



**Actualización e implementación de las cartas de lubricación para los equipos de la planta de
producción de cemento Argos Rio Claro**

Yeison Manuel Góngora Mendoza

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Ricardo Alberto Múskus López

Ingeniero Mecánico

Asesor interno

José Darío Montoya

Ingeniero Mecánico

Asesor externo

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Mecánica

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita

(Gongora, Mendoza, 2024)

Referencia

Estilo IEEE (2020)

- [1] Góngora Mendoza, “Actualización e implementación de las cartas de lubricación para los equipos de la planta de producción de cemento Argos Rio Claro”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Mecánica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2024.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

A mis padres por su apoyo incondicional durante mi etapa en la universidad y en este proyecto. A mi familia por creer en mí siempre. A mi novia por su compañía y paciencia. A las personas que trabajan en la empresa ARGOS RIO CLARO que colaboraron en este proyecto de una u otra manera. Al Ingeniero y profesor Ricardo Alberto Múskus por sus asesorías claras y concisas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo general	8
2.2. Objetivos específicos.....	8
3. MARCO TEÓRICO	9
3.1. Aceites	10
3.2. Grasas	12
3.3. Sistemas de lubricación	13
3.4. ¿Qué es una carta de lubricación?	15
3.5. Identificación de lubricantes	16
3.6. Estructura organizacional del área de mantenimiento en la planta.	19
3.7. Riesgos por lubricación.....	20
4. METODOLOGÍA	22
4.1. Diseño de modelo para carta de lubricación	22
4.2. Reconocimiento de equipos	25
4.3. Estudio de los lubricantes.....	27
5. RESULTADOS	30
5.1. Lubricación a partir de la experiencia	32
5.2. Consumo de lubricantes	33
6. CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de las 5'C.	10
Figura 2: Objetivos y correctos diagnósticos para los lubricantes.	11
Figura 3: Clasificación según grado ISO.	11
Figura 4: Clasificación en función de la velocidad rotacional.	12
Figura 5: Selección de grasa en función de la velocidad rotacional.	13
Figura 6: Sistema de lubricación por salpique.	14
Figura 7: Código de colores para aceites.	17
Figura 8: Código de colores para grasas.	18
Figura 9: Modelo 1 carta de lubricación.	20
Figura 10: Modelo 2 carta de lubricación.	20
Figura 11: Modelo 3 carta de lubricación.	21
Figura 12: Carta de lubricación.	27
Figura 13: Comparativos de paros 2022 vs 2023.	28
Figura 14: Consumo de lubricantes en los últimos 3 años	33

RESUMEN

Con el fin de que el mantenimiento de los equipos en la planta Argos Rio Claro, sea cada vez más completo y eficiente, se ve la necesidad de mejorar cierta información que ya es obsoleta o que no ha sido actualizada durante la última década. Es aquí donde este proyecto toma importancia, ya que con dicho trabajo de práctica se pretende actualizar e implementar las cartas de lubricación de todos los equipos que contengan el tema de la lubricación de la planta, empezando así desde la recolección de información a través de catálogos y del personal técnico del área; como también corroborar información que ya existe en la base de datos de la empresa.

Todo esto para ajustarlo a las cartas de lubricación, por lo que se busca tener un formato establecido de manera que sea el mismo formato para las demás plantas de la compañía, es decir, una estandarización en conjunto, el cual debe contener información y datos puntuales de los equipos de tal manera que cualquier persona que se relacione con la tarea lo pueda realizar y entender de la forma más simple posible, o al menos sea fácil identificar la información allí relatada. Es así como al crear las cartas de lubricación se crea un instrumento útil para la identificación de los puntos y cantidades de lubricación en la maquinaria.

Se parte entonces recolectando la mayor información posible en catálogos, páginas de internet, libros, etc, que sirvieron para entender con mayor claridad todo lo relacionado con el tema de la lubricación y las mejores prácticas para hacerlo. Se hizo búsqueda de los equipos en campo, no obstante, al ser la mayoría de los equipos de gran tiempo en operación (antiguos), su información fue un poco compleja de encontrar, por lo que se decide hacer un plan de trabajo y solicitar apoyo por parte del personal encargado de la tarea para la recolección de la información buscando un mejoramiento continuo dentro de la empresa. Así mismo, se hace una comparativa entre la información entregada por el colaborador y la información calculada de acuerdo con la literatura del tema, pero al ver que es muy similar y que la realización de los cálculos demanda más tiempo, se opta por confiar en la información de la persona experta en la labor.

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, la civilización ha ido mejorando cada vez más las industrias, ideando nuevos métodos y tecnologías, de tal manera que cada vez sea más fácil y eficiente el rendimiento de equipos y por ende la obtención de buenos resultados.

Las grandes empresas siempre han tenido el desafío de optimizar sus procesos, por eso es de vital importancia que sus herramientas, equipos y maquinaria se encuentren en óptimas condiciones para el buen desempeño; ya que un daño o mala ejecución en la operación de estos, puede traer consecuencias negativas en la economía de la empresa.

Para Cementos Argos S.A, específicamente el departamento de mantenimiento, es de gran importancia elevar la confiabilidad y a su vez disminuir los posibles costos que se presenten en todos los procesos para la fabricación del cemento, iniciando desde la cantera hasta el empaclado de dicho producto. Por eso, hay un tema fundamental que interviene directamente en el correcto funcionamiento de estos equipos, el cual es la lubricación.

La lubricación en los procesos de mantenimiento de las máquinas es algo que forma parte de las principales actividades de mantenimiento, que busca que los elementos a causa del rozamiento entre partes no genere desgaste, ruidos y aumentos de temperatura por causa de la fricción, lo que se traduce en pérdidas de potencia, y se debe tener en cuenta tanto para el arranque como para el funcionamiento continuo, por lo que se busca tener las máquinas a punto y bien lubricadas para no tener problemas referentes a este rozamiento. [1]

Para este óptimo funcionamiento, es de vital importancia tener las cartas de lubricación de tal manera que estén ajustadas a los equipos bajo condiciones ambientales, capacidad y carga de cada uno de ellos; para lo cual se hace la investigación en cuanto a la información sobre la lubricación de cada uno de los equipos de la planta, que implica la evaluación de la forma de operación de cada componente de las máquinas y la selección de los lubricantes adecuados. [1]

En la compañía argos, se está poniendo en marcha un nuevo proyecto llamado *operaciones confiables*, el cual nace de la necesidad del correcto manejo y funcionamiento de los equipos de la planta, por lo que el levantamiento de las cartas de lubricación hace parte de una fase fundamental de tal proyecto, pues de ahí parte la confiabilidad en la operación de los equipos.

Por lo tanto, en el presente trabajo se actualizará información y se implementaran las cartas de lubricación para los equipos de la planta de producción de cemento en la sede Rio Claro, dónde

se hará inicialmente una investigación en la base de datos existentes, se investigará en los catálogos de las máquinas y se recogerá información por medio del personal técnico encargado de la lubricación en la planta. Se considera el tipo de lubricante, norma, puntos, cantidad y frecuencia de lubricación, entre otros.

La información levantada está disponible para todo personal que tenga acceso a las carpetas compartidas y a su vez, también estará de manera física en el cuarto de lubricación para aquellas personas que no puedan acceder de manera digital, esto con el fin de que todo aquel, incluyendo a otras áreas, puedan hacer la actividad de una manera eficiente sin afectar el rendimiento de la operación.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Actualizar e implementar las cartas de lubricación para los activos físicos de la planta de Cementos ARGOS sede Rio Claro que fortalezca la confiabilidad y el mantenimiento de la planta.

2.2. Objetivos específicos

- Diseñar el modelo para carta de lubricación.
- Recopilar, por medio de bases de datos, catálogos y personal técnico del área de mantenimiento, información para ajustar las cartas de lubricación.
- Investigar y revisar los tipos de lubricantes para determinar las aplicaciones óptimas con el fin de disminuir costos en la empresa.
- Organizar la información levantada de las cartas de lubricación, en carpetas compartidas de tal manera que sea de fácil acceso para todos y también tenerla de forma física en el cuarto de lubricación.

