



Universidad de Carabobo

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial



**PLAN DE INSPECCIÓN Y RELUBRICACIÓN DE LAS LÍNEAS  
CONVERTIDORAS DE PAPEL HIGIÉNICOS DE LA PLANTA PAPELES  
VENEZOLANOS C.A.,**

Autor:  
Mirtha, Aguilera

Valencia, Junio de 2012



Universidad de Carabobo

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial



**PLAN DE INSPECCIÓN Y RELUBRICACIÓN DE LAS LÍNEAS  
CONVERTIDORAS DE PAPEL HIGIÉNICOS DE LA PLANTA PAPELES  
VENEZOLANOS C.A.,**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para  
optar al Título de Ingeniero Industrial

Línea de Investigación: Ingeniería de la productividad e Innovación Tecnológica

Tutor: Prof. Silvia Sira.

Autor:  
Mirtha, Aguilera

Valencia, Junio de 2012



Universidad de Carabobo



Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “**PLAN DE INSPECCIÓN Y RELUBRICACIÓN DE LAS LÍNEAS CONVERTIDORAS DE PAPEL HIGIÉNICOS DE LA PLANTA PAPELES VENEZOLANOS C.A.**”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Ingeniería de la productividad e Innovación Tecnológica” del Departamento de Métodos presentado por el Bachiller Mirtha Aguilera, C.I. 17.997.484, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día miércoles 20 de junio de 2012, a las 11:00 am, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo, en la sala de reuniones, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 20/06/1012, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Silvia Sira  
Firma del Jurado Examinador

Prof. Silvia Sira  
Presidente del Jurado

Prof. Marisela Giraldo  
Miembro del Jurado

Prof. Pedro Martínez  
Miembro del Jurado



## AGRADECIMIENTO

*La realización de este trabajo fue posible debido a la contribución de muchas personas, quienes con sus valiosos aportes, sugerencias, estímulos y disposición que el mismo llegar a feliz término. He de agradecer a las siguientes personas e instituciones:*

- *La ilustre Universidad de Carabobo por abrirme las puertas de esta casa de estudio, donde brindarme todos los conocimientos adquiridos.*
- *La empresa Papeles Venezolanos C.A., por darme la oportunidad de desarrollar el tema de estudio.*
- *Víctor Sánchez. Tutor empresarial, por habernos dado su apoyo técnico, comentarios y sugerencias.*
- *Ing. Silvia Sira. Tutor académico, Por su valiosa colaboración y sugerencias.*
- *Al personal que labora en el área de conversión de Papeles Venezolanos, C.A.*
- *A la empresa ADEMINSA Venezolana, C.A., por la valiosa colaboración prestada a lo largo del desarrollo del tema de estudio.*



Universidad de Carabobo

Facultad de Ingeniería



Escuela de Ingeniería Industrial

## DEDICATORIA

*Agradezco primeramente a Dios, por llenar mi vida de dichas y bendiciones, por permitirme alcanzar con salud, sabiduría, responsabilidad, compromiso y apoyo familiar esta meta.*

*A mi padre, José Enrique Aguilera por ser más que un padre, un amigo, alguien con quien siempre he podido contar incondicionalmente, me ha apoyado y alentado en cada momento de mi vida. Que dios te de mucha vida y salud para que sigas siendo el mejor padre del mundo, te quiero papá.*

*A mi mamá, Mirta Briceño, por enseñarme a asumir la vida con responsabilidad y compromiso.*

*A mi querido hijo, Daniel Enrique por ser mi motor durante estos últimos 6 años, hemos crecido juntos y aprendido cada día el uno del otro, es mi gran amigo y compañero y hemos hecho de esta relación una gran familia.*

*A mi tía y madrina, Emma que siempre ha estado ahí en los momentos importantes de mi vida, parad acompañarme, apoyarme y aconsejarme.*

*A mi amiga y hermana de vida, Ana Gabriela por acompañarme, aconsejarme y ayudarme en este camino y ser una tía para mi hijo.*



*A mi mamá, Emma por ser más que una abuela, una gran persona a la que estaré siempre eternamente agradecida por estar ahí.*

*A mis abuelos, Raúl y María, por ser un ejemplo a seguir.*

*A mi prima y hermana María José, por ser parte de mi vida.*

*A mis amigos, Alberto Molina, Alexis Mota, Waylon Pérez, por brindarme su amistad incondicional es estos años de estudio.*

*A Julio Cegarra, Consuelo Cobaleda y Mario Sánchez, por hacerme sentir como un miembro de su familia en los últimos años.*

*A todos mis familiares y demás amigos, que alguna u otra forma me han apoyado y colaborado para que este logro se haga realidad.*



## ÍNDICE

	Pág
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>DEDICATORIAS</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>	
1.1.1 Ubicación de la empresa	1
1.1.2 Reseña histórica de la empresa	1
1.1.3 Misión de la empresa	4
1.1.4 Visión de la empresa	4
1.3.5 Estructura organizativa de la empresa	4
1.1.6. Oferta de mercado	7
<b>1.2 EL PROBLEMA</b>	
1.2.1 Planteamiento del problema	8
1.2.2 Formulación del problema	14
1.2.3 Justificación del problema	14
1.2.4 Objetivos del estudio	15
1.2.4.1 Objetivo general	15
1.2.4.2 Objetivo específico	15
1.2.5 Importancia de la investigación	16
1.2.6 Alcance	16
1.2.7 Limitaciones de la investigación	17



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

<b>2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	19
<b>2.2 BASES TEÓRICAS</b>	21
2.2.1 Plan de inspección y relubricación	21
2.2.2 Mantenimiento centrado en confiabilidad	22
2.2.3 Mantenimiento Productivo Total (MPT)	23
2.2.4 AMEF (Análisis de modo de efecto y falla)	25
2.2.5 Estudio de tiempo	28
2.2.6 Hoja de control	28
2.2.7 Método REBA	29
<b>2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS</b>	42

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Nivel de la investigación	51
3.2 Diseño de la investigación	52
3.3 Entorno de Desarrollo	53
3.4 Fuentes y Técnicas de Recolección de Información	53
3.5 Instrumentos para Recolectar Datos	54
3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Información	54
3.7 Fases de la Investigación	54

## **CAPITULO IV**

### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

4.1 Equipos de protección personal	59
4.2 Herramientas de trabajo	61



4.3 Equipos que conforman las celdas de conversión higiénicos	62
4.4 Método de trabajo actual	65
4.5 Riesgos de la actividad	66
4.6 Análisis ergonómico del método de actual de relubricación	68

## **CAPITULO V**

### **PROPUESTAS DE MEJORAS E IMPLEMENTACIÓN**

5.1 Mejora N° 1: Creación de rutas de inspección y relubricación del área de conversión higiénicos	77
5.1.1 Identificación de los puntos de lubricación en cada uno de los equipos que conforman las celdas de transformación del papel	77
5.1.2 Cálculo de la frecuencia de relubricación	92
5.2.3 Cálculo de la viscosidad del lubricante	99
5.1.4 Cálculo de la cantidad de grasa	101
5.1.5 Rutas de inspección y relubricación del área de conversión higiénicos	104
5.1.6 Plan de trabajo diario del técnico de lubricación del área de conversión higiénicos	118
5.2 Mejora N° 2: Instalación de los sistemas de lubricación en el exterior de la maquina	120
5.3 Mejora N° 3: Implementación de nuevos equipos de lubricación, específicamente una engrasadora eléctrica	124

## **CAPITULO VI**

### **JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO**

6.1 Mejora N° 1	127
6.2 Mejora N° 2	127
6.3 Mejora N° 3	133



6.4 Ahorro total del proyecto

134

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla N° 1. Productos fabricados	7
Tabla N° 2. Tiempo perdido 2011 Zona Higiénicos	12
Tabla N° 3. Porcentaje de tiempo perdido 2011 Zona Higiénico	13
Tabla N° 4. Tiempo perdido en días zona Conversión Higiénicos	14
Tabla N° 5. Puntuación del tronco	31
Tabla N° 6. Modificación de la puntuación del tronco	31
Tabla N° 7 Puntuación del cuello	32
Tabla N° 8. Modificación de la puntuación del cuello	33
Tabla N° 9. Puntuación de las piernas	33
Tabla N° 10. Modificación de la puntuación de las piernas	34
Tabla N° 11. Puntuación de los brazos	35
Tabla N° 12. Modificación de la puntuación de los brazos	35
Tabla N° 13 Puntuación del antebrazo	36
Tabla N° 14. Puntuación de la muñeca	36
Tabla N° 15. Modificación de la puntuación de la muñeca	37
Tabla N° 16. Puntuación inicial del Grupo A	37
Tabla N° 17. Puntuación inicial del Grupo B	38
Tabla N° 18. Puntuación para la carga o fuerza	39
Tabla N° 19. Modificación de la puntuación para la carga o fuerza	39
Tabla N° 20. Puntuación del tipo de agarre	39
Tabla N° 21. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B	40
Tabla N° 22. Puntuación final	41
Tabla N° 23. Puntuación del tipo de actividad muscular del REBA	41
Tabla N° 24. Porcentaje de fallas por lubricación	58



Tabla N° 25. Equipos de protección personal	60
Tabla N° 26. Herramientas de trabajo	61
Tabla N° 27. Listado de equipos de Celda 1, Conversión zona higiénicos	64
Tabla N° 29. Resumen del REBA, grupo A	70
Tabla N° 30. Resumen del REBA, grupo B	71
Tabla N° 31. Resumen del REBA, puntuación final	72
Tabla N° 32. Resumen del REBA, grupo A	74
Tabla N° 33. Resumen del REBA, grupo B	75
Tabla N° 34. Resumen del REBA, puntuación final	76
Tabla N° 35. Factores de velocidad	92
Tabla N° 36. Factores de ajuste de frecuencia de relubricación	93
Tabla N° 37. Propiedades de la grasa recomendada para relubricación	103
Tabla N° 38. Resumen de los cálculos realizados en la sección 5.1	104
Tabla N° 39. Rutina de inspección y re lubricación de la celda 1	107
Tabla N° 50. Calendario de rutina de inspección y relubricación 2012	119
Tabla N° 51. Herramientas utilizadas para instalación de sistemas remotos	121
Tabla N° 52. Imágenes antes vs después de la instalación de los sistemas remotos	123
Tabla N° 53. Características de los equipos para la mejora N° 3	124
Tabla N° 54. Costos: materiales necesarios para la mejora N° 22	128
Tabla N° 55. Producción teórica vs producción real por celda 2011 conversión higiénicos	129
Tabla N° 56. Unidades no producidas por fallas de lubricación por celda productiva 2011, conversión higiénicos	130
Tabla N° 57. Pérdida en Bs por celda productiva 2011, conversión higiénicos	131
Tabla N° 58. Ganancia conservadora en Bs y porcentaje estimado conservador de ganancia por celda productiva	132



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura N° 1. Ubicación de la empresa	1
Figura N° 2. Organigrama general de Papeles Venezolanos, C.A.	6
Figura N° 3. Diagrama del proceso de planta PAVECA	9
Figura N° 4. Esquema de elaboración de la metodología AMEF	27
Figura N° 5 Posición del tronco	30
Figura N° 6. Posición que modifica la puntuación del tronco	31
Figura N° 7. Posición del cuello	32
Figura N° 8. Posición que modifica la puntuación del cuello	32
Figura N° 9. Posición de las piernas	33
Figura N° 10. Angulo de flexión de las piernas	34
Figura N° 11. Posición de los brazos	34
Figura N° 12. Posición que modifica la puntuación de los brazos	35
Figura N° 13. Posición del antebrazo	36
Figura N° 14. Posición de la muñeca	36
Figura N° 15. Torsión de la muñeca	37
Figura N° 16. Flujo de obtención de puntuación del REBA	42
Figura N° 17. Esquema de composición de las grasas	46
Figura N° 18. Drenaje del lubricante por los laterales del rodamiento	66
Figura N° 19. Lubricación de los puntos a una altura menor a 0,5 m	67
Figura N° 20. Lubricación de los puntos a una altura mayor a 2,20 m	68
Figura N° 21. Lubricación de los puntos a una altura menor a 0,5 m	69
Figura N° 22. Lubricación de los puntos a una altura mayor a 1,70 m	73
Figura N° 23. Identificación de los puntos de lubricación del desenrollador trasero	80
Figura N° 24. Identificación de los puntos de lubricación del desenrollador	81



delantero

Figura N <sup>o</sup> 25. Identificación de los puntos de lubricación del gofrador grafilador	82
Figura N <sup>o</sup> 26. Identificación de los puntos de lubricación del acumulador	83
Figura N <sup>o</sup> 27. Identificación de los puntos de lubricación del distribuidor	84
Figura N <sup>o</sup> 28. Identificación de los puntos de lubricación de la sierra # 1	85
Figura N <sup>o</sup> 29. Identificación de los puntos de lubricación del transportador	86
Figura N <sup>o</sup> 30. Identificación de los puntos de lubricación de la envolvedora	87
Figura N <sup>o</sup> 31. Identificación de los puntos de lubricación de la colocadora de asas	88
Figura N <sup>o</sup> 32. Identificación de los puntos de lubricación del distribuidor antes de la embultadora	89
Figura N <sup>o</sup> 33. Identificación de los puntos de lubricación de la embultadora	90
Figura N <sup>o</sup> 34. Identificación de los puntos de lubricación de la máquina de tubo de cartón	91
Figura N <sup>o</sup> 35. Señalización del link “cálculo”	95
Figura N <sup>o</sup> 36. Pantalla de cálculo de diversas variables que ofrece el grupo SKF	95
Figura N <sup>o</sup> 37. Pantalla de cálculo de intervalo de lubricación	96
Figura N <sup>o</sup> 38. Pantalla de cálculo de intervalo de lubricación, con los datos requeridos para el cálculo	97
Figura N <sup>o</sup> 39. Pantalla de cálculo de relubricación realizado	98
Figura N <sup>o</sup> 40. Pantalla de cálculo de velocidad	98
Figura N <sup>o</sup> 41. Pantalla de cálculo de velocidad, con los datos requeridos y resultado	99
Figura N <sup>o</sup> 42. Factores de frecuencia de engrase	102
Figura N <sup>o</sup> 43. Fórmula para el cálculo de la cantidad de grasa en rodamiento	102



## TABLA DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Grafico N° 1. Porcentaje de fallas de lubricación, Conversión zona higiénicos	58



**TITULO: PLAN DE INSPECCIÓN Y RELUBRICACIÓN DE LAS LÍNEAS  
CONVERTIDORAS DE PAPEL HIGIÉNICOS DE LA PLANTA PAPELES  
VENEZOLANOS C.A.,**

Tutor: Prof. Silvia Sira.

