Recepción materias primas	Certificados de calidad	NCh697 NCh703	Orden de compra, especificaciones y normas	Certificados de calidad	I: 100%
	Soldaduras:					
2.2	Inicio de soldadura	Procedimientos calificados	AWS D1.1	AWS D1.1	Protocolos	I: muestreo
2.3	Inspección Visual	O/C, especificaciones y planos			Protocolos	I: muestreo
2.4	Control dimensional piezas y subconjuntos	Plano de fabricación y diseño	CEMA	Plano fabricación y diseño	Protocolo	I: 100%
2.5	Balaceo Estático	Protocolo		Protocolo.		
3	Protección superficial Revesol					
3.1	A manto y tapes: Prep. Superficie	Limpieza con: solventes, hrmtas. manuales y mecánicas	SSPC-SP 1, 2 y SSPC-SP 3	SSPC-SP 1, 2 y 3	Protocolo	I: muestreo
3.2	Tipo pintura	Esmalte Nitroalquídico		Certificación	Certificado	I: 100%
3.3	Color	Naranja Ral 2004		Cartilla Ral	Protocolo	I: muestreo
3.4	Espesor película seca	3 Mils		Valor mín. s/proced. Revesol	Protocolo	I: muestreo
3.5	A eje: Pasta de protección				Protocolo	I: 100%
4	Revestimiento de Goma					
4.1	Dureza	O/C, especificaciones y planos	ASTM D 2240	O/C, especificaciones y planos	Certificado	I: 100%
4.2	Abrasión				Certificado	I: 100%
4.3	Elongación		ASTM D 429-E		Certificado	I: muestreo
4.4	Tracción		ASTM D 412		Certificado	I: muestreo
4.5	Desgarro		ASTM D 412		Certificado	I: muestreo
5	TERMINACIONES Y PREPARACION PARA DESPACHO					
5.1	Colocación Placas TAG (opc.)	Según O/C o especificación		Según O/C o especificación	Protocolo	I: 100%
5.2	Inspección Final					I: 100%
5.3	LIBERACION FINAL					
PD: Punto de Detención - PVP: Punto Verificación Presencial - PO: Primera Operación - I: Inspección - D: Revisión de Documentos - F: Frecuencia: 100% o Menos - LF: Liberación Final						
Preparado por:	Aprobado por	Fecha de emisión	Revisión	Fecha	Cantidad de Páginas	
L. Moreira	E. Roman	29.09.08	0	29.09.08	1 de 1	
J. Martínez	V. Varas	30.09.2020	1	30.09.2020	1 de 1	

REVESOL S.A.


Jorge Martínez Vezada V.B.
 CONTROL DE CALIDAD
 REVESOL S.A.

ANEXO C CERTIFICADO ISO 9001/2015

DNV·GL

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No: 272580-2018-AQ-CHL-RvA	Initial certification date: 11 May 2017	Valid: 03 December 2019 - 03 December 2022
---	--	---

This is to certify that the management system of

REVESOL S.A.

Camino Miraflores; Parcela 5 A s/n, 9020000, Santiago -Región Metropolitana, Chile

has been found to conform to the Quality Management System standard:
ISO 9001:2015

This certificate is valid for the following scope:

Design, manufacturing, service and sales of equipment and components for bulk material handling. Design, manufacturing, service and sales of solutions for hydraulic & pneumatic movement and handling.**Diseño, fabricación, servicio y comercialización de equipos y componentes para el transporte continuo de material a granel. Diseño, fabricación, servicio y comercialización de soluciones para el movimiento y la manipulación oleohidráulica y neumática.**

REVESOL S.A.

Place and date:
São Paulo, 03 December 2019For the issuing office:
DNV GL - Business Assurance
Av Alfredo Egidio de Souza Azeiteiro, 100 -
Bloco D-3ª andar - Vila Cruzeiro, 04726-
170, São Paulo, SP, Brazil

Mauricio Venturin
Management Representative



Lack of fulfillment of conditions as set out in the Certification Agreement may render this Certificate invalid.
ACCREDITED UNIT: DNV GL Business Assurance B.V., Zwilseweg 1, 2994 LB, Barendrecht, Netherlands. TEL: +31(0)102922689.
www.dnvgl.com/assurance

3

PROCEDIMIENTO SOLDADURA

REVESOL S.A.

www.revesol.cl

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Calificación de Prototipo Precalificado Calificado por ensayos

Empresa REVESOL S.A.
Proceso de soldado SAW
Respaldo PQR N° P 111213-0210R
Norma AWS D14.6/D14.6M Specification for Welding of Rotating Elements of Equipment

Identificación P 111213-0210
Revisión 1 Fecha 13-dic-11 Por S. Toledo L.
Autorizado por Ricardo Calderón Orellana Fecha 13-dic-11
Tipo (Manual, semiautomática, máquina, automática)
Automatica

DISEÑO DE UNIÓN

Tipo A TOPE BISEL EN V
(Simple / Doble) Simple
Respaldo (SI / NO) SI
Material de respaldo Metálico
Abertura de raíz 0 ± 3mm Talón 4 ± 2mm
Ángulo de canal 70° +10° Radio N.A.
Intervención de raíz (SI / NO) NO
Método N.A.

METALES BASE

Especificación ASTM A36 a ASTM A36
Tipo o grado N.A. a N.A.
Clase N.A. a N.A.
N° M / N° Grupo II a II
Espesor en Canal de 5 a 66 mm Filete ilimitado
Diámetro (Barra) --

METALES DE APORTE

Especificación AWS A5.17
Clasificación AWS EL12
Diámetro aporte 3/32"
Número F --
Número A --
Tamaño de filete Simple -- Múltip. --

PROTECCIÓN

Fundente F7A2
Gas / Clasificación --
Composición --
Flujo -- Diámetro tobera 3/4"
Clase Fundente - Electrodo Neutro

POSICIÓN

Posición de Canal 1G Filete 1F
Progresión vertical ----

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Modo de transferencia (GMAW O FCAW)
(Cortocircuito, globular, spray) ----
Corriente y Polaridad ----
(CA, CCPI, CCPD, pulsada) CCPI
Otro ----
Electrodo de Tugnsteno (GTAW)
Tamaño ----
Tipo ----

TÉCNICA

Cordón oscilado o recto Recto
Pase simple o múltiple Múltiple
Velocidad alambre 1,8 m/min
Espaciamento de electrodo
Longitudinal ----
Lateral ----
Ángulo ----
Distancia boquilla a pieza 20mm
Martillado alivio de tensiones N.A.
Limpieza de interpase N.A.

PRECALENTAMIENTO Y PWHT

Temperatura precalentamiento, mín. N.A.
Temp. Interpase Mín. 43 °C Máx. 460 °C
Temp. PWHT N.A.
Tiempo PWHT N.A.

REVESOL S.A.



REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR)

Empresa REVESOL S.A.
Proceso de soldado SAW
Norma AWS D14.6/D14.6M Specification for Welding of Rotating Elements of Equipment

Identificación P 111213-0210R
Revisión 1 Fecha 13-dic-11 Por S. Toledo L.
Autorizado por Ricardo Calderón Orellana Fecha 13-dic-11
Tipo (Manual, semiautomática, máquina, automática)
Automatica

DISEÑO DE UNIÓN

Tipo A TOPE BISEL EN V
(Simple / Doble) Simple
Respaldo (SI / NO) SI
Material de respaldo Metálico
Abertura de raíz 0,0 Talón 4,0
Ángulo de canal 70° Radio N.A.
Intervención de raíz (SI / NO) NO
Método N.A.

METALES BASE

Especificación ASTM A36 a ASTM A36
Tipo o grado N.A. a N.A.
Clase N.A. a N.A.
N° M / N° Grupo II a II
Espesor en Canal 33 mm Filete ---
Diámetro (Cañería) --

METALES DE APORTE

Especificación AWS A5.17
Clasificación AWS EL12
Diámetro aporte 3/32"
Número F --
Número A --
Tamaño de filete Simple -- Múltip. --

PROTECCIÓN

Fundente F7A2
Gas / Clasificación --
Composición ---
Flujo -- Diámetro tobera 3/4"
Clase Fundente - Electrodo Neutro

POSICIÓN

Posición de Canal 1G Filete --
Progresión vertical ---

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Modo de transferencia (GMAW O FCAW)
(Cortocircuito, globular, spray) ---
Corriente y Polaridad
(CA, CCPI, CCPD, pulsada) CCPI
Otro ---
Electrodo de Tugsteno (GTAW)
Tamaño ---
Tipo ---

TÉCNICA

Cordón oscilado o recto Recto
Pase simple o múltiple Múltiple
Velocidad alambre 1,8 mt/min
Espaciamento de electrodo
Longitudinal ---
Lateral ---
Ángulo ---
Distancia boquilla a pieza 20mm
Martillado alivio de tensiones N.A.
Limpieza de interpase N.A.

PRECALENTAMIENTO Y PWHT

Temperatura precalentamiento, mín. N.A.
Temp. Interpase Min. 43 °C Máx. 460 °C
Temp. PWHT N.A.
Tiempo PWHT N.A.

REVESOL S.A.



REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR)

Resultados de Ensayos

ENSAYO DE TRACCIÓN

ID Item	Ancho mm	Espesor mm	Área mm ²	Carga máx. kgf	Resistencia máxima			Carácter de fractura y ubicación
					kgf/mm ²	Mpa	psi	
T1	20,40	23,00	469,20	22.051	47,00	460,88		Dúctil en metal base
T2	20,50	23,00	471,50	22.310	47,32	464,02		Dúctil en metal base

ENSAYO DE DOBLADO GUIADO

ID Item	Tipo de doblado	Resultado	Observaciones
DL1	Lado	Cumple	No presenta discontinuidades abiertas
DL2	Lado	Cumple	No presenta discontinuidades abiertas
DL3	Lado	Cumple	No presenta discontinuidades abiertas
DL4	Lado	Cumple	No presenta discontinuidades abiertas

INSPECCIÓN VISUAL

Apariencia	_____	Aceptable
Socavación	_____	No presenta
Porosidad	_____	No presenta
Concavidad	_____	Aceptable
Fecha inspección	_____	07-dic-11
Inspeccionado por	_____	Sebastián Toledo López

EVALUACIÓN RADIOGRAFÍA / ULTRASONIDO

Registro RX N°	_____	Resultado	Cumple
Registro US N°	_____	Resultado	_____

RESULTADOS DE ENSAYO SOLDADURA DE FILETE

Ensayo de Macrografía	Ensayo de Quiebre
o Macroataque	o Nick Brake
1. _____	1. _____

OTROS ENSAYOS

ENSAYO DE TRACCIÓN METAL DEPOSITADO

Esfuerzo de tracción, kgf/mm ² (psi)	_____
Esfuerzo de fluencia, kgf/mm ² (psi)	_____
Elongación en 50mm, %	_____

Soldador JOEL ELIAZAR SOTO JARA

Rut 11.580.167-8 Estampa _____

Ensayos conducidos por CETI Inspecciones Ltda.

Laboratorio

Informe de ensayos N° M 111213-5235

Por Sebastián Toledo López

Certificamos que los resultados declarados en este registro son correctos y que las probetas de soldadura fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos de AWS D14.6/D14.6M Specification for Welding of Rotating Elements of Equipment

Realizado por Sebastián Toledo L.
Inspección CETI Santiago



Aprobado por Ricardo Calderón
Fecha 13 de diciembre de 2011

Ricardo Calderón



Claudio Martínez
CWI 11120401
QC1 EXP. 12/1/2014

REVESOL S.A.

3.1

CALIFICACIÓN DE SOLDADORES

REVESOL S.A.

www.revesol.cl

CALIFICACION DE SOLDADOR AWS D14.6

(Welder Qualification Test Record)

soldador (welder) : JOSE VILLABLANCA MORENO
 R.U.T.(ID) : 10.793.422-7
 ESTAMPA N° (Identification N°) : S.E
 PROCESO DE SOLDADURA (Welding Process) : SAW
 TIPO (Type) : Automatico
 IDENTIFICACIÓN WPS : P 111213 - 0210
 MATERIAL BASE (Base Metal) : ASTM A36 a ASTM A36
 ESPESOR (Thickness) : 25 mm
 FICHA N° : AWS_SAW_101968



Variables	Valor Real Utilizado	Rango Calificado
Proceso/Tipo (Process/Type)	SAW	SAW
Electrodo - Único o Múltiple (Electrode-Single or Multiple)	Unico	No Aplica
Corriente/Polaridad (Current/Polarity)	CC-PI	No Aplica
Posición (Position)	1G	Plano
Progresión de Soldadura (Weld Progression)	Sin progresion	Sin progresion
Respaldo (Si o No) (Backing Yes or No)	Si	Con Respaldo
Material/Especificaciones (Material/Spec.)	ASTM A36 a ASTM A36	No Aplica
Material Base (Base Metal)		
Espesor Plancha (Thickness Plate)	25 mm	de 5.0 a ilimitado
Canal (Groove)	A Tope Bisel en V	No Aplica
Filete (Fillet)	Prueba no realizada	Plano
Espesor Cañería/Tubo(Thickness Pipe/Tube)	No Aplica	No Aplica
Canal (Groove)	No Aplica	No Aplica
Filete (Fillet)	Prueba no realizada	Plano
Diámetro Cañería (Diameter Pipe)	No Aplica	Superior a 24" (600 mm.)
Canal (Groove)	No Aplica	No Aplica
Filete (Fillet)	Prueba no realizada	Plano
Metal de Aporte (Filler Metal)		
Especificación N° (Spec. N°)	A5.17	No Aplica
Clasificación (Class)	EL12	No Aplica
Número F (F Number)	No Aplica	No Aplica
Gas/Tipo Fundente (Gas/ Flux Type)	F7A0	No Aplica

Inspección Visual Aceptable (Visual Inspection) Si (Yes) No (No)

Resultado Ensayo Guiado (Guided Bend Test Results)					
Tipo (Type)	Resultado (Result)	Tipo (Type)	Resultado (Result)	Tipo (Type)	Resultado (Result)
Lado1 y Lado2 1G	Cumple				

Resultado Ensayo de Filete			
Apariencia:		Tamaño del Filete:	
Test Fractura Penetración de Raíz:		Macroataque:	
Inspeccionado por:	Gonzalo Zamorano Rojo	N° reporte:	
Fecha:	27/12/2019	Organización:	
Fecha(date):	27/12/2019		
Empresa (manufacturer):	Metalurgica Revesol S.A.	Aprobado por (Approved by):	Fernando Faria Gomez



VERIFICA LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO EN LA PAGINA WEB www.ceti.cl. Ingresa el RUT



Fernando Faria Gomez V.
Jefe CETI Inspecciones

SOMOS MUCHO MÁS QUE CAPACITACIÓN

SANTIAGO
Av. Pedro Aguirre Cerda 7060, Cerrillos
Cursos y Seminarios: +56 22530 3175
Servicios de Calificación y Laboratorios: +56 22530 3248

PUERTO MONTT
Ruta V 503 km 3, Puerto Montt
+56 65 2517810

TALCAHUANO
Av. Gran Bretaña 5061, Talcahuano
+56 41 2413356 - +56 41 2416608

ANTOFAGASTA
Av. Pedro Aguirre Cerda 7723, Antofagasta
+56 55 223 5636 - +56 55 223 1304

Centro de Servicio al Cliente
600 600 3030
csc_ceti@indura.net

REVESOL S.A.

INFORME DE ENSAYO MECANICO

OI :	890019184	INFORME :	M 191227 - 0079	Pág. :	1 de 2
------	-----------	-----------	-----------------	--------	--------

Cliente	: Metalúrgica Revesol S.A.				
Dirección	: Miraflores, Parcela 5-A, Pudahuel				
Metal Base o muestra	: Plancha de Acero ASTM A36, 25 mm de espesor				
Muestras Ensayadas	: 2				
Ensayo Solicitado	: Doblado	Fecha de Ensayo	:	26-dic-19	
Solicitante	: Sr. Victor Varas	Fecha Emisión de Informe	:	27-dic-19	
Solicitud de trabajo	: ---				

Método o Norma utilizada	: AWS D14.6/D14.6M:2012 Specification For Welding Of Rotating Elements Of Equipment				
Condiciones Ambientales	: Temperatura	23,1	°C		
	: Humedad Ambiente	30	% HR		

RESULTADOS

ENSAYO DE DOBLADO



DL1

DL2

Item	Sentido de doblado	Resultados
DL1	Lado	No presenta discontinuidades abiertas. Cumple
DL2	Lado	No presenta discontinuidades abiertas. Cumple

REVESOL S.A.

INFORME DE ENSAYO MECANICO

OI :	890019184	INFORME :	M 191227 - 0079	Pág. :	2 de 2
------	-----------	-----------	-----------------	--------	--------

CONDICIONES DE ENSAYO / OBSERVACIONES

El cliente identifica la muestra de acuerdo a lo siguiente:

- Ensayos para: **Calificación de Soldadores según procedimiento P 111213 - 0210**
- Metal base: **Plancha de Acero ASTM A36, 25 mm de espesor**
- Soldador: **Jose Villablanca** - RUT: **10.793.422-7**

Realizado por: **Gonzalo Zamorano R.**

Nota

- Los resultados obtenidos son válidos sólo para las muestras entregadas por el cliente.
- Este informe no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- La identificación del metal base, es proporcionada por el cliente.
- El ensayo de tracción se efectúa en máquina marca INSTRON mod. 4486 con capacidad máx. 30 toneladas (Certificado de calibración N° F - 1252, con fecha 03 de Diciembre 2019 , según IDIC).
- El dimensionamiento de las probetas se efectúa con Pie de metro calibrado (Certificado de calibración SMI-101368L).
- Condiciones ambientales del laboratorio controladas por Termohigrómetro Extech TH437 (Certificado de calibración N° SMI-66622H).

Gonzalo Zamorano R.
Analista Mecánico
Ceti Inspecciones


Gonzalo Zamorano R.
Analista Mecánico

Fernando Faria Gomez V.
Jefe CETI Inspecciones


Fernando Faria Gomez
Jefe Ceti Inspecciones

3.2

PROTOCOLOS DE SOLDADURA

REVESOL S.A.

www.revesol.cl

PROTOCOLO DIMENSIONAL Y ARMADO FINAL

REVESOL

REGISTRO CONTROL DE POLEA

REV-ARM-P-003-R-001

Rev 3

16/05/2014

OF/CO N°: 2040320

Letra polea:

Cliente: CMC

Tipo de polea: Bola Cola

DIMENSIONES MANTO POLEA			Área Armado de Poleas
	NOMINAL	TOLERANCIAS	REAL
Diámetro Manto c/ recub. (6" a 26")	φ 534	+6.4 / -3.2 mm	φ 534
Diámetro Manto c/ recub. (26" a 66")		+16 / -3.2 mm	
Largo manto	965 mm	+1 -3.2 mm	965 mm
Cota extremo; eje / manto	292.5	+1 -2 mm	292.5
Cota extremo; eje / manto	292.5	+1 -2 mm	292.5

Nombre: Alejandro Mazon
Fecha: 01-10-2020
Firma: [Firma]

ESPECIFICACION RECUBRIMIENTO			Área Armado de Poleas
	NOMINAL	TOLERANCIAS	REAL
Dibujo	WISD		
Dureza	60 SHORE A	+5 / -5	62 SHORE
Espesor	1.2 mm	+3 / -1	1.6 mm
Adherencia	INSPECCION VISUAL		
Calidad Superficial	INSPECCION VISUAL		
Sentido de Giro			
T.I.R. con Recubrimiento			

Nombre: Alejandro Mazon
Fecha: 01-10-2020
Firma: [Firma]

ESPECIFICACIONES DESCANSO / TENSOR			Área Armado de Poleas
	DESCRIPCIÓN	REAL	
Modelo			
Rodamiento			
Anillo de Fijación			
Manguito de Fijación			
Obturación			
Arandela de Fijación	ASEGURADA		
Grasa (media caja)			
Anclaje entre centro			
Tapa de descanso			
Torque a pernos de soporte			

Nombre:
Fecha:
Firma:

Calculo Juego Radial Interno Rodamiento Lado Móvil

	REAL	Área Armado de Poleas
Juego Radial Interno Inicial	Min: / Max: /	
Reducción Juego Radial Interno	Min: / Max: /	
Juego Radial Interno final	Min: /	
Valor control del juego radial despues del montaje según tabla.		