3. MARCO TEÓRICO

En todas las industrias del mundo, la lubricación tiene un papel fundamental en el buen desarrollo de los procesos, pues dependiendo del correcto plan de lubricación, así mismo se verán los resultados, ya sean positivos o negativos, lo cual se traduce en gastos para una compañía. Ahora bien, esta actividad ha sido delegada a personas con pocos conocimientos o poca experiencia en esta rama, donde en ocasiones sus bajos niveles de entendimiento hacen que se convierta en una mala práctica y por ende se realizan malos manejos y planes de lubricación poco acordes a las necesidades de las empresas.

“De acuerdo con las condiciones de operación, cada máquina requiere una lubricación en particular. En una máquina pueden existir mecanismos físicamente iguales, pero que pueden estar sometidos a condiciones de operaciones diferentes, requiriéndose, por lo tanto, lubricantes que cumplan lo con cada caso específico. Los lubricantes seleccionados deben contar con las características fisicoquímicas ASTM necesarias para su correcto funcionamiento” [2]

Es por esto que, es de vital importancia conocer acerca de esta gran rama de la ingeniería, ya que no es solamente una actividad, sino también una responsabilidad para con los procesos y la empresa, pues de allí dependen muchas cosas. En gran parte de las compañías es necesario que los programas de lubricación pasen por un proceso de reingeniería; para asegurar que este se encuentre dentro de los patrones de clase mundial y se adecúe a las condiciones específicas de operación que existan. Para poder contar con esta reingeniería es necesario considerar los siguientes parámetros [3]:

- Selección de lubricantes.
- Compra de lubricantes.
- Almacenamiento de lubricantes.
- Manejo de lubricantes (cambio de aceites, relleno y re-engrase).
- Sistema de aplicación de lubricantes.
- Consolidación de lubricantes.
- Programación y control de las rutinas de lubricación.
- Análisis de aceite.
- Entrenamiento en las mejores prácticas y selección de lubricantes.
- Disposición y/o recuperación de lubricantes usados.

Teniendo todo lo anterior en cuenta, es indispensable conocer el sistema de las 5'C para tener una excelente lubricación.

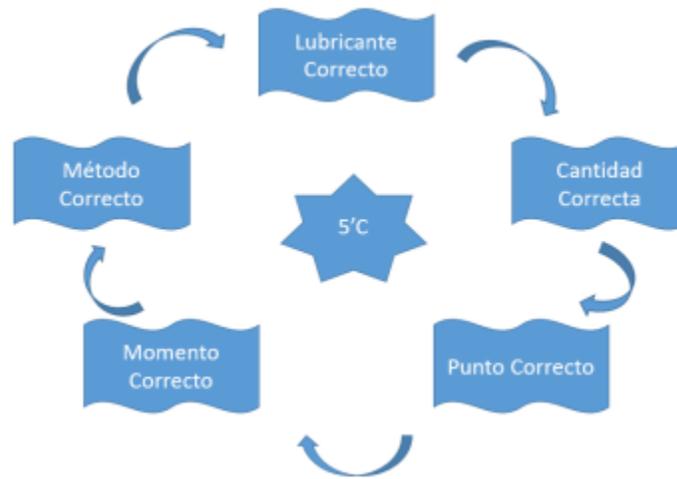


Figura 1: Sistema de las 5'C. [3]

3.1. Aceites

Los aceites son sustancias de procedencia animal, vegetal, mineral o sintética, que son utilizados en tareas de lubricación de elementos mecánicos para perseverar la vida útil de los mismos. Los primeros aceites utilizados por el hombre fueron los de origen vegetal, como los de girasol, jojoba, varias semillas o frutos, con buenas propiedades de lubricación, pero a altas temperaturas se descomponían con facilidad. Los aceites de procedencia animal también tuvieron su apogeo en el siglo XX en donde se extraía en gran parte de las ballenas, ocasionando una reducción drástica en ballenas por lo cual se ha mitigado el uso este tipo de aceites. En la actualidad se tienen aceites sintéticos, los cuales tienen una vida útil más extensa, mayores áreas de aplicación, pero su auge no es tan alto debido a sus costos para su implementación.

OBJETIVOS DE LOS ACEITES Y LUBRICANTES:	ELEMENTOS PARA UN CORRECTO DIAGNÓSTICO:
<ul style="list-style-type: none"> • Cuidado y mantenimiento de las máquinas • Menor desgaste/mayor vida útil de las piezas lubricadas • Aumento de la productividad de las máquinas • Disminución del consumo de lubricante por unidad producida • Disminución del consumo total • Alargamiento de vida útil y frecuencia de cambio del lubricante • Disminución de riesgo de salud para el operario • Disminución del riesgo ecológico • Disminución de costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Características del lubricante recomendado por el fabricante • Historia de lubricación de la pieza o máquina de que se trate • Especificaciones del lubricante usado hasta el momento • Condiciones ambientales a que está sometida la máquina (agua, etc) • Condiciones de temperatura que alcanzará el lubricante • Velocidades que alcanzan las partes en movimiento • Mejoras deseables sobre el producto usado hasta ahora • Vida útil del lubricante actual y expectativas del cliente • Servicio de mantenimiento preventivo • Disposición final del lubricante • Consideraciones adicionales, como horas de servicio diarias, etc.

Figura 2: Objetivos y correctos diagnósticos para los lubricantes. [4]

Los aceites lubricantes que se usan en la planta ARGOS Rio Claro, son de la familia MOBIL, y se basan específicamente en la norma ISO lo cual es un sistema que clasifica cada lubricante de acuerdo con su viscosidad a una temperatura de 40 °C y se relaciona únicamente con aceites industriales.

**Clasificación ISO para los
Aceites industriales**

Grado ISO	Límites de viscosidad							
	cSt/40°C		cSt/100°C		SSU/100°F		SSU/210°F	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
2	1,98	2,42			32,8	34,4	-	-
3	2,88	3,52			36,0	38,2	-	-
5	4,14	5,06			40,4	43,5	-	-
7	6,12	7,48			47,2	52,0	-	-
10	9,00	11,00			57,6	65,3	34,6	35,7
15	13,50	16,50			75,8	89,1	37,0	38,3
22	19,80	24,20			105,0	126,0	39,7	41,4
32	28,80	35,20			149,0	182,0	43,0	45,0
46	41,40	50,60			214,0	262,0	47,1	49,9
68	61,20	74,80			317,0	389,0	52,9	56,9
100	90,00	110,00			469,0	575,0	61,2	66,9
150	135,00	165,00			709,0	871,0	73,8	81,9
220	198,00	242,00			1047,0	1283,0	90,4	101,0
320	288,00	352,00			1533,0	1881,0	112,0	126,0
460	414,00	506,00			2214,0	2719,0	139,0	158,0
680	612,00	748,00			3298,0	4048,0	178,0	202,0
1000	900,00	1100,00			4864,0	5975,0	226,0	256,0
1500	1350,00	1650,00			7865,0	9079,0	291,0	331,0

Figura 3: Clasificación según grado ISO. [5]

La aplicación de estos lubricantes va en función de la carga a la que estará sometido el componente, es decir, en función de la velocidad (RPM) y se comporta de manera inversamente proporcional al número del grado ISO, es decir, para RPM bajas, el grado ISO es más alto y así

mismo para RPM altas el grado ISO será bajo, por lo que, en la planta los tornillos sinfín, bandas transportadoras, válvulas de esclusas, entre otros el aceite recomendado por el fabricante y por la experiencia de los colaboradores es de ISO VG 220. Para reductores de algunos molinos y equipos con menor RPM se usa ISO 320 y así sucesivamente. Ahora bien, hay otro factor que influye directamente a la hora de escoger el lubricante adecuado es la presión ejercida en los componentes, pues al estar expuestos a presiones altas, los lubricantes deben coincidir con viscosidades altas, por lo cual entre mayor presión, lo recomendable es un grado ISO mayor.