Autor:  
Mirtha, Aguilera

**RESUMEN**

El objetivo principal del presente Trabajo Especial de Grado, se baso en crear e implementar las rutas de inspección y relubricación en el área de conversión específicamente en la zona de higiénicos, en la empresa Papeles Venezolanos C.A.; con la finalidad de disminuir las paradas no programadas que ocurren a causa de fallas por lubricación en dicha área. Para apoyar la investigación, se implementaron mecanismos que permiten lubricar los equipo desde el exterior, con las maquinas en movimiento mejorando el método de trabajo actual y garantizando una actividad segura y ergonómica para el técnico lubricador. La investigación se desarrollo bajo la modalidad de Proyecto Factible, considerando que estará dando solución a la problemática detectada en la empresa. Las mejoras desarrolladas son: la creación e implementación de nuevas rutas de lubricación para las máquinas convertidoras de higiénicos, una planificación diaria de trabajo aplicada al técnico lubricador y un estudio de riesgo asociado a cada actividad de lubricación que se lleva a cabo en la zona mencionada. Con base en el análisis del método REBA, se detectaron posturas adoptadas por el técnico que son claramente disminuidas con las mejoras.

Palabras claves: lubricación, mecanismos de lubricación, rutas.



## INTRODUCCIÓN

La situación económica mundial, así como el ambiente de globalización actual hace necesaria una mejora en la eficiencia de la industria en general, ya que para poder seguir siendo rentables y mantenerse con una tasa de crecimiento dentro del marco competitivo actual, cualquier industria debe mejorar continuamente la calidad de sus productos, aumentar su producción y disminuir sus costos. Un mejor mantenimiento de su maquinaria y equipo puede ser una de las formas en que una industria puede alcanzar estas metas.

En Papeles Venezolanos C. A. los responsables de ejecutar las actividades incluidas en el mantenimiento correctivo, son los mecánicos de mantenimiento de cada área, dicho personal está orientado a canalizar todas las actividades durante las paradas planificadas por cada equipo/área, la existencia de un trabajo correctivo fuera del intervalo comprendido para las paradas, representa una carga de trabajo adicional y por ende origina una baja en la eficiencia productiva. Sin embargo, al aplicar una filosofía de mantenimiento preventivo, en vez de un mantenimiento correctivo, se logran disminuir, entre otras cosas:

- a. Las paradas de equipo no programadas, que son las más costosas, ya que no solo repercuten en costos directos sobre la máquina/equipo sino que a su vez la producción se detiene para el proceso involucrado en dicha parada no programada.
- b. El costo en horas-hombre, tanto horas ordinarias como extras, que son necesarias al tener que reparar una máquina en estado de emergencia.
- c. El costo en repuestos en sí que son utilizados en el momento de la reparación.



d. Los costos de almacén de repuestos por sobre almacenaje de repuestos no programados

Debido a que la lubricación es una de las actividades de mantenimiento preventivo más importantes, es necesario considerar el hecho de que generalmente es posible mejorar la eficiencia con que se realiza esta actividad. Algunas de las formas en que se puede mejorar la eficiencia de la lubricación, pueden ser:

a. Disminuir la cantidad de lubricante que se utiliza, ya que la mayor parte de las veces se tiende a sobrelubricar los mecanismos, produciendo un incremento de costos por desperdicio de lubricante.

b. Readecuar los intervalos de lubricación por medio del cálculo teórico, teniendo presente el desempeño del lubricante y la forma de operación de la máquina, siempre sin descuidar el utilizar la cantidad adecuada de lubricante.

c. Reducir las horas-hombre necesarias para realizar la lubricación por medio de una rutina de lubricación eficiente, con la consiguiente reducción de costos que esto implica, tanto directamente, como indirectamente al reducir el porcentaje de error humano, que puede provocar el fallo de un componente por falta de lubricación.

d. En el caso de que sea necesario parar la máquina para lubricar sus componentes, el hecho de utilizar un sistema centralizado automático, puede representar el no parar para lubricar, trayendo esto consigo un aumento en la producción.

Todas estas formas de mejorar, pueden ser aplicadas por medio de la utilización de un sistema centralizado de lubricación, ya sea manual o automático. Estos sistemas ya están siendo utilizados ampliamente a nivel mundial, con el objetivo de hacer más eficiente la lubricación, obteniendo el mayor rendimiento de la maquinaria y ayudando en la mejora de la eficiencia productiva de la misma.

## CAPITULO I

### 1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.

#### 1.1.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Papeles Venezolanos C.A. (PAVECA) está ubicada en la carretera nacional Guacara San Joaquín Edo. Carabobo zona industrial “El Tigre”, estado Carabobo, a 150 Km. de Caracas; 16 Km. de Valencia, y a 70 Km. de Puerto Cabello.

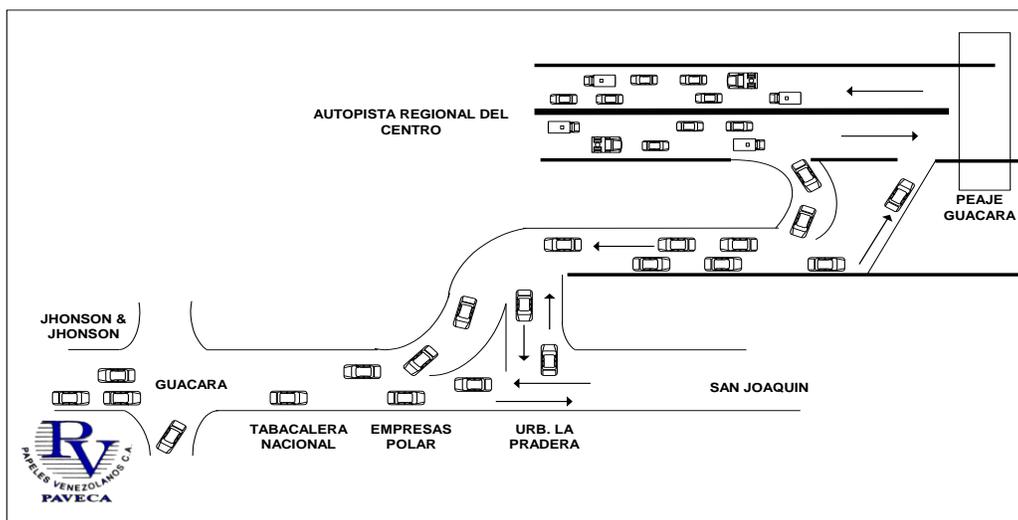


Figura N° 1: Ubicación de la Empresa.  
Fuente: Papeles Venezolanos, C.A.

#### 1.1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

Papeles Venezolanos C.A. (PAVECA) es una empresa productora de papel tissue, fundada en Venezuela en la ciudad de Guacara, estado. Carabobo, en el año 1953, pero es en 1956 cuando inicia sus operaciones al unirse con dos compañías de gran importancia, la KRUGER, la cual representa la mayor empresa privada del mundo dedicada a la fabricación del papel periódico y TAMAYO & Cía., empresa



que fue fundada en la ciudad de Caracas en el año 1905 la cual es hoy en día una de las más importantes firmas dedicadas a la fabricación de productos alimenticios y de primera necesidad del país.

Con la marca suave, PAVECA marcó en 1957 el inicio de la producción de papel higiénico de lujo en Venezuela y establece desde entonces un liderazgo indiscutible y sostenido en el mercado.

PAVECA C.A. comenzó a operar con un solo molino y en la actualidad cuenta con 6 molinos capaces de producir 106.000 toneladas métricas de papel por año, 30 líneas convertidoras (7 de Higiénicos, 3 de Toallas, 18 de Servilletas, 1 de envoltura, 1 Institucional), capaces de producir más de 9.5 millones de cajas por año.

Con una capacidad de producción de 270 toneladas diarias de papel higiénico o tissue, Papeles Venezolanos (PAVECA) se consolida entre las cinco primeras plantas de América Latina en su segmento de negocio y es, sin duda, el más grande productor de papel tissue del país.

PAVECA distribuye directamente sus productos a nivel Nacional, en más de 2000 puntos de venta; para esto cuenta con un Centro de Distribución Central situado en Guacara estado Carabobo y 8 depósitos ubicados en las principales ciudades del País. Para poder cumplir con las exigencias de los clientes en la entrega de la mercancía, PAVECA dispone de una nueva y moderna flota de transporte, compuesta por más de 200 unidades, la mayoría de estas, especialmente diseñadas para manipular en forma segura la carga y mantener la calidad de sus productos.

En cuanto a facilidades industriales se refiere, la empresa cuenta con tres turbinas para la autogeneración de electricidad, con calderas para la generación de vapor utilizado en el secado del papel y otros usos. Para el tratamiento de las aguas



cuenta con tres sistemas de limpieza denominados clarificadores, los cuales se encargan de separar el agua del lodo por medio de sedimentación, para así aprovechar esta agua clarificada en el proceso nuevamente.

PAVECA cuenta con una integración vertical con DEFORSA, empresa filial dedicada a producir materia prima forestal extraída de los árboles de eucalipto, insumo básico para la manufactura de pulpa. DEFORSA dentro de su ideología tiene una alta responsabilidad para con el medio ambiente manejando proyectos de reforestación y conservación de flora y fauna. PAVECA y DEFORSA suministran empleo fijo a más de 1400 personas.

La vinculación de PAVECA con el consumidor venezolano se expresa en la permanencia del compromiso de la empresa, y también en las formas de desarrollar propuestas innovadoras acordes con las exigentes preferencias del consumidor, un ejemplo de ello es la marca líder del mercado Rosal, que ofrece varias presentaciones con diferentes números de hojas, que permiten adaptarse a las necesidades de cada consumidor. Esta marca además cuenta con Rosal Plus Chamos, papel higiénico para niños que innova con su divertido papel impreso y rico aroma en el tubito, y con Rosal Plus Practi-Pack, el primer higiénico portátil de Venezuela. Por otro lado, Suave Ultrasoft, ofrece su versión tradicional y la nueva versión Premium con aloe vera y manzanilla, ambas con la máxima suavidad del mercado.

PAVECA también es líder del mercado en otras categorías de productos, como lo es toallas absorbentes con la marca Don Toallin Jumbo Pack, y Household Napkins hace lo propio en la categoría de servilletas.

PAVECA, dentro de su política de responsabilidad social lleva a cabo diversas actividades, como por ejemplo en el área educativa, donde sustenta económicamente a la escuela Nueva Guacara, con más de 1200 niños. También



DEFORSA colabora con el equipamiento y restauración de las escuelas cercanas a su plantación, en el Estado Cojedes. En el sector salud, PAVECA también ha hecho aportes a diversos hospitales y fundaciones a nivel nacional.

### **1.1.3 MISIÓN DE LA EMPRESA**

Mantener nuestro liderazgo como empresa estratégicamente integrada, haciendo el mejor papel del mercado para cuidado personal y del hogar, que satisfaga las necesidades de los consumidores, clientes, accionistas y nuestro talento humano, creando conciencia ambiental y con responsabilidad social.

### **1.1.4 VISIÓN DE LA EMPRESA**

Consolidar nuestro liderazgo a través del Talento humano, capacidades productivas y de comercialización, incursionando en nuevos mercados nacionales e internacionales, mediante la diversificación de productos.