Nombre:
Fecha:
Firma:

Calculo Juego Radial Interno Rodamiento Lado Fijo

	REAL	Área Armado de Poleas
Juego Radial Interno Inicial	Min: / Max: /	
Reducción Juego Radial Interno	Min: / Max: /	
Juego Radial Interno Final	Min: /	
Valor control del juego radial despues del montaje según tabla.		

Nombre:
Fecha:
Firma:

ESPECIFICACIONES ELEMENTO DE FIJACION

	DESCRIPCIÓN	REAL	Área Armado de Poleas
Modelo Fijación Eje - Maza	MCA 50		
Torque pernos Fijaciones Eje - Maza	Lb-Pie 339 NIT N-m	339 NIT	
Torque pernos Fijaciones Eje - Maza	Lb-Pie N-m		
Pernos MCR	HEX. Grado 5 3/4 Marca AS		
Código Llave de torque	LT8 33		
Código Llave de torque			

Nombre: Alejandro Mazon
Fecha: 01-10-2020
Firma: [Firma]

ESPECIFICACION BALANCEO ESTATICO

Balaceo Estático	MAXIMO Kg.	REAL	Área Armado de Poleas
	19.02 Kg	11.6 Kg	

Nombre:
Fecha:
Firma:

ESPECIFICACION PROTECCION SUPERFICIAL

Esquema de Protección	Pasta de Protección a eje	Área Armado de Poleas
Oil Zoway	DYNARELCT	

Nombre:
Fecha:
Firma:

OBSERVACIONES: FABRICACION DE ACUERDO A PLANO N° 31016498-300

TOLERANCIAS DE ACUERDO A NORMAS C.E.M.A. SEXTA EDICIÓN. N.A. = NO APLICA. ARMADO Y TORQUE DE PERNOS CONFORME A PLANO 31016498-300 01.10.2020

Supervisor Armado de Poleas: [Firma]

Inspector de calidad: Jorge Martínez Quezada
CONTROL DE CALIDAD REVESOL S.A.
01.10.2020

REVESOL S.A.

5

CERTIFICADO DE RECUBRIMIENTO

www.revesol.cl

FABRICA DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y MAESTRANZA S.P.A.
 Giro: FABRICA DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y MAESTRANZA
 URUGUAY 1442- SAN RAMON
 eMail : REVESTIMIENTOYCAUCHO@GMAIL.COM
 Telefono : 225261695

R.U.T.:77.057.522- 2
GUIA DE DESPACHO ELECTRONICA
Nº371

S.I.I. - SANTIAGO SUR

SEÑOR(ES): REVESOL S. A.
 R.U.T.: 93.402.000- 6
 GIRO: FABRICACION DE EQUIPO DE ELEVACION Y MAN
 DIRECCION: CAMINO MIRAFLORES 9553
 COMUNA PUDAHUEL CIUDAD: SANTIAGO
 CONTACTO:
 Tipo
 Traslado: Otros Traslados No Venta

Fecha Emision: 01 de Octubre del 2020

Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio	%Impto Adic.*	%Desc.	Valor
-	ser engomado liso 152x1320x6.5 of2040489 oc4500270909	10	██████████			██████████
-	ser engomado liso polea 508x965x13 of2040320 oc4500270837	1 /	██████████			██████████
-	ser engomado liso polea 273x2692x6 of2040351 oc4500270837	1 /	██████████			██████████



Timbre Electrónico SII

Res.99 de 2014 Verifique documento: www.sii.cl

MONTO NETO \$ ██████████
 I.V.A. 19% \$ ██████████
 IMPUESTO ADICIONAL \$ 0
 TOTAL \$ ██████████

REVESOL S.A.

[Handwritten Signature]
 Rev. C. G. G.
 01.10.2020



Facturar a :

RUT :93.402.000-6
 Razón Social :Revesol S.A.
 Giro :Metalmecánica
 Dirección :CAMINO MIRAFLORES 9553,PUDAHUEL
 Ciudad :Santiago Teléfono: (02) 29792800

PEDIDO DE COMPRAS

Nro: 4500270790
 Fecha: 15.09.2020
 Página: 1 de 3

Proveedor : RENATO BALDO CELEDON E.I.R.L.
 RUT : 76769778-3
 Dirección : TENIENTE BERGMAN 4950 , QUINTA NORMAL
 Ciudad :SANTIAGO
 Contacto :
 Fono :
 Pago : NT30-Vencimiento 30 días
 Moneda : CLP-Pesos chilenos

Centro : 6902/Planta Santiago Pudahuel
 Destino : 1001/Patio MatPrimas
 Envío : DB/Despacho a Bodega Central
 Dirección : Avenida Miraflores Parcela 4 y 5 S/N , Pudahuel
 Ciudad : Santiago
 Contacto :
 Email : consultasproveedores@revesol.cl
 Fecha Entrega : 25.09.2020

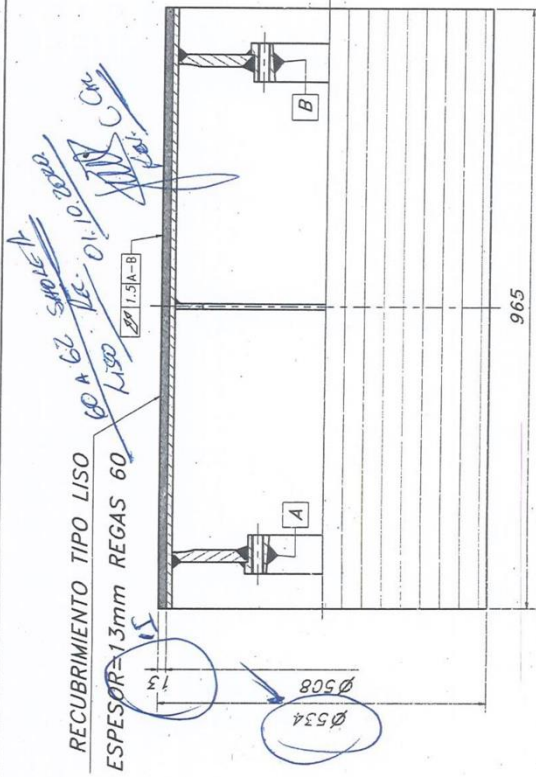
Observaciones :

Item	Cantidad	Un.	Descripción	Precio Unit.	Dcto./Cgo.	Valor Total
10	1,00	UN	COD: SERV MEC EJE DE LA POLEA OF 2040322 SERV MEC EJE DE LA POLEA OF 2040322 Eje según plano 253629-303 REV. 0 Respetar cada medida de plano. -Avisar con 24 hrs de anticipación para Revisión de Ajuste Entregar a planta revesol el protocolo dimensional del eje. Marcar con números de golpes en una de las caras planas OF 2040322 Solicitud de Pedido : 100260563 000091121691		0	
20	1,00	UN	COD: SERV MEC EJE DE LA POLEA OF 2040320 SERV MEC EJE DE LA POLEA OF 2040320 Eje según plano 31016498-303 REV. 0 Respetar cada medida de plano. -Avisar con 24 hrs de anticipación para Revisión de Ajuste Entregar a planta revesol el protocolo dimensional del eje. Marcar con números de golpes en una de las caras planas OF 2040320 Solicitud de Pedido : 100260564 000091121696		0	

REVESOL S.A.

OF 2040320 x 1

OC 4500 270 837



NOTAS:

- 1.--DIMENSIONES EN mm (S.I.C.)
- 2.--PESO TOTAL SIN RECUBRIMIENTO = 153.0 Kg.
- 3.--PESO TOTAL CON RECUBRIMIENTO = 172.0 Kg.

ITEM	CANT.	MATERIAL	MARCA	Peso Tot (Kg.)	CODIGO SAP	DESCRIPCION SAP
FECHA	23-08-19	FTRMAIS				
DIBUJO	T.C.P.					
REVISO	G.P.V.					
APROBO	G.P.V.					
ESCALA INDICADA	DESCRIPCION	CLIENTE				
O.T.		POLEA DE COLA Ø20"x38"Lg. REVESOL				
		MOD. P20R38 MCR-50-L13 WPLANO				
		PLANO DE ENGOMADO 31016498-302				
						REV. 0

REVESOL

REVESOL S.A.

FABRICA DE PRODUCTOS DE CAUCHOS Y MAESTRANZA S.P.A

CONTROL DE ADHESION

CERTIFICADO N ° 57

CLIENTE REVESOL FECHA 01-10-2020
 ORDEN DE COMPRA 4500270837
 ORDEN DE FABRICACION 2040320
 CANTIDAD 1 POLEA SERV DE ENGOMADO

LIMPIEZA DE METAL	TIPO DE GOMA USADO	DUREZA SOLICITADA	DUREZA DE PROBETA	TIPO DE ADHERENCIA	TIPOS ADHESIVOS USADOS
M E K	NATURAL REGAS 60	60 +- 5 SH A	60 SH A	GOMA METAL	CHEMLOK 205 CHEMLOK 220
TIPO DE VULCANIZACION	TIEMPO DE VULCANIZADO	ESPESOR DE PROBETA	ADHERENCIA REQUERIDA	ENSAYO DE ADHERENCIA	NORMA
AUTOCLAVE	120 MIN	6.5 MM	20	20.36 KILOS	ASTM D 429 E

SE ADJUNTA ENSAYO FOTOGRAFICO


 DOMINGO RAMOS
 JEFE DE PRODUCCION

REVESOL S.A.