TABLA 6.7 Selección del grado ISO del aceite en función de la velocidad rotacional del mecanismo en rpm							
No	Velocidad n (rpm)	Grado ISO	Aditivos metálicos (Capa límite metálica 1)	No	Velocidad n (rpm)	Grado ISO	Aditivos metálicos (Capa límite metálica 1)
01	$n \geq 12.000$	1, 15, 22	AW	07	$300 \leq n < 450$	220	AW o EP ₁
02	$6000 \leq n < 12.000$	32	AW	08	$200 \leq n < 300$	320	EP ₁
03	$3600 \leq n < 6000$	46	AW	09	$150 \leq n < 200$	460	EP ₁
04	$1800 \leq n < 3600$	68	AW	10	$100 \leq n < 150$	680	EP ₁ , EP ₂
05	$700 \leq n < 1800$	100	AW o EP ₁	11	$50 \leq n < 100$	1000	EP ₂ , EP ₃
06	$450 \leq n < 700$	150	AW o EP ₁	12	$n < 50$	1500	EP ₃

Figura 4: Clasificación en función de la velocidad rotacional. [6]

3.2. Grasas

Las grasas se denominan aceites que han sido espesados, para áreas donde no se puede tener concentración de aceite por ejemplo como los son bujes y rodamientos principalmente. Las grasas se clasifican según su consistencia dureza, se encuentran desde las (NLGI 000) hasta la más dura (NLGI 6), siendo la más frecuente la medida de consistencia (NLGI 2).

El aditivo espesante para las grasas se denomina jabón, aunque existen grasas sin este tipo de aditivo. El aditivo de jabón más utilizado es el de litio, para las grasas multipropósito. Al seleccionar una grasa se debe tener en cuenta la aplicación y las condiciones de operación donde la grasa deberá trabajar. Para comprender mejor lo que sucede dentro de una buena grasa, hay que concentrarse en sus componentes, incluyendo el tipo de aceite básico y su viscosidad, así como del tipo de espesante. [3]

Las grasas ya sean minerales, sintéticas o vegetales, son lubricantes que garantizan la misma calidad de lubricación como si fuese un aceite, y en muchos casos es imprescindible su utilización, como por ejemplo en rodamientos de equipos que se encuentran trabajando a más de 200 °C, donde ningún aceite aun siendo sintético podría garantizar el funcionamiento de estos elementos. [2]

Al igual que para los aceites, las grasas se utilizan de acuerdo con la velocidad rotacional que estén en contacto con los componentes, no obstante, al tener RPM bajas se puede utilizar la NLGI 2, pues es una grasa multipropósito. Es por eso que en la planta Rio Claro, la grasa MOBILUX EP-2 se utiliza en gran manera en aquellos componentes donde la velocidad rotacional no es alta, esto comprende chumaceras tanto de bandas transportadoras, tornillos sinfín, celosías, esclusas, contrapesas, etc. Pero en cuanto a rodamientos de motores eléctricos, estos giran a una velocidad muy alta lo que hace que la fricción aumente y a su vez la temperatura de los rotores, es así que la grasa en estos elementos debe ser de consistencia sintética y de igual o menor al NLGI 2. En este gremio son muy usadas las MOBILITH SHC 100 y la MOBIL POLYREX, que cumplen con la función específica para esta aplicación.

TABLA 6.8 Selección del grado NLGI de la grasa en función de la velocidad rotacional del mecanismo en rpm							
No	Velocidad n (rpm)	Grado NLGI	Aditivos metálicos (Capa límite metálica 1)	No	Velocidad n (rpm)	Grado NLGI	Aditivos metálicos (Capa límite metálica 1)
01	$1800 \leq n \leq 3600$	2, 3	AW	06	$150 \leq n < 200$	0,00,1	EP ₁
02	$700 \leq n < 1800$	2, 3	AW	07	$100 \leq n < 150$	0,00	EP ₁ , EP ₂
03	$450 \leq n < 700$	1, 2	AW o EP ₁	08	$50 \leq n < 100$	00, 000	EP ₂ , EP ₃
04	$300 \leq n < 450$	1,2	AW o EP ₁	09	$n < 50$	000	EP ₃
05	$200 \leq n < 300$	0,1,2	EP ₁				

Figura 5: Selección de grasa en función de la velocidad rotacional. [2]

3.3. Sistemas de lubricación

Los sistemas de lubricación son los encargados de mantener en correcta operación los componentes móviles involucrados en movimiento. Hay gran cantidad de estos sistemas, se mencionarán los más comunes tanto para aceites como para grasas.

3.3.1. Lubricación manual

Se utiliza en aquellos mecanismos donde la generación de calor por fricción es mínima como por ejemplo cadenas, sprockets y algunos rodamientos. En este caso el lubricante se puede aplicar con una aceitera, con brocha o con una pistola engrasadora en el caso de las grasas.

3.3.2. Lubricación gota a gota

Se utiliza en la lubricación de los cilindros de compresores de pistón de doble efecto, de plantas Diesel estacionarias, en motores marinos y a gas, donde el aceite se debe aplicar a una determinada presión y es a plena pérdida. Está constituido por una o más bombas pequeñas cuyo pistón lo mueve una leva accionada por la misma máquina que va a lubricar el sistema. [3]

3.3.3. Lubricación por salpique

Este sistema sirve en situaciones donde los componentes son cerrados, como en el caso de reductores de velocidad, compresores de pistón de simple efecto, etc. Consiste básicamente, en distribuir aceite a las piezas del equipo en cuestión de forma que cada una de ellas quede impregnada de lubricante en cantidad suficiente para reducir la fricción a la que están sometidas. [7]

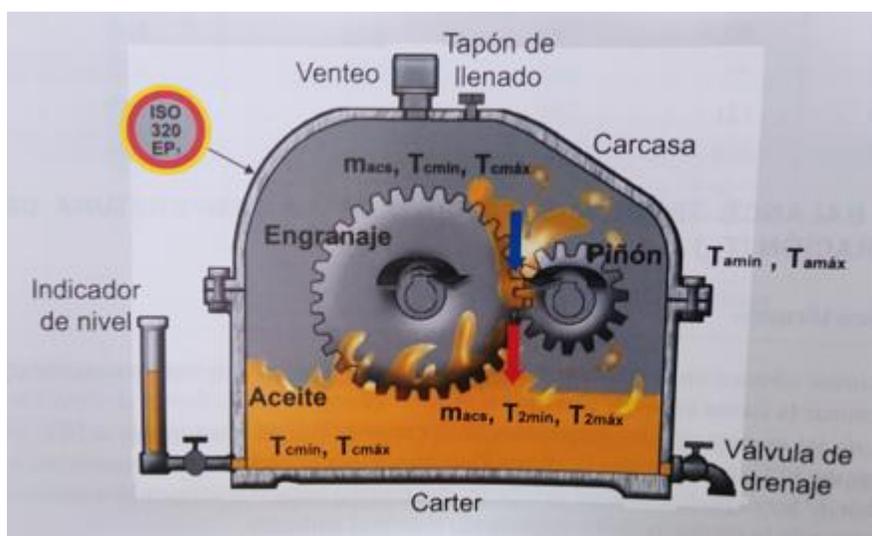


Figura 6: Sistema de lubricación por salpique.

3.3.4. Lubricación por grasera

Es el sistema más común con el que se cuenta para lubricar con grasa los rodamientos y consiste en una grasera colocada en la estructura del mecanismo. La grasera está colocada de tal forma que al entrar la grasa nueva a la cavidad donde se halla alojado el mecanismo, permite que la totalidad de la grasa vieja, se evacúe.

3.3.5. Lubricación por anillos

Consiste en un anillo que descansa sobre un eje y gira en promedio al 25% de la velocidad del eje que lo acciona; su diámetro interior es 1,5 a 2 veces el diámetro del eje y cuando gira recoge aceite desde un depósito inferior y lo transporta hasta la parte superior, en donde se lo entrega el mecanismo que se está lubricando.

3.3.6. Sistemas centralizados de lubricación

Este sistema consiste en depositar lubricante a varios puntos de un mismo equipo, como por ejemplo los tornillos sinfín que tienen tanto los rodamientos de chumaceras como los soportes intermedios o muñones. Este sistema permite llegar a mecanismos donde la accesibilidad es muy reducida, donde la única manera para intervenir sería interrumpiendo la producción. Está compuesto por ramales de tubería; en uno de los lados van conectados los diferentes mecanismos y por el otro lado se conecta al bloque de distribución donde están ubicados los puntos de lubricación.

3.4. ¿Qué es una carta de lubricación?