### **1.1.5 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA**

La empresa cuenta con una estructura organizativa bien definida, de una manera jerárquica; es decir, los cargos están ubicados según su nivel de autoridad y responsabilidad; ésta muestra las relaciones entre los diferentes niveles de mando, las cuales a su vez se encuentran divididos en diferentes departamentos. El organigrama de la empresa está conformado por un presidente ejecutivo o gerente general, vicepresidencia de operaciones, vicepresidencia de asuntos institucionales y ambientales, dirección de recursos humanos, dirección de ventas, dirección de mercadeo, vicepresidencia de administración y finanzas, gerencia de operaciones forestales, las cuales tienen a su cargo las diferentes gerencias que integran la organización.



También está constituida por la gerencia de planta, de compras, la dirección de recursos humanos, ingeniería y proyectos, logística y planificación, logística de productos terminados, transporte, protección de planta, fibra secundaria, conversión, control de calidad y gerencia de DEFORSA quienes reportan a la vicepresidencia de operaciones.



### 1.1.6 OFERTA DE MERCADO

Papeles Venezolanos C.A, cuenta con una extensa gama de productos en el mercado abarcando desde servilletas hasta papel higiénico, pasando desde la clase económica C hasta la clase A. A continuación se muestran los diferentes productos.

**Tabla N° 1. Productos Fabricados.**

Producto	Tipo	Descripción
Higiénicos	Premium (suave)	Higiénico blanco de 300 hojas dobles de 109
	De lujo (sedita)	Papel higiénico blanco de 300 hojas dobles
	Rosal plus	Papel blanco de 300 hojas dobles por rollo de
	Rosal Económico	Papel Rosado de 300 hojas dobles por rollo
	Spring Soft	Papel blanco de 200 hojas dobles por rollo de
	Perla	Papel de 250 hojas sencillas de 101 x 114 mm
	Rosal Chamo	Papel blanco de 300 hojas dobles por rollo de
Toallas	Toallas Rollo	Son toallas con la novedosa tecnología point
	Toallas	Son toallas sencillas intercaladas de 255 x 270
Servilletas	Servilletas De Lujo	Son servilletas blancas de doble hoja de lujo
	Servilletas Hoja	Son servilletas blancas de mesa de 340 x 340
	Royal Poly	Cajas de 60 paquetes de 50 servilletas cada
	Servilletas Z	Son servilletas de hoja sencilla de 178 x 340
	Pequeña Y	Hoja sencilla e 178 x 340
Toallas	Toallas rollo	Toallin 1 rollo, Toallin Doble Jumbo, Toallin
	Toallas	Toallas sencillas intercaladas de 255 x 270
Productos institucionales	Jumbo roll	Rollos de larga duración viene en dos
	Towell roll	Rollos de toallas para manos de una hoja,

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia.



## 1.2 EL PROBLEMA

### 1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el mundo globalizado han surgido empresas con estrategias diversas, sumado a la incorporación del talento humano capacitado en diferentes áreas, con la finalidad de abarcar el mercado de consumidores y mejorar su maquinaria, asumiendo el rol de responsabilidad para el cuidado y conservación del medio ambiente.

En el caso de los países latinoamericanos, las empresas necesitan mantener sus niveles estimados de producción para poder permanecer en los mercados nacionales e internacionales, por ende es de gran importancia prestar atención a su proceso productivo y todo el ambiente que lo conforma.

En el caso de la empresa Papeles Venezolanos C.A. (PAVECA), la cual actúa en un entorno muy sensible a la preferencia del consumidor, el hecho de no satisfacer la demanda o de lanzar un producto fuera de los estándares de calidad, es una ventana abierta para la entrada de nuevas marcas u ofertas.

A tal efecto PAVECA ha logrado consolidar su liderazgo a través del talento humano, con la incorporación de maquinarias que favorecen la producción. Su expansión ha sido y se mantiene, no solo a nivel nacional sino internacional, con una amplia diversidad de productos. A su vez es de vital importancia que cada área que conforma la empresa, sea capaz de desarrollar su labor y esté bien definida para engranar de manera sencilla todas las actividades que generan el producto final.

Para tener una visión general de la empresa a continuación se presenta el diagrama de proceso de la planta, Papeles Venezolanos C.A.,

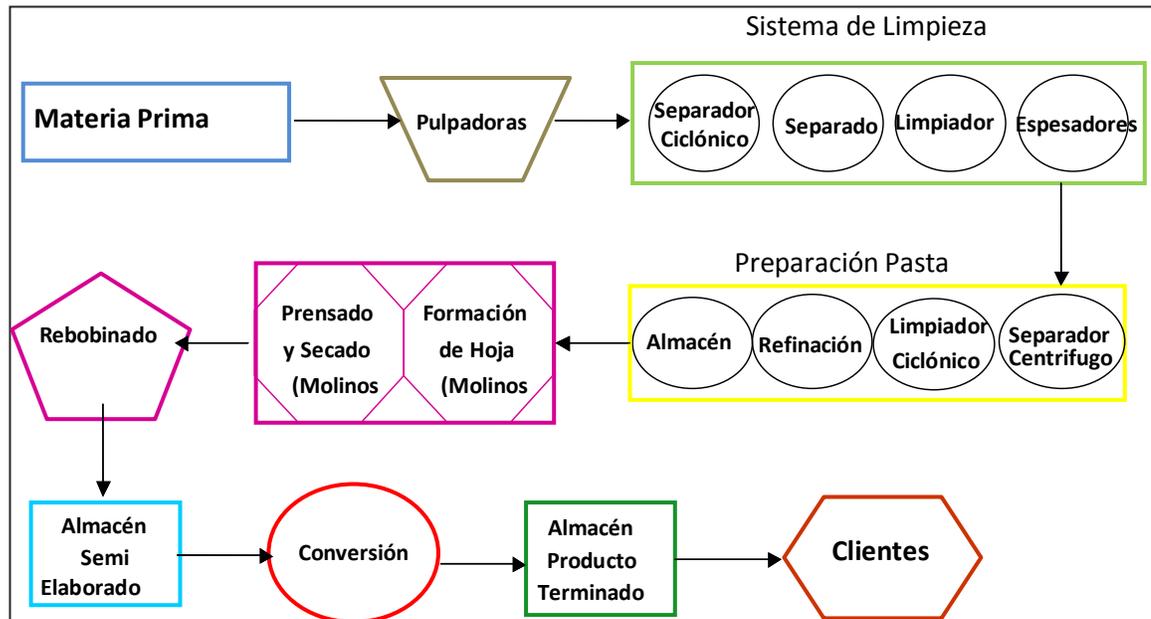


Figura N° 3: Diagrama del proceso de planta PAVECA  
Fuente: Departamento de logística PAVECA.

Como se puede apreciar, en la figura anterior, el área de conversión es el proceso final de transformación de la materia prima y por ende una falla de calidad en su sistema o cadena interna, puede originar un cuello de botella en la salida hacia los almacenes de producto terminado y de allí al cliente final. Es por ello que cada parada planificada de mantenimiento preventivo debe cumplir con un cronograma determinado donde se establecen las actividades a realizar en cada celda, esto con la finalidad de evitar paradas correctivas no planificadas que impidan mantener el índice de producción estimado para cada período.

El departamento de mantenimiento predictivo/preventivo encargado de la detección y prevención de discrepancias mecánicas en toda la planta, es responsable del buen funcionamiento de cada equipo, para ello debe llevar un control de las posibles fallas de estos y poder atacarlas antes de que se conviertan en una discrepancia que termina en un parada de máquina. Este departamento está dividido en tres áreas: vibración, eléctrico y lubricación, la última es uno de sus pilares pero se



está dejando ver como la más débil ya que el ejercicio de sus responsabilidades carece de normativas y un cronograma de responsabilidades que especifique las tareas de cada integrante del área como los supervisores y técnicos, cada uno realiza lo que considera su trabajo, sin dejar registro de lo que ha hecho, dificultando el rastreo de las problemática que se presenten y ocasionando inconsistencia para hallar el responsable de la falla.

Para papeles venezolanos es aceptable un máximo del 4% de tiempo perdido anual en una celda por cualquier tipo de falla, en este caso las fallas por lubricación en promedio son de un 76,34%, cifra que excede significativamente lo permitido, de allí que se toma como crítica esta discrepancia, en comparación con otras posibles fallas registradas por el departamento de mantenimiento preventivo/preventivo.

Es conveniente destacar que la lubricación de las celdas sólo se hace los días miércoles en aquellas semanas que corresponda según el calendario de paradas planificadas, el resto de la semana el técnico debe llevar a cabo la lubricación de aceite, ruta que realiza en el transcurso de las cinco primeras horas de su jornada laboral, lo que significa que tiene el 37.5% del tiempo libre, a menos que se presente una emergencia.

Tomando en cuenta, que no existen instalados sistemas remotos de lubricación, lo que limita la labor, ya que estos permiten lubricar los equipos en movimiento desde un lugar exterior a la máquina donde el técnico pueda trabajar de forma segura y sin realizar movimientos disergonómicos. Bien sea por el diseño de fabrica de la máquina o porque aquellas que tenían algún tipo de mecanismo se dejo de utilizar a tal punto de llegar al deterioro en su totalidad. Para poder recuperar e instalar sistemas de lubricación remotos son necesarios dos tipos de conectores, que se colocan uno en el punto de lubricación al cual va conectado una manguera que lleva en su otro extremo otro conector donde se coloca la respectiva grasera que



permite el acceso de la grasa al rodamiento, estos materiales antes mencionados tienen un stock bajo entre 100 y 200 cada uno y tomando en cuenta que cada celda presenta un promedio de 140 puntos de lubricación es difícil trabajar con tan pocos materiales, y la falta de personal para esta actividad dificulta el término de ésta en un corto tiempo, solo se cuenta con el técnico para hacer las instalaciones de las mangueras que componen el sistema remoto de lubricación a distancia, de los puntos en cuestión.

Es por ello que, la actividad de lubricación, es realizada sólo en las paradas programadas, ya que las máquinas como el gofrador, perforadora, sierras, envolvedoras, embultadoras, máquinas de core y acumuladores, (las cuales representan un 80% de la celda), sólo se pueden acceder estando apagadas, de lo contrario, generaría un riesgo laboral grave, por ejemplo en máquinas como el gofrador, perforadora y acumulador el técnico debe que subir a la máquina a 2 m de altura, adaptando posiciones disergonómicas como estar agachado por períodos de tiempo de entre 20 y 25 min para alcanzar y lubricar los puntos a 50 cm del piso, o acostado en el piso en el caso de los puntos que lo requieran. Adicionalmente, ese es el único momento donde se puede hacer algún reporte de discrepancias dentro de las cuales la solución puede ser rápida o necesite desmontar una pieza, entonces puede que esto se realice ese día o quede para la próxima parada dentro de tres meses. De lo antes expuesto el tiempo mencionado es el que dura el técnico en vaciar la engrasadora o hasta ver que la grasa sale por los laterales del rodamiento, en cada punto, esto último genera un costo por lubricante mayor del necesario ya que lo desperdiciado no es reciclable.

Es importante nombrar lo repetitivo que es el movimiento realizado por el técnico para lubricar con la engrasadora manual, por su poca capacidad, debe llenarla hasta 50 veces en una parada y cada llenada alcanza para 22 bombazos, lo que genera un gran esfuerzo de brazos y antebrazos.



En tal sentido, no existen estándares de ejecución, la celda se lubrica sin ningún patrón o ruta que lo señale y de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento mecánico, donde ellos necesiten lubricar, llaman al técnico para que lo haga, y en los tiempos restantes se lubrica el resto de la celda.

Asimismo, la falta de planificación del área de lubricación para las paradas programadas ocasiona la escasez de materiales necesarios para trabajar adecuadamente, un caso sencillo como cambiar una grasera, ocasiona una falla posterior porque implica que no se lubricó el rodamiento de ese equipo convirtiéndose en una parada no programada de la máquina, que no es más que tiempos perdido de producción reflejándose en unidades dejadas de producir.

En este sentido, la intención es disminuir pérdidas ocasionadas por paradas no planificadas de producción específicamente por lubricación sabiendo que esta es la base para el buen funcionamiento durante su vida útil.

Para entender lo antes expuesto se presenta la tabla N° 2 donde se detalla el tiempo de paradas no planificadas por celda, desglosado en problemas por fallas de lubricación y otro tipo de problemas que pueda ocasionar una parada de la máquina.

**Tabla N° 2. Tiempo Perdido 2011 Zona Higiénicos**

Celda	Paradas no planificadas (min/año)	Problemas en rodamientos, rodillos y cadenas por falla de lubricación (min/año)	Otras Causas (min/año)
1	123.328	113.602	9.726
2	124.179	106.283,5	17.895,5
3	85.206,5	75.279	9.927,5
4	82.738	73.928	8.810
5	81.211,75	50.898,75	30.313

6	120.952	10.528,5	110.223,5
7	120.493	49.620	70.837
8	138.504,5	93	138.411,5

Nota.Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial PAVECA

Cabe destacar que las cifras mostradas fueron extraídas del programa EAN, software de mantenimiento de Papeles Venezolanos C.A.

