

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

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE
ÁRIDOS EN CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.**

Trabajo de Titulación para
optar al Título profesional de
Ingeniero (E) en Mecánica de
Procesos Y Mantenimiento
industrial.

Alumno:
Renato Villar Fernández

Profesor Guía:
Sr. Marcelo Quiroz Neira

2018

DEDICATORIA

Agradecimientos:

A mis Padres que me enseñaron el valor del esfuerzo y el trabajo constante a pesar de cualquier carga que se deba llevar

A Patricio Lara, un verdadero hermano quien ha sido un apoyo incondicional en la finalización de este proceso

A Bayron Soto [Zdrok], con quien pasamos momentos de tensión semestre a semestre a lo largo de esta etapa.

A mis queridos amigos de batallas Mauricio y Adán por tantas historias fuera y dentro del mundo universitario “los jack Daniel,s”

Y a todos quienes aportaron con una palabra de apoyo y aliento para culminar esta importante etapa de mi vida.

Seguir adelante nunca fue más motivador!

RESUMEN

Enfocado en el mejoramiento continuo de los procesos, la empresa Constructora Arial Ltda. Solicita un estudio enfocado en la propuesta de un mantenimiento preventivo para los componentes mecánicos presentes en la línea uno de chancado.

El siguiente trabajo de titulación establecerá una propuesta de mantenimiento preventivo a partir de la información recopilada del actual mantenimiento (correctivo), que se lleva a cabo en la planta, estableciendo registro de las actuales condiciones sobre fallos, reparaciones y sucesos ocurridos durante el funcionamiento de la línea con anterioridad.

Tomando en cuenta de que no existen registros sobre actividades de reparaciones, fallos o eventos para la línea uno de chancado, se procede a realizar un diagnóstico que permita conocer el estado y funcionamiento de la misma, sistematizando y categorizando por subsistemas con información relevante que muestre principales fallas identificadas, tiempo promedio entre reparaciones y causas conocidas a modo de crear un registro sobre la línea.

Una vez presentados y registrados estos antecedentes se procede a realizar un análisis mediante una herramienta de gestión (principio de Pareto) que ayude a identificar los principales componentes que producen la mayoría de las fallas. El resultado de este análisis arroja tres elementos que inciden en un 80% con la causa de fallos inesperados: los raspadores, la banda de transporte y los rodamientos.

Revisando el funcionamiento de la línea de chancado, se puede apreciar que debido a un exceso de suciedad es que se producen problemas en los rodamientos y la banda transportadora, por ende el principal problema recae sobre los raspadores, cuya existencia es totalmente artesanal y no cumple con los requerimientos necesarios para mantener en óptimas condiciones de funcionamiento la línea. Es por este motivo que se recomienda la adquisición de equipos de raspadores industriales diseñados para esa tarea dentro del proceso.

Como en toda empresa, la seguridad debe ser el ítem más importante de todos, por lo cual se ha hecho una revisión a las condiciones de trabajo y seguridad presentes en la planta entregando un listado con oportunidades de mejora, que permita generar un plan de acción que complemente la seguridad laboral en la empresa.

En base a lo anterior y considerando las recomendaciones sugeridas se presenta una propuesta de mantenimiento preventivo que estipula frecuencia, maniobra y responsable de la intervención, adicionalmente se especifican detalles de cada equipo y recomendaciones del fabricante con respecto al mantenimiento.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	7
1.2 INICIO Y DESARROLLO DE CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.....	8
1.3 UBICACIÓN Y COBERTURA EN LA REGIÓN	8
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	10
1.5 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE PRODUCCIÓN	12
1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CON ROLES	13
1.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....	14
1.8 LAYOUT COMPONENTES LÍNEA 1	15
1.9 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA LÍNEA 1	16
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	23
2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	24
2.2.1. Ventajas del mantenimiento correctivo.....	25
2.2.2. Desventajas del mantenimiento correctivo	25
2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	26
2.3.1. Ventajas del mantenimiento preventivo.....	27
2.3.2. Desventajas del mantenimiento preventivo	28
2.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	28
2.4.1. Ventajas del mantenimiento predictivo.....	29
2.4.2. Desventajas del mantenimiento predictivo	30
2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO	30
2.5.1. Alcance y limitaciones	31
2.5.2. Planificación y programación	32
2.5.3. Rutinas de inspección.....	33
2.5.4. Frecuencias de rutina de inspección.....	33

2.5.5.	Rutinas de lubricación	34
2.5.6.	Frecuencias para rutinas de lubricación	35
2.6	CLASIFICACIÓN DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	35
2.7	GRADO IP DE UN EQUIPO.....	36
2.8	IDENTIFICACION DE QUE UN EQUIPO REQUIERE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	38
2.8.1.	Gestiones previas a la elaboración de un plan de mantenimiento.....	38
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN		41
3.1	DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA.....	43
3.2	HERRAMIENTA DE GESTIÓN (PRINCIPIO DE PARETO).....	50
3.3	PLAN DE ACCIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	55
3.3.1	Indicaciones de Seguridad.....	57
3.4	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA 1 DE CHANCADO.....	59
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA		73
4.1	SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO QUE LLEVA LA ORGANIZACIÓN	75
4.2	PROYECCIÓN ECONÓMICA ESPERADA CON NUEVA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO.....	79
4.3	RESUMEN COMPARATIVO.....	82
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		85
5.1	CONCLUSIONES.....	85
5.2	RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
LINKOGRAFÍA.....		93
ANEXOS.....		95
ANEXO 1 Levantamiento de principales componentes por equipo línea 1		97
ANEXO 2 Raspadores industriales		100
ANEXO 3 Insumos utilizados para determinación de costos		101

IDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1-1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.	9
ILUSTRACIÓN 1-2 COBERTURA APROXIMADA EN LA REGIÓN	10
ILUSTRACIÓN 1-3 DISPOSICIÓN DE COMPONENTES	15
ILUSTRACIÓN 1-4 BANDEJA DE ALIMENTACIÓN.	16
ILUSTRACIÓN 1-5 CINTAS TRANSPORTADORA.	17
ILUSTRACIÓN 1-6 CHANCADOR DE MANDÍBULA.	17
ILUSTRACIÓN 1-7 HARNERO VIBRATORIO	18
ILUSTRACIÓN 1-8 CHANCADOR DE CONO.....	19
ILUSTRACIÓN 1-9 LAVADOR DE ARENA	19
ILUSTRACIÓN 2-1 DESIGNACIÓN SIGLAS IP.....	36
ILUSTRACIÓN 2-2 SELECCIÓN GRADO IP	37
ILUSTRACIÓN 3-2 DIAGRAMA DE PARETO POR CANTIDADES DE FALLAS.....	53
ILUSTRACIÓN 3-3 DIAGRAMA DE PARETO POR TIEMPO DE DETENCIÓN	54
ILUSTRACIÓN 3-4 BANDEJA DE ALIMENTACIÓN	59
ILUSTRACIÓN 3-5 CINTAS TRANSPORTADORA.....	61
ILUSTRACIÓN 3-6 CHANCADO DE MANDÍBULA.....	63
ILUSTRACIÓN 0-1 HARNERO	65
ILUSTRACIÓN 0-2 CHANCADOR DE CONO.....	67
ILUSTRACIÓN 0-3 LAVADOR DE ARENA.....	69
ILUSTRACIÓN 4-1 COSTO DE MANTENIMIENTO ACTUAL VERSUS COSTO PROPUESTA DE MANTENIMIENTO SUGERIDA.....	83

INDICE DE TABLAS

TABLA 2-1 REQUISITOS PARA ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO	39
TABLA 3-1 FALLAS FRECUENTES Y PRINCIPALES AVERÍAS BANDEJA DE ALIMENTACIÓN	44
TABLA 3-2 FALLAS FRECUENTES Y PRINCIPALES AVERÍAS CINTAS TRANSPORTADORAS	45
TABLA 3-3 FALLAS FRECUENTES Y PRINCIPALES AVERÍAS CHANCADOR DE MANDÍBULA	46
TABLA 3-4 FALLAS FRECUENTES Y PRINCIPALES AVERÍAS HARNERO	47
TABLA 3-5 FALLAS FRECUENTES Y PRINCIPALES AVERÍAS CHANCADOR DE CONO	48
TABLA 3-6 FALLAS FRECUENTES Y PRINCIPALES AVERÍAS LAVADOR DE ARENAS	49
TABLA 3-7 CANTIDAD DE FALLAS Y TIEMPO DE DETENCIÓN	50
TABLA 3-8 ORDEN DESCENDENTE POR CANTIDAD DE FALLAS Y PORCENTAJES DE CONTRIBUCIÓN	51
TABLA 3-9 ORDEN DECENDENTE POR TIEMPO DE DETENCIÓN Y PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	52
TABLA 3-10 MANTENIMIENTO BANDEJA DE ALIMENTACIÓN	59
TABLA 3-11 PROCESOS PARA REALIZAR MANTENIMIENTO	60
TABLA 3-12 MANTENIMIENTO CINTAS TRANSPORTADORAS	61
TABLA 3-13 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE CINTAS TRANSPORTADORA	62
TABLA 3-14 MANTENIMIENTO CHANCADOR DE MANDÍBULA	63
TABLA 3-15 PROCESO DE MANTENIMIENTO CHANCADOR DE MANDÍBULA	64
TABLA 0-1 MANTENIMIENTO HARNERO	65
TABLA 0-2 PROCESO DE MANTENIMIENTO HARNERO	66
TABLA 0-3 MANTENIMIENTO PARA CHANCADOR DE CONO	67
TABLA 0-4 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA CHANCADOR DE CONO	68
TABLA 0-5 MANTENIMIENTO LAVADOR DE ARENA	69
TABLA 0-6 PROCESO DE MANTENIMIENTO LAVADOR DE ARENA	70
TABLA 0-7 PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN RUTINARIA PARA LÍNEA DE CHANCADO	71
TABLA 4-1 MANTENIMIENTO ACTUAL BANDEJA DE ALIMENTACIÓN	76
TABLA 4-2 MANTENIMIENTO ACTUAL CINTAS TRANSPORTADORAS	76
TABLA 4-3 MANTENIMIENTO ACTUAL CHANCADOR DE MANDÍBULA	77
TABLA 4-4 MANTENIMIENTO ACTUAL HARNERO	77
TABLA 4-5 MANTENIMIENTO ACTUAL CHANCADOR DE CONO	78
TABLA 4-6 MANTENIMIENTO ACTUAL LAVADOR DE ARENA	78
TABLA 4-7 PROYECCIÓN MANTENIMIENTO ESPERADO BANDEJA DE ALIMENTACIÓN	79
TABLA 4-8 PROYECCIÓN MANTENIMIENTO ESPERADO CINTAS TRANSPORTADORAS	79
TABLA 4-9 PROYECCIÓN MANTENIMIENTO ESPERADO CHANCADOR DE MANDÍBULA	80
TABLA 4-10 PROYECCIÓN MANTENIMIENTO ESPERADO HARNERO	80
TABLA 4-11 PROYECCIÓN MANTENIMIENTO ESPERADO CHANCADOR DE CONO	81
TABLA 4-12 PROYECCIÓN MANTENIMIENTO ESPERADO LAVADOR DE ARENA	81
TABLA 4-13 RESUMEN COSTOS MANTENIMIENTO ACTUAL VERSUS COSTOS ESPERADOS PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	82

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

mm	=	milímetros
m	=	metros
Ton / hrs	=	toneladas por hora
M / s	=	metros por segundo
Gal / min	=	galones por minuto
Ø	=	diámetro
”	=	pulgadas
Hp	=	Horse power / caballos de fuerza
KW	=	kilo watt
Ton	=	toneladas
Cubos / hr	=	metros cubicos por hora
Kg	=	kilogramos
gr	=	gramos

INTRODUCCIÓN

Ya es sabido que la industria del procesamiento de materia prima en Chile está en creciente desarrollo, y que los costos asociados a este gran sector productivo cada vez aumentan, lo hace la energía que consumen, lo hacen los materiales e insumos que compran para mejorar o mantener en buen estado sus equipos, aumentan los costos de traslado, de envío, etc.

Por otra parte, Chile viene observando que muchos países desarrollados han implementado medidas para optimizar el consumo energético y contribuir a la reducción de emisiones contaminantes y buenas prácticas energéticas. Por ello hace ya una década aproximadamente que se viene instaurando en el país la mentalidad tanto industrial como a cada persona de “poseer conciencia ecológica” que ayude a mejorar y mitigar los daños al medio ambiente.

Uno de los más grandes desafíos industriales es encontrar un equilibrio entre el uso energético y la producción esperada. Para esto se debe recurrir a todas las opciones disponibles que permitan aprovechar de manera más eficiente su funcionamiento, y es justamente aquí donde encontramos el apartado del mantenimiento. Tema a desarrollar desde los años 40, en que la maquinaria poseía casi nula mantención hasta hoy en día donde hay programas de mantenimiento complejo, minucioso y sistemático.

Tomando en cuenta el grado de desarrollo de Chile, y con alturas de mira hacia países desarrollados como EE.UU, China, España, etc. Se intenta seguir una senda que apunte hacia el mejoramiento continuo de todas las empresas, buscando y motivando un trabajo “limpio” dejando atrás el pensamiento de utilizar el equipo de manera descuidada hasta que falle algún componente o cese su funcionamiento por algún motivo para luego acudir a la reparación sin dejar registros o realizar un estudio que permita saber por qué sucedió la falla o cual fue el procedimiento que se realizó para solucionarlo.

Se hace indispensable mantener todos los equipos de una empresa en buen estado de funcionamiento con procesos de mantenimiento adecuados que ayuden a disminuir el consumo energético y desgaste de piezas permitiendo alargar la vida útil de las diversas líneas de producción donde pueda aplicarse un tipo de mantenimiento, contribuyendo de manera positiva a la disminución de contaminación ambiental, disminución de costos asociados por detenciones de planta no programadas y/o repuestos difíciles de conseguir, mejorando la eficiencia de la producción al otorgar una confiabilidad estable mediante un estudio de fallos oportunos que permita anticipar posibles problemas que se generen por el uso del equipo.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para los componentes mecánicos presentes en la línea uno de procesamiento de áridos en la empresa CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener y categorizar fallas frecuentes que se presentan en el proceso productivo de fabricación de material pétreo.
- Revisar y registrar el plan de mantenimiento correctivo actual que se lleva a cabo en la línea de procesamiento.
- Elaborar una propuesta de mantenimiento preventivo en base al estudio de análisis de fallas, que aporte seguridad en el proceso productivo y operacional de la planta.
- Evaluación técnica y proyección económica, tomando en cuenta las mejoras sugeridas.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desde sus inicios en el año 2010, Constructora Arial Ltda. Tuvo la oportunidad de fabricar algunas de sus cintas transportadoras para comenzar el proceso productivo, sin embargo, como la mayoría de los equipos restantes eran reacondicionados y vueltos a poner en marcha para funcionamiento, no contaban con ningún tipo de experiencia ni catálogos que guiaran sus trabajos de mantenimiento, lo que obligó a esta empresa a funcionar en base de la prueba y error prácticamente en el área del mantenimiento.

Para la dirección de la empresa bastaba con dar funcionamiento a la línea de producción hasta que ocurriese el desperfecto, sin enfocar grandes esfuerzos por mejorar el proceso de mantención. No obstante, cuando la empresa comenzó a tener una mayor demanda de producción, la dirección consideró la posibilidad de instaurar mantenimientos básicos, basados en la lubricación excesiva de todos los componentes que lo requirieran, si bien es cierto que actualmente para este tipo de empresas en crecimiento el mantenimiento para las plantas de áridos generalmente es del tipo correctivo, es decir, la falla se repara una vez ocurrido el evento o desperfecto, no es la mejor opción si se puede planificar un mantenimiento. En Constructora ARIAL Ltda. La situación no deja de ser similar a esta condición, guiándose solamente por el mantenimiento correctivo, que a lo largo del tiempo ha desencadenado una serie de problemas tales como detenciones de la línea no programados por fallos de equipos, disminución en la vida útil de ciertos componentes como rodamientos, polines de carga y retorno, etc., eventos que en consecuencia generan retraso en la entrega de productos, incumplimiento de contratos y muchas veces por falta de producción pierden potenciales clientes. Adicionalmente, otro conflicto que se presenta en este proceso es que la empresa no cuenta con un registro sobre los fallos, reparaciones o sucesos ocurridos durante el funcionamiento de la línea, dificultando aún más dicha labor sobre un cambio en la forma de afrontar el mantenimiento.

Es por ello que Constructora Arial Ltda. Ha solicitado la realización de un estudio que permita generar una propuesta de mantenimiento preventivo para la línea 1 de procesamiento, que permita complementar, documentar y sistematizar sus actuales procedimientos.

1.2 INICIO Y DESARROLLO DE CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

Ubicada en la Región del Maule, en la provincia de Linares, Constructora Arial Ltda. Inicia su proceso productivo en el año 2010, sólo con una línea de producción artesanal. En ese momento la empresa sólo producía arena, graba y gravilla con un chancador de mandíbula y un chancador de cono, ambos de origen americano. Posteriormente complementa su proceso con una segunda línea de producción incluyendo otro chancador de mandíbula y un chancador de cono de origen chino, que le permite agregar a sus productos de venta la base estabilizada. Desde su inicio su principal materia prima es el integral (mezcla de arena y piedra extraída desde el Rio Achibueno y Ancoa).

Actualmente Constructora Arial Ltda. Cuenta con 2 líneas de producción, cuyo detalle principal es que los chancadores son adquiridos de segunda o tercera mano, debido al elevado costo que significan equipos de esta envergadura.