Es un documento donde se caracterizan los puntos de lubricación, el tipo de lubricante, tiempo de lubricación, temperatura de aplicación de lubricantes, etc, el cual permite detallar las actividades a realizar y la ubicación de los mecanismos a lubricar en el equipo con el fin de asegurar

el cumplimiento de las tareas de lubricación a realizar y de esta forma lograr una alta confiabilidad durante la operación de los equipos rotativos. [8]

3.5. Identificación de lubricantes

Cuando se trata de identificar los lubricantes, hoy existen una gran cantidad de herramientas que ayudan a esta labor, y cada gremio se ajusta al que más le parezca atractivo para su uso, pues dependiendo del uso que se tiene y del grado de viscosidad, se realiza a una simbología para llevar la periodicidad de la lubricación en planta.

IDENTIFICACION DE COLORES PARA ACEITES AUTOMOTRICES GRADO SAE Y SUS APLICACIONES

MONOGRAFO MULTIGRAFO

APLICACION	MONOGRAFO	MULTIGRAFO
	S	W
MOTORES COMBUSTION INTERNA	0	0w
	5	5w
		5w20
		5w30
		5w40
		5w50
		5w60
	10	10w20
		10w30
		10w40
		10w50
		10w60
		15w20
	15	15w
		15w40
		15w50
15w60		
20	20w	
	20w20	
	20w30	
	20w40	
	20w50	

IDENTIFICACION DE COLORES PARA ACEITES GRADO ISO Y SUS APLICACIONES

No	APLICACION	GRADO ISO
01	ACEITE DE AVIACION	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
02	ACEITE DE CORTE MAQUINA Y HERRAMIENTAS	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
03	ACEITE DE REFRIGERACION	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
04	ACEITE DE TRANSFERENCIA DE CALOR	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
05	ACEITE DIELECTRICO	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
06	ACEITE HIDRAULICO	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
07	ACEITE PARA CADENAS Y RODAMIENTOS	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
08	ACEITE PARA COMPRESORES	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
09	ACEITE PARA ENGRANAJES	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
10	ACEITE PARA SISTEMAS NEUMATICOS	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
11	ACEITE PARA TURBINAS DE GAS	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
12	ACEITE PARA TURBINAS DE VAPOR	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
13	ACEITE PARA TURBINAS HIDRAULICAS	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
14	ACEITE PARA MAQUINAS TEXTILES	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
15	ACEITE PARA MOTORES A GAS	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500
16	BOMBAS DE VACIO	2 3 5 7 10 15 22 32 46 68 100 150 220 320 460 680 1000 1500

FIGURA GEOMETRICA PARA FRECUENCIAS DE LUBRICACION

SIMBOLO	FRECUENCIA	SIMBOLO	FRECUENCIA
	SEMANAL		TRIMESTRAL
	DIARIO		SEPTIMANAL
	QUOTA 2 DIAS		ANUAL
	SEMANAL		CIEN 2 AÑOS
	QUINCENAL		QUOTA 3 AÑOS
	MESESAL		FRECUENCIA PRECISENTAL
	BISEMANAL		

Figura 7: Código de colores para aceites. [2]



Figura 8: Código de colores para grasas. [2]

3.6. Estructura organizacional del área de mantenimiento en la planta.

La forma en la que está organizada la empresa, es algo de gran importancia por varias razones, de ahí parten las responsabilidades y jerarquías, asegurando una distribución eficiente de las tareas. También facilita la comunicación y coordinación entre los equipos, lo que es esencial para un mantenimiento efectivo, optimizando la gestión de los recursos y la eficiencia de operación.

La estructura del mantenimiento en la planta Rio Claro, empieza con el director de mantenimiento, quien es el encargado de responder por esta área ante el gerente y el responsable de que todo salga de la mejor manera posible en la operación, éste es quien aprueba la compra de equipos para el buen funcionamiento de la planta. No obstante, bajo de este cargo existen los coordinadores de área, es decir, coordinador de confiabilidad, coordinador de mantenimiento mecánico o ejecución y coordinador del mantenimiento eléctrico y electrónico quienes a su vez son los responsables de llevar a cabo la realización de funciones de su área correspondiente para un buen mantenimiento en el área; también tienen a su cargo líderes de sub áreas.

El coordinador de confiabilidad, tienen a su cargo líder de electricidad y electrónica de confiabilidad, líder en mantenimiento mecánico de confiabilidad y el líder en mecánica de fluidos o lubricación. Estas personas son los encargados de asegurar que se puedan hacer las ordenes de trabajo creadas por los inspectores para el día a día en la planta y, son los que delegan los funciones a los técnicos de cada sección.

En cada área existen los inspectores, y son quienes están en campo inspeccionando constantemente la planta. Cuando los inspectores encuentran algunas mejoras para hacer, ellos son quienes crean avisos por medio del sistema SAP. Cuando ya se suben los avisos, estos avisos son tratados por los profesionales de ejecución, quienes son los que les dan el visto bueno y ya se pasa al área de órdenes, allí, el área de planeación carga a esa orden los recursos necesarios para poder llevarla a cabo. Luego de eso, la orden pasa al director de mantenimiento que es la persona quien aprueba o libera la orden de trabajo. Ya después de liberada la orden, ahí si cada profesional le puede cargar los insumos necesarios para que la ejecuten. Si no es liberada, no se puede realizar ni se pueden entregar ningún recurso.

En el área de Lubricación, el profesional líder del área de fluidos es quien hace todo el tratamiento de las órdenes a excepción de la liberación de la orden, pues si o si debe pasar por el director de mantenimiento.

3.7. Riesgos por lubricación.

La lubricación industrial y especialmente en plantas grandes, es un componente crucial en el mantenimiento de maquinaria y equipos, garantizando el funcionamiento eficiente y prolongando y la vida útil de los equipos. Sin embargo, este proceso no está exento de riesgos. A continuación, se describen algunos de los riesgos más comunes asociados con la lubricación industrial.

1. Exposición a Sustancias Peligrosas:

- **Aceites y Grasas:** Los lubricantes industriales a menudo contienen productos químicos que pueden ser perjudiciales para la salud si se manejan incorrectamente. La exposición prolongada a aceites y grasas puede causar irritación de la piel, problemas respiratorios y, en casos extremos, enfermedades más graves.
- **Aditivos Químicos:** Algunos lubricantes contienen aditivos específicos para mejorar su rendimiento. Estos aditivos pueden ser tóxicos o irritantes, lo que aumenta el riesgo para los trabajadores que manipulan estos lubricantes.

2. Riesgos de Incendio y Explosión:

- **Temperaturas Elevadas:** La fricción generada durante el funcionamiento de la maquinaria puede elevar las temperaturas de los lubricantes a niveles peligrosos. Esto puede aumentar el riesgo de incendios o explosiones, especialmente en entornos donde existen materiales inflamables.
- **Generación de Vapor Inflamable:** Algunos lubricantes pueden generar vapores inflamables, lo que aumenta el riesgo de incendios en áreas mal ventiladas o confinadas.

3. Contaminación Ambiental:

- **Derrames y Fugas:** Las operaciones de lubricación pueden resultar en derrames y fugas de aceites y grasas, lo que puede causar la contaminación del suelo y del agua. Esto no solo tiene impactos ambientales negativos, sino que también puede dar lugar a sanciones legales y costos de limpieza significativos.

4. **Problemas de Calidad del Producto:**

- **Contaminación Cruzada:** La incorrecta aplicación de lubricantes puede dar lugar a la contaminación cruzada, donde diferentes tipos de lubricantes se mezclan, afectando negativamente el rendimiento de la maquinaria y reduciendo la eficiencia de la lubricación.

5. **Lesiones Mecánicas:**

- **Contacto con Partes Móviles:** Durante la aplicación de lubricantes, existe el riesgo de lesiones mecánicas si los trabajadores entran en contacto con partes móviles de la maquinaria. Es esencial seguir procedimientos de seguridad y utilizar equipo de protección adecuado.
- **Malas posiciones para trabajar:** Hay algunos equipos que se encuentran a una determinada altura, tal que para el trabajador es compleja la realización de la labor, y tampoco hay máquinas que ayuden ergonómicamente, por lo que se pueden generar lesiones por malas posturas, lumbagos o se generen accidentes en las áreas por el peso de la cantidad de lubricante aplicado.