Con la finalidad de apreciar mejor la tabla anterior a continuación se muestran las cifras de tiempos de fallas de lubricación y tiempo de otras fallas de forma porcentual.

**Tabla N° 3. Porcentaje de Tiempo Perdido 2011 Zona Higiénicos**

Celda	Problemas en rodamientos, rodillos y cadenas (Fallas lubricación/fallas totales)	Otros (Fallas otro tipo/fallas totales)
1	92,11%	7,89%
2	85,59%	14,41%
3	88,35%	11,65%
4	89,35%	10,65%
5	62,67%	37,33%
6	8,70%	91,13%
7	41,18%	58,79%
8	0,07%	99,93%

Nota.Fuente: Elaboración Propia

Las unidades en las que se muestran las cifras son: porcentajes (%), es notable la gravedad de las fallas mecánicas presentadas.



Ahora bien expresando las cifras de la tabla N° 2 en días; solo por fallas relacionadas a lubricación las celdas de la zona higiénicos de conversión sufrieron paradas no planificadas en el año 2011, representadas en la siguiente tabla:

**Tabla N° 4. Tiempo Perdido 2011 Zona Higiénicos. Conversión en Días**

Celda	1	2	3	4	5	6	7	8
Días	78,89	73,80	52,27	51,33	35,34	7,45	34,46	Despreciable

*Nota, Fuente: Elaboración Propia*

En esta última tabla se aprecia claramente la importancia del tratamiento exhaustivo que necesita el área de estudio, sabiendo que todos estos tiempos perdidos de producción no son más que pérdidas para la empresa porque es tiempo en el que se dejan de producir unidades, causando el incumplimiento de las metas anuales planteadas por la empresa.

### **1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo a la temática planteada surge la siguiente interrogante que dará inicio la investigación: ¿será posible disminuir los costos por paradas no programadas y mejorar la productividad en las máquinas convertidoras de higiénicos de la empresa Papeles Venezolanos, C.A, al aplicar metodologías de mejoramiento productivo para crear rutas de inspección y relubricación?

### **1.2.3 JUSTIFICACIÓN**

Papeles Venezolanos, C.A. tiene como uno de sus objetivos la implementación de planes de acción que garanticen la continuidad de sus procesos. Para ello, el mantenimiento preventivo debe desarrollar planes de gestión en sus



distintas ramas, sabiendo que cada una de ellas forma parte fundamental para la planta. Por otra parte es necesario analizar en este caso la lubricación del área de conversión donde es fundamental mejorar la condición actual presente en las celdas tanto con grasa como con aceite, llevado a cabo durante las paradas preventivas en la mayoría de los equipos que allí se encuentran, destacando que sólo algunos puntos de lubricación pueden ser accedidos por el peligro que representa internarse en la máquina en funcionamiento; por este motivo el área requiere de la actualización, estandarización, organización y documentación de rutas de inspección y lubricación segura y ergonómica. Así como la creación de sistemas remotos que permitan llevar a cabo la lubricación con la máquina en movimiento, sabiendo que la importancia de la lubricación adecuada radica en la necesidad de prolongar la vida útil de los equipos allí existentes, maximizando su uso y disminuyendo los costos de reparación y tiempos de paradas no programadas por fallas de los rodamientos que se utilizan en los diferentes equipos que conforman las celdas que se encuentran a lo largo del proceso de conversión del papel.

#### **1.2.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

##### **1.2.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Crear e implementar rutas de inspección y relubricación del área de Conversión específicamente la zona higiénicos, Papeles Venezolanos C.A.

##### **1.2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar la situación actual del área de lubricación en conversión Norte (higiénicos).
2. Identificar los equipos que conforman las celdas de transformación del papel.



3. Revisar la información técnica de los equipos para ubicar los puntos de lubricación
4. Identificar los puntos de lubricación pertenecientes a cada equipo, especificando la frecuencia, tipo de lubricante y cantidad del mismo, por rodamiento.
5. Justificar económicamente las propuestas planteadas.

### **1.2.5 IMPORTANCIA**

Papeles Venezolanos, C.A, se destaca por la excelencia de sus productora y por ser una empresa líder en el mercado venezolano, de allí la importancia de mantener la eficacia de sus procesos de producción para garantizar la producción estimada en el tiempo y satisfacer a los consumidores, para ello es necesario que todas las partes del proceso funcionen adecuadamente ya que cada una forma parte del gran sistema que es la planta productora de papel.

Conversión es el área encargada de transformar bobinas de papel, pasando por un proceso arduo donde interviene un gran número de equipos agrupados en líneas de trabajo llamados celdas de conversión, en ellas se introducen las bobinas y después de varias actividades, se obtiene el producto terminado listo para ir a almacén, por ende en su afán de preservar su producción es necesario la implementación de un sistema de inspección y lubricación, de forma que permita el registro de datos de forma estructurada y determinando una ruta que genere la actualización diaria del área y la lubricación correspondiente a cada tipo de rodamiento.

### **1.2.6 ALCANCE**

El desarrollo del proyecto plantea, realizar una evaluación y posible reestructuración de la ruta de inspección y relubricación de los equipos del área de



conversión higiénicos, para ello es necesario observar, registrar e identificar cada punto de lubricación bien sea desde la celda, con la ayuda del manual o por conocimiento del técnico, con la finalidad de brindarle a esta área un plan de inspección y relubricación donde se especifiquen los puntos existentes de cada celda con sus respectivos intervalos de relubricación, cantidad de grasa o aceite a utilizar según sea el caso y el tipo de lubricante recomendado; en conjunto con ello se instalarán sistemas remoto para facilitar esta labor en cada uno de los equipos de la zona de higiénicos.

### **1.2.7 LIMITACIONES**

Al momento de plantear el desarrollo del presente trabajo especial de grado, se evidencio una serie de factores, considerados como restricciones que deben ser tomadas en cuenta para garantizar el éxito del proyecto.

Con respecto a la metodología de lubricación actual, en los manuales simplemente se nombran de manera general la tarea de lubricación bien sea con grasa o aceite, pero no se muestra la ubicación exacta de cada punto, razón por la cual se hace necesaria la visita por parte del autor del presente estudio, en conjunto con el técnico a las celdas para la identificación detallada cada punto de lubricación en cada equipo, obteniendo más de 1303 puntos en el área de estudio.

Es notable que con sólo la información suministrada en los manuales no se puede hacer un ruteo consistente y puede fácilmente pasar por alto puntos de lubricación ya que su conocimiento está basado en su experiencia previa, adquirida por inquietud o por el entrenamiento prestado por técnicos que lo antecedieron. De allí se resume una limitación de información para completar el estudio en el tiempo requerido.



Por otra parte, la ejecución del presente Trabajo Especial de Grado trae consigo una inversión y esto debe estar acompañado de un estudio que de soporte a la empresa para tomar la decisión de invertir o no en el desarrollo del trabajo. Para ello se necesitan conocimientos especializados en la elaboración de proyectos para el área de conversión en PAVECA, contando para ello con la experiencia del gerente del área, cuyo tiempo de atención y dedicación era limitado.

En general, el tiempo, la falta de información detallada y conocimientos en materia interna de la empresa, han sido considerados limitantes del proyecto, pero a pesar de ello no impidieron el emprendimiento y la ejecución de los objetivos planteados.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del plan de inspección y relubricación de las líneas convertidoras de papel higiénico, a continuación se hace mención de algunos antecedentes cuya propuesta es; plantear, diseñar, implementar, y mantener las maquinarias para una mejor producción en la fabricación del papel siendo este el objetivo o propósito fundamental de la presente investigación y sirven de preámbulo para el desarrollo del mismo.

Lucero y Medina (2010): realizaron un trabajo sobre, propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas, caso: FANABUS S.A., el propósito fundamental es aumentar la productividad utilizando un conjunto de métodos como lo son el análisis de la operación, metodología ESIDE, la metodología REBA, análisis de recorrido y estudios de tiempo, arrojando como resultado la disminución de los recorridos, y arrojo un impacto cualitativo y cuantitativo a partir de la aplicación de un instructivo de operaciones.

Moreno (2009), presentó un trabajo enfatizado en el mantenimiento por lubricación teniendo como objetivo general “Elaborar el plan de mantenimiento para la maquinaria pesada, utilizada en movimiento de tierra, diseñando el procedimiento adecuado dependiendo de la criticidad del equipo” para ello se crearon guías de mantenimiento para cada equipo basándose en el manual del fabricante, se determinó la criticidad de los equipos con el fin de ponerles más atención a aquellos que en su momento son vitales para el avance físico de la obra, introduciéndoles en un programa de monitoreo de condición mediante el análisis de aceite, para lo cual se



empleó el programa S.O.S. Caterpillar, para anticiparnos a las fallas y modificar los períodos de cambio de lubricantes. Para establecer el plan de mantenimiento, fue necesario poner los procedimientos del área de responsabilidad por escrito. Para estandarizar los procesos en todas las obras en ejecución. Además se logra comprobar que el mantenimiento de la maquinaria pesada se hace más sencillo si se lleva el orden adecuado y los insumos necesarios, si se utiliza una guía de mantenimiento.

Mundarain (2009), realizó una investigación sobre “Diseñar un Programa de Mantenimiento Basado en Condición, enfocado a la mejora de la efectividad de los activos rotativos de la planta Supermetanol C.A., en José, estado Anzoátegui” como su objetivo general indica, la investigación fue realizado con la finalidad de diseñar un programa de mantenimiento basado en condición enfocado en mejorar la efectividad de los activos rotativos críticos de la planta Supermetanol C.A., a fin de disminuir las horas de parada no programadas, elevar la productividad del sistema y minimizar los costos asociados al mantenimiento. Mediante el monitoreo y registro, inspecciones periódicas de parámetros claves en el desempeño de una máquina, como variables operacionales, niveles de vibraciones, ruidos ultrasónicos, estado de lubricantes, tiempo entre fallas, es posible obtener patrones o señales que, al analizarlas, permiten determinar la condición del equipo, y de esta manera poder planificar actividades de mantenimiento específicas y programar el momento oportuno para la intervención del activo y así garantizar la continuidad del proceso productivo.

Herrera (2003), realizó un trabajo de pregrado cuyo objetivo general es muy similar al presente trabajo: “Diseñar e implementar un sistema de lubricación centralizado automático para una máquina de corte de rollos de papel higiénico, para mejorar la lubricación de la misma:”. Sabiendo que la lubricación es de vital importancia para el mantenimiento de maquinaria más de grandes dimensiones, atendiéndola se logra disminuir costos, y evitar incidentes en el curso de la



producción. Este proceso se desarrollo siguiendo un orden de hecho como: obtener las especificaciones de los componentes de la máquina que necesitan lubricación y datos de operación actuales de la máquina (temperaturas de operación, velocidades, frecuencia de lubricación, cantidades, etc), para seleccionar y diseñar un sistema automático de lubricación que satisfaga las necesidades de la máquina, teniendo en cuenta las condiciones de operación de la misma. Y como resultado se obtuvo reducción de la cantidad de mano de obra por mantenimiento y de los tiempos muertos debidos a lubricación también poder medir el impacto que la instalación del sistema tiene en la operación y mantenimiento de la máquina.

## **2.2 BASES TEÓRICAS.**

Para el desarrollo de la siguiente investigación es importante comprender y definir concepciones que forman parte en el proceso del logro de los objetivos planteados.

### **2.2.1 Plan de inspección y relubricación**

La relubricación de las líneas convertidoras del papel higiénico abarca la atención eficaz a cada una de las maquinarias que se utilizan para lograr una producción eficaz y cónsona con las exigencias del consumidor, actividad que va de la mano con la inspección que no es más que la observación directa de los mecanismos a lubricar hecha con base en una rutina para el registro de anomalías u observaciones inherentes al tema.

### **Definición de mantenimiento industrial.**

Según Rey (2001), son todas aquellas técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de las máquinas productivas. (pág. 85)



### 2.2.2 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad:

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurara que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente. Un aspecto clave de la metodología RCM es reconocer que el mantenimiento asegura que un activo continúe cumpliendo su misión de forma eficiente en el contexto operacional.

Según Amendola (2006), define el RCM como “Una filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema.”

El Mantenimiento RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.
- Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.
- 
- El objetivo principal de RCM está reducir el costo de mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas, y evitando o quitando acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias.



El uso de esta teoría implica responder siete preguntas básicas en relación a los equipos:

1. ¿Cuáles son las funciones?
2. ¿De qué forma puede fallar?
3. ¿Qué causa que falle?
4. ¿Qué sucede cuando falla?
5. ¿Qué ocurre si falla?
6. ¿Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
7. ¿Qué sucede si no puede prevenirse la falla?