En diciembre del 2016 constructora Arial Ltda. Firma contrato por suministros de materia prima (áridos) con la empresa de hormigones BSA, para la cual debe dar abasto suficiente entre el requerimiento que solicite BSA hormigones y el de sus clientes a diario, planeando la adquisición de un chancador de impacto que permita aumentar su producción.

1.3 UBICACIÓN Y COBERTURA EN LA REGIÓN

Constructora Arial Ltda. se encuentra situada en la Región del Maule, provincia de Linares, rumbo a la costa en el sector camino a Palmilla fundo san Luis sin número, a orillas del rio Ancoa y cercano al rio Achibueno, tal como se muestra en la imagen a continuación :

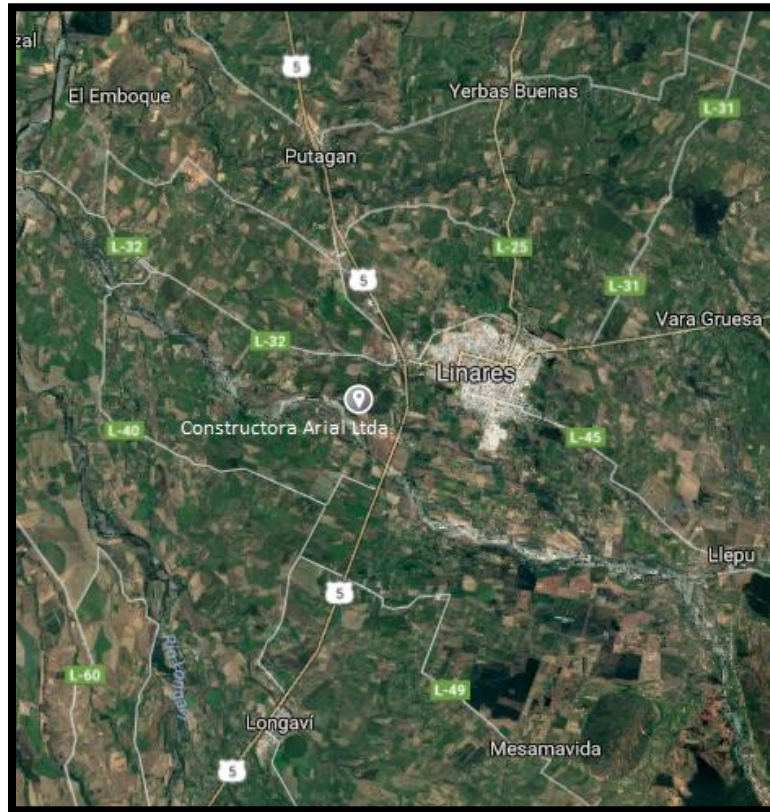


Ilustración 1-1 Ubicación geográfica Constructora Aerial Ltda.

Fuente: Google maps

Con respecto a la cobertura de la empresa, cabe mencionar que ha desempeñado trabajos a lo largo de casi la totalidad de la séptima región. Pero a pesar de tener la capacidad extender su zona de trabajo fuera de la región, la empresa constructora ARIAL Ltda. Prefiere mantener sus límites acotados a la región del Maule, sin descartar el abastecimiento hacia regiones aledañas si fuese necesario.

La imagen a continuación muestra de manera gráfica el rango aproximado de abastecimiento actual para la constructora Aerial Ltda.

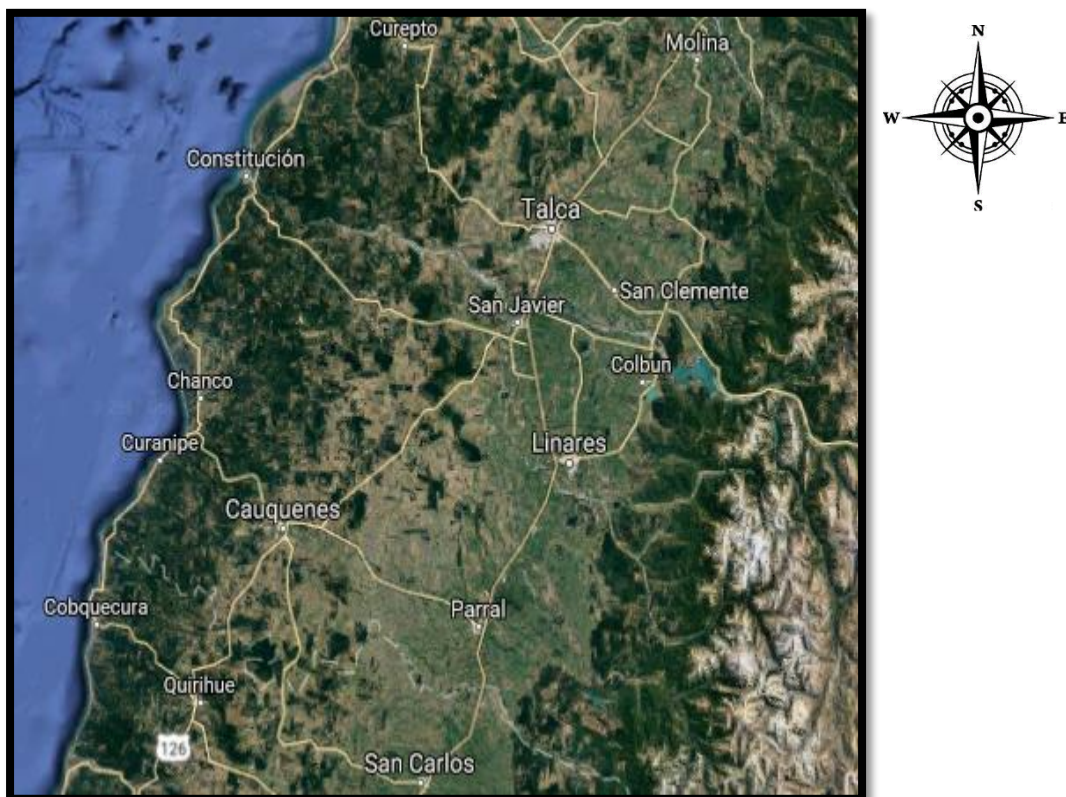


ILUSTRACIÓN 1-2 COBERTURA APROXIMADA EN LA REGIÓN

Fuente: Google maps

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Constructora Arial Ltda. Licitada para extraer “integral” desde un sector habilitado entre el río Ancoa y el río Achibueno, ambos ubicados en el kilómetro 305 aproximadamente de la ruta 5 Sur. Es aquí donde todo el proceso de manufactura da inicio, cuando se cargan los camiones tolva de entre 17 a 22 cubos (metros cúbicos) cada uno mediante una excavadora para que trasladen los lotes de integral a dos direcciones.

La primera es al acopio de las cintas de procesamiento, en donde caen a una tolva de alimentación que se encarga de almacenar el integral que va a ser procesado en la línea. Una vez en la tolva de alimentación, el integral se va dosificando a través de la bandeja de alimentación, donde mediante una cinta transportadora es llevado directo al chancador de muela o chancador primario, donde cae el integral con piedras de diferentes dimensiones para ser triturados a un tamaño de 3 pulgadas de diámetro en promedio.

Luego pasan a otra cinta de transporte denominada cinta de alimentación principal, que dirige el material triturado a 3 pulgadas hasta un harnero de 3 tamices: el primer nivel del harnero consta de un tamiz para separar todas aquellas partículas sobre medida, o sea,

sobredimensionadas a 1 ½ pulgadas, las que caen a un chancador de cono o chancador secundario, que las vuelve a triturar para dejarlas a la medida antes mencionada (1 ½ pulgadas), luego caen a una cinta transportadora de retorno para ser tamizadas nuevamente.

El segundo nivel de tamiz del harnero consta de una malla metálica con aberturas de ¾ de pulgadas, la cual separa la grava con un diámetro promedio de 1 ½ pulgadas del resto de los productos.

El tercer y último nivel del harnero posee una malla metálica de tamizado con aberturas inferiores a 8 [mm] que separa la gravilla de la arena.

Tanto el segundo nivel para la grava como el tercer nivel para la gravilla se van directos al acopio de cada uno de esos productos.

Y finalizando el proceso del harnero, está la caída libre hacia el piso del mismo equipo, donde mediante gravedad cae el material más particulado que va a dirigirse al siguiente paso del procesamiento del integral: el lavador de arena, donde como su nombre lo indica, pasa el material con todas las impurezas (generalmente sólo tierra), a través de un baño de agua estacionaria, y mediante un tornillo sin fin la arena es empujada hacia afuera cayendo en una cinta transportadora que conduce el material lavado hacia el acopio final.

La segunda dirección a la cual pueden dirigirse los lotes de integral recién extraídos del río, es el “acopio interno”, donde simplemente se deposita el integral que no va a ser procesado de inmediato para su posterior uso cuando el río u otros factores no permita alimentar las líneas de procesamiento directamente desde el río.

1.5 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE PRODUCCIÓN

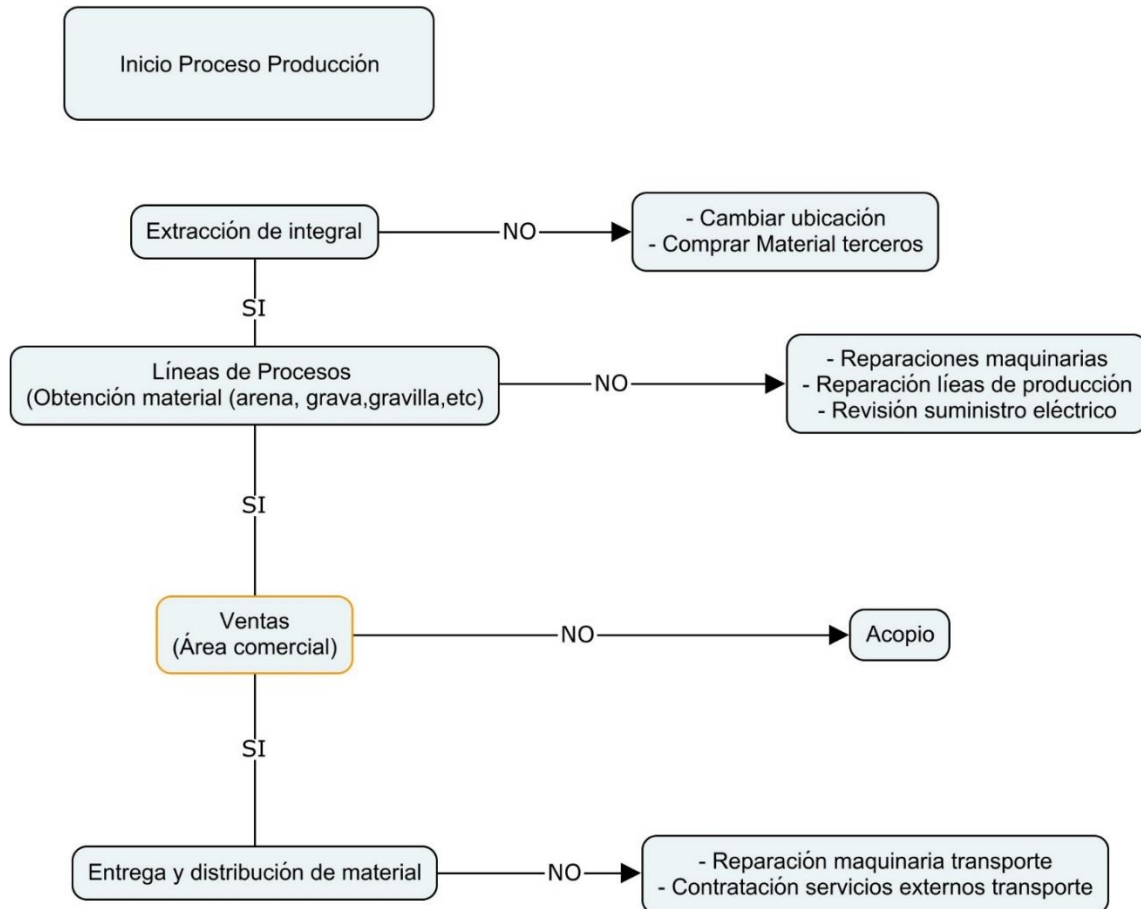


Diagrama 1-1 Diagrama de flujo para producción en Constructora Arial Ltda.

Fuente: Elaboración propia

1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CON ROLES

El total de personas que intervienen y ejecutan el funcionamiento en la parte operacional de la planta es 10. La presentación del organigrama sobre la empresa Constructora Arial Ltda. Queda de la siguiente manera:

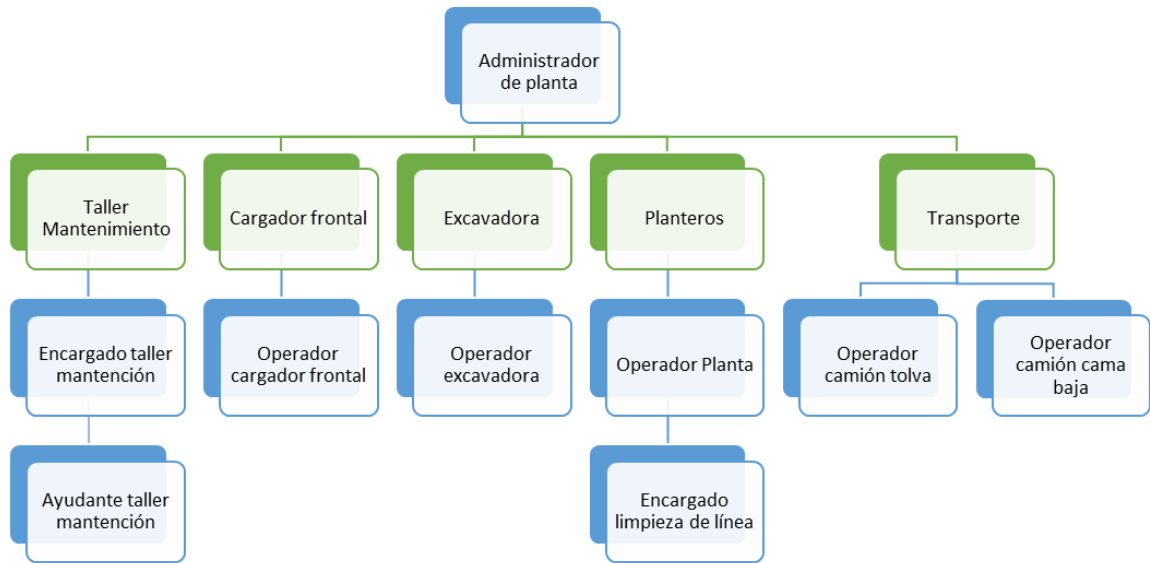


Diagrama 1-2 Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar el administrador de la planta en constructora Arial Ltda. es el encargado de velar por el correcto funcionamiento y supervisión de cada uno de los roles que desempeñan los diferentes operadores de sección en la parte operacional de la planta; adicionalmente, la particularidad del rol de administrador no culmina solo en control y supervisión, ya que en algunos casos la empresa solicita salidas a terreno para inspección y evaluación de proyectos o trabajos relacionados con el rubro de los materiales pétreos que suministran, y en algunos casos cuando la situación lo amerita la cotización de nueva maquinaria o refacciones para los equipos presentes en la planta.

Por otra parte, cabe resaltar que en la sección del taller de mantenimiento, es preciso acotar que el rol desempeñado por el mecánico guía no se limita tan solo a la parte de mantener en óptimas condiciones de funcionamiento las líneas de producción, sino que, también cuando la situación lo amerita es parte fundamental del montaje y desmontaje de equipo nuevo, fabricación de componentes para las adaptaciones que se requieran en caso de traer equipos reacondicionados a la planta y puesta en marcha para equipos nuevos o modificaciones a líneas de producción.

1.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

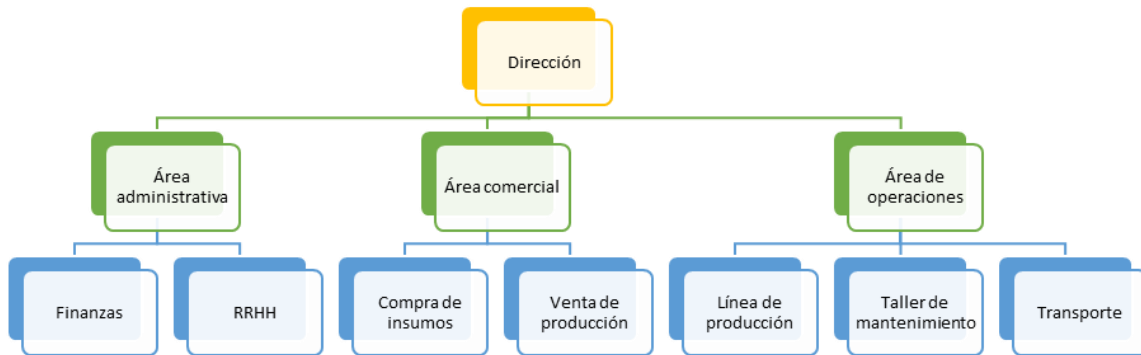


Diagrama 1-3 Sobre la estructura organizacional de Constructora Arial Ltda.

Fuente: Elaboración propia

Constructora Arial Ltda. Puede subdividirse en 3 departamentos bajo el control de la dirección, que en este caso se trata del fundador y dueño de la empresa. El área administrativa se compone principalmente de contadores y un subgerente a cargo del departamento, donde se ejecutan los planes financieros correspondientes a recursos económicos y recursos humanos. El área comercial, está encargada principalmente de dos grandes procesos; el primero la compra y cotización de insumos para la empresa en general y es el organismo encargado de la recepción de clientes para las ventas de materiales pétreos involucrados en el rubro de la empresa. Por último, se encuentra el área de operaciones (la planta de chancado propiamente tal), cabe resaltar que la planta de chancado es la parte de la empresa que está en análisis, los otros departamentos se encuentran ubicados en oficinas en sectores aledaños.