6. **Desperdicio de Recursos:**

- **Sobre-lubricación o Sub-lubricación:** La aplicación incorrecta de lubricantes puede resultar en sobre-lubricación o sub-lubricación, lo que puede afectar negativamente el rendimiento de la maquinaria y aumentar los costos de operación.

4. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de modelo para carta de lubricación

La lubricación de los equipos en las plantas industriales debe estar basada en las recomendaciones de los fabricantes, pues es muy importante para garantizar la conservación de los activos en el tiempo y su buen funcionamiento. Las cartas de lubricación deben cumplir con aspectos muy importantes para mantener ese buen resultado de los activos. Los aspectos empiezan desde lo más básico que es la recolección de la información de los equipos, tal como catálogos, fichas técnicas, etc. Luego, apoyarse ya en cartas ya existentes para mejorar la información depositada, donde se debe incluir nombre de la empresa, la sección y nombre de la máquina con sus respectivos códigos.

Sabiendo ya esto, se procede buscando información sobre algunos modelos de cartas ya existentes en la literatura, para así unificar toda la información más relevante en un solo modelo y continuar el levantamiento con éste. Inicialmente se presentan varios modelos donde se reúne la información más necesaria o requerida para la correcta lubricación, pero teniendo en cuenta que estas cartas de lubricación deben estar impresas, se descartan algunos modelos dejando así un formato que en coalición con otras plantas se recoge la información más relevante posible. Allí se observa la información más esencial y concisa para las cartas de lubricación. De esta manera, se hace una carta de lubricación para cada equipo, de tal forma que esta pueda ser impresa y plastificada para depositarse en el cuarto de lubricación para que toda persona que tenga duda de como lubricar los equipos, pueda ilustrarse y así hacer la tarea de una manera que no afecte la confiabilidad de los activos.

		SISTEMA:				PROCESO:			
		EQUIPO (CÓDIGO EQUIPO)	COMPONENTE	Nº PUNTOS	LUBRICANTE			CANTIDAD	NORMA TÉCNICA
TIPO	CLASE				REFERENCIA				

Figura 9: Modelo 1 carta de lubricación.

EMPRESA: ARGOS PLANTA: RIO CLARO SECCIÓN: FECHA:												
SISTEMA:					EQUIPO:							
COMPONENTE:					CANTIDAD:							
LUBRICACIÓN				LUBRICANTE								
Nº PUNTOS	FRECUENCIA	MÉTODO	TAREA	TIPO	FABRICANTE	NOMBRE	GRADO ISO	TIPO	CATEGORÍA	ROTULO		
COMPONENTE:					CANTIDAD:							
LUBRICACIÓN				LUBRICANTE								
Nº PUNTOS	FRECUENCIA	MÉTODO	TAREA	TIPO	FABRICANTE	NOMBRE	GRADO ISO	TIPO	CATEGORÍA	ROTULO		
COMPONENTE:					CANTIDAD:							
LUBRICACIÓN				LUBRICANTE								
Nº PUNTOS	FRECUENCIA	MÉTODO	TAREA	TIPO	FABRICANTE	NOMBRE	GRADO ISO	TIPO	CATEGORÍA	ROTULO		

Figura 10: Modelo 2 carta de lubricación.

FICHA DE LUBRICACION														
ARGOS														
Denominación:			Código Equipo:				Negocio: Cemento planta Rioclaro			No. Carta: 0XXX				
COMPONENTE			ASPECTO DE SEGURIDAD											
1			CAMBIO DE LUBRICANTE: Todo cambio de lubricante se debe hacer con el equipo detenido, bloqueado y etiquetado y con las energías potenciales controladas, la temperatura del lubricante a cambiar debe estar por debajo de los 45 grados centígrados, utilizar los spp adecuados para cada sustancia.											
2			REENGRASE DE RODAMIENTO: Todo reengrase se recomienda hacer con el equipo en movimiento, con el fin de que la grasa realice la distribución en los elementos rodante, si alguna condición pone en riesgo su integridad física, deberá realizar el reengrase con el equipo detenido, bloqueado y etiquetado y con energías potenciales controladas.											
3														
MECANISMOS LUBRICABLES														
ID Punto	Mecanismo	Descripción del Punto de Lubricación	Cant. Puntos	Lubricante			Cantidad			Frecuencia			Gamma	Rótulo
				Clase y Tipo	Clasificación	Nombre Comercial Lubricante	Inicial	Reposición / Relubricación	Reposición / Relubricación	Toma muestra	Cambio			
1														
2.1														
2.2														
3.1														
3.1														

Figura 11: Modelo 3 carta de lubricación.

4.1.1. Rótulos

Los rótulos son las figuras geométricas que resumen en gran parte la información de la carta de lubricación, pues en él se encuentra la norma ISO del aceite, tipo, base y su periodicidad, entre otros. En la *figura 7*, se observan las figuras a las que corresponde la periodicidad, del cual parte la realización de estos rótulos y también se explica la manera de obtener dichos rótulos para cada mecanismo. Para periodicidad hace referencia mensual, el triángulo es para periodicidad trimestral, el rombo es para periodicidad quincenal, el círculo hace referencia a periodicidad preventiva, el hexágono para periodicidad semestral, entre otros. Es así como para cada tipo de lubricante que se tiene en los equipos de la planta los rótulos fueron diseñados apoyándose en la literatura.

En una segunda fase del proyecto, estos rótulos serán enmarcados en láminas de acero para así poderlos ubicar en cada elemento de los equipos garantizando así una buena realización de la lubricación en la planta.

4.1.2. Gamas de lubricación

Para cada planta que conlleve equipos que requieran lubricación, se debe tener unos documentos donde contenga información, no solo todo lo de la carta de lubricación, sino también de los procedimientos que se deben seguir para hacer una buena lubricación, es decir, un paso a paso de la tarea a realizar, y eso es lo que se conoce como gama. En la planta de Argos Rio claro, estas gamas están dadas de la forma G1020LXXXX, dónde G significa gama, 1020 hace referencia a planta Rio Claro, L hace referencia a lubricación y las X's son los últimos números que hacen referencia al procedimiento para cada componente, tales como revisión de nivel 0304, toma de muestra de aceite 0200, relubricación de motores 0306, relubricación normal 0301, lubricación de cadenas 0310, etc.

4.2. Reconocimiento de equipos

El reconocimiento de equipos es una de las bases fundamentales para obtener la información más precisa y exacta a la hora de realizar las cartas de lubricación. Luego de ya haber

hecho y seleccionado el modelo de carta, se procede con la salida a campo para reconocimiento y funcionamiento de la planta, esto con el objetivo de comprender los respectivos procesos que se presentan.

La primera sección es empezando desde el inicio de proceso la cual corresponde a la trituración, allí se reconocen equipos de almacenamiento, transporte, trituración y ventilación; los cuales son los encargados de mezclar la materia prima y transportarla hasta la sección de apilación. Luego de esto, el material llega hasta un equipo apilador el cual se encarga, como su nombre lo indica, apilar o almacenar el material premezclado que viene de la trituración. Apenas el material es apilado, es depositado a una banda por medio de un disco “rascador”, el cual tiene reductores tanto de traslación y desplazamiento. Este disco cumple la función de pre homogenizar el material que va hasta una tolva donde se alimentan las líneas de crudo. Este material llega homogenizado a los molinos por medio de bandas transportadoras y aerodeslizadores, pasando también por unos dosificadores. En la planta río claro se tienen dos tipos de molinos, los cuales son molinos verticales que funcionan por medio de mesas giratorias con rodillos que van triturando y/o pulverizando el material homogéneo y estos componentes van sujetados por cilindros que son accionados con sistemas hidráulicos. Por otro lado, están los molinos horizontales o molino de bolas, que son los que van triturando el material a medida que van girando, estos tienen acoples, reductores tanto de accionamiento como giro lento, adicional a esto contienen los rodamientos de los motores y las chumaceras en los ejes de entrada y de salida de los molinos. En los molinos el material se muele disminuyendo su tamaño a tal forma que queda en dimensiones de micras para luego ser trasladado por medio de aerodeslizadores, tornillos sinfín, bombas Ibao y elevadores al horno rotatorio, el cual es accionado por medio de un engranaje abierto que va conectado a un reductor de accionamiento y a su vez está sobre unas roldanas o chumaceras que apoyan las llantas. El engranaje abierto se lubrica por medio de sistemas de lubricación con un aceite sintético muy viscoso para que asegure la vida de los engranajes, pues la presión a la que están sometidos los dientes es muy alta y podría pasar a haber desprendimiento de estos, afectando así la marcha del horno y la economía de la empresa. La temperatura a la que se encuentran estos hornos es de 1450 °C aproximadamente, por lo tanto, se le extrae la humedad al crudo y se convierte en el material primario del cemento, el Clinker.