**FABRICA DE PRODUCTOS DE
CAUCHOS Y MAESTRANZA S.P.A**

FECHA 01-10-

CERTIFICADO DE CALIDAD

CERTIFICADO Nº 872

RESULTADOS DE PROPIEDADES FISICO MECANICO DEL COMPUESTO

CLIENTE REVESOL

PEDIDO DE COMPRAS 4500270837

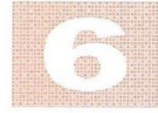
ORDEN DE FABRICACION 2040320

CANTIDAD 1 POLEA SERV DE ENGOMADO TIPO LISO

PROPIEDADES	ESPECIFICACION	RESULTADO	NORMA
DUREZA	60 +/- 5 SH A	60 SH A	ASTM D-2240
TRACCION	S / E	1,80 Kg/ mm ²	ASTM D-412
ELONGACION	S / E	425%	ASTM D-412
DESGARRO	S / E	11,45 Kg/ mm	ASTM D-624
ADHERENCIA			
GOMA METAL	S / E	0,98 Kg/mm	ASTM D-429
ABRASION	S / E	248 mm ³	DIN 53510
TIR	P 1 0,2 mm	P 2 0,2 mm	P 3 0,2 mm

REVESOL S.A.

DOMINGO RAMOS R
JEFE DE PRODUCCION



CERTIFICADO DE MATERIALES

www.revesol.cl





Prodalam S.A.
Distribuidores de Productos de
Alambres y Otros.
Alberto Pepper 1610, Renca.
Fono: (2) 26851000
Ventas: 600PRODALAM
(600 77632526)
www.prodalam.cl

R.U.T.: 93.772.000-9

**GUÍA DE DESPACHO
ELECTRÓNICA**

Nº 01095056

S.I.I. SANTIAGO PONIENTE

Cilente
Revesol S.A. RUT: 93.402.000-6 GIRO: Fab.de partes y acc.para veh.automotores Camino Miraflores S/N Pcia.5-A - Pudahuel - Santiago

Fecha
Fecha de Emisión 08 de Octubre de 2020 Fono 2 9792845 Orden de Compra 271055 Contacto Moyano Rodrigo

Condición de Despacho	Fecha Programada
Origen PRODALAM S.A. Dirección Alberto Pepper 1610 Renca	
Transportista Chofer Luis Corvalan Patente HCDX81	

Destino Revesol S.A. Dirección Camino Miraflores S/N Pcia.5-A Pudahuel Santiago
Peso 2.342 KG Volumen 292.800 CM3

PRECIO UNITARIO ES REFERENCIAL

Cant/UV	Código	Descripción	Precio Unitario
2 UN	32033	PL GRUESA ASTM A36 10X2440X6000MM	

REVESOL S.A.

NOTA: COLADAS:H01310049

Nombre : _____
R.U.T : _____ Fecha : _____
Recinto : _____
Firma : _____

EL ACUSE DE RECIBO QUE SE DECLARA EN ESTE ACTO, DE ACUERDO A LO DISPUESTO EN LA LETRA b) DEL ART.4°, Y LA LETRA c) DEL ART.5° DE LA LEY 18.983, ACREDITA QUE LA ENTREGA DE MERCADERIAS O SERVICIOS(S) PRESTADO(S) HAN SIDO RECIBIDO(S).



52-01095056-0087982627



Timbre Electrónico SII
Res. 22 del 02-03-2006
Verifique documento: www.sii.cl

Ahora puede pagar sus facturas en www.prodalam.cl

Iquique - Calama - Antofagasta - Copiapo - La Serena - Ovalle - San Felipe - Concón - Santiago - Rancagua - San Fernando - Curicó - Talca - Linares - Chillán - Concepción - Los Angeles - Temuco - Valdivia - Osorno - Puerto Montt - Castro - Coyhaique - Punta Arenas

REVESOL

Facturar a :

RUT :93.402.000-6
 Razón Social :Revesol S.A.
 Giro :Metalmecánica
 Dirección :CAMINO MIRAFLORES 9553,PUDAHUEL
 Ciudad :Santiago Teléfono: (02) 29792800

PEDIDO DE COMPRAS
 Nro: 4500271055
 Fecha: 30.09.2020
 Página: 1 de 2

Proveedor : PRODALAM S.A. RUT : 93772000-9 Dirección : Alberto Pepper 1610 , Renca Ciudad : Santiago Contacto : Alex Cataldo Fono : 02 6851073 Pago : NT45-Vencimiento 45 días Moneda : CLP-Pesos chilenos	Centro : 6902/Planta Santiago Pudahuel Destino : 1001/Patio MatPrimas Envío : DO/Despacho a Obra/Planta Dirección : Avenida Miraflores Parcela 4 y 5 S/N , Pudahuel Ciudad : Santiago Contacto : Email : consultasproveedores@revesol.cl Fecha Entrega : 14.10.2020
---	--

Observaciones : adjuntar certificado de calidad

Item	Cantidad	Un.	Descripción	Precio Unit.	Dcto./Cgo.	Valor Total
10	14,64	M2	COD: 33047330 PL AC LI NEG SAE 1020/ASTM A-36 10 MM Solicitud de Pedido : 100261397	41.600,00	0	609,02
20	14,64	M2	COD: 33047330 PL AC LI NEG SAE 1020/ASTM A-36 10 MM Solicitud de Pedido : 100261397	41.600,00	0	609,02

Comprador : ANTHONY REYES

Aprobado Por : VICTOR SAN MARTIN

Notas Importantes

1.- Recuerde entregar facturas emitidas a nombre de Revesol S.A., en CAMINO MIRAFLORES 9553,PUDAHUEL

Pudahuel; en horario continuado de 08:00 a 17:00 hrs.

- " Facturas de materiales (ODC, guía timbrada como conforme) Datos al dorso.
- " Facturas electrónicas de materiales (ODC, con la guía) Datos al dorso.
- " Facturas de maquilas, servicio pintura y engomado (ODC, guías timbradas) Datos al dorso.
- " Facturas Servicios Intangibles (ODC, HES).

2.- Si la OC no está emitida en pesos (CLP), debe indicar el tipo de cambio utilizado,

correspondiente al de la emisión de la factura.

3.- El horario de atención de bodegas es de Lunes a Viernes, de 08:15 a 13:00 y de 13:30 a 16:30 hrs.

Subtotal :	218.048
Descuento :	0
Recargo :	0
Neto :	218.048
IVA :	231.430
Total :	449.478

REVESOL S.A.

KUPFER HERMANOS S.A.
GIRO: DISTRIBUCION, FABRICACION, REPRESENTACIONES
MAYORISTA DE ARTICULOS DE FERRERIA
CASA MATRIZ



SANTIAGO LIBERTAD 55 - FONDO: 3515000 - FAX: 3515001
CASILLA 294 V CORREO 21-SANTIAGO

SUCURSALES SANTIAGO

ESPERANZA 55 - FONDO: 3515117 - FAX: 6812781
CASILLA 1946 CORREO CENTRAL

SANTA ROSA 8020 - LA GRANJA
FONDO 22353445
CARRETERA SAN MARTIN 8400 - COLINA

PARCELA N° 9 PROYECTO
PARCELACION TAQUERAL S/N
PARAMERICANA NORTE KM. 21 1/2
FONDOS: 745305-745302 - FAX: 7453134
COLINA

SUCURSALES PROVINCIA

PODIQUE
SOTOMAYOR 2002
BARRIO INDUSTRIAL AGPIA
FONDO: 413922 - FAX: 7453134

ANTOFAGASTA
P.A. CERDA 1360
FONDOS: 21119-21170
21120 - FAX: 211700

CALAMA
AV CIRCUNVALACION 1022
MANZANA 7 SITIO B
FONDO: 338127

COPIAPO
3 LONGITUDINAL
2 LOTE A SECTOR
CARMEN SIN NUMERO
C/AL VALLEJO (88-056)
AL LADO UNIVERSIDAD
SANTO THOMAS

COQUIMBO
RUTA D-43 N° 948-B-2 ST 69
BARRIO INDUSTRIAL
FONDO: 51-24170

VIÑA DEL MAR
LIMACHE N° 3363 BODEGA 15
FONDO: 32-267781

RANCAGUA
MARURI 929
FONDO: 72-215076 FAX: 72-219282

CONCEPCION
ALONSO DE RIVERA 3455
(EX. AV. GENERAL BONILLA)
FONDO: 790109-FAX: 259282

LOS ANGELES
AV. LAS INDUSTRIAS 7310
FONDO: 63362797 FAX: 63345573

TEMUCO
AV. PINTO 579
FONDO: 744810

VALDIVIA
PICARTE 2342
FONDOS: 291928-291929
FAX: 291927

PUERTO MONTT
AV. PARQUE INDUSTRIAL 1095
BARRIO INDUSTRIAL
R.D.O.
FONO: 46-255356-255361
FAX: 257891

CASTRO
PANAMERICANA NORTE KM 3
FONDOS: 634900

PUNTA ARENAS
AV. ESPAÑA 9621
FONDO: 213995-FAX: 213993
BODEGA: MARDONES 192

R.U.T.: 90.844.000-5
**FACTURA
ELECTRÓNICA**
N° 7959871

S.I.I. - SANTIAGO CENTRO

N° O.C.: 4500269425

FECHA O.C.: 01-JUL-2020

NUM. ENTREGA: 0085255419

SEÑOR(ES): REVESOL S.A.
CAMINO MIRAFLORES S/N PARCELA 5 A
SANTIAGO

CASILLA: RUT: 93.402.000-6
GIRO: METALMECANICA

FOLIO SAP N°: ZFST-0095105662
FECHA: 08-JUL-2020
CODIGO CLIENTE: 0000001909

P.B.	FECHA P.B.	N° G.D.	FECHA G.D.	CODICIONES DE VENTA	F.VCTO.	VENDEDOR	
0004554109	01-JUL-2020			Crédito 60 Días	06-SEP-2020	MVALLEJOS	
CODIGO	CANT.	UD.	DESCRIPCION	CANT. REF	U. REF	PRECIO	TOTAL
10166	6,000	M	CAÑ C/COST A53-B 20° SCH-STD 9,52MM BISE	702	KG		
						REVESOL S.A.	
<p style="text-align: right;">Enrique Collio Bodega Ferrolibertad, Cañerías Kupfer Hermanos S.A.</p>							
VALOR MERCADERIAS			FLETE EMBALAJE		V°B°		TOTAL A PAGAR
DESCTO. PRONTO PAGO			TOTAL AFECTO		I.V.A. 19.00%		

SON: SEISCIENTOS SEIS MIL NOVECIENTOS



ACUSE DE RECIBO

NOMBRE _____
R.U.T _____
FECHA _____
RECINTO _____
FIRMA _____

EL ACUSE DE RECIBO QUE SE DECLARA EN ESTE ACTO, DE ACUERDO A LO DISPUESTO EN LA LETRA b) DEL ART. 4°, Y LA LETRA c) DEL ART. 3° DE LA LEY 19.983, ACREDITA QUE LA ENTREGA DE MERCADERIAS O SERVICIOS PRESTADOS HAN SIDO RECIBIDOS EN TOTAL CONFORMIDAD.