Entonces, retomando con el área de operaciones, tenemos la línea de producción donde se lleva a cabo el proceso de fabricación del material pétreo, el taller de mantenimiento que tiene a cargo las tareas de salvaguardar el correcto funcionamiento del proceso y mantener en estado aceptable las operaciones que se requieren para lograrlo, finalmente el apartado del transporte se encarga de las funciones de traslado tanto de la maquinaria (para extraer materia prima para el proceso, equipos o piezas de gran envergadura, etc.) como también del producto final en caso de que se distribuya mediante ventas directas.

1.8 LAYOUT COMPONENTES LÍNEA 1

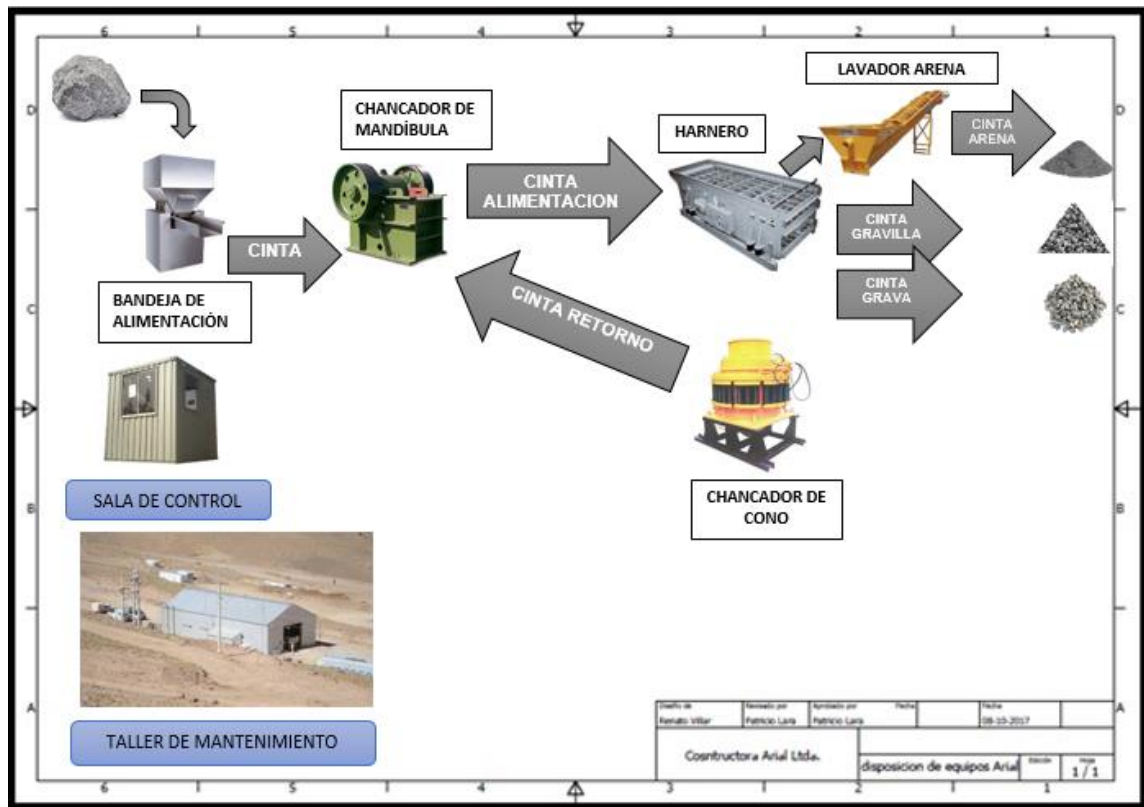


Ilustración 1-3 Disposición de componetes

Fuente: Elaboración propia

Como lo indica la figura 1.6, la distribución de los equipos está dada por el orden en que se va triturando la materia prima o integral en este caso. Desde el punto de extracción o acopio, el integral es trasladado al buzón donde se introduce al sistema mediante una cinta transportadora que lo deja caer al chancador de cono; una vez que pasa por este equipo, el integral ya triturado a 3 pulgadas aproximadamente, avanza por una cinta transportadora de alimentación que da con el harnero, el harnero cuando tamiza los diferentes tamaños del producto que le llega, envía a cuatro direcciones diferentes los tamaños de material pétreo en proceso. Todo aquel material que este sobre 1 ½ pulgadas es conducido al chancador de cono que tritura las partículas para dejarlas en la medida antes mencionada, desde el chancador de cono caen a una cinta transportadora de retorno, que inserta el material nuevamente a la cinta transportadora de alimentación, la cual conduce al harnero. En el segundo nivel el harnero conduce todo aquel material de medidas 1 ½ de pulgada en promedio hacia la cinta de grava, el tercer nivel del harnero deriva todas aquellas partículas de medidas inferiores a 1 ½ pulgadas y mínimo ¾ de pulgada hacia la cinta de gravilla y por último el nivel inferior del harnero conduce todas

aquellas partículas de tamaño menor a 8 [mm] hacia el lavador de arena, donde se enjuaga la tierra del producto en para ser conducido hasta la cinta de arena.

1.9 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA LÍNEA 1

Bandeja de alimentación: Como su nombre lo indica, se utiliza para la alimentación de materiales desde el punto donde se deja el acopio para procesado y dosifica la cantidad de integral que pasa a la cinta que llega hasta el chancador primario



Ilustración 1-4 Bandeja de alimentación.

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Cintas transportadoras: Se trata de un sistema de transporte constituido por una banda que gira entre un rodillo de tracción y un rodillo de cola, mediante la fricción de este sistema impulsado por un motor eléctrico a través de un reductor. A lo largo de la línea 1 podemos encontrar varias cintas transportadoras de diversas longitudes, pero su finalidad siempre acaba siendo la de trasladar el material pétreo desde un punto al siguiente.



Ilustración 1-5 Cintas Transportadora.

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Chancador de mandíbula: Es un equipo para procesamiento de material desde un volumen inicial a otro de menor tamaño que el original. Su principio de funcionamiento se basa en la disminución del tamaño de los objetos mediante la compresión repetitiva.



Ilustración 1-6 Chancador de mandíbula.

Fuente: Constructora Arial Ltda

Harnero Vibratorio: Este equipo tiene por objetivo la discriminación del tamaño de las partículas que pasan a través de los diferentes niveles que posee. En forma simplificada, un harnero puede estar descrito como una superficie con múltiples aberturas de una

determinada dimensión, que retiene todas aquellas partículas con tamaños superiores a las aberturas, dejando pasar las de menor tamaño. Una de las particularidades de este equipo es que posee mallas tamizadoras dispuestas en 3 deck, o separaciones, cada deck está compuesto por 4 paños de malla (superior con abertura de 1 ½", intermedia con abertura de ¾" e inferior con abertura inferior a 8 [mm]).



Ilustración 1-7 Harnero Vibratorio

Fuente: constructora Arial Ltda.

Chancador de cono: Este equipo es el encargado de la trituración más fina, generalmente es usado en la etapa de chancado secundario. Se ubica a continuación del harnero vibratorio con la misión del chancado dentro de las medidas requeridas para que el material pétreo esté bajo las dimensiones de trabajo solicitadas. Es un equipo de la marca TelSmith de 3 pies y su origen es americano



Ilustración 1-8 Chancador de cono

Fuente: Constructora Arial Ltda

Lavador de arena: Este equipo es el encargado de la separación del material orgánico con respecto a las partículas minerales mediante el agua estancada presente en la piscina del lavador. Una vez realizada la separación de la parte orgánica, la arena ya lavada se extrae mediante un tornillo sin fin, que conduce el material a una cinta transportadora para su acopio, deshidratando la arena mediante gravedad a lo largo del tornillo. Algunas de sus principales características son que posee un soporte intermedio para evitar que se pandee la estructura debido a su largo (7.62 [m]), tiene una capacidad entre 50 y 100 [ton/hrs], la velocidad de giro del tornillo es de 21 [m/s], el agua mínima requerida es entre 180 y 700 [gal/min].



Ilustración 1-9 lavador de Arena

Fuente: constructora Arial Ltda

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como: El conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien a un estado especificado o en capacidad de asegurar un servicio determinado.

También se debe agregar que estos conceptos son nociones de acciones que se deben tomar antes del montaje de los bienes y de la vida útil nominal de los equipos, que también son las que determinan qué acción o acciones se debe llevar a cabo.

Conocer acerca de los diferentes tipos de mantenimientos disponibles para las industrias hoy en día no es tarea fácil, más cuando hay una infinidad de técnicas en desarrollo para cada tipo de organización y maquinarias, además, muchos autores de grandes libros dan su punto de vista y enfoque al mantenimiento.

A grandes rasgos, el mantenimiento se define como una práctica sistemática de realizar operaciones básicas de limpieza, lubricación, inspección, pruebas, ajustes, aprietes, regulaciones, reemplazo de piezas o componentes, servicio técnico, reparaciones menores, y, en algunos casos reconstitución mayor de equipos. Todo esto con el objetivo de disponer de los equipos de una empresa en condiciones de operación confiable, eficiente y segura, obteniendo productos de calidad y con bajas emisiones contaminantes al medio ambiente.

Teniendo en cuenta que el mantenimiento pretende maximizar la disponibilidad global de los equipos de una planta o empresa para sustentar el programa de producción, se puede clasificar el mantenimiento en diversos tipos:

- Correctivo
- Preventivo
- Predictivo

Y, si no hay un mantenimiento en la planta, podemos describirlo como “sin mantención”, en el cual podemos encontrar:

- Reemplazo
- Fin de faena

Para este último grupo (sin mantención), cuando se refiere al reemplazo de componentes se trata de equipos o elementos desechables. Por otra parte, en el apartado de fin de faena, se ubican aquellos equipos que se desechan, venden o se destruyen.

Retomando el primer grupo de mantenimiento anteriormente mencionado, podemos describir las características de cada uno de ellos de la siguiente manera:

2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Corresponde al mantenimiento que se realiza con el fin de corregir los defectos que presenta un equipo o una maquina durante su funcionamiento, también es denominado como mantenimiento “A la falla”, y su accionar ocurre una vez que la falla se produjo. Generalmente se actúa dependiendo de los recursos disponibles en el momento: mano de obra, equipos y herramientas, repuestos e insumos, entre otros.

El Mantenimiento correctivo puede ser de emergencia o programado. El mantenimiento reactivo de emergencia, supone que el nivel de la falla obligue a una intervención inmediata de mantenimiento, actuando sin una planificación previa, investigando el incidente in situ y sin un diagnóstico previo. Sumándose a estas condiciones tenemos que la disponibilidad de recursos normalmente no es la mejor, el personal de mantenimiento trabaja contra el tiempo, afectando los niveles de seguridad, realizando el trabajo bajo presión, resultando una calidad de la reparación deficiente.

Si el mantenimiento reactivo de emergencia es del tipo provisorio, significa que el trabajo de reparación no se hace a plenitud, donde el equipo reparado queda trabajando en condiciones que afectan directamente su confiabilidad operacional, el equipo no logra recuperar su capacidad nominal de producción y se debe programar una acción de mantención que seguramente no estaba contemplada en el programa original de mantenimiento de la planta.

En el caso de que el mantenimiento reactivo de emergencia sea definitivo, quiere decir que el trabajo se realiza a plenitud, donde no sea necesario programar una nueva intervención de emergencia al equipo, recuperando así la plena capacidad nominal de producción del equipo intervenido.

En caso de que el mantenimiento reactivo sea programado, se encuentra la posibilidad de que la falla permita continuar con la operación del equipo por un periodo breve, además se dispone de tiempo para realizar algún nivel de programación de la reparación en un corto periodo, a lo sumo puede generar un cambio en las prioridades de mantenimiento, en este tipo de casos generalmente el programa de mantenimiento general de la planta se ve modificado por este tipo de programación de emergencia.

Si el mantenimiento reactivo programado es provisorio, entonces a pesar de la programación breve, la reparación no se lleva a cabo en su totalidad a causa de la falta de

recursos o que el equipo deba ser reincorporado a la línea de producción. En estos casos por lo general se debe programar una acción de mantenimiento que no estaba contemplada en el programa de mantenimiento original de la planta.

En el caso de que el mantenimiento reactivo programado sea definitivo, el trabajo de reparación se lleva a cabo a plenitud, no siendo necesario programar una nueva intervención de emergencia al equipo, resultando en la recuperación completa de la producción nominal y donde el programa de mantenimiento de la planta no sufre modificaciones significativas.

2.2.1. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Para este tipo de mantenimiento la principal ventaja es que permite alargar la vida útil de los equipos y maquinaria mediante la corrección de fallas y reparación de piezas. En este sentido, libra a la empresa de la necesidad de comprar un equipo nuevo, cada vez que se incurra en alguna avería, lo cual generaría un aumento en los costos. Además, otra de las ventajas de realizar mantenimiento correctivo es la posibilidad de programarlo con antelación a cualquier desperfecto o falla, de modo que se puedan prevenir accidentes y evitar incurrir en bajas de producción.

Otras ventajas que cabe mencionar son:

- Bajo costo en la planificación, debido a que es casi nula.
- Menor costo de reparaciones.
- Se maneja un stock de repuestos reducido, disminuyendo gastos de inversión.

2.2.2. DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las desventajas más características del mantenimiento correctivo están relacionadas con la dificultad, en diversas ocasiones, de predecir un fallo. Provocando una irremediable detención obligatoria de emergencia sobre la producción mientras se detecta el desperfecto, se consigue el repuesto o modificación necesaria y se vuelve a poner en marcha todo el proceso. En este sentido, los costos y tiempos de reparación, cuando ocurre un imprevisto de estas características son siempre una interrogante a resolver.

Otras desventajas citadas para este tipo de mantenimiento son:

- No se puede estimar el tiempo para la reparación en caso de una falla de imprevista.
- Se hace muy probable que se originen algunos fallos o desajustes al momento de la ejecución, resultando en un mayor tiempo de detención y puesta en servicio.
- Monetariamente no se posee certeza de cuánto podría costar la reparación.
- Falta de repuestos por inventario reducido
- Incumplimiento de normas de seguridad, debido a la presión que el personal posee para la reparación de la falla.

2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento es aquel que se realiza con la intención de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, realizando revisiones preventivas o periódicas. En tanto, sus actividades están controladas por el tiempo y generalmente se basa en la confiabilidad de los equipos.

El mantenimiento preventivo se divide en dos grandes grupos: Sistemático y No Sistemático, los cuales a su vez pueden subdividirse en varios grupos más que se describen a continuación.

Cuando el mantenimiento preventivo es sistemático, la acción de mantenimiento se anticipa a la falla de acuerdo a un patrón sistemático que normalmente es recomendado por el fabricante del equipo. Cuando no se cuenta con esta información de fabricante por diversos motivos, el patrón sistemático debe estar determinado por la experiencia propia de las condiciones de uso y fallas recurrentes del equipo.

El mantenimiento preventivo sistemático puede ser de periodo fijo, lo que significa que la acción de mantenimiento se programa en función del tiempo basado en el calendario, se usa generalmente cuando un componente tiene vida útil establecida en el tiempo.

Por otra parte cuando el mantenimiento preventivo sistemático es por un periodo flexible, la acción de mantenimiento se programa en función de las unidades producidas, utilizadas por lo general en las faenas con tandas de producción. Su principal uso se da cuando un componente del equipo tiene una vida útil establecida en ciclos de trabajo.

En cambio el mantenimiento preventivo No Sistemático se refiere a la acción de mantenimiento programada en función del estado del equipo. Su fundamento se basa en mantener una o más variables bajo control, tendiendo a tener la funcionalidad del equipo controlada. Puede subdividirse en tres categorías:

La primera es según condición, donde la acción de mantenimiento se programa en función de variables no sistemáticas, donde la determinación de mantenimiento está basada en mediciones distintas del tiempo como variable, que generalmente se toman de datos recogidos de un programa de inspección. Dichas inspecciones del programa de inspección pueden ser: análisis de aceite, análisis de vibraciones, termografía, ultrasonido, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, etc.

La segunda categoría es condicionada a la producción, donde la acción de mantenimiento se programa en función del nivel de producción (tiempo de uso del equipo), exige una buena coordinación con producción y las variaciones del programa de producción. Se basa principalmente en datos de producción y despacho.

Y la tercera categoría es el mantenimiento preventivo No Sistemático condicionado a otra mantención, el cual posee la acción de mantenimiento programando en función de la intervención de un equipo mayor. Exige una buena coordinación con producción y además con toda la planta, incluyendo las coordinaciones necesarias con servicios externos.

2.3.1. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como ya se había mencionado anteriormente, el tipo de mantenimiento preventivo es el que resulta de las inspecciones periódicas que revelan condiciones de falla, y su objetivo es reducir los paros de planta no previstos y la depreciación excesiva de los equipos en una determinada línea de proceso, que muchas veces resultan debido a negligencias en las que se pueda incurrir.

Dentro de sus ventajas se presenta:

- Bajos costos monetarios en relación con el mantenimiento predictivo.
- Incremento de la vida útil de los equipos y maquinaria de producción.
- Reducción considerable del riesgo por fallas o fugas.
- Reducción importante de la probabilidad de paradas de planta imprevistas.

- Permite además llevar un control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los diferentes equipos presentes en una empresa o línea de producción.
- Los trabajos pueden ser programados a futuro, sin afectar las actividades de producción y se dispone de tiempo para realizar todas las actividades que no son posibles de realizar mientras el equipo se encuentra en funcionamiento.