Luego de eso, el Clinker sale del enfriador del horno y es triturado para poder ser transportado por medio de transportadores caja laminas hasta que se almacena en silos. Allí se

distribuye por medio de tornillos sin fin, bandas y transportadores hacia los molinos de cemento que son de la misma clase que los de molienda de crudo, es decir, molinos verticales y horizontales para que después se pueda hacer el proceso de molienda nuevamente, pero esta vez sea mezclado con yeso, puzolana y otros materiales aditivos que son trasladados por bandas y tornillos sin fin y es ahí donde se obtiene el producto que hoy conocemos como cemento.

El cemento es transportado a otros silos desde donde se distribuye a las empacadoras, y a los camiones pipa por medio de mecanismos de desplazamiento vertical y horizontal. El material que va hacia las empacadoras, es almacenado en tolvas para después desplazarse hacia las maquinas empacadoras, donde por medio de bandas transportadoras y sistemas controlados, el saco es llenado y trasladado hacia las paletizadoras y es allí donde se hacen las capas o arrumes de los sacos para después ser trasladados por medio de bandas de rodillos o paletas hasta que se cargan las tractomulas que salen hacia su destino.

De esta manera se hace el reconocimiento de equipos, de donde se parte para la creación de las cartas de lubricación.

4.3. Estudio de los lubricantes

Los lubricantes utilizados en la planta, son en su mayoría del fabricante Móbil y estos traen consigo los manuales o fichas donde especifica las condiciones a las que se debe utilizar.

En la planta se cuenta con aceites hidráulicos como el Móbil DTE 26 ULTRA (ISO VG 68), que es utilizado en unidades hidráulicas de accionamiento de molinos. El Móbil DTE 25 (ISO VG 46) es también utilizado en la unidad hidráulica de refrigeración del horno 1.

Por otro lado, se cuenta con los MOBILGEAR 600 XP 220, 320, 460, 680 tanto minerales como sintéticos dónde estos son utilizados en reductores, con la diferencia en que dependiendo de la carga que se tenga, así mismo será su aplicación como se mencionó en el capítulo anterior.

Ahora bien, los equipos con engranajes abiertos como los hornos horizontales y los molinos, estos se lubrican con un aceite llamado Móbil SHC Gear 22M y Móbil SHC Gear 46M, donde estos se caracterizan por ser sintéticos y una viscosidad muy alta dadas las condiciones a la que se requiere.

En cuanto a las grasas, se manejan varios tipos de lubricantes, no obstante, la grasa multipropósito de extrema presión MOBILUX EP-2, es una grasa basada en una mezcla de aceites minerales de alto índice de viscosidad, jabón de Litio como agente espesante, aditivos de extrema presión libres de plomo y otros aditivos de excelente comportamiento. Esta grasa es usada en la gran mayoría de equipos de la planta a excepción de los rodamientos de los motores eléctricos y las chumaceras de los ventiladores, los cuales llevan grasa sintética MOBILITH SHC 100, MOBILITH SHC 1500, RAREMAX y MOBIL POLYREX, pues su característica es para aplicaciones donde se tienen unas RPM altas tal que se usa para prevenir las altas temperaturas que se generan por el rozamiento entre componentes.

4.3.1. Cálculo para cantidad de re-lubricación.

Para una buena confiabilidad de los equipos, se debe tener muy claro los aspectos de frecuencias de lubricación y relubricación, específicamente ésta última, ya que, de no llevarse un control sobre esto, podría acarrear malas técnicas en la operación. Para el cálculo de relubricación en los sistemas, se deben analizar varios parámetros que intervienen en el funcionamiento, entre esas están condiciones de vibración, temperatura, humedad, forma de los rodamientos, ubicación, diámetros, etc.

Para el cálculo de la cantidad y frecuencia de re-engrase de los rodamientos, se hace uso de las *calculadoras de SKF*, que usan parámetros antes mencionados y los parametriza para dar solución a dichos ítems y usan las siguientes ecuaciones:

Ecuación para cantidad de grasa:

$$g = D * B * 0,005 \quad (1)$$

Donde:

g: Cantidad de grasa a aplicar [g].

D: Diámetro mayor del rodamiento [mm].

B: Ancho del rodamiento [mm].

Ecuación para frecuencia de re-engrase:

$$T = K \left[\left(\frac{14000000}{n\sqrt{d}} \right) - 4d \right] \quad (2)$$

Donde:

T: Frecuencia [horas]

K: Producto de los factores de corrección = $F_t * F_c * F_h * F_v * F_p * F_d$ (3)

con:

F_t: Corrección por temperatura

F_c: Corrección por contaminación

F_h: Corrección por humedad

F_v: Corrección por vibración

F_p: Corrección por posición

F_d: Corrección por diseño de rodamiento

5. RESULTADOS

Ya habiendo reconocido los equipos y el funcionamiento de la planta, se inicia con el levantamiento de la información para crear las cartas de lubricación en el formato establecido anteriormente, para esto se investiga en información guardada de la planta, sin embargo, esta información lleva más de una década sin ser actualizada, por lo que se hace el debido acompañamiento a campo con los expertos del día a día para corroborar la información antes descritas y así se va logrando unificar de manera concisa la información que se detalla en el formato.

Luego de haber hecho el recorrido por todas las secciones de la planta y haber levantado la información correspondiente, se notó un cambio positivo en la disminución de lubricantes aplicados, pues al tener estas cartas, se adiciona de manera correcta las cantidades de los equipos, ya que anteriormente, personal de otras áreas que intervienen en la operación disponían de estos lubricantes sin saber cuál era la cantidad correcta a la hora de aplicación.

Durante el levantamiento de la información y como se mencionó anteriormente, la gran mayoría de los equipos llevan más de una década en operación, lo que ha hecho que, por cuestiones de mejora y rendimiento, se ha cambiado el lubricante que recomienda el fabricante por otro, de tal manera que sea más eficiente en cuanto al trabajo del equipo. A parte de esto, hay equipos que tienen entre fugas de aceite y cantidad de grasa que no es la adecuada por lo que, su periodicidad de lubricación y cantidad de grasa en la relubricación ha cambiado con respecto a la recomendada, es así que con las cartas de lubricación se hizo un ajuste en esta información para que cualquier persona esté ya informado con respecto a estos equipos.

Por otro lado, la empresa a través del proyecto de *Operaciones Confiables* suministró capacitaciones de lubricación y tribología donde se apoyó el tema de las cartas de lubricación y eso repercutió en la mejora de la labor del personal, lo cual se tradujo en menos paradas de los equipos de producción por parte del área de lubricación y se hace una comparación con la información de meses anteriores, donde se observa claramente la mejora.