### **2.2.3 Mantenimiento Productivo Total (MPT)**

Según Lefcovich, (2008), el TPM ó Mantenimiento Productivo Total es “Un paso más hacia la excelencia empresarial” y define esta metodología como un sistema destinado a lograr la eliminación de las pérdidas relacionadas con los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. Estas grandes pérdidas dan lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o mal funcionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM adopta como filosofía, el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. Es por ello, que el resultado final que se persigue con su implementación es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

**Los pilares del TMC son:**

- Mejoras focalizadas: son aquellas dirigidas a intervenir en el proceso productivo con el objeto de mejorar la efectividad de la instalación; se trata de incorporar y desarrollar un proceso de mejora continua: se pretende eliminar las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso de producción, para ello es necesario utilizar herramientas de análisis, que ayuden a eliminar los problemas de raíz.
  - ✓ Perdidas en maquinas
  - ✓ Perdidas en mano de obra
  - ✓ Perdidas en método
  - ✓ Perdidas en materia prima
  - ✓ Perdidas de energía
  - ✓ Perdidas en medio ambiente
  
- Mantenimiento autónomo: se les denomina así a las actividades que hacen los operarios de una fábrica para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinas, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano. Este pilar tan importante en el mantenimiento productivo total es designado generalmente a los jefes de los departamentos de producción y va de la mano del mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, etc.
  
- Mantenimiento profesional: tiene que ver con la ergonomía laboral, el sentimiento de los trabajadores para con la empresa, que se ve reflejado en su desempeño laboral, en la prestación de un servicio o actividad que realiza.
  
- Control de los servicios en fase de diseño: toda la experiencia con respecto a las maquinas de producción debe ser aplicada al momento de adquirir o fabricar nuevos equipos, en pos de mejorar su mantenibilidad; teniendo en cuenta la disminución del tiempo destinado a mantenimiento con mejores



accesos a los equipos, mayor fiabilidad, facilidad de limpieza, entre otros. Apuntando a reducir el tiempo que el equipo se encuentra detenido que en consecuencia es un tiempo improductivo para la empresa.

#### **2.2.4 AMEF (Análisis de modo de efecto y falla)**

Según Juran (2003), Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es “una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura causadas por deficiencias en los procesos de diseño o manufactura”. También identifica características de diseño o de proceso críticas o significativas que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran, muy utilizadas actualmente, y de gran ayuda para este desarrollo ya que nos va a permitir identificar las fallas más frecuentes y sus causas.

Los **objetivos** que se pretenden alcanzar cuando se realiza un AMEF:

- ✓ Satisfacer al cliente
- ✓ Introducir en las empresas la filosofía de la prevención
- ✓ Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- ✓ Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección

Asimismo, el AMEF es una metodología orientada a maximizar la satisfacción del cliente mediante la reducción o eliminación de los problemas potenciales o conocidos, y en nuestro caso el cliente sería la empresa misma, cuya necesidad de disminuir las fallas nos lleva a la aplicación de esta herramienta que bien puede ser implementada en cualquiera de las siguientes situaciones, por citar algunas:



- ✓ Cuando se diseñen nuevos procesos o diseños.
- ✓ Cuando cambien procesos o diseños actuales sea cual fuere la razón.
- ✓ Cuando se encuentren nuevas aplicaciones para los productos o procesos actuales.
- ✓ Cuando se busquen mejoras para los procesos o diseños actuales.

En figura N° 4 se esquematiza de una forma sencilla los pasos a seguir para la elaboración de un AMEF a manera de guía sujeto a modificaciones de acuerdo a las variables a utilizar.

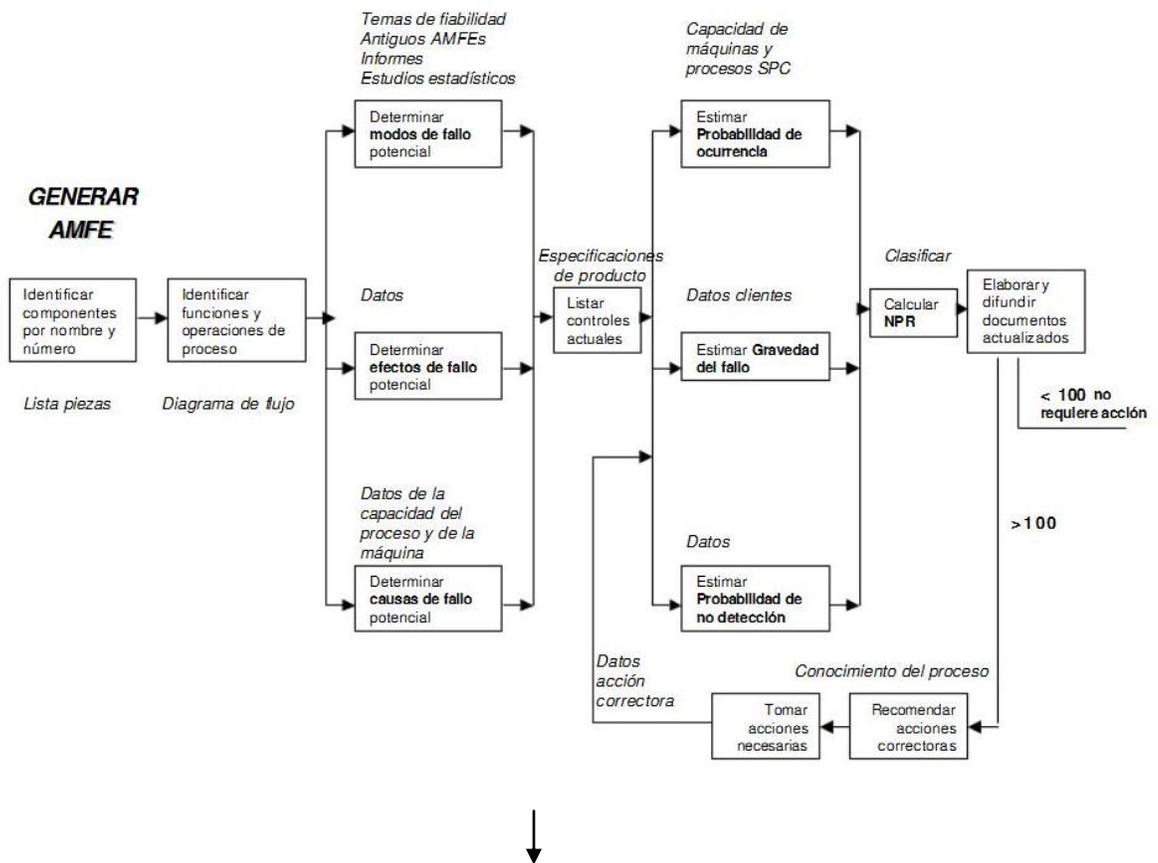
Crear y formar el equipo AMEF



Identificar el producto o proceso



Generar el AMEF



Revisar y seguir el AMEF

Figura N° 4: Esquema de elaboración de la Metodología AMEF  
Fuente: Elaboración Propia.



### **2.2.5 Estudio de tiempos**

Kanawaty en 1996 definió los estudios de tiempos como: “una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea, según una norma de ejecución preestablecida.”

A través de esta herramienta se tomarán datos reales directamente en las máquinas estudiadas para conocer su situación actual y determinar el porcentaje de tiempo operativo y no operativo existente en éstas y establecer estrategias para la disminución de los tiempos improductivos.

### **2.2.6 Hojas de control**

Carlot en 1998, definió unna hoja de control, también llamada "de Control" o "de Chequeo" como: “un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.”

#### **Ventajas**

Supone un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.

Las Hojas de Verificación reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos.

#### **Utilidades**

En la mejora de la Calidad, se utiliza tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recogida y análisis de datos para probar alguna hipótesis.



También se usa como punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los Gráficos de Control.

### **2.2.7 Método de REBA**

Diego (2012) expone: “El método de REBA permite analizar un conjunto de posiciones articuladas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo y muñeca) del tronco del cuello y de las piernas. Además existen otros factores que se consideran categóricos para la evaluación de las posturas, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador, así mismo evalúa aquellas posturas estáticas y dinámicas, e incorporando los riesgos asociados a cambios bruscos de posturas o posturas inestables”.

El método REBA es una herramienta de análisis postural que presenta dos cualidades: el uso y la sensibilidad, especialmente con las tareas que conllevan cambios inesperados de posturas, como consecuencia de la manipulación de cargas inestables o impredecibles.

Su aplicación previene al evaluador de algunos riesgos de lesiones asociados a algunas posturas principalmente si son de tipo músculo esquelético. Se trata entonces de una herramienta útil para prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

Actualmente un gran número de estudios avalan los resultados proporcionados por el método REBA consolidado como una de las herramientas más difundidas y utilizadas para en análisis de la carga postural.

#### **Características destacadas del método:**

- Es un método que responde a la sensibilidad asociado a riesgos de tipo músculo-esqueléticos.

- Divide al cuerpo humano en segmentos para ser categorizados de forma individual, y así mismo poder evaluar los miembros superiores, tronco brazos y cuello.
- Permite analizar las consecuencias de las posturas del cuerpo sometidas al manejo de cargas realizados con las manos u otras partes del cuerpo.
- Considera relevante el tipo de agarre en el manejo de las cargas, recalcando que este no siempre puede realizarse con las manos.
- Permite identificar aquellas actividades musculares causadas por estáticas, dinámicas o debido a cambios bruscos o inesperados en la postura.

A continuación se presenta el desglose de cada parte del cuerpo que se evalúa con la metodología REBA, con base en una serie de posturas representadas con figuras explicativas que en conjunto con las tablas de puntuación respectivas se usan para la valoración y análisis de las posiciones adoptadas por los técnicos de lubricación.

Este método para hacer la evaluación correspondiente, divide al cuerpo en dos grandes grupos:

**Grupo A:** Este primer grupo abarca parte del cuerpo como: cuello, tronco y piernas.

Puntuación del tronco:

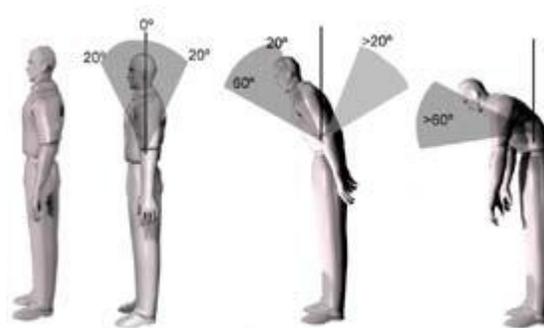


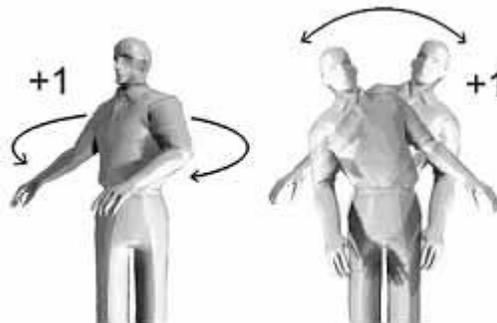
Figura N° 5: Posición del Tronco.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N°5. Puntuación del Tronco**

Puntos	Posición
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Existen posiciones que modifican la puntuación del tronco, que se muestran a continuación:



**Figura N° 6:** Posición que modifica la puntuación del Tronco.

Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N°6. Modificación de Puntuación del Tronco**

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Puntuación de cuello:



Figura N<sup>o</sup> 7: Posición del Cuello.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N<sup>o</sup>7. Puntuación del Cuello**

Puntos	Posición
1	El cuello esta entro 0 y 20 grados de flexión
2	EL cuello esta flexionado o extendido más de 0 grados

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Existen posiciones que modifican la puntuación del cuello, que se muestran a continuación:

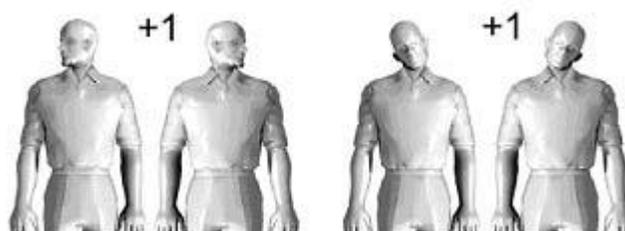


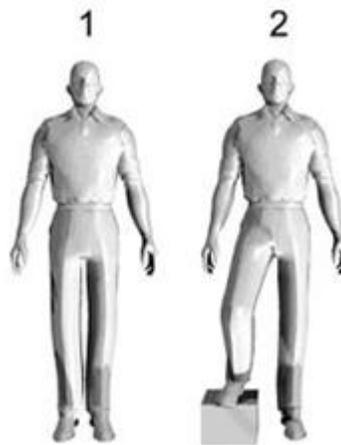
Figura N<sup>o</sup> 8: Posición que modifica la puntuación del Cuello.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N<sup>o</sup>8. Modificación de la Puntuación del Cuello**

Puntos	Posición
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Puntuación de las piernas:



**Figura N<sup>o</sup> 9: Posición de las Piernas.**  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N<sup>o</sup>9. Puntuación de las Piernas**

Puntos	Posición
1	Soporte bilateral, andando o sentado.
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Con respecto a las piernas, existe un ángulo de flexión que complementa la evaluación de éstas

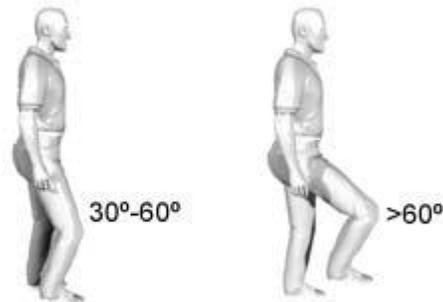


Figura N° 10: Angulo de Flexión de las Piernas.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N°10. Modificación de la Puntuación de las Piernas**

Puntos	Posición
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Nota. Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Grupo B:** Este segundo grupo lo conforman los miembros superiores, brazos, antebrazos y muñecas.