6300025864



河北长丰钢管制造集团有限公司

HEBEI CHANGFENG STEEL TUBE MANUFACTURING GROUP CO., LTD

产品质量证明书

MILL TEST CERTIFICATE

地址: 中国河北省沧州市经济技术开发区 邮政编码: 061000
 Address: Economic & Technical development zone, Cangzhou City, Hebei Province, China Postcode: 061000
 兹为尔单位所订之钢管, 经本厂质量管理部门按照标准技术条件合同检验合格, 特发此证。

订货单位: 中联重业(上海) 国际设备公司
 Consumer:

This is to certify that in accordance with the relevant specifications and contracts the steel pipes manufactured for your unit, were tested qualified by our quality control department.

检验依据 API 5L PSL1; 按理论(按公斤)计算, 合计 厘米 吨。

The pipes are tested according to API 5L PSL1; and counted nominally (real weight) amount lengths meters

货物名称: 直缝焊管
 Description: 直缝焊管



钢级 Grade	规格 Specification (mm)	数量 Quantity (支)	重量 Weight (T)	外观尺寸 Visual Dimension	管坯化学成分 Parent Metal Chemical Composition (%)													管坯物理性能 Parent Metal Mechanical Properties				水压试验 Hydrostatic Test (Mpa)	超声波 探伤 Ultrasonic Test	结论 Conclusion		
					C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Nb	Ti	B	屈服 强度 Yield Strength (Mpa)	抗拉 强度 Tensile Strength (Mpa)	伸长 率 Elongation Rate (A%)	压扁 试验 Flattening Test				焊缝抗 拉强度 Welding Line Tensile Strength (Mpa)	
B	Φ508*9.53*6000	20	14.04	OK	17	19	38	25	20	25	8	2	15	1	<1	1	0	350	480	37	ok	488	5.6/10	ok	ok	OK

说明: 1. 承压管与一般管混用时, 一律按一般管保证。
 Note: When line pipes for pressure service and for ordinary service are used in the mixed Conditions, the quality insurance should be taken in the ordinary ones.
 2. 运输过程中装卸导致货物的损坏不予保证。
 The pipes damaged during transportation loading and unloading are not with in the scope of inspection.
 3. 本证明一式二份为有效版本, 制造厂一份, 购方一份。
 This certificate is in duplicate that are valid edition, one copy is to manufacturer, the other is to purchaser.
 4. 本证明复印、涂改无效。 This certificate isn't allowed to copy or modify.

负责: 傅单; 马运波
 发货: 杨致全
 经办: 刘海峰
 日期: 2020 年 04 月 30 日

REVESOL S.A.



Duferco Internacional
racing Holding

IPACER S.A.
BARRACA DE FIERRO

Casa Matriz:
LOS RAULIES 800, QUILICURA - SANTIAGO
Email: ventas@ipacer.cl www.ipacer.cl
Fono: 28599000 Celular: (569)8432448

5000664173

R.U.T. 99.510.380-K

**GUIA DE DESPACHO
ELECTRONICA**

N° 0000027720

S.I.I. - SANTIAGO NORTE

SEÑORES : REVESOL S.A.
DIRECCIÓN : CAMINO MIRAFLORES 9553
COMUNA : PUDAHUEL CIUDAD : SANTIAGO
R.U.T. : 93.402.000-6 TELEFONO :
GIRO : CONSTRUCCION

FECHA EMISIÓN : 06/10/2020
IND. TRASLADO : Operación constituye venta
TIPO DESPACHO : Despacho por cuenta del emisor a instalaciones del Cliente
ORDEN DE COMPRA : 4500271066
FACTURA ASOCIADA :
NOTA DE VENTA : Orden de venta #17717

CÓDIGO	DETALLE	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO ÍTEM
HRPA100X244003000	PLANCHA A-36 100*2440*03000 - 5856 Kilos - 201909098195-BC 2708	Un	1	[REDACTED]	[REDACTED]
HRPA20X0244006000	PLANCHA A-36 20*2440*06000 - 4684.8 Kilos - 1906634-BC 2834	Un	2	[REDACTED]	[REDACTED]

Antes de imprimir este documento pleser bien si es necesario hacerlo.



www.facile.cl - Tel: (+56 02) 334 6748

OBSERVACIONES:
BDYL67 RODRIGO CASTRO 15.485.422-3/VAT/Julio E Azocar

NOMBRE: *Margel Briceño* RUT: *26.41299*
RECINTO: *Revesol*
FECHA: *07/10/20* FIRMA: *Margel B*
El acuse de recibo que se declara en este acto de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4° y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de las mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibidos(s).



Timbre Electrónico S.I.I.
Res. 80 de 2014 - Verifique Documento: www.sii.cl

MONTO NETO [REDACTED]
MONTO IVA 19% [REDACTED]
MONTO EXENTO [REDACTED]
MONTO TOTAL [REDACTED]

REVESOL S.A.



辽宁省营口市老边区街115005
Yelin street, Laobian district, Yingkou,
Liaoning, P. R. China/115005
TEL:0417-3256081 FAX:0417-3256057
NO.: DT2101501/A

产品质量证明书

INSPECTION CERTIFICATE

五矿营口中板有限责任公司
Wuyangfangs Yingkou Medium Plate Co., Ltd.

订货单位(PURCHASER)	HAPPY SINO RESOURCES CO., LIMITED	产品名称(PRODUCT)	热轧钢板(Prior newly produced hot Rolled Steel Plates)	证明书编号(CERTIFICATE NO.)	D0700150820190134212
收货单位(CONSIGNEE)	HAPPY SINO RESOURCES CO., LIMITED	交货状态 (DELIVERY CONDITION)	热轧 (HR)	签发日期 (DATE OF ISSUE)	2019-11-27
合同编号 (CONTRACT NO.)	Y06X03510560916-05-0R-190911M-02200	技术标准 (SPECIFICATION)	ASTM A36/A36H	牌号 GRADE	ASTM A36
车号 (TRAIN NO.)	辽DC2039; 辽DK3773; 辽JK0760; 辽001153; 辽H23050; 辽H22389; 辽DK1002; 辽DK2709; 辽DK315; 辽DK8092; 辽D29209; 辽DK1501;				

炉号 HEAT NO.	批号 BATCH NO.	规格尺寸(mm)		重量 (GROSS WEIGHT)	拉伸试验TENSILE TEST				弯曲试验 BEND TEST		冲击试验(Impact)		探伤检测UT TEST	
		T	W		屈服ReL (N/mm2)	屈服Rp (N/mm2)	抗拉Rm (N/mm2)	伸长率 A (%)	尺寸 SIZE (mm)	温度 TEMP (°C)	纵向 LONGITUDINAL	级别 LEVEL	结果 RESULT	标准 STANDARD
1921204A	201911010115	8	2440	12000	2	3.678	295	460	24					
19112851D	1906334	20	2440	12000	4	18.388	300	440	25					
18212104A	201911010113	8	2440	12000	23	42.297	300	465	23.5					
19112856D	1905878	38	2440	12000	1	8.734	280	425	23.5					
合计(TOTAL)					30	73.097								

批号 BATCH NO.	化学成分(CHEMICAL COMPOSITION)(%)															
	C	SI	Mn	P	S	Als	Al	Cr	Ni	Cu	Mo	V	Ti	Nb	ceq	CEV
201911010115	0.19	0.17	0.32	0.014	0.018	0.004	0.004	0.202	0.008	0.007	0.001	0.002	0.003	0.004	0.31	
1906334	0.19	0.17	0.35	0.017	0.015	0.001	0.001	0.205	0.028	0.006	0.001	0.002	0.001	0.004	0.31	
201911010113	0.19	0.17	0.32	0.014	0.018	0.004	0.004	0.202	0.008	0.007	0.001	0.002	0.003	0.004	0.31	
1905878	0.19	0.20	0.88	0.019	0.011	0.001	0.002	0.203	0.016	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001	0.40	

备注 NOTE: ACCORDING TO EN10204 3.1 : A1=A11 ;
 本产品已按照标准要求进行检验和试验，其结果符合要求，特此证明。
 WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HAS MANUFACTURED AND
 TESTED WITH SATISFACTORY RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE
 REQUIREMENTS OF THE ABOVE MATERIAL SPECIFICATION.



野牛

操作员
OPERATOR

刘朋强 Liu Xiangqing

冶金技术处长
DIRECTOR OF
METALLURGICAL
DEPARTMENT

刘建伟

REVESOL S.A.



五矿营口中板有限责任公司
Minmetals Yingkou Medium Plate Co., Ltd.