2.3.2. DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Por mencionar desventajas de este tipo de mantenimiento la literatura coincide en que hay pocas, comparándolo con otro tipo de mantenimiento como el correctivo por ejemplo. Sin embargo existen ciertos puntos débiles, en los que solo se pueden mejorar con pericia y conocimiento en el tema.

Dentro de estas pocas desventajas cabe destacar:

- Que se requiere por parte del personal la experiencia suficiente en materia de mantenimiento, como del manual de recomendaciones que es entregada por el fabricante para poder lograr llevar a cabo un mantenimiento pleno de los equipos en cuestión.
- Otro problema característico del mantenimiento preventivo, es que no es posible determinar con exactitud el desgaste o depreciación de los componentes presentes en los equipos.

2.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento proactivo basa su metodología de funcionamiento en sistemas predictivos, pero, para identificar y corregir las causas de los fallos en la maquinaria analizada, es necesario un compromiso mayor por parte del personal de mantenimiento involucrado.

Este tipo de sistemas de mantenimiento sólo son aconsejables o viables si existe detrás una organización adecuada de los recursos disponibles, una planificación adecuada de las tareas a realizar durante el periodo comprendido entre fallas, un control detallado del funcionamiento de los equipos y sobre todo, la motivación adecuada de los recursos

humanos destinados a la función de mantenimiento, acordes en lo posible al programa de la actividad industrial que se esté ejecutando.

Cabe mencionar que para este tipo de mantenimiento no solo se trata de anticipar la falla, puesto que, también se analiza el comportamiento de los equipos y deben establecerse nuevas condiciones de operación que favorezcan : la eficiencia, la confiabilidad, la productividad y la calidad del producto positivamente.

El mantenimiento proactivo puede subdividirse en tres grandes estrategias que permiten la implementación correcta de este tipo de mantenimiento:

La primera de ellas es la Ingeniería De Mantención, la cual establece las nuevas condiciones de operación, donde se realizan los cálculos de factibilidad técnica, cálculos de factibilidad económica, cálculos de factibilidad financiera, diseño y desarrollo de la innovación y finalmente culmina en la fabricación del prototipo planteado.

Le sigue la estrategia del desarrollo de un Plan Piloto, en donde se ensaye el prototipo en condiciones de operación lo más real posible al desempeño en terreno, que consta de modificaciones in situ, cálculos que sustenten las modificaciones, mediciones del nuevo comportamiento y validación de estimaciones proyectadas para valorar la aprobación del Plan Piloto.

De estar todo entre de los parámetros establecidos o esperados dentro del marco del mejoramiento que se pretende adquirir, se culmina el mantenimiento proactivo con la Implementación a Nivel Planta, que equivale a la tercera estrategia de este método de mantenimiento.

2.4.1. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Como se ha mencionado anteriormente, este tipo de mantenimiento requiere de una programación continua, de aparatos y personal especializado y comprometido.

Dentro de sus principales beneficios:

- Otorga mayor continuidad en la operación, puesto que, si en la primera revisión se detecta algún cambio necesario, se debe incurrir en la programación de otra pequeña parada para la instalación manteniendo una continuidad entre revisiones.
- Mayor confiabilidad, al utilizar aparatos y personal calificado, puesto que, los resultados deben ser más exactos.

- Utilización de menor cantidad de personal, generando una disminución de los costos en personal y en los procesos de contratación.
- Los repuestos poseen una vida útil superior, esto debido a que las revisiones son en base a resultados y no percepciones. Se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que deben ser utilizados.

2.4.2. DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

- Siempre que haya un daño, habrá una programación. Por ejemplo si al dueño le urge que la reparación se efectúe, es posible que tenga que esperar hasta la fecha en que se defina la siguiente revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante la correspondiente programación.
- Requerimiento de equipos especiales y costosos. Cuando se busca medir con exactitud y certeza, los equipos y aparatos que se utilizan suelen ser de elevados costos, llevando a buscar en muchas ocasiones alternativas para la adquisición.
- La importancia de contar con la capacitación adecuada del personal. A pesar de que entre sus ventajas aparezca que la cantidad de personal es menor; éste debe contar con conocimientos lo más actualizados posibles y la calificación correspondiente de ser el caso, elevando el costo de este nivel de personal, y quizá disminuyendo las opciones disponibles según sea el caso.
- El costo en su implementación. Por lo que significa manejarse mediante programaciones de trabajo.

2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO

Las acciones de carácter pro-activo tienen como finalidad aumentar la disponibilidad de los activos industriales a través de la disminución de paradas no programadas. El mantenimiento preventivo pertenece a este grupo y tiene la característica de aprovechar el momento más oportuno para intervenir los equipos maximizando su eficiencia. Si la planificación es adecuada, es posible preparar piezas, herramientas, repuestos e insumos para el correcto procedimiento de mantención.

Sin embargo y como se verá oportunamente, si no se realiza un análisis técnico-económico adecuado y se aplica un Mantenimiento Preventivo deliberadamente, pueden incrementarse sustancialmente los gastos sin obtener mejoras en la confiabilidad y la disponibilidad.

Mediante esto formando parte de sus tareas se encuentran la sustitución periódica de partes, restauración e inspección de equipos, limpieza, lubricación y calibración de instrumentos, entre otros.

Esto se lleva a cabo a intervalos fijos de tiempo, horas de marcha, ciclos, volumen de producción, etc. Estos intervalos deben estimarse con la mayor exactitud posible y no debiera importar el estado particular del elemento a sustituir o restaurar al momento de realizar el trabajo. Normalmente es necesario que la instalación se encuentre fuera de servicio, para evitar comprometer la seguridad del personal involucrado.

2.5.1. ALCANCE Y LIMITACIONES

La propuesta de este mantenimiento preventivo tiene como alcance intervenciones programadas para la reparación del ítem o el cambio de sus componentes a intervalos fijos, sin importar su estado de condición al momento de realizar la tarea. Es vital la información que nos transmite el componente, pues permitirá optimizar y ajustar el mantenimiento para futuras intervenciones, aprovechando el momento más oportuno para detener la producción. Las tareas preventivas permiten una mejor planificación de los recursos prolongando el tiempo libre de falla, se minimizan además los riesgos en materia de seguridad operacional debido a que las acciones correctivas de emergencia aumentan notablemente la probabilidad de accidentes o incidentes.

Se deberá tener en claro la dimensión de la vida útil, pues todos los reemplazos realizados prematuramente se traduce en vida útil desperdiciada imposible de recuperar.

Dentro del plan de mantenimiento preventivo se pueden encontrar:

- Conservación, revisión o restauración de componentes: las acciones de conservación periódica se consideran rutinas de mantenimiento preventivo y consisten en controlar o revisar en forma programada los equipos para llevarlos a su estado de condición básica original. Generalmente requiere el desmontaje, desarme e inspección del sistema.

- Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas: transcurrido cierto intervalo algunos elementos denotan desgaste natural o fatiga, lo que conduce a un aumento importante de su probabilidad de falla. Se manifiesta fundamentalmente en componentes mecánicos móviles expuestos a corrosión, erosión, oxidación o ciclos térmicos de importancia. La sustitución del equipo a su estado original, se logra a través del reemplazo de sus partes
- Rutinas de inspección y chequeos de recorrido: no incluyen reemplazos ni restauraciones programadas, pero se integran a un plan de mantenimiento preventivo porque representan acciones concretas para la conservación de la condición básica y para corregir defectos. Su costo de realización es bajo frente a los beneficios que se obtienen
- Calibración: el ajuste de parámetros en los instrumentos de proceso valiéndose de patrones, se denomina calibración. Es una acción de mantenimiento preventivo que contempla: medir, controlar y ajustar los parámetros de proceso de acuerdo a patrones certificados. Estas rutinas permiten asegurar que los estándares de calidad solicitados se ajusten a las normativas vigentes.

Las limitaciones que se presentan son:

- Falta de compromiso por parte de la dirección de la empresa, para instaurar un cambio en los actuales procedimientos de mantención que lleva la planta.
- Poca disposición por parte del personal a ejecutar nuevos procedimientos de mantenimiento.

2.5.2. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN

El mantenimiento preventivo consiste en intervenir cíclicamente los equipos, transcurrido cierto tiempo calendario, horas de marcha, distancia recorrida, ciclos de operación u otra unidad de medida relacionada con el mecanismo de degradación. Siendo que es necesario detener la marcha de los equipos (excepto cuando se trata de rutinas de inspección dinámicas), la preparación anticipada planificación es la clave para evitar tanto pérdidas de tiempo como pérdidas económicas.

2.5.3. RUTINAS DE INSPECCIÓN

Un plan de mantenimiento preventivo no solamente contempla el reemplazo o restauración sistemática de partes, sino que también incluye rutinas de inspección o chequeos de recorrido. Se trata de un servicio caracterizado por la alta prioridad y la corta duración, normalmente utilizando los sentidos humanos y sin ocasionar la indisponibilidad del equipo. Su finalidad es identificar defectos o anomalías evidentes como vibración, suciedad, pérdidas, ruidos, variables de proceso fuera de estado, etc. En algunas oportunidades lo realizan los propios operadores de la maquina (mantenimiento autónomo), a partir de la transferencia y programación desarrollada por el departamento de mantenimiento. Esto debe alinearse con un plan de capacitación, desarrollo y control permanentemente, debido a su corta duración exige controles simplificados y su procesamiento ofrece una gran contribución al diagnóstico del estado de los equipos y a la conservación de su condición básica de funcionamiento.

Conocidas como inspecciones rutinarias, se llevan a cabo en lapsos de tiempo determinados, diseñando y analizando detenidamente los aspectos técnicos a verificar, las condiciones prácticas de aplicación y la seguridad del personal involucrado.

Una hoja de ruta de inspección debe especificar claramente cada punto y contar con una descripción de fácil comprensión. Además, deberá indicar las variables a monitorear, el desvío esperado, la frecuencia de realización y cómo actuar en caso de encontrar dicha variable fuera de su estado satisfactorio.

2.5.4. FRECUENCIAS DE RUTINA DE INSPECCIÓN

Las rutinas de inspección pueden ser diarias, semanales, mensuales y hasta discrecionales. Las diarias incluyen el monitoreo de variables de proceso para indicar algún defecto incipiente en el equipo. Muchas de estas variables identifican fallas potenciales (sintomáticas) sobre el activo. Si bien son las más útiles a la hora de descubrir anomalías, producen mayor acostumbramiento, por lo que la selección de cada punto debe realizarse junto al ejecutor de la rutina asegurando el mayor beneficio en el mantenimiento del equipo.

Las rutas de periodo semanal son similares a las anteriores, pero contienen tareas tendientes a descubrir modos de falla que pueden tener consecuencias habiendo transcurrido más de una semana de sucedido. En algunas oportunidades se requiere que el equipo se encuentre fuera de servicio.

Las mensuales agrupan acciones más específicas y demandan mayor grado de capacitación. Involucran detenciones de equipos, pruebas de estanqueidad, verificación de cortes de emergencia y hasta la limpieza interior de componentes. Puede ser necesario detener la producción y desarmar algún subconjunto.

Al transcurrir algún tiempo sumado a un análisis de los resultados que se obtengan algunas rutinas diarias pueden pasar a semanales, las semanales a mensuales y así sucesivamente, si la situación lo permite.

2.5.5. RUTINAS DE LUBRICACIÓN

Las tareas de lubricación son actividades básicas de conservación siempre rentables. Si bien representan un costo dado por el lubricante y la mano de obra utilizada para aplicarlo, en general es bajo en comparación a los beneficios obtenidos durante cualquier periodo de análisis.

Son el pilar fundamental para un plan integral de mantenimiento preventivo en instalaciones cuyos componentes se encuentra sometido a movimiento y desgaste. La fricción constituye uno de los peores enemigos en contra de los fallos.

Un programa de lubricación persigue eliminar modos de falla específicos con consecuencias graves para los activos, tal como el que puede suceder en una caja de engranajes por falta de aceite. En realidad las fallas suceden por falta de lubricación o por degradación del lubricante.

Una ruta de lubricación es una sucesión de puntos a lubricar o inspeccionar, ordenados según algún criterio establecido (geográfico, lógico, funcional, etc.), y quedará respetarse por quien tenga a cargo el trabajo.

Las rutas de lubricación contemplan las siguientes actividades:

- Adición o reemplazo de grasas lubricantes.
- Adición, cambios de aceite, filtros o piezas con baja complejidad técnica.
- Controles de nivel y adición.
- Limpieza ajuste de conectores, verificación de depósitos, registro de información, etc.
- Cualquier tarea de baja complejidad vinculada a la lubricación de componentes.

2.5.6. FRECUENCIAS PARA RUTINAS DE LUBRICACIÓN

Se deberá escoger la que más se adapte al régimen de marcha de los componentes. Identificado y separado aquellos puntos para los cuales una sobre-lubricación es perjudicial, la estimación de la frecuencia se establece en base a la experiencia del personal técnico, el estudio teórico de las posibles fallas, recomendaciones del fabricante del equipo o del lubricante, los datos de componentes con características similares. Recordar que las averías prematuras en cadenas de transmisión, arrastre o sincronización, se dan por una elección inadecuada del lubricante o por un periodo de lubricación incorrecto. Para aquellos puntos en los que la frecuencia y la cantidad de lubricante deben respetarse estrictamente (generalmente vinculada a horas de marcha), se recomienda establecer una ruta de lubricación específica.

2.6 CLASIFICACIÓN DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

A la hora de tener en cuenta el tipo de mantenimiento a realizar en cada equipo, hay que analizar factores que pueden influir, como por ejemplo:

- La accesibilidad del equipo, puede que el equipo no tenga una incidencia directa en la producción y sin embargo su ubicación sea de difícil acceso y provoque un elevado coste y un excesivo tiempo a la hora de una sustitución o reparación.
- El coste de reparación, es posible que la reparación del equipo sea más costosa que la sustitución de ese equipo.
- La criticidad del equipo, es decir, su influencia en el proceso productivo, debido a que una falla del equipo puede provocar una detención en la producción.

Usualmente existe un criterio para poder clasificar los equipos al elaborar o diseñar programas de mantenimiento:

- **Equipo Crítico:** es aquel que cuando falla, produce una parada total o suspensión drástica de la producción. Es decir, afecta sustancialmente el funcionamiento normal del sistema productivo. Solamente cuando es reparado este equipo, se puede reiniciar la producción. El tiempo que permanezca fuera de servicio es igual al tiempo en el cual no hay producción.

Algunas características que posee este tipo de equipos son:

- Que no tiene homologo.
- Detiene el proceso productivo.

- Produce impacto al medio ambiente (si se trata de equipos purificadores).
- Sus repuestos tardan más de 6 meses en ser importados.
- **Equipos Semi-críticos:** se trata de aquellos equipos que cuando ocurre una falla, afecta parcialmente el funcionamiento del proceso productivo, pero no genera una parada total. Es decir, que la falla de un equipo semi-crítico origina pérdidas parciales de producción. Su estado fuera de servicio, solo reduce los niveles de producción.

Algunas características que posee este tipo de equipos son:

- Tiene homologado.
- No detiene el proceso productivo completo; solo parcialmente.
- **Equipos no-críticos:** se refiere al grupo de equipos que cuando ocurre una falla no afecta el sistema productivo. Es posible que se encuentre inoperativo o fuera de servicio, sin causar pérdidas o reducciones de producción en la línea o grupo de trabajo.

Algunas de las principales características de estos equipos son:

- Pueden ser equipos de líneas secundarias.
- No interrumpe el proceso productivo.
- Bajo costo y tiempo de reemplazo.

2.7 GRADO IP DE UN EQUIPO

Se hace de mucha importancia conocer las condiciones ambientales del lugar donde vamos a instalar un equipo, puesto que, cada entorno posee unas características propias, como la temperatura, la humedad, la exposición al viento o la posibilidad de lluvia, por ello cada



Ilustración 2-1 Designación siglas IP
Fuente efecoled.com

equipo debe disponer de un grado de protección IP diferente ante agentes externos.

En el gráfico se aprecia cada dígito que acompaña a las siglas IP (ingress protection). Este grado de protección se regula bajo el estándar internacional IEC 60529, que se utiliza en la mayoría de países del mundo. Es obligatorio que los productos lleven este indicador del grado de protección IP, para de este modo saber si un equipo es apto para ser instalado en un entorno determinado.

Para determinar que grado de IP es necesario en cada equipo existe la siguiente tabla que proporciona una guía en la selección:

















TABLA DE PROTECCIÓN ANTE SÓLIDOS			TABLA DE PROTECCIÓN ANTE LÍQUIDOS	
	Sin protección	0	Sin protección	
	Protección ante objetos con diámetro superior a 50 mm	1	Protección ante goteo vertical	
	Protección ante objetos con diámetro superior a 12 mm	2	Protección ante goteo con una inclinación de 15°	
	Protección ante objetos con diámetro superior a 2,5 mm	3	Protección ante pulverización	
	Protección ante objetos con diámetro superior a 1 mm	4	Protección ante salpicaduras	
	Protección ante el polvo	5	Protección ante chorros de agua	
	Totalmente estanco ante el polvo	6	Protección ante chorros continuos de agua	
		7	Protección ante inmersiones temporales	
		8	Protección ante inmersiones permanentes	

Ilustración 2-2 selección grado IP

Fuente: Efectoled.com

2.8 IDENTIFICACION DE QUE UN EQUIPO REQUIERE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Según el punto de vista económico, no es favorable un escenario en el que se deba practicar mantenimiento preventivo a todos los equipos sin discriminar mediante algunos criterios los costos asociados. Dar mantenimiento periódico, o en el peor de los casos, mantenimiento correctivo a equipos considerados con un mantenimiento costoso es más propicio. Pero se debe considerar lo siguiente:

- Uso y tipo de equipo
- Importancia dentro de la producción
- Importancia de la calidad del producto final
- Tamaño y complejidad del equipo (contratación servicios externos)
- Costo del equipo versus costo del mantenimiento
- Costo de reemplazo versus costo de mantenimiento
- Recursos humanos y económicos

2.8.1. GESTIONES PREVIAS A LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Antes de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, es de gran utilidad conocer algunos detalles técnicos y administrativos de interés para contextualizar el ambiente donde se ejecutará y desarrollara el mantenimiento en cuestión.