FICHA DE LUBRICACION													
Denominación: H03 ACCIONAMI- ENTO HORNO ARCILLAS			Código Equipo: 433KLI00			Negocio: Cemento planta Rioclaro			No. Carta: 00XX				
ASPECTO DE SEGURIDAD													
MECANISMOS LUBRICABLES													
ID Punto	Mecanismo	Descripción del Punto de Lubricación	Cant. Puntos	Lubricante			Cantidad			Frecuencia			
				Clase y Tipo	Clasificación	Nombre Comercial Lubricante	Inicial	Reposición / Re lubricación	Reposición / Re lubricación	Toma muestra	Cambio	Gama	Rótulo
1	REDUCTOR MOTOR	REDUCTOR PRINCIPAL	1	ACEITE MINERAL	ISO VG 460	MOBILGEAR 600 XP 460	490 Lts	N/A	SEMANAL	TRIMESTRAL	POR CONDICIÓN	G1020L0202 G1020L0302	
2	RODAMIENTOS MOTOR	GRASERA	2	GRASA SINTÉTICA	NLGI 2	MOBILLITH SHC 100	N/A	30 gr C/U	TRIMESTRAL	N/A	N/A	G1020L0306	
3.1	RODAMIENTOS MOTOR GIRO LENTO	GRASERA	2	GRASA SINTÉTICA	NLGI 2	MOBILLITH SHC 100	N/A	20 gr C/U	TRIMESTRAL	N/A	N/A	G1020L0306	
3.2	REDUCTOR GIRO LENTO	DEPÓSITO	1	ACEITE MINERAL	ISO VG 460	MOBILGEAR 600 XP 460	21 Lts	N/A	MENSUAL	TRIMESTRAL	POR CONDICIÓN	G1020L0304 G1020L0502	
4	CHUMACERAS EJE DE ATAQUE	GRASERA	2	GRASA MINERAL	NLGI 2	MOBILUX EP-2	N/A	300 gr C/U	QUINCENAL	N/A	N/A	G1020L0901	
5	TOPES RUEDA	DEPÓSITO	2	ACEITE MINERAL	ISO VG 680	MOBILGEAR 600 XP 680	15 Lts	N/A	SEMANAL	TRIMESTRAL	POR CONDICIÓN	G1020L0202 G1020L0302	

Figura 12: Carta de lubricación.

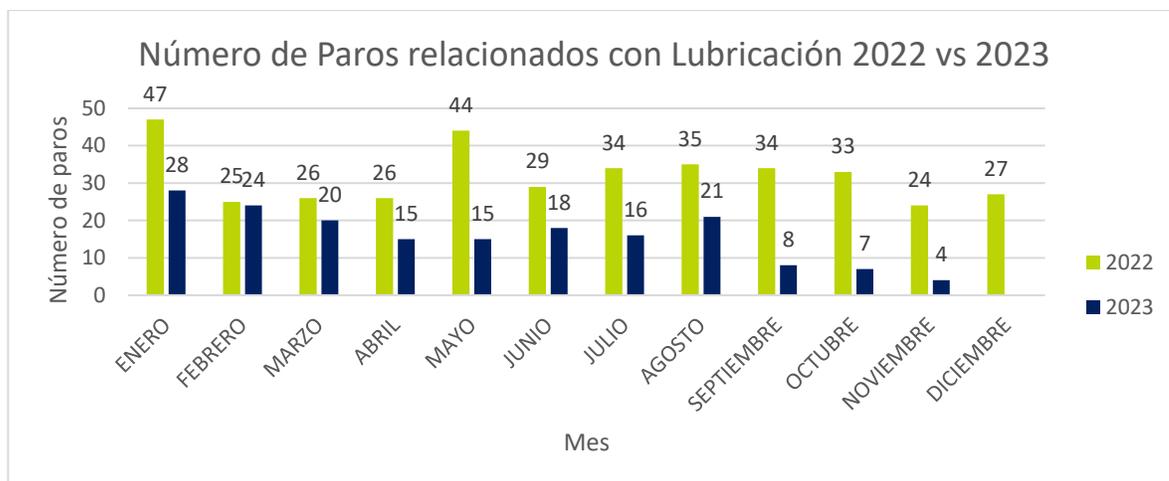


Figura 13: Comparativos de paros 2022 vs 2023.

Si bien, en la gráfica anterior muestra una disminución en el año 2023 con respecto al 2022 en cuanto a los paros, pero durante los meses de septiembre, octubre y lo que va de noviembre, se nota una disminución más severa, pues esto se debe al buen trabajo de los oficiales del área de lubricación que han empezado a utilizar esta información depositada en las cartas de lubricación.

Con la implementación de las cartas, se encontraron otros malos actores que afectaron directamente la confiabilidad de los equipos. Inicialmente, las herramientas con las que se aplicaban los lubricantes se encontraban en un estado deficiente, pues no cumplían la función a cabalidad y no entregaban el lubricante requerido. Por otro lado, el cuarto de lubricación no está cumpliendo las condiciones mínimas requeridas y esto hace que la aplicación del lubricante genere cambios negativos en la operación.

5.1. Lubricación a partir de la experiencia

Es fructífero encontrar información relevante desde la experiencia del personal técnico, pues esto ayuda a agilizar el proceso; también al dialogar constantemente con el personal técnico encargado de la lubricación en la planta, se puede encontrar algunas incongruencias con respecto a los manuales o catálogos de algunos equipos, pues hay algunos equipos que ya llevan bastantes años trabajando y se han deteriorado, por lo que la lubricación cambia. No obstante, también se encuentra con que algunos del personal técnico son nuevos en el área y han sido un poco empíricos, pues en cuanto a conocimientos sobre el tema, han sido mínimos y esto afecta directamente el plan

de lubricación de los equipos, ya que, si se desconocen ciertas cosas, como puntos de lubricación, frecuencias, cantidades, etc., se podrían presentar efectos negativos en el correcto funcionamiento.

Es por esto por lo que se hace el plan de trabajo y en él, se solicita acompañamiento de la persona más experimentada en el área y con más conocimientos, para obtener los mejores resultados posibles y así se pueda estandarizar y/o unificar criterios entre las demás personas con el fin de llevar a cabo una buena confiabilidad de los activos.

5.2. Consumo de lubricantes

Llevar un control del consumo de lubricantes en una planta de producción, es algo de gran importancia, pues dependiendo de las buenas prácticas a la hora de realizar las tareas, se puede notar una afectación positiva en la parte económica de la empresa. A continuación, se observa la figura 14 que muestra el consumo de lubricantes durante los últimos 3 años, en los cuales se muestra el costo de los lubricantes consumidos.

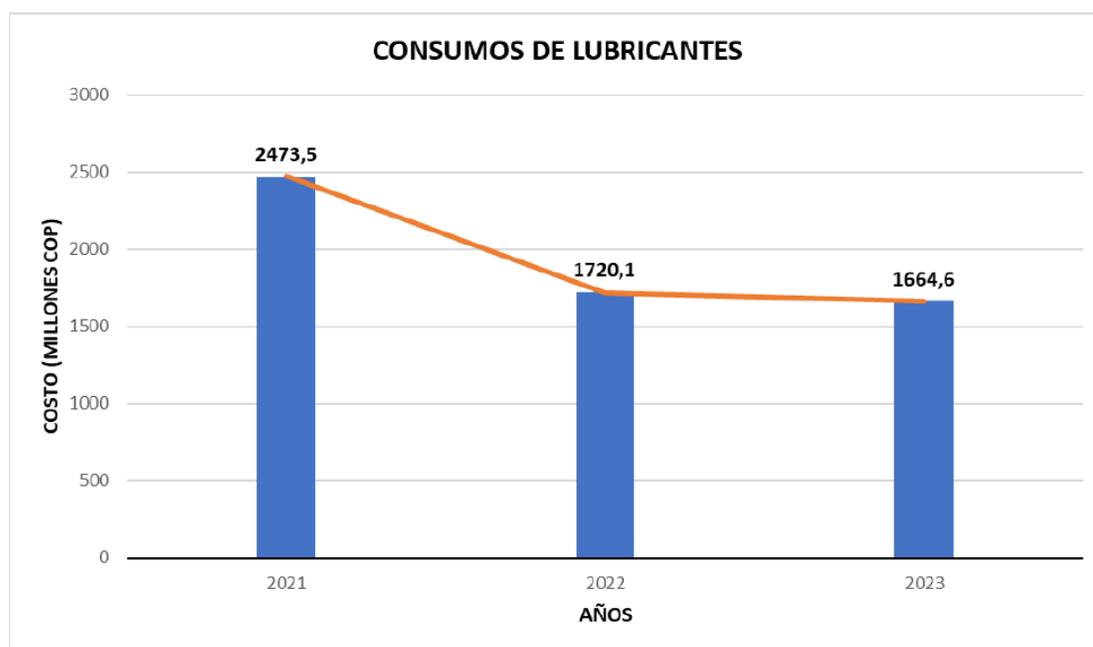


Figura 14: Consumo de lubricantes en los últimos 3 años.