Puntuación de los brazos:

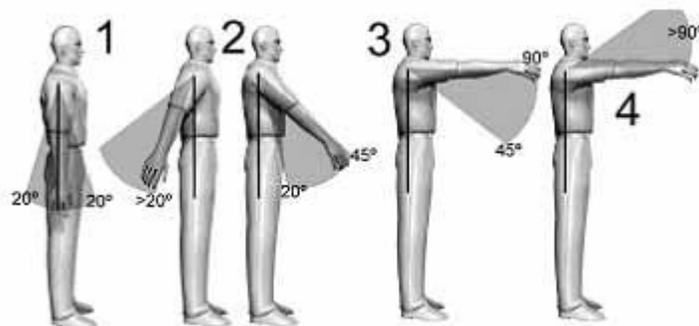


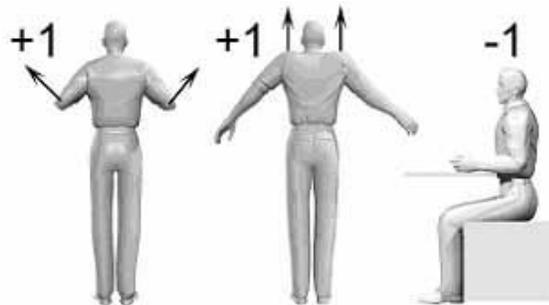
Figura N° 11: Posición de los Brazos.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N°11. Puntuación de los Brazos**

Puntos	Posición
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Posiciones que modifican la puntuación del brazo



**Figura N° 12: Posiciones que modifican la puntuación de los Brazos.**  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N°12. Modificación de la Puntuación de los Brazos**

Puntos	Posición
+1	El brazo está abducido o rotado.
+1	El hombro está elevado.
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Puntuación del antebrazo:

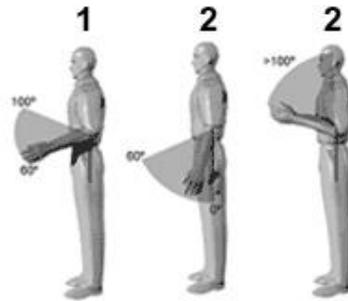


Figura N° 13: Posición del Antebrazo  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA

**Tabla N°13. Puntuación del Antebrazo**

Puntos	Posición
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Nota. Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Puntuación de la muñeca:

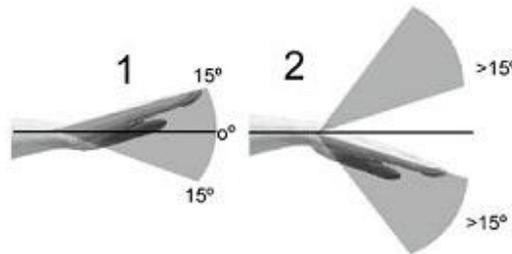


Figura N° 14: Posición de la muñeca.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

**Tabla N°14. Puntuación de la Muñeca.**

Puntos	Posición
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Nota. Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Torsión o desviación de la muñeca

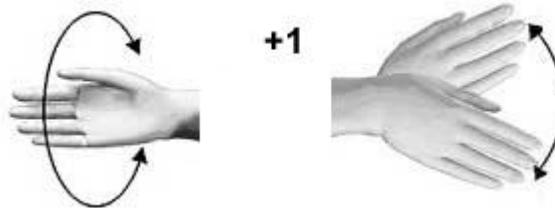


Figura N° 15: Torsión de la muñeca.  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Tabla N° 15. Modificación de la Puntuación de la Muñeca

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Nota. Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Puntuación del Grupo A

Tabla N°16. Puntuación del Grupo A

Tronco	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Nota. Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.



Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, cuello y piernas, permitirán obtener las primeras puntuaciones mediante la consulta de la tabla mostrada anteriormente (Tabla N<sup>o</sup>16)

### Puntuación del Grupo B

**Tabla N<sup>o</sup>17. Puntuación del Grupo B**

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

La puntuación inicial del grupo B se obtendrá a partir de las puntuaciones individuales de brazo, antebrazo y muñeca con base en la tabla anterior (Tabla N<sup>o</sup>17)

### Puntuación de carga o fuerza

\

**Tabla N°18. Puntuación de Carga o Fuerza**

Puntos	Posición
+0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Modificación de la puntuación de la carga o fuerza.

**Tabla N°19. Modificación de la Puntuación de Carga o Fuerza**

Puntos	Posición
+1	La fuerza se aplica bruscamente.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Puntuación del tipo de agarre

**Tabla N°20. Puntuación del Tipo de Agarre**

Puntos	Posición
+0	<b>Agarre Bueno.</b> El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	<b>Agarre Regular.</b> El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
+2	<b>Agarre Malo.</b> El agarre es posible pero no aceptable.
+3	<b>Agarre Inaceptable.</b> El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.



Tabla C del método REBA

**Tabla N°21. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.**

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
2	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7
3	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8
4	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
5	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
6	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10
7	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11
8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11
9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

La "Puntuación A" y la "Puntuación B" permitirán obtener una puntuación intermedia denominada "Puntuación C". la tabla anterior muestra los valores para la "Puntuación C".

Puntuación final

**Tabla N<sup>o</sup>22. Puntuación final del REBA**

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "Puntuación C" el incremento debido al tipo de actividad muscular.

Puntuación del tipo de actividad muscular

**Tabla N<sup>o</sup>23. Puntuación del tipo de actividad muscular del REBA**

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

*Nota.* Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA.

Para concretar el procedimiento de evaluación del método presentado se esquematiza a continuación:

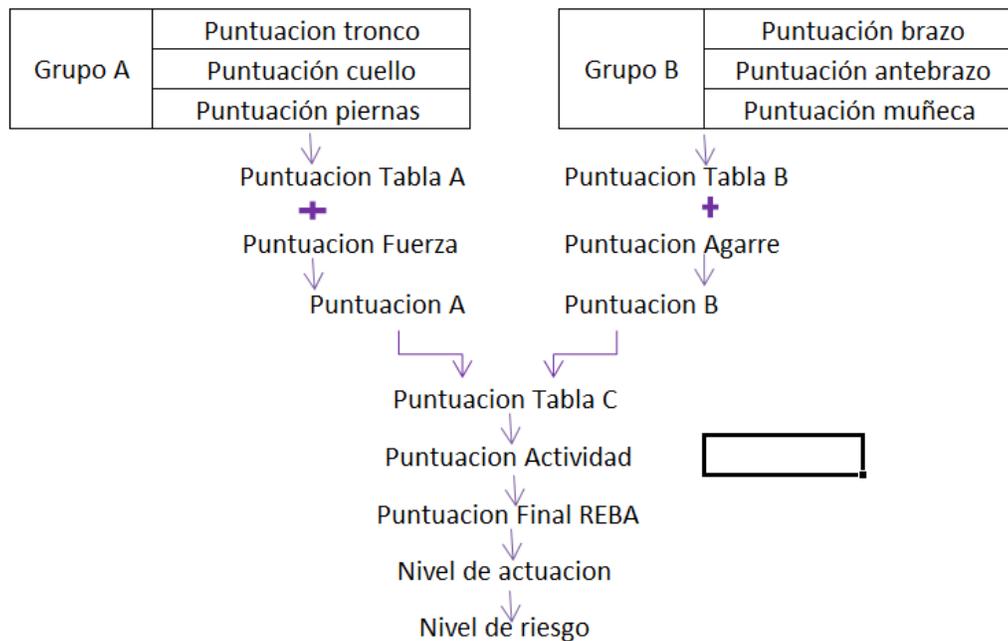


Figura N°16: Flujo de obtención de puntuación del REBA  
Fuente: Hignett&MacAtamney (2000). REBA

De esta manera se consigue la puntuación final del método.

## 2.3 TÉRMINOS BÁSICOS

Los conceptos mostrados a continuación derivan de SKF Reliability Systems.

**Aceite:** Los aceites utilizados para la lubricación de rodamientos son de dos tipos: mineral o sintético. Algunos ejemplos de aceites sintéticos son los biodiésels, la polialfa-olefina y los poliglicoles. Los aceites se mezclan con aditivos que les proporcionan las características adecuadas.



**Aceites Minerales:** Los aceites minerales proceden del Petróleo, y son elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, en las Refinarías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final, siendo el más adecuado para obtener Aceites el Crudo Parafínico.

**Aceites Sintéticos:** Los Aceites Sintéticos son fabricados a partir de moléculas de Etileno obtenidas en el proceso de destilación del petróleo.

**Auditorias:** De acuerdo con Espeso, Vallés y Rodríguez (2000), son aquellas técnicas y actividades de carácter operativo tales como medir, examinar, ensayar o contrastar con un patrón una o varias características utilizadas con el fin de determinar si se obtiene la conformidad.

**Chumacera:** Las chumaceras (Bearing Units) o unidades de rodamientos son una combinación de un rodamiento radial de bolas o de doble hilera de rodillos esféricos, sello, y un alojamiento (soporte) de hierro colado de alto grado ó de acero prensado (también pueden ser de acero inoxidable o algún material sintético), están disponibles en formas geométricas muy variadas.

Algunas de sus características de diseño y ventajas están: tipo libre de mantenimiento, tipo relubricable, dispositivos de obturación, rodamientos de alta capacidad de carga nominal del rodamiento y su fácil instalación de montaje y reemplazo.

Por lo general y dependiendo de su aplicación, las chumaceras se clasifican en dos tipos, a saber:

- a) No relubricables
- b) Relubricables

**Chumacera con tolerancia:** Es una chumacera de muñón en la cual el radio de las superficies de apoyo es mayor que el radio de la superficie del muñón.



**Chumacera de base porosa:** Este es un tipo de chumacera que se construye de algún material poroso por ejemplo, de polvos de metal comprimido, cuyos poros se aprovechan ya sea como un conjunto de depósitos de reserva de lubricante o como pasos a través de los cuales fluye el lubricante suministrado.

**Chumacera de carga axial:** Se dice de una chumacera en donde la carga actúa en la dirección del eje de rotación.

**Chumacera de cojín hidráulico:** Es una chumacera para carga de tipo axial o radial en la que la superficie de deslizamiento consiste en uno o más cojines o zapatas que están empivotados de tal manera que pueden tener un movimiento basculante, lo que promueve el establecimiento de una película hidrodinámica.

**Chumacera de rodillos:** Es una chumacera del tipo rotativo, conteniendo elementos giratorios en forma de rodillos.

**Chumacera de tejuelo:** Es una chumacera de superficie plana que soporta la cara inferior de un árbol vertical.

**Chumacera o cojinete de bolas:** Es una chumacera del tipo rotativo, cuyos elementos rodantes tienen forma esférica.

**Chumacera plana:** Es un tipo de chumacera simple de deslizamiento, que es la característica que la diferencia de los otros tipos de chumaceras, como son la de esto pero fijo, la de cojín hidráulico o la del tipo de rodillo

**Control:** Condición en que se están observando procedimientos correctos y se están cumpliendo los criterios.



### **Criterios de selección de lubricante:**

- Rango de temperatura de uso
- Factor de velocidad.
- Relación C/P.
- Bajo ruido.
- Baja fricción (torque de arranque) Aceite sintético, baja viscosidad del aceite.
- Posición del rodamiento grasa adhesiva.
- Rotación del aro externo NLGI 3, baja separación de aceite.
- Intervalos de relubricación.
- Condiciones ambiente (agua, tierra, pelusas)
- Movimiento oscilatorio.
- Condiciones de vacío  $10^{-2}$  mbar grasa PU,  $10^{-18}$  grasa PTFE.

**Engrasadora:** Dispositivo común en la industria para aplicación de grasa, se acciona normalmente de manera manual al mover una palanca y empujar grasa a través de un acople hidráulico.

**Fricción:** Fuerza que contrarresta el movimiento entre superficies de contacto. La fricción es compleja por naturaleza y se calcula por medio de un factor empírico. Existen muchas situaciones que dependen de la fricción: mantener un coche en la carretera y frenar son ejemplos de los efectos positivos de la fricción. Sin embargo, la fricción también consume energía y genera calor en la maquinaria rotativa. SKF, desde su fundación en 1907, trabaja para contrarrestar los efectos negativos de la fricción.