Por ejemplo:

¿Cuáles son los equipos a mantener?

¿En qué estado se encuentran?

¿Qué tareas de mantenimiento hay que realizar?

Considerando las interrogantes anteriores, es posible esbozar una serie de pasos que contribuyan en la elaboración de un plan de mantenimiento:

- Crear y mantener un inventario técnico
- Verificar el estado de funcionamiento de los bienes a mantener y poner al día los equipos

- Basar el mantenimiento de los equipos en el manual del fabricante, o en las recomendaciones del mismo. Si no existen manuales disponibles, utilizar servicios de personal con experiencia en la elaboración de recomendaciones, manuales de revisión periódica y control para equipos en particular o sistemas. Dichos documentos deben responder como mínimo a lo siguiente:

¿Qué hacer?	Identificar la tarea
¿Cómo hacerlo?	El procedimiento a seguir
¿Cuándo hacerlo?	La frecuencia que se debe aplicar
¿En qué tiempo?	Tiempo estándar o rendimiento esperado
¿Con que?	Herramientas a utilizar
¿Quién?	Calificación y cantidad de personal

Tabla 2-1 Requisitos para elaboración de un manual de mantenimiento

Fuente: Manualde mantenimiento Pistarelli

- Controlar y hacer seguimiento a aspectos como: - costos y reparaciones de emergencia – tiempo improductivo por fallas – desperdicio de materia prima – modificaciones ejecutadas a los equipos – seguridad del personal involucrado – costo de la mano de obra.
- Distribuir el trabajo a realizar en periodos anuales, luego ir detallando las tareas en periodos más cortos: trimestrales, mensuales, semanales y diarios
- Hacer estricto seguimiento al programa para lograr su continuidad. Responsabilidad que recae sobre los niveles más altos de la organización

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

3.1 DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA

En un comienzo, cuando la empresa solicitó la realización del estudio para incorporar una propuesta de mantenimiento preventivo, es conveniente realizar una inspección previa a las condiciones de mantenimiento y seguridad que están establecidas a lo largo de la línea de producción. Con el objetivo de establecer y denotar las falencias en sus procedimientos, llevar un registro de actividades y las acciones que se realizan.

Debido a la disposición y la continuidad del proceso de funcionamiento de la línea, lo más evidente es que todos los equipos que componen la línea de procesamiento son equipos críticos, debido a que no poseen homólogo que sustituya su función y que el funcionamiento está ligado completamente al equipo anterior por lo cual un fallo en cualquier punto del proceso, detiene completamente la producción hasta que se repare el desperfecto.

Otro de los importantes problemas que presenta Constructora Arial Ltda. Ya sea por tiempos de operación para puesta en marcha, prácticas de funcionamiento o simplemente por falta de implementación, es que no cuenta con un registro de eventualidades de ningún tipo que ocurren dentro de la jornada laboral.

Teniendo claro esto último, y aprovechando la experiencia del personal involucrado en la planta, se pudo generar un historial inicial que considera las principales fallas de cada equipo que compone esta línea de producción con un periodo máximo de entre 2 años a la fecha (marzo 2018).

A continuación se muestra una serie de tablas categorizadas por subsistemas que describen cada equipo existente en la línea 1 de procesamiento, mencionando los principales fallos de los componentes, la frecuencia de reemplazo conocida, el motivo por el cual se considera la falla y las acciones que se consideran faltantes.

Subsistema 1. Bandeja de alimentación



Componente	Promedio de falla	Causa	Características
Estructura completa	1 año	Como consecuencia del paso del integral, se produce rozamiento constante que desgasta esta plancha y produce agujeros dejando que se filtre material hacia el rodillo de la primera cinta transportadora, dificultando el normal funcionamiento.	1 plancha T1 anti abrasivas 12[mm] de espesor.

Tabla 3-1 fallas frecuentes y principales averías bandeja de alimentación

Fuentes: constructora Arial Ltda

Nota: Sin información sobre peligro de atrapamiento o caída de elementos, sin guardera para transmisión, procedimiento de re-engrase para cadena inadecuado.

Subsistema 2. Cinta Transportadora



Componente	Promedio de falla	Motivo	Características
Polines de carga	Variable / cada 15 días	Desgaste según uso debido a la variabilidad de las cargas	Ø 110[mm], largo 250[mm], eje Ø 20[mm], largo 270
Polines de retorno	Variable / 1 mes	Desgaste según uso debido a la variabilidad de las cargas	Ø 110[mm], largo 800[mm], eje Ø 20[mm], largo 1250[mm]
Rodamientos	1000 horas	Por cargas variables o eventos (golpes de piedras, destrucción de la caja de rodamiento)	KOYO 6211, Ø 55[mm], rígido de 1 hilera de bolas
Correas	Variable	Golpes de piedras en el proceso, desgaste natural debido al ambiente que está sometida	Optibelt B90
Barredores	Variable	Desgaste debido al uso continuo y paso del material mediante roce,	Caucho
Banda	Rara vez / solo ajuste	Daños por piedras filosas, desalineamiento de la cinta debido a polines en mal estado	Caucho de 3 telas, 32'' ancho, termofusionada
Reductores	1 año	Ruptura de retenes	15:1, Eje Ø 55[mm]
Raspadores	3 meses	Desgaste mediante roce	Caucho

Tabla 3-2 Fallas frecuentes y principales averías cintas transportadoras

Fuente: constructora Arial Ltda.

Nota: Se observa que el personal presta poca importancia al uso de elementos de seguridad personal como casco y antiparras o mascarilla. Además la instalación no cuenta con protección ni advertencias que informen al personal sobre atrapamientos en rodillo de cola, de tracción o en el cuerpo del equipo.

Subsistema 3. Chancador de Mandíbula



Componente	Promedio de falla	Motivo	Observaciones generales
Correas de transmisión	6 meses	Desgaste normal	Optibelt C240
Muelas	1 año	Desgaste por funcionamiento	Aleación con manganeso austenítico, dimensiones muela fija: 1.17[m] x 0.9[m]; dimensiones muela móvil: 1.1[m] x 0.86[m]

Tabla 3-3 Fallas frecuentes y principales averías chancador de mandíbula

Fuente: constructora Arial Ltda.

Nota: Aislación del perímetro deficiente, no hay presencia de elementos informativos por peligro de atrapamiento o proyección de partículas.

Subsistema 4. Harnero



Componente	Promedio de falla	Motivo	Observaciones generales
Mallas	6 meses	Debido al constante movimiento vibratorio se sueltan y algunas veces se rompen	Cada deck está compuesto por 4 paños de mallas de diferentes tamices (1 ½ , ¾ y bajo 8[mm])
Rieles de fijación	Variable	Depende de la carga que sea sometida y la duración de la malla	Elemento tensor, 5 por cada lado
Mangas de alimentación	Variable	A causa de partículas que son proyectadas, se rompen	Manguera espiralada 2''
Correas de transmisión	1 año	Desgaste visible	Optibelt C122
Buzón	1 año	Reemplazo por desgaste	Múltiples planchas T1 antiabrasivas

Tabla 3-4 Fallas frecuentes y principales averías Harnero

Fuente: constructora Arial Ltda.

Nota: Sin información de peligro sobre atrapamiento, caída o resbalamiento, material particulado en escaleras y pasarelas del equipo que favorecen condiciones inseguras o de caída.

Subsistema 5. Chancador de cono



Componente	Promedio de falla	Motivo	Características
Correas de transmisión	Variable	Al bloquearse el movimiento del chancador por efecto de una sobre carga, las correas de transmisión siguen girando provocando un estiramiento y posibles quemaduras que desencadenen en rupturas	C128 Optibelt
Gatos hidráulicos	1 año / variable	Debido al constante esfuerzo que es sometido este componente sede, provocando pérdida de setting	Resistencia para 50 [Ton]

Tabla 3-5 Fallas frecuentes y principales averías chancador de cono

Fuente: constructora Arial Ltda

Nota: Sin información sobre peligros de atrapamiento o proyección de partículas, no hay un perímetro de seguridad establecido.

Subsistema 6. Lavador de Arena



Componente	Promedio de falla	Motivo	Observaciones generales
Estructura	Solo revisión y limpieza	Debido a inserción de piedras o cuerpos extraños entre la hélice y la estructura del lavador	Capacidad entre 50 y 100 [Ton/hr]
Tornillo sin fin	Solo revisión y limpieza	Por poco flujo de agua, o cuando el operador no enciende la bomba de agua, el arena queda estancada no generándose el flujo de lavado y produciendo un bloqueo del tornillo sin fin	Ø 36'' velocidad de giro: 21[m/s]

Tabla 3-6 Fallas frecuentes y principales averías lavador de arenas

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Nota: Sin información de peligros por atrapamiento, sin perímetro de seguridad establecido.

3.2 HERRAMIENTA DE GESTIÓN (PRINCIPIO DE PARETO)

Considerando la información antes descrita por sistemas, y teniendo en cuenta de que se trata solo de recopilación de datos mediante entrevistas al personal actual de la planta, es posible considerar la idea de que no se conoce cuáles son los equipos y/o componentes que más problemas ocasionan a la línea de procesamiento. Para determinar esto, usaremos la herramienta del principio de Pareto

Tomando en cuenta los principales problemas que presenta la línea de procesamiento y bajo la supervisión del administrador de planta, en cuanto a tiempos de reparación se refiere, es posible generar una tabla de datos que muestra las causas y frecuencias de los fallos durante un periodo de 1 año de funcionamiento, adicionalmente se estiman los tiempos promedio de reparación que cada fallo implica en realizar la maniobra completa de mantenimiento.

Tabla cantidad de fallas y tiempos de detención

Equipo / subsistema	Cantidad de fallas	Tiempo reparación individual (Hrs)	Tiempo anual de reparación (min)
Estructura plancha T1	1	8	480
Polines carga	24	0,25	0
Polines retorno	12	0,25	0
Rodamientos	4	2	480
Correas	4	0,5	120
Barredores	4	2	480
Banda	6	3	1080
Muelas	1	8	480
Mallas harnero	2	4	240
mangas alimentación	1	2	240
gatos hidráulicos	2	1	120
Reductores	1	2	240
Raspadores	4	2	480
buzón arenero	1	0	0
Totales	67	35	4440

Tabla 3-7 Cantidad de fallas y tiempo de detención

Fuente: constructora Arial Ltda

En primer lugar se confecciona un diagrama de Pareto por cantidad de fallas, ordenando el listado descendientemente según la cantidad de fallas de cada uno. Luego se suma el total de fallas y se calcula el porcentaje de contribución de cada equipo o subsistema al total. Finalmente se agrega una columna con la suma acumulada de los porcentajes, tal como se muestra a continuación:

Cantidad de fallas descendente V/S porcentaje de contribución

Causas	Frecuencia	%	% acumulado
Polines de carga	24	35,82	35,82
Polines de retorno	12	17,91	53,73
Banda	6	8,96	62,69
Rodamientos	4	5,97	68,66
Correas	4	5,97	74,63
Barredores	4	5,97	80,60
Raspadores	4	5,97	86,57
Mallas harnero	2	2,99	89,55
Gatos hidráulicos	2	2,99	92,54
Estructura PlanchaT1	1	1,49	94,03
Muelas	1	1,49	95,52
Manga de alimentación	1	1,49	97,01
Reductores	1	1,49	98,51
Buzón harnero	1	1,49	100,00
Total	67	100,00	

Tabla 3-8 Orden descendente por cantidad de fallas y porcentajes de contribución

Fuente: elaboración propia

Luego, es posible operar análogamente y realizar el mismo procedimiento para la confección de otra tabla que muestre los tiempos de detención, rigiéndose por el mismo principio de ordenamiento de datos en forma descendente. La tabla queda de la siguiente manera:

Tiempos de detención descendente V/S porcentaje de contribución

Causas	Frecuencia	%	% acumulado
Banda	1080	24,32	24,32
Estructura Plancha T1	480	10,81	35,13
Rodamientos	480	10,81	45,94
Barredores	480	10,81	56,75
Muelas	480	10,81	67,56
Raspadores	480	10,81	78,37
Mallas harnero	240	5,41	83,78
Mangas alimentación	240	5,41	89,18
Reductores	240	5,41	94,59
Correas	120	2,70	97,29
Gatos hidráulicos	120	2,70	100,00
Polines carga	0	0,00	100,00
Polines retorno	0	0,00	100,00
Buzón harnero	0	0,00	100,00
Total	4440	100,00	

Tabla 3-9 Orden decendente por tiempo de detención y porcentaje de contribución

Fuente: elaboración propia

Paso siguiente es la confección de los diagramas correspondientes a la cantidad de fallas y tiempos de detención a partir de las tablas anteriores, como se muestra a continuación:

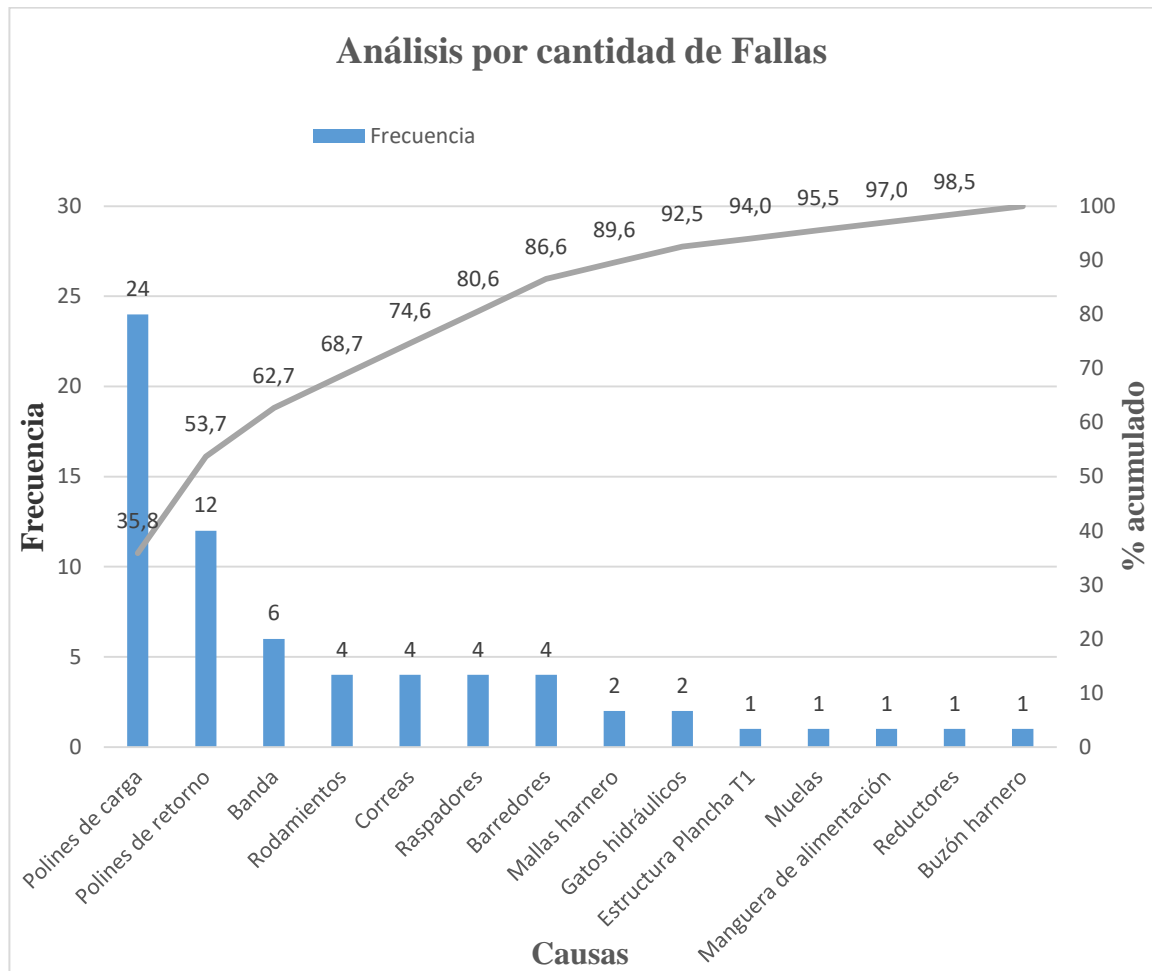


Ilustración 3-1 Diagrama de Pareto por cantidades de fallas

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación diagrama cantidad de fallas

Como consecuencia del análisis de Pareto por cantidad de fallas anuales, se puede concluir que son 6 los equipos Pocos y Significativos (vitales), correspondientes al 42,86 % que provocan la mayor cantidad de fallas (80,6%). Estos equipos son: Polines de carga, polines de retorno, banda, rodamientos, correas y raspadores.