产品质量证明书

INSPECTION CERTIFICATE

辽宁省营口市老边区冶金街/115005
Yelin street, Liaoheindistrict, Yingkou,
Liaoning, P. R. China/115005
TEL:0417-3256081 FAX:0417-3256057
NO.: DZ101501/A



可货单位(PURCHASER)	HAPPY SINO-RESOURCES CO., LIMITED	产品名称(PRODUCT)	热轧钢板(Plate newly produced Hot Rolled Steel Plates)	证明书编号(CERTIFICATE No.)	D0700150820190120026
收货单位(CONSIGNEE)	HAPPY SINO-RESOURCES CO., LIMITED	交货状态 (DELIVERY CONDITIONS)	热轧 (AR)	签发日期 (DATE OF ISSUE)	2019-10-29
合同编号 (CONTRACT NO.)	W63035150009102-8-06-08-10051N6-021W0	技术条件 (SPECIFICATION)	ASTM A36/A36M	牌号 GRADE	ASTM A36
车号 (TRAIN NO.)	LE082298; LEIC3095; LEJ020199; LEJ026669; LEJF1933; LEJ03319; LEJ03023; LEJ01916; LEJ023866; LEJ020306; LEJ022889; LEJ01153; LEJ02209; LEJ01797; LEJ08579; LEJ07908; LEJ03373; LEJ01186; LEJ0289				

炉号 HEAT NO.	批号 BATCH NO.	规格尺寸 (mm) DIMENSION			重量 WEIGHT (Tons)	件数 PIECES	屈服强度 TENSILE TEST		冲击功 IMPACT TEST		冲击功 IMPACT ENERGY	冲击功 IMPACT TEST
		T	W	L			屈服强度 ReL (N/mm2)	屈服强度 Rp (N/mm2)	冲击功 KV2 (J)	冲击功 KV2 (J)		
19206948C	201909090195	100	2440	6000	4	45.968	300	460	31			
19110543D	201909080040	75	2440	6000	4	34.476	370	465	29.5			
19410376C	1994699	35	2440	12000	1	8.045	300	453	24.5			
19111338C	1994708	18	2440	12000	6	24.822	290	450	24			
合计(TOTAL)					15	133.311						

批号 BATCH NO.	化学成分(CHEMICAL COMPOSITION)(%)														
	C	SI	Mn	P	S	Als	Al	Cr	NI	Cu	Mo	V	Ti	Nb	CEq
201909090195	0.18	0.18	0.32	0.015	0.007	0.001	0.001	0.313	0.032	0.003	0.004	0.003	0.001	0.004	0.40
201909080040	0.18	0.17	0.34	0.029	0.013	0.002	0.002	0.301	0.025	0.003	0.002	0.003	0.002	0.005	0.40
1994699	0.18	0.17	0.32	0.020	0.015	0.003	0.003	0.302	0.033	0.006	0.002	0.002	0.002	0.006	0.38
1994708	0.20	0.22	0.33	0.011	0.013	0.001	0.001	0.305	0.033	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.32

备注 NOTE: ACCORDING TO EN10204 3.1 : A1=A11 ;
 本产品已按照标准要求进行检验, 其结果符合要求, 特此证明。
 WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HAS MANUFACTURED AND TESTED WITH SATISFACTORY RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF THE ABOVE MATERIAL SPECIFICATION.



冶金技术处长
DIRECTOR OF
METALLURGICAL
DEPARTMENT

李强 LI Yong

操作员
OPERATOR

张建设

REVESOL S.A.



COMERCIAL ACEROS RAY LIMITADA
VENTA AL POR MAYOR DE METALES Y
MINERALES METALÍFEROS.

Casa Matriz: La Huasa 1945, Lo Barnechea - Santiago
 Sucursal: Cañaveral 1070 galpón 6, Quilicura - Santiago
 Teléfono: (56-2) 26113580
 E-Mail: contacto@acerosray.cl
 Web: www.acerosray.cl

5000654789

R.U.T.: 76.300.114-8
GUIA DE DESPACHO
ELECTRONICA
N° 812

S.I.I. - SANTIAGO-PONIENTE

Señor(es) : REVESOL S.A.	Fecha Emisión : 23-04-2020
R.U.T. : 93.402.000-6	Fecha Vencimiento : 23-04-2020
Dirección : CAMINO MIRAFLORES S/N PARCELA 5-A	Contacto : ANTHONY REYES
Ciudad : SANTIAGO	Cond. de Pago : Documento a 60/90 días
Comuna : PUDAHUEL	Vendedor :
Giro : METALMECANICA	

Documento Referenciado	Folio	Fecha.	Causa	Datos de despacho:
Orden de Compra	4500268281	23/04/2020		CAMINO MIRAFLORES S/N PARCELA 5-A PUDAHUEL
Nota de Venta	6339	23/04/2020		Distrito: Por cuenta del emisor a Inst. Cliente
Cotización	13354	22/04/2020		Operación constituye venta

Código	Descripción	N° Trozos	Largo Trozos [mm]	Cantidad Teórica [Kg]	Precio Unitario [CLP/Kg]	Total
CR1045-139,70	Acero Carbono - Redondo - SAE 1045 - 5.1/2" ó 140mm	1				

REVESOL S.A.

SON : SETECIENTOS VEINTITRÉS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS

Comentarios
 Basado en Ofertas de ventas 13354. Basado en Pedidos de cliente 6339.



NOMBRE :
 RUT : RECINTO :
 FIRMA : FECHA :
 El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio (s) prestado (s) ha (n) sido recibido (s).

Medios de Pago:
Depósito o Transferencia:
 Cuenta Corriente del Banco de Chile N° 882-03623-08
Cheque:
 Emitir documento nominativo y cruzado a nombre de COMERCIAL ACEROS RAY LTDA.

Sub-Total	
Descuento	0
Total Exento	
Total Neto	
I.V.A 19 %	
Total	

**Facturar a :**

RUT :93.402.000-6
Razón Social :Revesol S.A.
Giro :Metalmecánica
Dirección :CAMINO MIRAFLORES 9553,PUDAHUEL
Ciudad :Santiago Teléfono: (02) 29792800

PEDIDO DE COMPRAS

Nro: 4500268281
Fecha: 23.04.2020
Página: 1 de 2

Proveedor : COMERCIAL ACEROS RAY LTDA	Centro : 6902/Planta Santiago Pudahuel
RUT : 76300114-8	Destino : 1001/Patio MatPrimas
Dirección : LA HUASA 1945 , LO BARNECHEA	Envío : DB/Despacho a Bodega Central
Ciudad :SANTIAGO	Dirección : Avenida Miraflores Parcela 4 y 5 S/N , Pudahuel
Contacto :	Ciudad : Santiago
Fono :	Contacto :
Pago : NT90-Vencimiento 90 días	Email : consultasproveedores@revesol.cl
Moneda : CLP-Pesos chilenos	Fecha Entrega : 25.04.2020

Observaciones :

Item	Cantidad	Un.	Descripción	Precio Unit.	Dcto./Cgo.	Valor Total
10	6,00	M	COD: 33045168 BA AC LAM SAE 1045 140 MM Solicitud de Pedido : 100252806		0	

Comprador : ANTHONY REYES

Aprobado Por : GONZALO REYES

Notas Importantes

1.- Recuerde entregar facturas emitidas a nombre de Revesol S.A., en CAMINO MIRAFLORES 9553,PUDAHUEL

Pudahuel; en horario continuado de 08:00 a 17:00 hrs.

* Facturas de materiales (ODC, guía timbrada como conforme) Datos al dorso.

* Facturas electrónicas de materiales (ODC, con la guía) Datos al dorso.

* Facturas de maquillas, servicio pintura y engomado (ODC, guías timbradas) Datos al dorso.

* Facturas Servicios intangibles (ODC, HES).

2.- Si la OC no está emitida en pesos (CLP), debe indicar el tipo de cambio utilizado,

correspondiente al de la emisión de la factura.

3.- El horario de atención de bodegas es de Lunes a Viernes, de 08:15 a 13:00 y de 13:30 a 16:30 hrs.

Subtotal :	
Descuento :	0
Recargo :	0
Neto :	
IVA :	
Total :	

REVESOL S.A.

CERTIFICATE NO.: H719100420



DAYE SPECIAL STEEL CO., LTD.
 NO. 316 HUANGSHI AVENUE, HUANGSHI, HUBEI, CHINA, PC:433000
QUALITY CERTIFICATE
 ACC TO EN10204 3.1



CONTRACT NO: GBCHL19048STE
 TO: STEMCOR USA INC. 6365 NW 6TH WAY, SUITE 150 FORT LAUDERDALE, FL-33309 USA
 DESCRIPTION OF GOODS: HOT ROLLED STEEL ROUND BARS
 STEMCOR PO: CLP0150

Batch No.	Grade	Heat No.	Size (mm)	Pieces	Bundles	Weight (GT)	Delivery Condition
H719100420	SFE1045M	9025681P	140	14	5	9.934	hot rolled
I. Chemical Composition (%): C:0.46 Si:0.27 Mn:0.68 P:0.016 S:0.009 Cr:0.34 II. Microstructure Examination: 1. S (level): 1.5 1.5 2. S (level): 1.0 1.0 III. Mechanical Properties Examination: 1. tensile test temp: B.M Temp 379 2. yield strength Rp0.2 (MPa): 21.0 20.0 3. elongation after fracture A (%) : 21.0 20.0 IV. Microstructure Examination: 1. A-thin (level): 1.5 1.5 2. B-thin (level): 1.0 1.0 3. C-thin (level): 0 0 4. D-thin (level): 0 0 5. grain size (level): 8 8 V. NBT: 1. UF: good VI. Dimensions, Appearance and Surface Quality: 1. dimension, appearance and surface quality: good 2. delivery hardness BW: 207, 201 VII. Others: 1. reduction ratio: 14.1							

Note:
 (1) We hereby certify that the material herein described has been manufactured, sampled, tested and inspected in accordance with the requirements of specifications and purchase order, and meet the requirements
 (2) When there is any complaint, you are kindly requested to mark the Steel Grade, Heat No., Size, Delivery Date, Causes and reserve the material in the condition of delivery
 (3) Our company's quality management system has been certified by TUV SUD for fulfilling all requirements of ISO9001:2015&IATF16949:2016&AS9100D
 The defects per the requirement such as flakes, sub-surface bubble, macro inclusion in macrostructure of acid etched surface are not allowed and we assure the parts quality for delivery.