**Fallas:** Mosquera (2001), es la disminución o pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado, esta condición puede afectar la continuidad de ordenada de proceso.

**Grasa:** Definición de ASTM: Una grasa es todo producto sólido a semifluido, constituido por la dispersión de un agente espesante en un lubricante líquido. Otros ingredientes que le imparten características especiales pueden estar presentes.

Las grasas tienen muchas ventajas:

- Se quedan en su sitio
- Sellan, dejando afuera los contaminantes
- No necesitan un sistema de circulación
- Reducen el goteo, derrames y pérdidas.
- Incorporan aditivos sólidos fácilmente
- Son buenas para operación intermitente
- Pueden usarse en sistemas sellados de por vida
- Reducen el ruido

Las máquinas que usan grasas tienden a usar menos potencia.

La composición de las grasas:

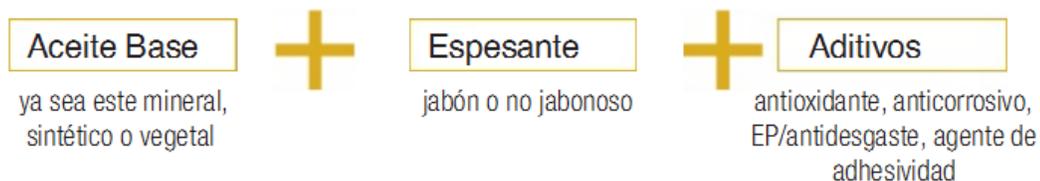


Figura N° 17: Esquema de Composición de las Grasas  
Fuente: Departamento de servicios Industriales PAVECA

**Lubricación:** El término lubricación se refiere al proceso en el que un fluido se introduce entre las superficies en contacto de dos cuerpos con movimiento relativo que rozan unidos por una carga, y este fluido forma una película de separación física entre las superficies de los cuerpos, que reduce la fuerza de deslizamiento y con ello el desgaste mutuo. Su función principal es reducir la fricción, disipación del calor y dispersión de los contaminantes.



**Lubricante:** Grasa, aceite u otra sustancia introducida entre dos superficies en contacto con el fin de reducir la fricción (por ejemplo, en un rodamiento).

**Mantenimiento:** Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

**Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición,** consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial).

**Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo,** consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

**Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallas,** consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional).

**Mantenimiento Correctivo o A la Rotura,** consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

**Planificación:** De acuerdo con Zea, Guzmán, Quintero, Rojas, (2001), no es solamente un disciplina, también es un proceso que se realiza individual, grupal, organizacional e institucionalmente durante un tiempo denominado horizonte de planeación y en un espacio, con unos instrumentos y recursos determinados.



**Plantillas:** Las plantillas, como norma general, pueden ser utilizadas por personas o por sistemas automatizados. Se utilizan plantillas en todos los terrenos de la industria y la tecnología. Una plantilla puede servir como muestra base de una diversidad sobre la que comparten elementos comunes (patrón) y que en sí es lo que constituye la plantilla. En relación con la edición o composición de textos o imágenes, se compone de cajas y líneas, con unos tamaños y márgenes, para facilitar la escritura de artículos o cartas, con títulos, fotos y diagramas.

**Rodamiento:** Siempre que existe rotación, se necesita algún tipo de rodamiento. La función de un rodamiento es reducir al mínimo la fricción entre las piezas móviles de la máquina y soportar una carga. La mayoría de los rodamientos actuales consta de un aro interior, un aro exterior, una serie de elementos rodantes (bolas o rodillos) y una jaula. La mayoría de los rodamientos está hecha de acero, aunque también se utilizan otros materiales, como la cerámica. Además de los rodamientos de bolas y rodillos, existen rodamientos lisos esféricos, con distintas combinaciones de la superficie de contacto deslizante: por ejemplo, acero sobre acero, o rodamientos libres de mantenimiento con capas deslizantes especiales, y también rodamientos magnéticos, en los que la fricción ha sido eliminada porque las piezas móviles van separadas por un campo magnético.

**Rodamientos rígidos de bolas:** Varios grados de tolerancia y jaula en los diseños están disponibles para satisfacer mejor el funcionamiento de la precisión y velocidad de los requisitos en sus aplicaciones. Principalmente diseñado para el transporte de cargas radiales, pero capaces de soportar cargas de empuje (axiales) moderadas y combinaciones de ambas. También está disponible en oscilantes, de dos hileras de bolas de diseño para aplicaciones en las que existe un problema de alineación del eje.

**Rodamiento de rodillos cilíndricos:** Debido a que los elementos rodantes en los rodamientos de rodillos cilíndricos tienen un contacto de línea con las pistas, estos



rodamientos pueden acomodar cargas radiales más pesadas. Los rodillos son guiados por pestañas en los anillos internos y externos, así estos rodamientos también son adecuados para aplicaciones de alta velocidad. Entre los diversos tipos de rodamientos de rodillos cilíndricos, el Tipo E tiene una elevada capacidad de carga y sus dimensiones principales son idénticas a las de los rodamientos estándares. Los rodamientos tipo HT, tienen una gran capacidad de carga axial y los tipo HL, mayor resistencia al desgaste en condiciones en las que es difícil mantener una película de lubricante dentro del rodamiento. También están disponibles arreglos de rodamientos de doble fila o múltiples filas. Para aplicaciones con cargas extremadamente altas, los rodamientos tipo SL llenos de rodillos y no separables, ofrecen ventajas especiales.

**Rodamiento de rodillos cónicos:** Los rodamientos de rodillos cónicos son diseñados de tal manera que las proyecciones de las líneas de superficie de las pistas de los anillos interior y exterior, así como las de los elementos rodantes, convergen en un punto sobre la línea central del rodamiento. Debido a esta característica de diseño, los rodillos se mueven sin problemas alrededor de las superficies de las pistas. Los rodillos cónicos son guiados por una fuerza combinada proveniente de las pistas interior y exterior, que mantiene a los rodillos presionados contra la pestaña del anillo interior. Si la carga de los rodamientos es baja durante la operación, o si la razón de carga axial a carga radial excede el valor de “e” para los rodamientos apareados o los de doble hilera, se presenta patinaje entre los elementos rodantes y las pistas, resultando esto varias veces en desgaste.

**Sistema de lubricación centralizado:** Debe antes que nada, decirse que un sistema de lubricación es el método por el cual se hace llegar el lubricante hacia las superficies que se desea lubricar. De esto puede verse que puede existir una gran cantidad de sistemas de lubricación. Sin embargo, ya que se desea referir a los sistemas de lubricación centralizados, se dirá que son aquellos en los cuales desde un solo punto es posible hacer llegar lubricante a varios componentes diferentes. Para



poder realizar esto, usualmente existe algún depósito de lubricante desde el cual por algún medio es impulsado el mismo a través de tuberías o conductos, medido y entregado en los componentes.

**Temperatura:** Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el *kelvin* (K).

**Tribología:** La Tribología es la ciencia que investiga la fricción. El estudio no sólo es teórico, sino también de aplicación.

**Velocidad de giro:** Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo. Para nuestro estudio la unidad será vueltas por minutos (v/m).



## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo se refiere a la metodología utilizada para llevar a cabo la presente propuesta como es: elaborar un Plan de inspección y relubricación de las líneas convertidoras de papel higiénicos de la planta “Caso Papeles Venezolanos C.A.”, Guaraca, Estado Carabobo. Corresponde a un diseño de investigación explicativa, apoyada en un trabajo de campo descriptiva y documental.

#### 3.1 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

En este sentido, el nivel de la investigación según Arias (2006) se refiere al “grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (pág. 23). La investigación explicativa se encarga de buscar el por qué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto; en este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante pruebas de hipótesis, sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

Asimismo Sabino, (1996) identifica estos estudios “como aquellos cuyo propósito es encontrar relaciones entre las variables” (pág. 32). Para Hernández y otros (2010) “los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o de fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales” (pág. 45). El medio de que se valen para tal labor es la verificación de una hipótesis que en estos casos sí es imprescindible, a diferencia de los dos anteriores tipos de investigación. Las características de este tipo de estudios son, de manera general, las siguientes, parten



de un abundante cuerpo teórico identifican las relaciones de causalidad; y, proponen nuevas hipótesis para futuros estudios.(pag 25)

EL mismo autor refiere que este tipo de investigaciones exige mayor concentración y capacidad de análisis y síntesis por parte del investigador, ya que las variables que se manifiestan ante los sentidos deben ser meticulosamente estudiadas. La conveniencia de emprender investigaciones explicativas varía de acuerdo al campo de conocimientos que se considere. El estudiante de Ingeniería Industrial hallará muy difícil aislar las variables en estudio; verá, por otra parte, que aunque alcance a verificar su hipótesis, ésta solo adquirirá significación en el marco de un entorno mucho más amplio, al que deberá referirse necesariamente para que su estudio no quede escindido del contexto en que se presenta.

Tamayo (2004), la define como aquella donde el investigador necesita “describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones” (p. 46).

### **3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el diseño de investigación, es necesario realizar algunas puntualidades conceptuales. Con relación al diseño, según Tamayo (2004) lo define como “la estructura real de los pasos o etapas que se van a seguir en la investigación” (p.108) Por tal motivo, el diseño de la investigación es de tipo documental de campo para Arias la investigación documental: “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación ,análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir,, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónica como en toda investigación el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.(p.27.)



De acuerdo a este tipo de diseño la investigación es de campo, para Díaz (2007) dice “el investigador realiza la observación de los fenómenos en forma natural, sin intervención alguna de su desarrollo” (p.98).

### **3.3 ENTORNO DE DESARROLLO**

El estudio que planteado se encuentra delimitado por el área de Molinos de la empresa Papeles Venezolanos C.A., con utilidad para el departamento de servicios industriales.

### **3.4 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Se utilizaron fuentes de tipo secundarias como lo son:

- Libros de texto: donde se encontró información de tipo metodológica, útiles para definiciones y procedimientos básicos para realizar un diagnóstico inicial de la situación la empresa.
- Internet: para completar información ya suministrados por textos de tipo teórica.
- Manual de proveedor: para conocer el funcionamiento de los equipos y las recomendaciones de mantenimiento de los mismos.

Las fuentes de tipo primarias serán:

- Observación simple: o no participante, el investigador observa de manera neutral sin involucrarse en el medio o realidad en la que se realiza el estudio. (Arias, 2006).
- Entrevista no estructurada: o informal, donde no se dispone de una guía de preguntas previamente elaboradas. Sin embargo se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista. (Arias, 2006).



### **3.5 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Son recursos que usa el investigador para registrar información o datos sobre las variables que se encuentran en el proceso. Los instrumentos para recoger datos serán:

- Manuales de usuario de los equipos.
- Fotografías de los puntos de lubricación obtenidas en las paradas programadas de los equipos.
- Temperaturas y velocidades de la ubicación de los rodamientos a lubricar.

### **3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Los datos recolectados con la ayuda de instrumentos, se mostraran en forma de tablas y cuadros que permitan ver el desarrollo de los objetivos planteados.

En el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la presente investigación de campo se mostraran de forma cualitativa y como complemento de del análisis cuantitativo de las fallas encontradas en el método y metodologías de trabajo de los técnicos de lubricación del área de conversión, para ellos se usarán técnicas como el AMEF para conseguir las causas que originan las pérdidas de tiempo en esta área y buscar la solución a esto modificando el método de trabajo para eliminar las actividades de relubricación innecesaria y la mala práctica de la labor como tal.

### **3.7 FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

**Fase 1:** Identificación de la situación actual.

Básicamente trata de buscar, recopilar toda la información posible y necesaria para identificar y explicar el proceso de planificación y ejecución de la lubricación de los



equipos que conforman las maquinas de conversión- higiénicos en la empresa Papeles Venezolanos C.A.

**Fase 2:** Creación de una base de datos.

Se contará con la ayuda de los supervisores y superintendentes de Conversión Norte, el departamento de mantenimiento preventivo/predictivo y todo trabajador con conocimiento en el área de estudio, para reunir toda la información que permite normalizar el método de lubricación actual y sus ventajas.

**Fase 3:** Análisis de la información.

En esta etapa del proyecto se pretende determinar las fallas por causa de lubricación que ocurren en el área de estudio, también los problemas futuros de salud de los técnicos que desempeñan la actividad, así como los costos que acarrea estas problemáticas en el procesos de producción; y las oportunidades de mejoras para el proceso.

**Fase 4:** Aplicación de la metodología para normalizar la labor del técnico de lubricación de conversión, higiénicos.

En esta fase se realizará una proyección del impacto beneficioso en el seguimiento de la metodología de efecto y fallas, en conjunto con la normalización del método de trabajo para la comparación de la situación actual con la situación futura, o sea después de las mejoras en el método y área de trabajo del lubricador, de tal manera que se pueda registrar y controlar el proceso de lubricación.