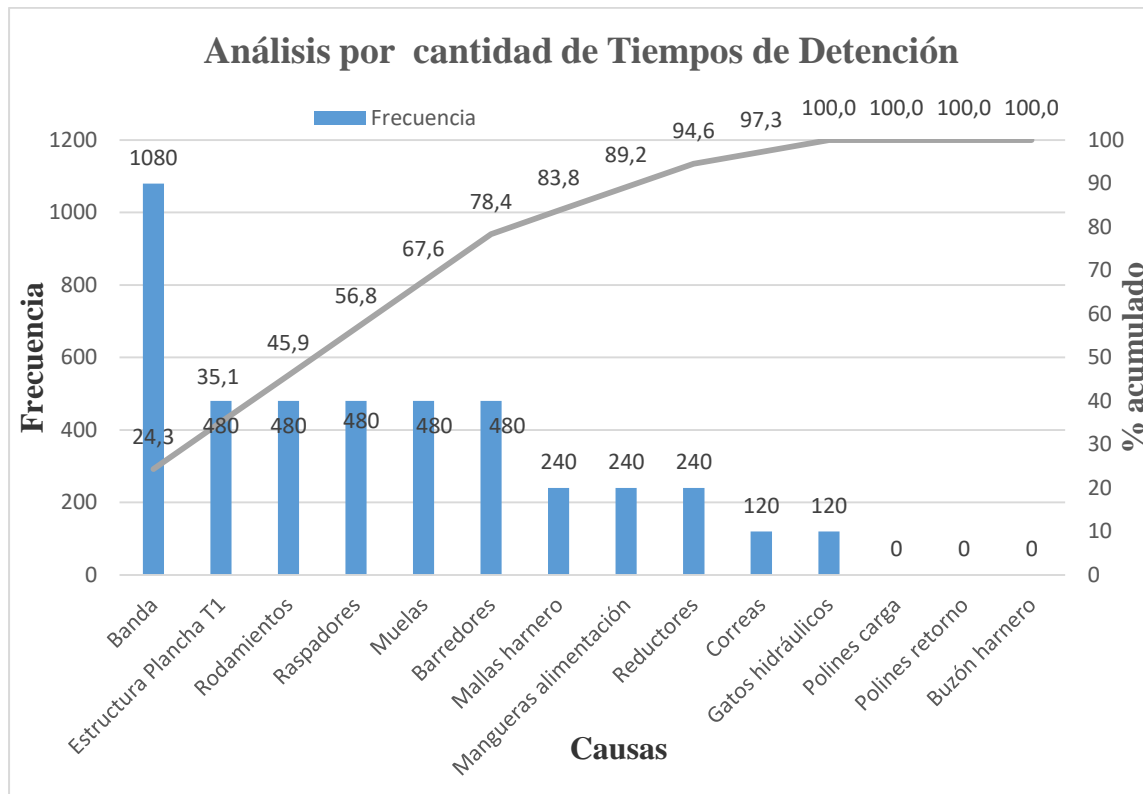


Ilustración 3-2 Diagrama de Pareto por tiempo de detención

Funete Elaboracion Propia

Interpretación diagrama cantidad de tiempos de detención

Como resultado del análisis de Pareto por cantidad de tiempos de detención, se concluye que son 6 los equipos Pocos y Significativos (vitales), correspondientes al 42,86 % que generan el mayor tiempo de detención, con un valor del 78,37 % del tiempo total en detenciones anuales

Conclusión general por principio de Pareto

De estas gráficas y como conclusión general se obtiene entonces que existen 3 equipos y/o componentes que se encuentran en ambos grupos: **la Banda, los Rodamientos y los Raspadores**. Por lo tanto, es aquí donde se puede atacar el problema más severo que presenta la línea de procesamiento en cuanto a sus procedimientos de mantenimiento.

3.3 PLAN DE ACCIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Según el análisis realizado anteriormente hay 3 equipos y/o componentes vitales que necesitan un mayor énfasis y precauciones en el mantenimiento, que afectan el normal funcionamiento de forma severa a lo largo de la línea de procesamiento de áridos en Constructora Arial Ltda. *Los raspadores, la banda, y los rodamientos.*

El problema de **los raspadores** se debe a:

- No es el equipo correspondiente para la tarea de limpieza, además el material del que está fabricado el raspador no es el adecuado para la función.
- Baja frecuencia de cambio del raspador respecto a la velocidad de desgaste y utilidad del componente.
- La producción no se detiene cuando falla algún raspador a lo largo de la línea, además no existe stock de estos componentes.
- Adicionalmente debido a que la suciedad contamina toda la línea de producción, se deduce que también termina afectando a otros componentes, pero en menor escala.

Plan de acción:

- Adquirir equipo de raspadores industriales adecuados.
- En caso de no considerar la adquisición de raspadores industriales, aumentar la frecuencia de cambio de los raspadores y generar un stock mínimo.

Para la **banda transportadora**, el principal problema deriva del mal funcionamiento de los raspadores:

- Las rajaduras que se producen a causa de elementos cortantes y suciedad adherida a la banda que tranca el rodillo de cola o el rodillo motriz.
- Desgaste prematuro de la banda de transporte o corte total por desalineamiento.
- Tiempo de reparación muy extenso

Plan de acción:

- Corregir los problemas con equipos de raspadores.
- Frecuencia de reemplazo de la banda transportadora de acuerdo a la vida útil determinada por el fabricante, generalmente no superior a 3 años.

Mediante el análisis por el principio de Pareto, se determinó que este componente influye mucho en el tiempo de detención no programado y en la cantidad de fallas en un periodo de un año; además la línea uno de procesamiento cuenta con siete cintas transportadoras que van fallando de forma aleatoria.

Para los rodamientos los principales problemas identificados son:

- Condiciones de funcionamiento severas tales como humedad, altas temperaturas, polución, etc.
- Golpes de elementos proyectados
- Suciedad circundante por mal funcionamiento de elementos de limpieza (raspadores)
- Lubricación excesiva

Plan de acción:

- Externalizar un plan de lubricación para los rodamientos de las cintas transportadoras.
- Capacitar al personal de la planta para que lleve a cabo procedimientos de lubricación, limpieza y mantenimiento adecuados.

No es posible controlar agentes externos como factores climáticos o del ambiente en el cual se encuentra operando el rodamiento.

3.3.1 INDICACIONES DE SEGURIDAD

El trabajo es un derecho propio de las personas, junto con la garantía de que se desarrolle de manera segura, centrándose en que se eliminen o reduzcan de manera significativa las fuentes de riesgos que están presentes en toda la actividad laboral.

En Constructora ARIAL Ltda. Se detectan varios puntos negativos o inseguros en cuanto a su funcionamiento y maniobras detalladas a continuación:

Oportunidades de mejora:

- Poca existencia de elementos sobre señalización de riesgos.
- Sin sistema de bloqueo para seguridad industrial implementado
- Elementos de protección personal (EPP) existente, pero no utilizados de manera adecuada por el personal.
- Sin medidas de seguridad que eviten la circulación de personas ajenas a la planta
- Existencia de maniobras de alto riesgo, sin la seguridad mínima. Ejemplo: reemplazo de componentes en altura sin equipos adecuados para la operación.
- Equipos sin el resguardo suficiente. Ejemplo: cintas transportadoras sin pasarelas o barandas, sin encapsulamiento y aspersores para evitar polución, bandeja de alimentación sin guardera para transmisión.
- Condiciones deficientes y riesgosas en infraestructura y aseo del taller.
- Poco cuidado en procedimientos de almacenamiento y derrames de combustibles al medioambiente.

3.4 PLAN DE ACCIÓN.

Supervisar el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Elementos de protección personal:

- Uso de casco de seguridad.
- Uso zapatos de seguridad con punta de acero.
- Uso de anteojos de seguridad y protección solar.
- Uso de respirador de dos vías o mascarilla.
- Uso de protector auditivo.
- Uso de guantes de seguridad.
- Equipos de protección personal certificados.
- Señalización de equipo mínimo de seguridad en lugares de trabajo.

Sala de control:

- Aislación acústica y térmica adecuada.
- Protecciones que eviten rompimiento de vidrios o penetración de material proyectado hacia la sala de control.
- Sistema de iluminación adecuada para trabajo nocturno.
- Ventilación con filtro de aire.

Chancado:

- Proceso de chancado cuenta con sistema de humidificación para evitar el polvo.
- Existencia de aislación para el ruido.
- Sistema contra caídas para operador que destraba el chancador.
- Existencia de plataforma para realizar trabajos de destrabado de chancadores.
- Existencia de elementos señalizadores de riesgos
- Existencia de elementos de protección, cubiertas o guardera para sistemas motrices y de transmisión.

Cintas transportadoras:

- Protección en partes móviles, barreras para trabajadores que impidan el contacto casual con ellas.
- Botón de parada de emergencia.
- Sistema de humidificación que evite el polvo.
- Existencia de elementos señalizadores de riesgos.

Protecciones generales:

- Circulación de camiones, vehículos y personas separados y demarcados
- Barandas en escaleras y desniveles con respectiva señalización.
- Poleas de transmisión, partes móviles o puntos de operación protegidos.
- Maquinaria con sistema eléctrico poseer conexión a tierra.
- Manejo de residuos contaminantes adecuado, externalizar si es necesario.

3.5 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA 1 DE CHANCADO

Subsistema 1. Bandeja de Alimentación

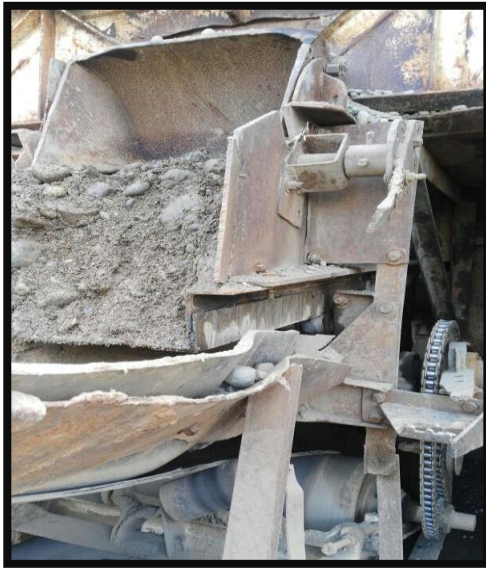


Ilustración 3-3 Bandeja de
alimentación

Fuete: constructora arial Ltda

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable	Fecha última intervención
Plancha T1, estructura completa	Inspección visual, medición de espesor	Trimestral	Taller mantención	
Rodamientos KOYO 6211	Inspección visual, limpieza y lubricación	Engrase mensual, limpieza diaria, reemplazo cada 1500 Hrs	Taller de mantención	
Cadena de rodillos DID 100 HK	Limpieza y lubricación	Mensual	Taller de mantención	

Tabla 3-10 mantenimiento bandeja de alimentación

Fuente: elaboración propia

Comentarios:

- Grasa para lubricación de rodamientos Olympia Moly EP2.
- Para cadena, limpieza en profundidad con WD- 40 u otro disolvente que retire el exceso de lubricación y posterior engrase.

Procedimiento de mantenimiento para equipo

componente	Etapa	Acción
Plancha T1	1	Verificar que poder esté cortado
	2	Verificar que tolva esté sin carga
	3	Realizar inspección visual para verificar fisuras, agujeros u otros daños visibles en las estructura del equipo
	4	Medir espesor en diferentes puntos de la estructura en caso de no encontrarse problemas, no debe ser inferior a 6 [mm]
Rodamientos KOYO 6211	1	Inspección visual de rodamientos para verificar daños en estructura
	2	En caso de no presentar problemas los rodamientos, realizar limpieza minuciosa y lubricación (si corresponde)
Cadena de Rodillos DID 100 HK	1	Remojar cadena completa con disolvente de preferencia WD-40
	2	Retirar suciedad adherida con una escobilla y secar con un paño limpio
	3	Lubricar con espátula o graseras según corresponda evitando el exceso de lubricación

Tabla 3-11 procesos para realizar mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Subsistema 2. Cinta Transportadora



Ilustración 3-4 Cintas trasportadora

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Polines de carga	Inspección visual, limpieza	Semanal	Operador de Planta
Polines de retorno	Inspección visual, limpieza	Semanal	Operador de Planta
Rodamientos KOYO 6211	Inspección visual, limpieza, lubricación	Engrase mensual, limpieza diaria y reemplazo cada 1500 Hrs	Taller mantención
Reductor pendular 15:1	Inspección visual, revisión nivel aceite	diario	Taller mantención
Motor 10 Hp	Inspección visual	Semanal	Servicio externo
Banda	Inspección visual y control de desalineamiento	diario	Operaror de planta / taller de mantención

Tabla 3-12 mantenimiento cintas transportadoras

Fuente: elaboración propia.

Comentarios:

- Motor SIEMENS trifásico modelo: 1LE0102 – 1CB2 – 3 – 4AA4; 132M; IM: B3, IP: 55, kW: 7,5
- Aceite reductor 80W 90, Capacidad 7 litros
- Limpieza externa carcasa motor cuando lo requiera.

Procedimiento de mantenimiento para equipo

componente	Etapa	Acción
Polines de carga y retorno	1	Verificar que poder esté cortado
	2	Realizar inspección visual para verificar fisuras, agujeros u otros daños visibles en las estructura del componente
	3	Revisar si el componente tiene problemas de rodadura
	4	Para reemplazo de componente, despejar la zona de la banda utilizando cuñas, retirar el polin e insertar uno en buen estado
Rodamientos KOYO 6211	1	Inspección visual de rodamientos para verificar daños en estructura
	2	En caso de no presentar problemas los rodamientos, realizar limpieza minuciosa y lubricación (si corresponde)
Reductor pendular 15:1	1	Inspección visual en caso de haber algún daño por proyección de elementos
	2	Revisión de nivel mediante visor propio del componente, para relleno, retirar tapa de estanque y verter aceite 80W90 faltante
Banda	1	Inspección visual en caso de rajaduras u otros problemas visibles
	2	En caso de tener que alinear, tanto en tornillo de cola como tambor motirz ajustar pernos tensores
	3	Dar inicio al proceso de funcionamiento de la banda para verificar alineación

Tabla 3-13 procedimiento de mantenimiento de cintas trasportadora

Fuente: elaboración propia

Subsistema 3. Chancador de Mandíbula



Ilustración 3-5 Chancado de Mandíbula

Fuente constructora Arial Ltda

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Volantes	Inspección visual	Diario	Operador de planta
Rodamientos	Inspección visual, lubricación	Diario	Operador de planta
Correas C240 optibelt	Inspección visual	Semestral	Taller mantención
Cuñas	Inspección visual	Semanal	Operador de planta
Muelas	Inspección visual	Mensual	Operador de planta
Motor 100 Hp	Inspección visual	Semanal	Servicio externo
Setting	Medición partículas	Semanal	Operador de planta

Tabla 3-14 mantenimiento chancador de mandíbula

Fuente: elaboración propia

Comentarios:

- Para correcto ajuste de setting verificar mediante elemento patrón medida deseada en la salida del chancador.
- Rotación de muelas semestral y reemplazo anual.
- Limpieza externa carcasa motor cuando lo requiera
- Motor trifásico marca prointec, modelo: Y132M1 – 4; Hp: 100; RPM: 1440,
V: 380/660; INS: B; IP: 44; serie n°: 1301424 IEC60034 - 1

Procedimiento de mantenimiento para equipo

componente	Etapas	Acción
Muelas	1	Verificar poder esté cortado
	2	Para reemplazo o rotación retirar apornaduras
	3	Rotar o reemplazar componente
	4	Colocar apornaduras de ajuste del componente
Rodamientos KOYO 6211	1	Inspección visual de rodamientos para verificar daños en estructura
	2	En caso de no presentar problemas los rodamientos, realizar limpieza minuciosa y lubricación (si corresponde)
Setting	1	Realizar medición de partículas mediante pie de metro
	2	Regular perno de ajuste a medidas deseadas
Correas C240	1	Verificar estado y si corresponde cambio, quitar tensión de correas
	2	Quitar o inspeccionar correas
	3	Instalar correas nuevas y dar tensión mediante tesoires del equipo

Tabla 3-15 proceso de mantenimiento chancador de mandíbula

Fuente: elaboración propia

SUBSISTEMA 4. **HARNERO**

Ilustración 0-1 Harnero

Fuente: constructora Arial Ltda.