Date: 2019-06-20
 Inspector: Ming Chao
 Manager of Quality: Li Jiuminghui



Ming Chao

REVESOL Page 1 of 1



CERTIFICADO DE INSTRUMENTOS

www.revesol.cl



Acreditación LC 013 a LC 017, LC 089

DESARROLLO DE TECNOLOGIAS Y SISTEMAS LTDA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud ELÉCTRICA

Fecha de Emisión : 28-ene-19 N° de Certificado : 19-CA-CA-0801 Página 1 de 2

Descripción del ítem

Cliente : METALURGICA REVESOL S.A.
 Dirección : CAMINO MIRAFLORES N°9553, PUDAHUEL, SANTIAGO.
 Descripción del ítem : CLAMP METER
 Fabricante : NO IDENTIFICADO
 Número de Parte / Modelo : 266 Número de Serie : 7365107
 Identificación de Cliente : AMP 009

Datos de la Calibración

Fecha de Calibración : 28-ene-19
 Lugar de Calibración : LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ELÉCTRICA DTS LTDA.
 Condiciones Ambientales : Temperatura : (23 ± 3)°C Humedad Relativa : (50 ± 15)%
 Procedimiento : 6752PRO140-01 Método de Calibración : Comparación directa
 Desviación a los procedimientos : NINGUNO
 Rangos de mediciones : CORRIENTE ALTERNA: 0 a 1000A, VOLTAJE ALTERNO: 0 a 750V, VOLTAJE CONTINUO: 0 a 1

Antecedentes del o los Patrones Utilizados							
Descripción	Fabricante	N° de Parte	N° de Serie	N° de Certificado	Vence	Laboratorio Emisor	Trazabilidad Inmediata
CALIBRATOR	FLUKE	5522A	2932901	18-LP-CA-3318	28-jun-19	DTS	DTS
50- TURN CURRENT COIL	FLUKE	5500A	88560035	NCR	***	***	***

Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales los que a su vez están referidos a patrones primarios de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
 El laboratorio de Calibración posee la competencia técnica y cumple con las exigencias de la Norma NCh-ISO 17025 "Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración".
 Los resultados de la calibración están relacionados con el ítem calibrado, referidos al momento y condiciones en las cuales fueron realizadas las mediciones.
 La Incertidumbre expandida ha sido estimada multiplicando la incertidumbre estándar por un factor de cobertura aproximadamente k=2. El valor del mensurando se encuentra dentro del intervalo indicado de valores con una probabilidad del 95%.
 Este Certificado de Calibración no puede ser reproducido total o parcialmente, excepto con el permiso del Laboratorio emisor.
 El Laboratorio no asume responsabilidad por daños posteriores a la calibración, ocasionados por mal empleo o manipulación del instrumento.
 Certificados sin la firma digital no son válidos.

53000C00REG079-02 Rev 2.00
 Rodrigo de Araya #1263
 Fono: (56-2) 23971000

JULIO 2018
 Santiago - Chile
 Fax: (56-2) 23971222

calibraciones@dts.cl
 www.dts.cl

REVESOL S.A.



Acreditación LC 013 a LC 017, LC 089

DESARROLLO DE TECNOLOGIAS Y SISTEMAS LTDA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud ELÉCTRICA

N° de Certificado : 19-CA-CA-0801 Página 2 de 2

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

PATRON	LECTURA PROMEDIO INSTRUMENTO CALIBRADO	ERROR	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (k=2)	OBSERVACIONES
CALIBRACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA				
A	A	A	A	Frecuencia
20,0	19,1	-0,9	0,075	50 Hz
100,0	99,1	-0,9	0,26	50 Hz
180,0	180,3	0,3	0,52	50 Hz
20,0	19,4	-0,6	0,075	60 Hz
100,0	99,8	-0,2	0,26	60 Hz
180,0	181,3	1,3	0,52	60 Hz
100	98	-2	0,63	50 Hz
500	511	11	1,4	50 Hz
800	810	10	2,1	50 Hz
100	100	0	0,63	60 Hz
500	515	15	1,4	60 Hz
800	821	21	2,1	60 Hz
CALIBRACIÓN DE VOLTAJE ALTERNO				
V	V	V	V	FRECUENCIA
75	73	-2	0,58	50 Hz
375	371	-4	0,59	50 Hz
675	670	-5	0,6	50 Hz
CALIBRACIÓN DE VOLTAJE CONTINUO				
V	V	V	V	---
100	100	0	0,58	---
500	500	0	0,58	---
900	900	0	0,58	---
-900	-900	0	0,58	---
CALIBRACIÓN DE RESISTENCIA				
Ω	Ω	Ω	Ω	---
190,0	189,9	-0,1	0,059	---
kΩ	kΩ	kΩ	kΩ	---
1,90	1,89	-0,01	0,055	---

REVESOL S.A.

CONSTANZA AHUMADA C.
 TÉCNICO METRÓLOGO

Luis Alberto Vásquez Olmos
 Firmado digitalmente por Luis Alberto Vásquez Olmos

RESPONSABLE TÉCNICO
 LABORATORIO DE CALIBRACIONES

Fin del certificado de calibración

53000C00REG079-02 Rev 2.00
 Rodrigo de Araya #1263
 Fono: (56-2) 23971000

JULIO 2018
 Santiago - Chile
 Fax: (56-2) 23971222

calibraciones@dts.cl
 www.dts.cl



N° Certificado 1542338

DICTUC - Laboratorio de Calibración
Certificado de Calibración

Cliente : REVESOL S.A.
Dirección : Avenida Miraflores, Parcela 4 y 5 S/N, Pudahuel - Santiago.
Objeto : Barras patrón con puntas planas (28)
Fabricante : Mitutoyo
Codigo : Según Barra
N° Serie : Según Barra
Identif. Cliente : =====
Pags. Certificado : 3
Fecha de calibración : 26 de Junio de 2020

Especificaciones

La calibración se realizó utilizando la instrucción de calibración IC-M.07-AM-LC, cuyos detalles pueden ser consultados por el cliente en nuestras oficinas. Se emplearon los siguientes patrones:

Patrón	Certificado Dictuc N°
Set de 112 bloques cortos, clase 0	DAkKS 0145
Set de bloques largos, clase 0	1500287
Reloj comparador 2 mm	1513811

Las condiciones ambientales durante la calibración fueron 20 ± 2 °C en temperatura, y $50 \pm 20\%$ en humedad relativa. El registro fue realizado por un termohigrómetro marca Lufft, certificado de calibración N° 1516014 de DICTUC.

La información contenida en el presente informe o certificado constituye el resultado de un ensayo, calibración o inspección técnica específica acotado únicamente a las piezas, partes, instrumentos o patrones o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido certificados por Dictuc, ni reproducir total o parcialmente el logo, nombre o marca registrada de Dictuc, salvo que exista una autorización previa y por escrito de Dictuc. Este certificado solo puede ser reproducido en forma total. Para reproducciones parciales se debe solicitar autorización por escrito de Dictuc S.A. Los certificados de calibración sin firma y timbre no son válidos.



DICTUC, es una filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile
Av. Vicuña Mackenna N° 4860, Macul, Santiago-Chile - Fono (56 2) 2354 4624 - metrologia@dictuc.cl - www.dictuc.cl/metrologia

Para verificar este documento ingrese a <http://www.dictuc.cl/verifica> Código 4fbetu1788c2

REVESOL S.A.

Resultados de la calibración

N° Código	N° Serie	Longitud Nominal (ln)	Longitud Medida (lm)	Desviación d = lm-ln	Error de paralelismo	Incertidumbre U (d)
		mm	mm	mm	mm	mm
167-101	2004100	25	25,000	0,000	0,001	0,002
167-102	5001761	50	50,000	0,000	0,001	0,002
167-103	5018917	75	74,999	-0,001	0,001	0,002
167-104	4009797	100	100,000	0,000	0,000	0,002
167-105	5011672	125	125,000	0,000	0,001	0,002
167-106	5008188	150	149,998	-0,002	0,001	0,002
167-107	5004517	175	174,999	-0,001	0,000	0,002
167-108	5024797	200	199,999	-0,001	0,001	0,002
167-109	5013290	225	225,001	0,001	0,001	0,002
167-110	4005181	250	250,000	0,000	0,001	0,002
167-111	5006824	275	275,001	0,001	0,000	0,003
167-112	5012777	300	300,000	0,000	0,000	0,003
167-113	5023470	325	325,000	0,000	0,001	0,003
167-114	5008382	350	350,000	0,000	0,001	0,003
167-115	4011227	375	375,000	0,000	0,001	0,003
167-116	5019834	400	400,000	0,000	0,001	0,003
167-117	5008735	425	424,999	-0,001	0,000	0,003
167-118	5018803	450	449,997	-0,003	0,001	0,004
167-119	5018697	475	475,000	0,000	0,000	0,004
167-120	5014303	500	500,000	0,000	0,001	0,004
167-120	3015597	500	499,999	-0,001	0,001	0,004
167-121	3026497	525	525,001	0,001	0,001	0,004
167-122	3020527	550	550,001	0,001	0,001	0,004
167-123	3010596	575	574,999	-0,001	0,001	0,004
167-128	6123018	700	699,999	-0,001	0,001	0,005
167-129	6121822	725	724,995	-0,005	0,001	0,005
167-130	6121669	750	749,998	-0,002	0,001	0,006
167-131	6127898	775	774,999	-0,001	0,001	0,006

REVESOL S.A.