En el año 2022 se muestra una gran disminución en cuanto al consumo de lubricantes del 2021, pues se debe a que se hizo un cambio en el personal del área, más preparados, con el fin de

disminuir estos costos y aumentar confiabilidad. En cuanto al 2023, se nota también una disminución en el consumo, pues con la elaboración de las cartas de lubricación, se mejoró las cantidades para los equipos y se unificó la información para seguir con esas medidas, ya que entre los lubricadores se tenían opiniones diferentes en cuanto a las cantidades aplicadas.

6. CONCLUSIONES

Las cartas de lubricación son de súbita importancia en una empresa, ya que allí es depositada la información más importante de los activos y de ahí depende su durabilidad en el tiempo, pues con una información bien detallada, la confiabilidad de los equipos aumenta.

Para tener una alta confiabilidad en los equipos, se deben tener controlados lo que es llamado como “mal actor” pues, este término involucra la confiabilidad entregada tanto por las personas a cargo de la labor, como también las herramientas utilizadas para hacer el proceso de lubricación y relubricación, es decir, herramientas en óptimas condiciones y personal bien entrenado.

Para el departamento de mantenimiento es importante contar con calidad y confiabilidad en sus procesos, ya que esto favorece las buenas condiciones de la producción en planta, reducción de accidentalidad y se lleva un mejor control medio ambiental. Para esto las cartas de lubricación son una herramienta eficiente ya que con esto se minimizan perdidas de lubricantes al reconocer las cantidades necesarias, se identifican sistemas importantes a lubricar, se evidencia el reconocimiento de elementos que no se lubricaban, se lleva un seguimiento y trazabilidad adecuado.

Se diseñó un formato para las cartas de lubricación que facilitará las actividades de mantenimiento en la empresa CEMENTOS ARGOS RIO CLARO, la implementación de este formato se acompañó con capacitación al personal donde se les explicó lo que significa la información que se deposita ahí y también la explicación de los rótulos encontrados allí, para así, cualquiera que se acerque a esta carta, sepa interpretar qué lubricante es el que se requiere.

Este proceso de práctica ayudó al entender, reconocer y saber el funcionamiento de los equipos industriales tales como reductores, tornillos sinfín, rodamientos, hornos rotatorios, molinos y sus componentes y todo lo relacionado con la creación del cemento, que de alguna manera no fue posible profundizar durante la etapa lectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Cardona Zuluaga, R. (2023). Repositorio de la Universidad de Antioquia: Elaboración de un plan de lubricación de la nueva planta de reciclaje PET de la empresa ENKA DE COLOMBIA S.A. [1]
- Albarracín Aguillón, P. R., (Ed. 5ta). (2015). Tribología y Lubricación. Medellín, Colombia: Tribos Ingeniería SAS. [2], [6].
- Saldarriaga Flórez S. (2019). Repositorio de la Universidad de Antioquia: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACIÓN, PARA LOS ACTIVOS DE PRODUCCIÓN CRÍTICOS DE LA EMPRESA FARMACÉUTICA HUMAX PHARMACEUTICAL S.A SEDE FARMATECH. [3]
- Anticorrosivos, L. L. (s.f.). *LUBOKS*. Obtenido de LUBRICANTES: <https://luboks.com.ar/sobre-lubricantes.html> [4]
- AGUILLÓN, P. A. (2006). *TRIBOLOGÍA Y LUBRICACIÓN* Dictado a: Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA. Medellín. [5]
- HelloAuto. (s.f.). *LUBRICACIÓN POR SALPICADURA*. Obtenido de [https://helloauto.com/glosario/lubricacion-por-salpicadura#:~:text=Significado%20de%20lubricaci%C3%B3n%20por%20salpicadura&text=La%20lubricaci%C3%B3n%20consiste%2C%20b%C3%A1sicamente%2C%20en,%20la%20que%20est%C3%A1n%20sometidas](https://helloauto.com/glosario/lubricacion-por-salpicadura#:~:text=Significado%20de%20lubricaci%C3%B3n%20por%20salpicadura&text=La%20lubricaci%C3%B3n%20consiste%2C%20b%C3%A1sicamente%2C%20en,%20la%20que%20est%C3%A1n%20sometidas.). [7]
- Lubricación, I. d. (s.f.). *Lubricación centrada en la confiabilidad*. Obtenido de CARTAS DE LUBRICACIÓN: <https://www.ingenierosdelubricacion.com/productos/cartas-de-lubricacion/#:~:text=Es%20un%20inventario%20donde%20se,alta%20confiabilidad%20durante%20la%20operaci%C3%B3n> [8]

ANEXOS

Anexo 1: Modelo 1 carta de lubricación.

Anexo 2: Modelo 2 carta de lubricación.

Anexo 3: Modelo 3 carta de lubricación.

Anexo 4: Carta de lubricación del Molino de carbón 2.

Anexo 5: Plan de trabajo.

FICHA DE LUBRICACION

ARGOS

Denominación: MA2 MOLINO CARBÓN 2 **Código Equipo:** K2M01 **Negocio:** Cemento planta Rioclaro **No. Carta:** 720

COMPONENTE		ASPECTO DE SEGURIDAD
1	REDUCTOR	CAMBIO DE LUBRICANTE: Todo cambio de Lubricante se debe hacer con el equipo detenido, bloqueado y etiquetado y con las energías potenciales controladas, la temperatura del lubricante a cambiar debe estar por debajo de los 45 grados centígrados, utilice los epp adecuados para cada sustancia.
2	MOTOR	
3	RODAMIENTOS	
4	RETENEDOR	REENGRASE DE RODAMIENTO: Todo reengrase se recomienda hacer con el equipo en movimiento, con el fin de que la grasa realice la distribución en los elementos rodante, si alguna condición pone en riesgo su integridad física, deberá realizar el reengrase con el equipo detenido, bloqueado y etiquetado y con energías potenciales controladas.
5	BUJE	

MECANISMOS LUBRICABLES

ID Punto	Mecanismo	Descripción del Punto de Lubricación	Cant. Puntos	Lubricante			Cantidad		Frecuencia			Gama	Rótulo
				Clase y Tipo	Clasificación	Nombre Comercial Lubricante	Inicial	Reposición / Relubricación	Reposición / Relubricación	Toma muestra	Cambio		
1	REDUCTOR	DEPÓSITO	1	ACEITE MINERAL	ISO VG 320	MOBILGEAR 600 XP 320	105 Lts	N.A	MENSUAL	TRIMESTRAL	POR CONDICIÓN	G1020L0304 G1020L0302	
2	RODAMIENTOS DE MOTOR	GRASERA	2	GRASA SINTÉTICA	NLGI 2	MOBILITH SHC 100	N.A	20 gr C/U	TRIMESTRAL	N.A	N.A	G1020L0306	
3.1	RODAMIENTO EJE ENTRADA A REDUCTOR	GRASERA	1	GRASA MINERAL	NLGI 2	MOBILUX EP-2	N.A	60 gr	SEMANAL	N.A	N.A	G1020L0301	
3.2	RODAMIENTO SUPERIOR DEL SEPARADOR	GRASERA	3	GRASA SINTÉTICA	NLGI 1	SIL X	N.A	HASTA VERIFICAR NIVEL	QUINCENAL	N.A	N.A	G1020L0301	
3.3	RODAMIENTO INFERIOR DEL SEPARADOR	GRASERA	3	GRASA SINTÉTICA	NLGI 1	SIL X	N.A	HASTA VERIFICAR NIVEL	QUINCENAL	N.A	N.A	G1020L0301	
4.1	RETENEDOR LADO CENTRO	GRASERA	3	GRASA SINTÉTICA	NLGI 1.5	MOBILITH SHC 1500	N.A	20 gr C/U	QUINCENAL	N.A	N.A	G1020L0301	
4.2	RETENEDOR LADO ACCIONAMIENTO	GRASERA	3	GRASA SINTÉTICA	NLGI 1.5	MOBILITH SHC 1500	N.A	20 gr C/U	QUINCENAL	N.A	N.A	G1020L0301	
5	BUJES RÓTULA CILÍNDRIO	GRASERA	3	GRASA MINERAL	NLGI 2	MOBILUX EP-2	N.A	40 gr C/U	MENSUAL	N.A	N.A	G1020L0301	