Componente	Tareas	Frecuencia	Responsable
Rodamientos	Inspección visual, limpieza, lubricación	Inspección y limpieza a diario, lubricación mensual	Operador de planta
Correas C122 optibelt	Inspección visual	Semanal	Operador de planta
Mallas tamizadoras	Inspección visual, reaprete	Semanal, reaprete mensual	Operador de planta / taller de mantención
Rieles de fijación	Inspección visual	Semestral	Operador de planta
Mangas de alimentación	Inspección visual	Semanal	Operador de planta
Motor 10Hp	Inspección visual	Semanal	Servicio externo

Tabla 0-1 mantenimiento Harnero

Fuente elaboración propia

Comentarios:

- Adicionalmente verificar correcto funcionamiento de aspersores de agua superiores.
- Verificar mangueras de succión en correcto estado

- Cuando se produce exceso de vibración en las mallas tamizadoras, verificar estado pernos J que sujetan las mallas
- Buzón de salida comprobar que no posea desgaste excesivo
- Limpieza externa carcasa motor cuando lo requiera.
- Limpieza de pasarelas cuando lo requiera.
- Motor SIEMENS trifásico modelo: 1LE0102 – 1CB2 – 3 – 4AA4; 132M; IM: B3, IP: 55, kW: 7,5

Procedimiento de mantenimiento para equipo

componente	Etapa	Acción
Mallas tamizadoras	1	Inspección visual para copmprobar si hay pernos de sujeción faltantes o flojos
	2	Reemplazar pernos J flojos o instalar pernos donde lo requiera para firmeza adecuada de malla
Rieles de fijación	1	Inspeccionar pernos sueltos de los rieles
	2	Reapretar o insertar pernos en buen estado donde lo requiera
Rodamientos KOYO 6211	1	Inspección visual de rodamientos para verificar daños en estructura
	2	En caso de no presentar problemas los rodamientos, realizar limpieza minuciosa y lubricación (si corresponde)
Mangas de alimentación	1	Inspección visual en caso de fugas, reemplazar soltando uniones de abrazadera
	2	Reemplazar manga en mal estado y reapretar abrazadera
Correas C122	1	Verificar estado y si corresponde cambio, quitar tensión de correas
	2	Quitar o inspeccionar correas
	3	Instalar correas nuevas y dar tensión mediante tesores del equipo

Tabla 0-2 proceso de mantenimiento harnero

Fuente: elaboración propia

Subsistema 5. Chancador de Cono



Ilustración 0-2 Chancador de cono

Fuente: constructora Arial Ltda

Componente	Tareas	Frecuencia	Responsable
Manto y bowliner	Medir espesor, inspección visual	semestral	Operador de planta / taller de mantención
Aceite estanque hidráulico	Inspección visual, revisión de nivel	semestral	Operador de planta / taller mantención
Gato hidráulico	Inspección visual	Mensual	Operador de planta / Taller de mantención
Setting	Medición partículas	Semanal	Operador de planta
Motor 100Hp	Inspección visual	Semanal	Servicio externo
Correas C128 optibelt	Inspección visual	Semanal	Operador de planta

Tabla 0-3 mantenimiento para chancador de cono

Fuente: elaboración propia

Comentarios:

- Es sinónimo de desgaste total cuando en la maniobra de inspección de manto y bowliner el chancador de cono no tiene más ajuste, o la resina nordbak es expulsada.
- Para el aceite del estanque el cambio se hace por estaciones del año según temperatura; en temporada de verano se utiliza aceite Gear 220 y en temporada invernal se utiliza Gear 150. Capacidad estanque 350 litros
- Limpieza externa carcasa motor cuando lo requiera.
- Motor trifásico marca prointec, modelo: Y132M1 – 4; Hp: 100; RPM: 1440, V: 380/660; INS: B; IP: 44; serie n°: 1301424 IEC60034 - 1

Procedimiento de mantenimiento para equipo

componente	Etapa	Acción
Manto y bowliner	1	Para reemplazo, desajustar carcasa superior de chancador
	2	Retirar apornadura de componentes
	3	Reemplazar o inspeccionar elementos
	4	Apernar componentes e insertar carcasa de chancador
Gato hidráulico	1	Inspección visual en caso de fuga o pérdida de posición de soporte
	2	Reemplazar gato hidráulico
Setting	1	Realizar medición de partículas mediante pie de metro
	2	Regular perno de ajuste a medidas deseadas
Correas C128	1	Verificar estado y si corresponde cambio, quitar tensión de correas
	2	Quitar o inspeccionar correas
	3	Instalar correas nuevas y dar tensión mediante tesoires del equipo

Tabla 0-4 procedimiento de mantenimiento para chancador de cono

Fuente: elaboración propia

Subsistema 6. Lavador de arena



Ilustración 0-3 Lavador de Arena

Fuente: constructora Arial Ltda.

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Correas B107 optibelt	Inspección visual	Semanal	Operador de planta
Aceite	revisión de nivel	Semanal	Operador de planta / taller mantención
Motor 10Hp	Inspección visual	Semanal	Servicio externo

Tabla 0-5 mantenimiento lavador de arena

Fuente: constructora Arial Ltda.

Comentarios:

- Aceite según fabricante, 80W 90, reemplazo anual, capacidad 100 litros.
- Limpieza externa carcasa motor cuando lo requiera.
- Verificar limpieza de tornillo sinfín.
- Motor SIEMENS trifásico modelo: 1LE0102 – 1CB2 – 3 – 4AA4; 132M; IM: B3, IP: 55, kW: 7,5.

Procedimiento de mantenimiento para equipo

componente	Etapa	Acción
Aceite	1	Revisión de nivel mediante visor propio del componente, para relleno, retirar tapa de estanque y verter aceite 80W90 faltante
Correas B 107	1	Verificar estado y si corresponde cambio, quitar tensión de correas
	2	Quitar o inspeccionar correas
	3	Instalar correas nuevas y dar tensión mediante tesoires del equipo

Tabla 0-6 proceso de mantenimiento lavador de arena

Fuente: constructora Arial Ltda.

Procedimiento de revisión rutinaria para línea de chancado

Check list propuesta Mantenimiento Preventivo											
Nomenclatura N: No; D: Diadio; S: Semanal ; M: Meses; A: Años											
Subsistema/Componente	Lubricación	Inspección visual	Medición de espesores	Limpieza	Frecuencia Reemplazo	Revisión niveles	Medición de partículas	Reaprete	Servicio Externo	Fecha última intervención	Orden de trabajo
Subsistema 1: Bandeja de alimentación											
Plancha T1	N	S	3M	S	1A	N	N	3M	N		
Rodamientos Koyo 6211	1M	D	N	S	6M	N	N	N	N		
Cadena de rodillos DID 100HK	1M	M	N	M	3A	N	N	1A	N		
Subsistema 2: Cinta transportadora											
Polines de carga	N	D	N	S	M	N	N	N	N		
Polines de retorno	N	D	N	S	M	N	N	N	N		
Rodamientos Koyo 6211	1M	S	N	S	6M	N	N	N	N		
Reductor pendular 15:1	S	D	N	N	S	N	N	N	6M		
Motor 10Hp	N	D	N	S	N	N	N	N	6M		
Banda	N	D	N	S	1A	N	N	1M	N		
Subsistema 3: Chancador de mandíbula											
Volantes	N	D	N	S	N	N	N	N	N		
Rodamientos Koyo 6211	1M	D	N	S	6M	N	N	N	N		
Correas C240	N	S	N	N	1A	N	N	6M	N		
Muelas	N	S	6M	N	1A	N	N	6M	N		
Motor 100 Hp	N	D	N	S	N	N	N	N	6M		
Setting	N	D	N	N	N	N	S	N	N		
Subsistema 4: Harnero											
Rodamientos Koyo 6211	1M	D	N	S	6M	N	N	N	N		
Mallas tamizadoras	N	D	N	S	6M	N	N	1M	N		
Correas C122	N	S	N	N	1A	N	N	6M	N		
Mangas de alimentación	N	D	N	S	1M	N	N	S	N		
Motor 100Hp	N	D	N	S	N	N	N	N	6M		
Rieles de fijación	N	S	N	N	1A	N	N	1M	N		
Subsistema 5: Chancador de cono											
Manto y bow liner	N	1M	6M	N	1A	N	N	6M	N		
Aceite estanque hidráulico	N	S	N	S	6M	D	N	N	N		
Gatos hidráulicos	N	1M	N	S	6M	N	N	1M	N		
Setting	N	D	N	N	N	N	S	N	N		
Motor 100Hp	N	D	N	S	N	N	N	N	6M		
Correas C128	N	S	N	N	1A	N	N	6M	N		
Subsistema 6: Lavador de arena											
Correas B107	N	S	N	N	1A	N	N	6M	N		
Aceite estanque hidráulico	N	S	N	S	1A	D	N	N	N		
Motor 10Hp	N	D	N	S	N	N	N	N	6M		

Tabla 0-7 procedimiento de revisión rutinaria para línea de chancado.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO QUE LLEVA LA ORGANIZACIÓN

A continuación se agrupan por subsistemas los datos asociados a los costos del mantenimiento actual que se lleva a cabo en la línea de procesamiento de material pétreo, tomando en cuenta de que se trabaja 350 días en promedio anual, equivalente a 2800 Hrs. Para ello antes cabe mencionar ciertos parámetros de la producción que facilitan el cálculo de costos asociados:

- El promedio de integral procesado en 1 hora es 120 cubos
- El desglose del total de integral que entra en la producción es 34% arena, 45% gravilla y 21% grava
- Los valores por cubo de material pétreo son: arena \$ 7.200, gravilla \$ 5.800 y grava \$ 2.500 respectivamente.

Para determinar la producción de una hora promedio, es necesario calcular el valor de producción de los 3 productos finales como sigue:

$$\frac{(34 * 120)}{100} = 40,8 \text{ [cubos/hr]}$$

A este valor se le suma el 10% por esponjamiento de material que en este caso es 4,08 [cubos/hr], lo que da un total de 44,88 [cubos/hr] de arena. Luego el valor del cubo de arena es \$ 7.200, lo cual multiplicado por el valor de 1 hora de producción es \$ 323.136.

Mismo procedimiento se realiza para los otros materiales, quedando como resultado:

Gravilla: 59.4 [cubos/hr]; \$ 344.520 en 1 hora de producción.

Grava: 27.72 [cubos/hr]: \$ 69.300 en 1 hora de producción.

Por lo tanto, en 1 hora de producción promedio tenemos, la suma de \$ 736.956.

Con este valor podemos estimar las pérdidas que se generan en detenciones provocadas por cada subsistema, como sigue a continuación:

Subsistema 1. Bandeja de Alimentación						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Plancha T1, estructura completa	Anual	Reemplazo	8	5.895.648	1	180.000
Rodamiento	15 días	Re-engrase	0	0	2.5 Kg	18.000
	1000 hr	Reemplazo	2	1.473.912	6	330.000
Cadena	Mensual	Re-engrase	0	0	12 lts	25.900

Tabla 4-1 mantenimiento actual bandeja de alimentación

Fuente: constructora Arial Ltda

Nota: re-engrase de cadena y rodamiento se realiza previo inicio funciones, por ende no hay tiempos de detención asociados.

Subsistema 2. Cinta Transportadora						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Polines de carga	15 días aprox.	Reemplazo	0.25	184.239	576	6.220.800
Polines de retorno	Mensual aprox.	Reemplazo	0.25	184.239	144	3.168.000
Rodamientos	Semanal	Re-engrase	0	0	30 Kg	216.000
	1000 hrs	Reemplazo	2	1.473.912	78	4.290.000
Reductor	3 veces cada 1 semana días intercalados	Relleno nivel aceite	0	0	300 Lt	650.000
Motor trifásico	Mensual	Inspección visual	0	0	0	0

Tabla 4-2 mantenimiento actual cintas transportadoras

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Nota: relleno de aceite para reductor e inspección motor se realiza previo inicio funciones

Subsistema 3. Chancador de Mandíbula						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Volantes	Semanal	Inspección visual	0	0	0	0
Rodamientos	Diario	Re-engrase	0	0	11.2 Kg	80.640
Correas	Semestral	Reemplazo	0.5	368.478	6	89.000
Cuñas	Variable	Reemplazo	0	0	2	0
Muelas	Semestral	Rotación	0	0	0	0
	Anual	Reemplazo	8	5.895.648	2	2.000.000
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0
Ajustes generales	Semanal	Verificación parámetros	1	736.956	0	0

Tabla 4-3 mantenimiento actual chancador de mandíbula

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 4. Harnero						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Rodamientos	Diario	Re-engrase	0	0	11.2 Kg	80.640
Correas	Semestral aprox	Reemplazo	0.5	368.478	4	40.000
Mallas tamizadoras	Semestral	Reemplazo	4	2.947.824	2	1.000.000
	Semanal	Tensionado	0	0	0	0
Rieles de fijación	Variable	Re-apriete	0	0	0	0
Mangas de alimentación	Variable	Reemplazo	2	1.473.912	9	138.250
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0

Tabla 4-4 mantenimiento actual harnero

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 5. Chancador de Cono						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Manto y bowliner	Semestral	Reemplazo	8	5.895.648	1	2.000.000
Aceite estanque hidráulico	Semestral	Reemplazo	No hay	No hay	350 lts	1.200.000
Gato hidráulico	Semestral	Reemplazo	1	736.956	8	631.920
Ajustes generales	Semanal	Verificación parámetros	No hay	1	736.956	0
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0

Tabla 4-5 mantenimiento actual chancador de cono

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 6. Lavador de arena						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Correas	Anual	Reemplazo	0.5	368.478	1	30.000
Aceite	Semanal	Revisión nivel	0	0	0	0
	Anual	Reemplazo	0	0	100 lts	216.000
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0

Tabla 4-6 mantenimiento actual lavador de arena

Fuente: Constructora Arial Ltda.

4.2 PROYECCIÓN ECONÓMICA ESPERADA CON NUEVA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Subsistema 1. Bandeja de Alimentación						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Plancha T1, estructura completa	Anual	Reemplazo	8	5.895.648	1	180.000
Rodamiento	mensual	Re-engrase	0	0	786 gr	5700
	1500 hr	Reemplazo	2	1.473.912	4	220.000
Cadena	mensual	Re-engrase	0	0	12 lts	25.900

Tabla 4-7 Proyección mantenimiento esperado bandeja de alimentación

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 2. Cinta Transportadora						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Polines de carga	Mensual	Reemplazo	0.25	184.239	288	3.110.400
Polines de retorno	Bimestral	Reemplazo	0.25	184.239	144	1.584.000
Rodamientos	Mensual	Re-engrase	0	0	10.8 Kg	77.760
	1500 hrs	Reemplazo	2	1.473.912	56	3.080.000
Reductor	3 veces cada 1 semana días intercalados	Relleno nivel aceite	0	0	300 Lt	650.000
Motor trifásico	Mensual	Inspección visual	0	0	0	0

Tabla 4-8 Proyección mantenimiento esperado cintas transportadoras

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Nota: relleno de aceite para reductor e inspeccion motor se realiza previo inicio funciones

Subsistema 3. Chancador de Mandíbula						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Volantes	Semanal	Inspección visual	0	0	0	0
Rodamientos	Diario	Re-engrase	0	0	11.2 Kg	80.640
Correas	Semestral	Reemplazo	0.5	368.478	6	89.000
Cuñas	Variable	Reemplazo	0	0	2	0
Muelas	Semestral	Rotación	0	0	0	0
	anual	Reemplazo	8	5.895.648	2	2.000.000
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0
Ajustes generales	Semanal	Verificación parámetros	1	736.956	0	0

Tabla 4-9 Proyección mantenimiento esperado chancador de mandíbula

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 4. Harnero						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Rodamientos	diario	Re-engrase	0	0	11.2 Kg	80.640
Correas	Semestral aprox	Reemplazo	0.5	368.478	4	40.000
Mallas tamizadoras	Semestral	Reemplazo	4	2.947.824	2	1.000.000
	Semanal	Tensionado	0	0	0	0
Rieles de fijación	Variable	Re-apriete	0	0	0	0
Mangas de alimentación	Variable	Reemplazo	2	1.473.912	9	138.250
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0

Tabla 4-10 Proyección mantenimiento esperado Harnero

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 5. Chancador de Cono						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Manto y bowliner	Semestral	Reemplazo	8	5.895.648	1	2.000.000
Aceite estanque hidráulico	Semestral	Reemplazo	No hay	No hay	350 lts	1.200.000
Gato hidráulico	Semestral	Reemplazo	1	736.956	8	631.920
Ajustes generales	Semanal	Verificación parámetros	No hay	1	736.956	0
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0

Tabla 4-11 Proyección mantenimiento esperado chancador de cono

Fuente: Constructora Arial Ltda.

Subsistema 6. Lavador de arena						
Componente	Frecuencia	Actividad	Hrs detención	Costo detención (\$)	Consumo repuesto anual	Valor repuesto anual (\$)
Correas	Anual	Reemplazo	0.5	368.478	1	30.000
Aceite	Semanal	Revisión nivel	0	0	0	0
	Anual	Reemplazo	0	0	100 lts	216.000
Motor trifásico	Anual	Mantenimiento serv. externo	0	0	0	0

Tabla 4-12 Proyección mantenimiento esperado lavador de arena

Fuente: Constructora Arial Ltda.

4.3 RESUMEN COMPARATIVO

Teniendo en cuenta el detalle anteriormente analizado por subsistemas y los costos asociados al consumo de repuestos, se construye una tabla comparativa que muestra el beneficio de la propuesta de mantenimiento sugerida.

Comparativa entre mantenimiento actual y la propuesta de mantenimiento sugerida

Subsistema	Costo mantenimiento actual (\$)	Costo mantenimiento propuesto (\$)	Ahorro (\$)
Bandeja de alimentación	553.900	431.600	122.300
Cinta transportadora	14.544.800	8.502.160	6.042.640
Chancador de mandíbula	2.169.640	2.169.640	0
Harnero	1.258.890	1.258.890	0
Chancador de cono	3.831.920	3.831.920	0
Lavador de arena	246.000	246.000	0
Total	22.605.150	16.440.210	6.164.940

Tabla 4-13 Resumen costos mantenimiento actual versus costos esperados propuesta de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Con la tabla anteriormente señalada, es posible elaborar un gráfico de barras que ejemplifique de manera simple el beneficio esperado versus el desempeño del mantenimiento actual ejecutado por la empresa en la línea de producción.

Como dato de interés las cintas transportadoras y la bandeja de alimentación son equipos fabricados por la empresa de manera artesanal, por lo que el mantenimiento a éstos es nulo o poco significativo, quedando en evidencia que para las fallas de cualquiera de estos equipos simplemente se fabrica o compra un repuesto que reemplaze el componente dañado y que permita continuar con la producción evitando acciones de mantenimiento que contribuyan a la durabilidad de los elementos.

Los demás subsistemas no tienen variaciones en los costos de mantenimientos debido a que como se trata de equipos reacondicionados de gran valor para la empresa, utilizan adecuadamente los recursos necesarios para mantenerlos en un buen estado.