Procedimiento de calibración:

La calibración se realiza comparando la longitud de la barra con respecto a un bloque patrón de similar longitud nominal. La diferencia entre ambos se mide con un indicador milesimal. El indicador se posiciona en el centro de la cara de medición del bloque y posteriormente se desplaza al centro de la cara de medición de la barra patrón, de esta manera se determina la desviación de la barra de acuerdo a lo indicado en la tabla de resultados. El error de paralelismo es la diferencia entre la longitud máxima y mínima en cinco zonas diferentes de la cara de medición de la barra. Los resultados de la desviación corresponden a un promedio de cinco series de mediciones.

Observaciones:

La incertidumbre es igual a la incertidumbre típica multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %. La incertidumbre típica fue determinada según recomendaciones de la Guía ISO para la Expresión de la Incertidumbre en Medición.

La incertidumbre aplica a la longitud medida, y ya contiene el error de paralelismo de la barra.

La desviación fue obtenida en el centro de las caras de medición

Todos los instrumentos calibrados en nuestro laboratorio, son sometidos a un proceso de estabilización térmica mínimo de tres horas, previo a la calibración.

Nota: Para cualquier duda con respecto a la información entregada en este certificado, favor comunicarse a nuestras oficinas.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLIENTE REVESOL S. A.
DIRECCIÓN CAMINO MIRAFLORES N° 9553 PARCELA 5A PUDAHUEL,
 SANTIAGO.
ORDEN DE TRABAJO CG6420706436
FECHA DE CALIBRACIÓN 16 / 03 / 2020
FECHA EMISIÓN 16 / 03 / 2020

DESCRIPCIÓN DUROMETRO ANALOGO
FABRICANTE INSTRUMENT & MFG.
N° DE PARTE SHORE A
N° DE SERIE 92573 (DRC-001)
RANGO 0 SHORE A – 100 SHORE A
RESOLUCIÓN 1 SHORE A

CONDICIONES DE RECEPCIÓN / ENTREGA

RECIBIDO
 En tolerancia
 Fuera de tolerancia
 Inoperativo

ENTREGADO
 En tolerancia
 Uso limitado
 Reparable

OBSERVACIONES
 Conforme a carta de calibración adjunta.

TRAZABILIDAD

PATRON : SET MASAS
FABRICANTE : TROEMNER
MODELO : CLASE M2
N° SERIE : SP-0071
CERTIFICADO N° : SMA-80889; SMA-80894
VENCIMIENTO : 23/10/2023
EMISOR : CESMEC S. A.
TRAZABILIDAD : CESMEC S. A.

REVESOL S.A.

NOTA:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales. Las unidades de la medición realizada están de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). No podrá ser reproducido parcialmente. El usuario está obligado a recalibrar el instrumento a intervalos apropiados.

Los resultados mostrados en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

CARTA DE CALIBRACIÓN

REGISTRO DE LECTURAS

Lectura del Estándar (SHORE A)	Lectura del Equipo en Ensayo (SHORE A)	Desviación %
25,0	25,0	0,00
50,0	50,1	0,20
75,0	75,1	0,13
100,0	100,2	0,20

Cota	Valor Especificado	Valor obtenido
Diámetro (mm)	1.15 – 1.39	1.27
Angulo	35° ± 15'	35°
Largo (mm)	2.50 ± 0.04	2.5
Diámetro punta (mm)	0.79 ± 0.03	0.79

Lugar de Calibración	Laboratorio de Física
Ambiente	20 +/- 5 °C 50 +/- 20 % H.R.
Procedimiento utilizado	ASTM D 2240 -15 ^{E1}
Tolerancia instrumento en ensayo	+/- 1%

Fecha de Calibración: 16 / 03 / 2020


 Fernando Negrete Benítez
 Técnico Calibrador


 Víctor Araya Alfaga
 Ingeniero Metalúrgico
 Jefe Depto. de Pruebas, Ensayos y
 Calibraciones

REVESOL S.A.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CLIENTE	REVESOL S. A.
DIRECCION	CAMINO MIRAFLORES N° 9553 PARCELA 5A PUDAHUEL, SANTIAGO.
ORDEN DE TRABAJO	CG6420706436
FECHA DE CALIBRACIÓN	16 / 03 / 2020
FECHA DE EMISION	16 / 03 / 2020

OBJETO	ADHESIÓN TESTER
FABRICANTE	ELCOMETER
MODELO / N° PARTE	F106...2
N° DE SERIE	KJ00824
RANGO	0 lb/in ² – 1000 lb/in ²
RESOLUCION	100 lb/in ²

METODO DE CALIBRACION COMPARACION DIRECTA

TRAZABILIDAD

PATRON	: SET MASAS
FABRICANTE	: TROEMNER
MODELO	: CLASE M2
N° SERIE	: SP-0071
CERTIFICADO N°	: SMA-80889 - SMA-80894
VENCIMIENTO	: 23/10/2023
EMISOR	: CESMEC S. A.
TRAZABILIDAD	: CESMEC S. A.

NOTA:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). No podrá ser reproducido parcialmente. El usuario está obligado a recalibrar el instrumento a intervalos apropiados.

Los resultados mostrados en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El Laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

REVESOL S.A.

RESULTADOS DE CALIBRACION

PATRON lb/in ²	EQUIPO EN ENSAYO lb/in ²	ERROR lb/in ²	ERROR %
0,00	0,00	0,00	0,00
200,00	206,80	6,80	3,40
400,00	413,20	13,20	3,30
600,00	612,60	12,60	2,10
800,00	814,40	14,40	1,80
1000,00	1015,00	15,00	1,50

U. TOTAL k=2	:	4,29 %
---------------------	---	--------

Lugar de Calibración : Laboratorio de Metrología
Ambiente : 20 ± 5 °C 50 ± 20 % HR
Exactitud : ± 15 % Según Manual del Fabricante
Fecha de Calibración : 16 / 03 / 2020

FERNANDO NEGRETE B.
 Técnico Calibrador

VICTOR ARAYA ALIAGA
 Ingeniero Metalúrgico
 Jefe Depto. de Pruebas, Ensayos y
 Calibraciones

REVESOL S.A.

CERTIFICADO DE CALIBRACION
 CERTIFICATE OF CALIBRATION

CLIENTE / CUSTOMER	REVESOL S.A.
DIRECCION / ADDRESS	MIRAFLORES PARCELA 5A, PUDAHUEL.
ORDEN TRABAJO WORK ORDER	CG641667500201
FECHA EMISION EMISSION DATE	19/12/2016
OBJETO / OBJECT	LAMINAS DE ESPESOR
FABRICANTE / MANUFACTURER	ELCOMETER
N° DE PARTE / PART N°	-----
N° DE SERIE / SERIAL NUMBER	DK5771; EB3556; EB1622
RANGO / RANGE	-----
RESOLUCION / RESOLUTION	-----
PROCEDIMIENTO / PROCEDURE	MEDICION DIRECTA

TRAZABILIDAD / TRACEABILITY

Patrón / Standard	LENG MEASURING MACHINE
Modelo / Model	828 PC – WIN/39"
N° Serie / Serial number	1176/05
Certificado N° / Certificate N°	211016SP0001
Fabricante / Manufacture	MAHR
Vencimiento / Due	21/10/2017
Emisor / Origin	ENAER
Trazabilidad / Traceability	NIST USA

REVESOL S.A.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). No podrá ser reproducido parcialmente. El usuario está obligado a recalibrar el instrumento a intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). It may not be reproduced other than in full. The user is obliged to have the object recalibrate at appropriate intervals.

Avda. JOSÉ MIGUEL CARRERA N° 11087 (Paradero 36 ¹ / ₂ Gran Avenida) El Bosque SANTIAGO - CHILE
E-mail: metrologia@enaer.cl Teléfono 2 2383 1964 Fax : 2 2383 1707

RESULTADOS DE CALIBRACION
CALIBRATION RESULTS

NUMERO DE SERIE	VALOR NOMINAL mm	LECTURA DEL ESTANDAR mm	DESVIACION mm
DK5771	0,245	0,2478	0,0028
EB3556	0,126	0,1267	0,0007
EB1622	0,0746	0,0754	0,0008

U. TOTAL k=2	0,001 mm	
Lugar de Calibración Calibration Place	Laboratorio de Metrología - Magnitud Longitud	
Ambiente / Environment	20 °C +/- 2 °C	(50 +/- 20) % H.R.

Fecha de Calibración/Calibration Date : 19 de diciembre 2016

REVESOL S.A.

Soraya Pacheco Cabezas
 Técnico / Technician

Luis-Ramírez Oyarzo
 Jefe de Laboratorio/Head of Laboratory

LCTP 33



Per ISO 6789:2003 Section 5.3.2
 "For the first recalibration, the period of validity
 starts with the user's first operation of the torque
 tool".

First Operation Date: ___/___/20__

Certificate of Calibration

Model no. 2503MFRMH Serial Number 0318121214
 Type Micrometer adjustable
 Range 50 ft-lb - 250 ft-lb
 Manufacturer CDI Calibration Equipment ST P0045/P0035
 Accuracy of calibrator ±.25%

Set Torque	ft-lb	Tolerance ±	Readings	ft-lb	
50	50.015	0.0%	50.587	1.2%	50.41 0.8%
150	149.94	0.0%	152.04	1.4%	151.63 1.1%
250	252.02	0.8%	253.31	1.3%	252.76 1.1%
Counterclockwise torque Tolerance ±					
-50	-49.748	-0.5%	-50.054	0.2%	-50.246 0.5%
-150	-150.9	0.6%	-152.01	1.3%	-152.45 1.6%
-250	-254.32	1.7%	-255.95	2.4%	-254.84 1.9%

Result: Measured values are within tolerance according to: ASME B107.300-2010

Date: 3/9/2018 Operator: Alec Lucero Supervisor: Peter Escobedo
 Calibration is performed by comparison with reference standards which have been calibrated by a recognized NIST-laboratory and are therefore traceable to the National Institute of Standards and Technology. The issuer of this certificate bears sole responsibility for calibration and documentation thereof. Duplication of this certificate or parts hereof is prohibited. Manufacturer recommends that the calibration be checked at the earlier of 6 months or 5000 cycles after the date the torque instrument is put in service.

REVESOL S.A.