A continuación se aprecia la gráfica que denota la diferencia entre el mantenimiento actual que lleva la organización versus la propuesta de mantenimiento que se sugiere poner en acción:

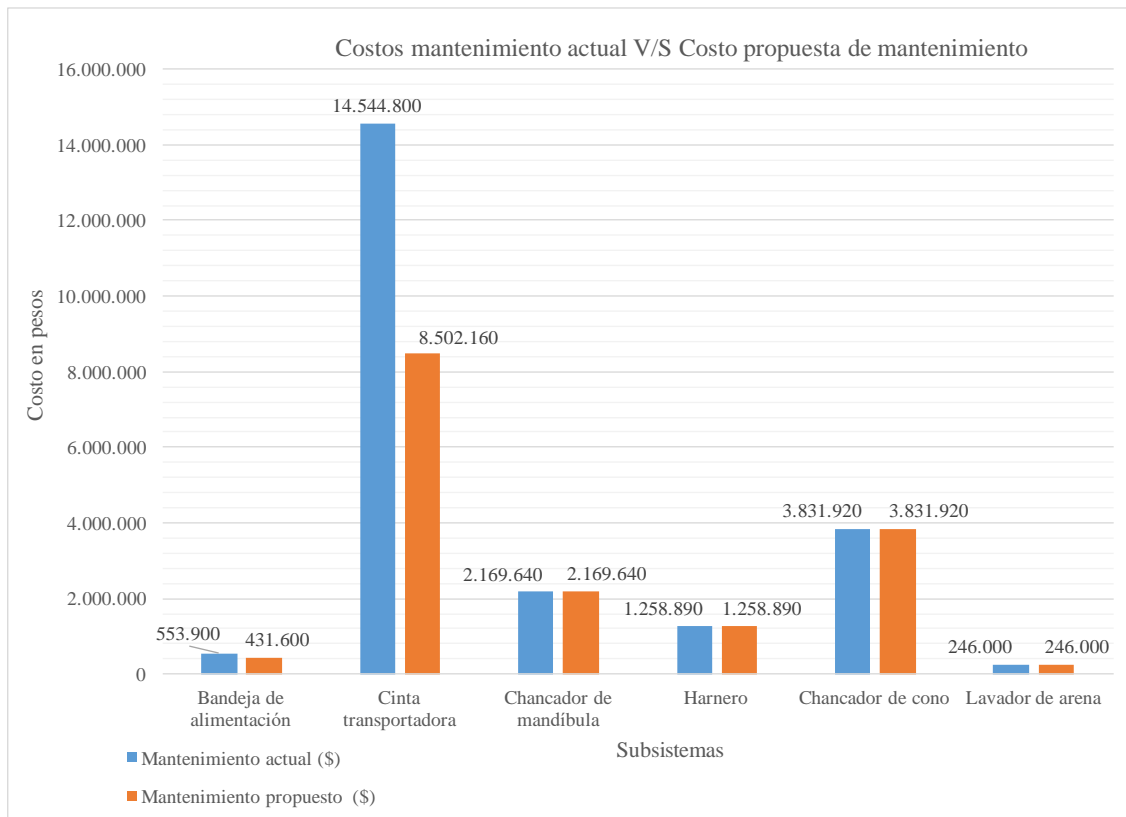


Ilustración 4-1 costo de mantenimiento actual versus costo propuesta de mantenimiento sugerida

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Según lo expuesto en la gráfica y tomando en cuenta las medidas propuestas sobre la implementación de un raspador como principal solución para las cintas transportadoras, sumado a una mayor frecuencia de inspección y limpieza para toda la línea de producción, es posible generar un ahorro de \$6.042.640 por concepto de instalar el equipo adecuado para la limpieza de la banda de transporte.

Adicionalmente al mejorar la frecuencia de limpieza se obtiene una ganancia de \$122.300 para la bandeja de alimentación.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Asegurar el correcto funcionamiento de la línea 1 de producción en constructora Arial Ltda. Es de vital importancia para poder cumplir con las solicitudes de sus clientes. Por lo cual es imperativo poseer un plan de mantenimiento preventivo acorde a las condiciones de trabajo ejecutadas y que aporten soluciones eficaces al momento de ser aplicadas.

El análisis que se realiza a los equipos presentes en la línea de procesamiento inicia con un diagnóstico y categorización completa de la línea, que permite ordenar y registrar información detallada sobre el historial de fallos frecuentes, tiempos de reparaciones y causas conocidas. Para posteriormente utilizar la herramienta de gestión por principio de Pareto que permite identificar los componentes que presentan mayor tasa de incidentes y que afectan al normal funcionamiento de la línea, dando como resultado 3 equipos; los raspadores, la banda de transporte y los rodamientos.

Las ventajas que se obtienen al realizar este análisis es que se puede identificar de forma clara donde está el problema y atacarlo directamente, en este caso, la empresa carecía de un equipo de raspador industrial, y en su lugar existían trozos de caucho raspando la cinta de transporte, elementos que no cumplían la función de limpieza como se requiere. Razón por la cual se producían paradas inesperadas y falla de otros elementos como la banda de transporte y los rodamientos por la suciedad circundante.

En cuanto a las acciones de mantenimiento empleadas, se deja registro de las actividades y eventos antes ocurridos con un periodo de estudio de 2 años a la fecha (marzo 2018), con la finalidad de crear un historial sobre cada elemento mecánico que compone la línea de procesamiento.

Adicionalmente se evalúa y sugieren medidas de seguridad como oportunidades de mejora en el funcionamiento de la planta, y como resultado final se propone un plan de mantenimiento preventivo con acciones que se anticipen a la ocurrencia de fallos inesperados entregando un mayor control sobre el estado de funcionamiento de la línea en general.

Siendo como principal objetivo generar una propuesta de mantenimiento preventivo, cabe destacar que el documento puede ser modificado en el transcurso del tiempo para optimizar y complementar las actividades descritas.

RECOMENDACIONES

Realizar una propuesta de mantenimiento determinando el conjunto de actividades necesarias para que no se produzcan incidentes inesperados en Constructora Arial Ltda. es poco probable tomando en cuenta de que se trata de una maquinaria reacondicionada y fabricada artesanalmente por el mismo personal que trabaja en ella. Sin embargo es posible homologar y reunir una serie de actividades de carácter industrial y transpasarlas a una escala acorde a los requerimientos de esta empresa.

- Recomendaciones de la propuesta de mantenimiento

1. La operatividad completa de la línea de chancado depende directamente del equipo que le antecede, definiéndose como crítica toda la línea (capítulo tres; diagnóstico), y basándose en el mantenimiento correctivo hasta la fecha que se ejecutaba, por lo cual esta propuesta estuvo orientada en permitir la correcta operación de todos los equipos que componen la línea uno de chancado, mediante una propuesta de mantenimiento preventivo.
2. Ejecutar el mantenimiento siempre en la articulación estipulada, es decir, seguir el orden establecido en la propuesta de mantenimiento según aparecen los equipos y su numeración.
3. La participación de todo el personal y la capacitación por parte de la directiva de la empresa es de vital importancia, para que se logre ejecutar de la forma mas adecuada la propuesta de mantenimiento y se logre una adaptación efectiva de la misma a los procedimientos de operación en la línea de chancado.
4. Para realizar modificaciones en la planilla de mantención, se recomienda mantener homologado el formato, describiendo como mínimo las acciones, encargado de la ejecución y componente a intervenir, es imperativo continuar generando un registro de comportamiento para los componentes en la línea.

5. En el apartado de la solución, se propone la adquisición de un equipo industrial de limpieza denominado raspador industrial, encontrándose en el mercado varias opciones y sistemas de limpieza. En la sección de anexos quedará un ejemplo de un sistema completo de limpieza industrial. (Anexo 2)

6. Para planes de lubricación de componentes y revisiones de motores eléctricos, se recomienda contratación de servicios externos y/o capacitación del personal de la empresa.

6. BIBLIOGRAFÍA

- PISTARELLI, Alejandro J. Manual de Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización. 1ª ed. Buenos Aires: El autor, 2010. 696p.: il.; 27 x 19 cm ISBN: 978-987-05-8420-9.
- González Valdés, Carlos: Diseño de plan de mantenimiento en base a TPM para planta chancadora de áridos de la empresa Ingeniería y construcción santa fé, (memoria ingeniería mecánica), 2009 Curicó, CHILE: Universidad de Talca, Facultad de ingeniería, escuela de ingeniería mecánica.
- Ramos Henríquez, Alberto: Propuesta de programa de mantenimiento preventivo, para línea de extracción de cenizas, caldera de biomasa, ORAFITI CHILE S.A (memoria ingeniería mecánica), 2017, CONCEPCIÓN, Universidad Federico Santa María, SEDE Rey Balduino de Bélgica.

7. LINKOGRAFÍA

- Criticidad para equipos [en línea]
<https://mantenimiento-mi.es/etiqueta/criticidad> [Consulta: Año 2018]

- Seguridad laboral [En línea]
<https://www.previsionsocial.gob.cl/sps/seguridad-social/sst/> [Consulta: Año 2018]

- Seguridad laboral [En línea]
<http://www.santacruz.gov.ar/ambiente/4jornadas/pdfs/jue23/Manejo%20Responsable%20de%20Hidrocarburos%20residuales.pdf> [Consulta: Año 2018]

- Consulta motores eléctricos [En línea]
<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-catalogo-de-motores-bt-tipo-de-construccion-aluminio-y-fundicion-50033157-catalogo-espanol.pdf> [Consulta: Año 2018]

- Seguridad laboral [En línea]
http://www.paritarios.cl/prevencion_de_riesgo_Instructivo_de_Trabajo_Uso_de_Tarjetas_de_Bloqueo.html [Consulta: Año 2018]

- Consultas procesos productivos trituración materiales pétreos [en línea]
https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/escolares_chancado_y_molienda_seguridad.asp [Consulta: Año 2018]

- Riesgos en la industria minera [En línea]
<http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/riesgos-en-la-cinta-transportadora-de-materiales-granel/> [Consulta: Año 2018]

- Consulta motores eléctricos [En línea]
<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol.pdf> [Consulta: Año 2018]

ANEXOS

**9. ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE PRINCIPALES COMPONENTES
POR EQUIPO LÍNEA 1**

Bandeja de Alimentación		
Componente	Cantidad	Descripción
Bandeja rectangular	1	Plancha T1 anti abrasiva 12[mm] de espesor.
Rodamientos	4	Ø55[mm], rígido de 1 hilera de bolas 6211 marca KOYO, con caja P211
Eje	1	Fabricación Cromo-níquel
Cadena	1	Sin información
Piñones	2	Sin información

PRINCIPALES COMPONENTES BANDEJA DE ALIMENTACIÓN

FUENTE: CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

Chancador de Cono telsmith de 3 pies		
Componente	Cantidad	Descripción
Manto	1	Aleación con molibdeno para dureza
Bowliner	1	Aleación con molibdeno para dureza
Buje del eje	1	Bronce
Estanque hidráulico	1	400 Litros
Gato hidráulico	4	Para 50 [Ton]
Motor	1	Sin placa
Correas	3	C128 optibelt

PRINCIPALES COMPONENTES CHANCADOR DE CONO

FUENTE: CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

Cintas Transportadoras		
Componente	Cantidad	Descripción
Polines de carga	Variable según longitud, 3 por cada estación	Ø110 [mm], 250[mm] largo, para el eje Ø20[mm], 270[mm] largo
Polines de retorno	Variable según longitud, cada 5 estaciones aprox.	Ø110 [mm], 810[mm] largo, para eje Ø 20[mm], 860 [mm] largo
Rodillo de cola	1	Ø300[mm], 800[mm] largo, para eje Ø55[mm], 1250[mm] largo
Rodillo de tracción	1	Ø300[mm], 800[mm] largo, para eje Ø55[mm], 1250[mm] largo
Rodamiento	4	Ø 55[mm], rígido de 1 hilera de bolas 6211 marca KOYO, con caja P211
Reductor pendular	1	15:1 , eje Ø 55[mm]
Correas	2	B90
Motor trifásico	1	Tipo 132MA 5.5Hp (1), 10HP (2) y 15Hp (4)
Polea en V	2	300[mm] para motor, 140[mm] para reductor
Banda	1	Caucho de 3 telas, ancho 32'' ,termo fusionada

PRINCIPALES COMPONENTES CINTAS TRANSPORTADORAS

FUENTE: CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

Lavador de Arena Gator PSS 3625		
Componente	Cantidad	Descripción
Motor trifásico	1	15 [Hp]
Reductor	1	Sin información
Correa	2	B107
Eje y hélice	1	Elemento desgaste en periferia hélice
Zona de carga / estanque	1	700 litros

PRINCIPALES COMPONENTES LAVADOR DE ARENA

FUENTE: CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

Chancador de Mandíbula PYB 600 x 900		
Componente	Cantidad	Descripción
Correas	5	Optibelt C240
Motor trifásico	1	Sin placa
Muela fija	1	1.17[m] x 0.9[m]
Muela móvil	1	1.1[m] x 0.86[m]
Volantes	2	Poseen contrapeso
Cuñas	2	Mantienen las muelas en posición, además son el elemento de desgaste para la protección del marco estructural
Resortes tensores	2	Amortiguan la caída del integral
Perno regulador	1	Encargado de regular el setting o abertura entre los dientes, determinando el tamaño de las partículas

PRINCIPALES COMPONENTES CHANCADOR DE MANDÍBULA

FUENTE: CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

Harnero RMS 616 x 3 Gator		
Componente	Cantidad	Descripción
Mallas tamizadoras	3 deck	Cada deck está compuesto por 4 paños de mallas de diferentes tamices (1 ½ , ¾ y bajo 8[mm])
Eje y polea	1	Sin información
Motor ABB	1	21.3 [KW]
Correas	3	C 122
Alimentaciones de agua	10	3 por cada deck
Aspersores de agua	70	7 por cada travesaño sobre cada deck
Resortes	8	Sin información
burlate		Elemento de caucho que amortigua el golpeteo de las mallas contra la estructura
Pernos J		Sujeción de malla a la estructura
Rieles de fijación	10	Tensan las mallas, 5 por cada lado, sujetos mediante pernos coche

PRINCIPALES COMPONENTES HARNERO

FUENTE: CONSTRUCTORA ARIAL LTDA.

10. ANEXO 2 RASPADORES INDUSTRIALES

Limpeza de las bandas transportadoras



Trellex Pre-Cleaner

Este prelimpiador se coloca contra el tambor motriz inmediatamente debajo de la descarga del material. Está compuesto por un número de segmentos separados que pueden moverse independientemente para máxima flexibilidad. La cuchilla del prelimpiador es fabricada de poliuretano resistente al desgaste, lo que proporciona una larga vida útil. Las cuchillas tienen un buen efecto de raspado sin dañar la banda. Las cuchillas individuales se montan en un perfil de aluminio que hace muy sencillo la instalación y el reemplazo de las cuchillas gastadas. Los tensores de resorte aseguran que se mantenga la presión correcta contra la banda, reduciendo de esta manera la necesidad de mantenimiento o reajuste constante.



Trellex T Cleaner

Es posible que queden restos de materiales finos adheridos a la banda. En este caso se instala un limpiador de finos tipo T Cleaner después del prelimpiador con el fin de obtener el máximo efecto de limpieza. Si se transporta material fino y seco, tal vez un limpiador de finos solo podría ser suficiente. Para el limpiador T se utiliza un perfil de aluminio, similar al usado en el prelimpiador. La cuchilla es de metal duro vulcanizado a caucho flexible, lo que permite que las cuchillas se muevan individualmente. Un tensor de resorte mantiene la presión constante y asegura que los requerimientos de espacio sean mínimos. El limpiador T también funciona muy bien en los transportadores reversibles.



Trellex Arm Cleaner

El limpiador de brazo, al igual que el limpiador T, es un limpiador de finos instalado en la parte inferior de la banda inmediatamente detrás del tambor motriz. Los elementos de raspado están instalados de tal manera traslapada entre sí, lo que reduce el riesgo de formación de estrías. Las cuchillas de metal duro van montadas sobre un brazo que está sujeta a su vez a un cuerpo de caucho, proporcionando flexibilidad individual. Un tensor de resorte proporciona la presión correcta para toda la vida del limpiador. Las cuchillas de metal permiten temperaturas más elevadas que los otros tipos de limpiadores.

11. ANEXO 3 INSUMOS UTILIZADOS PARA DETERMINACIÓN DE COSTOS

LUBRICANTES > MAQUINARIA PESADA > HYDROLUBE GEAR OIL 80W90



HYDROLUBE GEAR OIL 80W90

Referencia AC809019VAL

Condición: Producto nuevo

HYDRO-LUBE GEAR OIL SAE 80W90

Transmisiones mecánicas, cajas de cambio y diferenciales que requieran nivel API GL-4, en camiones, buses, etc. El Grado SAE 80W se aplica en la mayoría de las cajas de cambio ZF.

BALDE 19 LTS

[Tweet](#) [Compartir](#)

Enviar a un amigo

Imprimir

\$ 41.000 Valor total



❗ Precio corresponde a tienda: **Sodimac Homecenter Cerrillos**. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 3.590 ML

Acumulas: 23 CMR Puntos

❗ Producto solo disponible para compra en tienda

Calcula el valor de tu cuota CMR
Costo Total Crédito: \$3.590
CAE: 0.00%

N° de cuotas	Valor cuotas
1	\$ 3.590



OLYMPIA MOLY EP 2

Condición: Producto nuevo

OLYMPIA MOLY EP 2

Grasa elaborada a base de jabón de litio compuesta por agentes de extrema presión y aditivos que le imparten características especiales de protección contra la oxidación, herrumbre, y el desgaste.

250grs

[Tweet](#) [Compartir](#)

\$ 1.800 Valor total