**Fase 5:** Proponer mejoras para los procesos existentes.

Luego de haber analizado las causas de los problemas de sobre lubricación y sub-lubricación, se procederá a dar mejoras y propuestas de mejora, en aspectos económicos, de tiempo y ergonómicos. Quedando como responsable la empresa de la implementación y seguimientos de la misma.





## CAPITULO IV

### DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La tarea de lubricación, constituye un factor importante para el buen desempeño de las máquinas y equipos del área en estudio y la planta en general, siendo esta labor responsabilidad directa del departamento de mantenimiento predictivo/preventivo. Dicho departamento está compuesto por tres áreas críticas: **vibración, eléctrico y lubricación**, esta áreas son denominadas críticas, por ser las bases del análisis al momento de prevenir o determinar una falla en algún equipo o máquina y se pueden apreciar a lo largo de todo el proceso, y en conjunto con el área de planificación son las encargadas de la detección y prevención de fallas para evitar fallas correctivas no planificadas.

Para cada área que conforma el departamento predictivo/preventivo se encuentra asignado un supervisor, el cual tiene a su cargo un grupo de técnicos encargados de cumplir con el ruteo correspondiente a cada área crítica mencionada.

El área donde se encuentran la mayor cantidad de equipos que requieren lubricación dentro de toda la planta productiva de PAVECA, es el área de conversión, a ésta pertenecen las máquinas convertidoras, como ya se hizo referencia anteriormente. Esto implica una probabilidad de falla por mala lubricación mayor que en cualquiera de las áreas productivas de la planta.

Apoyando las observaciones citadas anteriormente, luego de visitas guiadas al proceso de producción e intervención en las paradas programadas de mantenimiento preventivo para la zona higiénicos del área de conversión, se realizó un análisis de fallas para determinar el porcentaje de incidencia en cuanto a lubricación se refiere en los equipos (ver Grafico N°1). Los porcentajes representados a continuación tienen

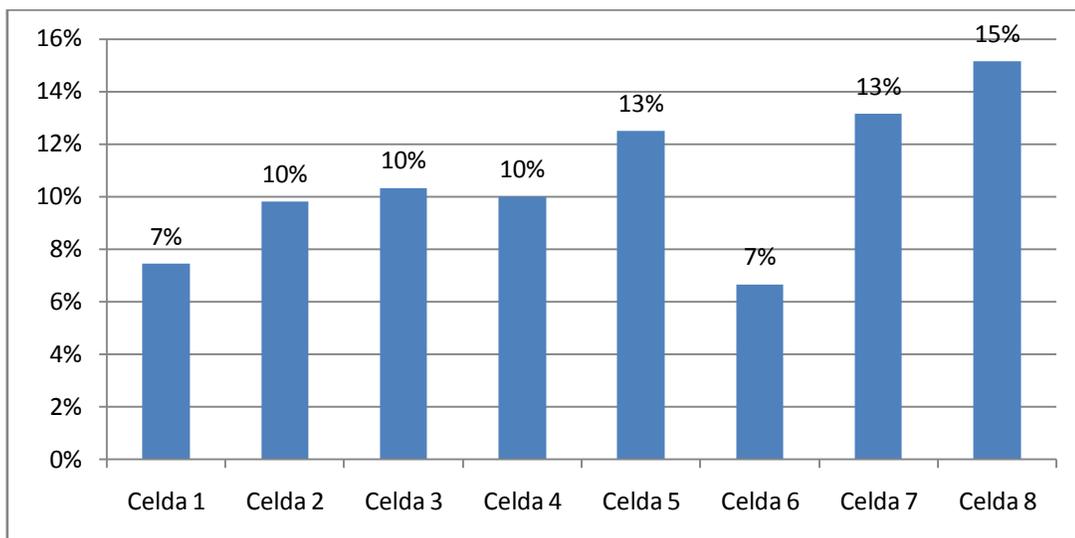
como divisor el número total de posibles fallas cargadas a mantenimiento preventivo de cada celda y como dividiendo el número de falla de lubricación.

**Tabla N° 24. Porcentaje de Fallas por Lubricación**

Celda	Posibles Fallas	Falla por Lubricación	%
1	121	9	7%
2	50	5	10%
3	58	6	10%
4	40	4	10%
5	62	7	11%
6	45	3	7%
7	38	5	13%
8	32	5	16%

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

Como se hizo referencia anteriormente, es notable que existen una cantidad de fallas identificadas en cada una líneas productivas en el área de conversión, las cuales están cuantificadas por el departamento de mantenimiento preventivo/predictivo sobre las cuales se está estudiando únicamente la falla asociada a lubricación, como el tema principal de estudio. Los porcentajes reflejados en la tabla anterior se representan en el siguiente gráfico.



**Gráfico N°1: Porcentaje de falla por lubricación. Conversión, zona Higiénicos**  
Fuente: Elaboración Propia

El gráfico mostrado indica el porcentaje de fallas relacionadas con lubricación del total de fallas posibles de cualquier índole que pueden presentarse en cada celda. Da la impresión de ser un número bajo pero el caso es que este pequeño número es el culpable de más de un 75% de las paradas no planificadas.

#### **4.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Para preservar la integridad física de los trabajadores, la empresa les proporciona equipos de protección personal, los cuales se deben usar dentro del área de trabajo durante la jornada. En la tabla N° 27, se muestran se detalla los distintos equipos necesarios.

**Tabla N° 25. Equipos de protección persona**

EQUIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Mascarilla	Son utilizadas por los operarios para filtrar las partículas de polvo y negro de humo presentes en el área y de esta forma poder evitar problemas respiratorios y pulmonares.
	Lentes de seguridad	Se utilizan para proteger los ojos del operador en el caso de que ciertas partículas salgan inesperadamente cuando realicen las operaciones y puedan sufrir lesiones.
	Protector auditivo	Se utiliza para filtrar la cantidad de ruido presente en el área y de esta forma prevenir lesiones auditivas.
	Botas de seguridad	Sirve para proteger los pies del operario cuando esté trabajando con materiales pesados, en caso de que estos puedan caer al suelo y lastimarlos.
	Casco de seguridad	Se utiliza para proteger la cabeza del operario

	<p>Guantes</p>	<p>Son utilizados por los operarios para manipular materiales o partes de los equipos.</p>
---	----------------	--

Nota.Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan las herramientas de trabajo utilizadas día a día por los técnicos de lubricación para la realización de su labor.

#### 4.2 HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Tabla N° 26. Herramientas de trabajo.

HERRAMIENTA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	<p>Graseras</p>	<p>Curvas, rectas y semicurvas, de un 1/8 NPT</p>
	<p>Llave ajustable</p>	<p>Utilizada para la colocación o desincorporación de los puntos de engrase.</p>

	<p>Engrasadora manual</p>	<p>Capacidad 600 cc), bombas universales para utilización con cartuchos y grasa a granel bien sea cargada por aspiración o con dispensador de grasa. Fijación de varilla de carga opcional según modelo (serie SG o AN). Robusta cabeza de hierro fundido, incluye empuñadura antideslizante. Son de llenado de forma manual al igual que su descarga.</p>
	<p>Carro</p>	<p>Utilizado para el transporte de las herramientas de trabajo desde el taller de lubricación hasta las celda de higiénicos</p>

Nota.Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS CELDAS DE TRANSFORMACIÓN DEL PAPEL

Para poder realizar un plan de inspección y ruteo de lubricación preciso, para el área de higiénicos en la zona de conversión, se realizó un levantamiento por celda productiva de cada uno de los equipos que la conforman.



Todas las áreas productivas dentro de una empresa se encuentran en constante cambio físico, es decir, ubicación de máquinas y equipos, introducción de nueva tecnología y reubicación o desecho de aquellos que se encuentran desactualizados en el mercado o simplemente su capacidad de producción no cubre la demanda requerida por el mercado creciente. Es por ello que se considera indispensable realizar un listado actualizado de todos los componentes productivos de la empresa al momento no sólo de realizar un ruteo de lubricación sino de cualquier actividad que involucra una mejora a nivel de mantenimiento preventivo.

Por otra parte las celdas no están asociadas a un producto único, sino que todas están sujetas a cambios que dependen de las órdenes dictaminadas por mercadeo. Por supuesto todas las celdas son de producción universal, es decir, que pueden producir cualquier producto ofrecido por la empresa con solo cambiar algunos parámetros y ajustes mecánicos. En estos cambios algunas partes de las máquinas salen y entran en parada ya que no son útiles para determinado producto y otras continúan funcionando, aquellas que entran en parada son tomadas en cuenta a la hora de realizar su inspección técnica para gestionar el informe que ha de ser utilizado para gestionar las rutas de relubricación a proponer.

En líneas generales las celdas guardan una estructura básica similar entre ellas, referente a los equipos que las conforman, la variantes se encuentran en la diversidad de marcas de los equipos y en la antigüedad que marca la pauta en cuanto a la tecnología presente en las máquinas. Por ello cada celda necesita un estudio personalizado de acuerdo a sus características y necesidades.

A continuación se presenta el listado actual de máquinas y equipos para el área de higiénicos en la zona de conversión, con su respectiva posición técnica (ID), puede dar un impresión de repetitividad pero en detalle se encuentran diferencias que se



harán más notables cuando se muestre la rutina de cada celda; para dar un ejemplo a continuación se muestra la celda 1:

Equipos pertenecientes a la celda N°1.

**Tabla N°27: Listado de Equipos Celda 1. Conversión, zona Higiénicos**

<b>CELDA 1, ZONA NORTE CONVERSIÓN</b>	
<b>Equipo</b>	<b>ID</b>
Desenrollador Trasero	861-001
Desenrollador Frontal	861-002
Gofrador Grafilador	861-010
Perforadora	861-020
Sella Cola	861-030
Acumulador	861-040
Distribuidor	861-049
Sierra # 1	026-001
Sierra # 2	026-002
Transportador	861-059
Envolvedora	025-001
Colocadora de Asa # 1	861-063
Embultadora	024-001
Paletizadora Automática	025-023
Maquina Tubo Cartón	028-001
Elevador tubo cartón	861-013
Bomba Vacío	861-021
Bomba Vacío	861-031
Polipastos	031-014

*Nota.*Fuente: Elaboración Propia



#### 4.4 MÉTODO DE LUBRICACIÓN ACTUAL

Actualmente el técnico de lubricación del área de conversión norte (higiénicos), desempeña su labor con base en la planificación de paradas programadas de las celdas de higiénicos, de tal manera que su guía para lubricar cada equipo no es más que el plan de parada de cada máquina, que actualmente se realiza cada tres meses y tiene una duración inicial no mayor a 10 horas aunque sujeta a extensión por problemas que se presente durante su desarrollo, de este tiempo el técnico tiene acceso a la máquina durante 7 horas que son sus horas de trabajo efectiva, en este período él debe lubricar todos los puntos de la celda (más de 160 puntos); por consiguiente es fácil entender que sin al menos un listado de los puntos a atender, el riesgo de olvidar algunos es mayor a que si contara con una ruta especificada de actividades a realizar para cumplir con la lubricación del total de los puntos de cada celda, aunado a esto se encuentra el desconocimiento de la cantidad de lubricante a aplicar en cada punto, cantidad variable de acuerdo a las dimensiones de los rodamientos, es por eso que la técnica para saber si debe dejar de lubricar un punto es verificar que se desborde la grasa por los laterales del rodamiento, haciendo este proceso de una forma muy lenta, sabiendo que para que este desbordamiento ocurra implica que se le está colocando más grasa de la requerida, generando mayor esfuerzo físico por parte del técnico y un desperdicio significativo de lubricante ya que éste sigue drenando hasta lograr el equilibrio interno de presión y cantidad de lubricante, de esta manera pues se está induciendo a fallas de desprendimiento de estopera por la presión a la que éste es sometido cada vez que se lubrica; trayendo como consecuencia dos casos importante de falla, la desatención de los puntos y la inducción a una falla en las estoperas que se refleja en fallas en rodamientos que ocasiona paradas no planificadas. A continuación se muestra la perdida de lubricante:



Figura N° 18. Drenaje de lubricante por los laterales del rodamiento  
Fuente: Elaboración Propia

Es importante resaltar que los rodamientos cojinetes, bielas y nodos deben lubricarse en movimiento, para que el lubricante utilizado, bien sea grasa o aceite pueda esparcirse por toda la pieza de manera uniforme.

#### 4.5 RIESGO DE LA ACTIVIDAD

Debido a la variedad de equipos que conforman las celdas de higiénicos, cada una tiene unas necesidades diferentes en cuanto a la ubicación de sus puntos de lubricación, por ende se consiguen puntos que se encuentran a distancias menores a 0,5 m o mayores de 2,0 m con respecto al piso, es por ello que el técnico se ve en la necesidad de asumir posturas y posiciones inseguras para cumplir con su labor, a continuación se muestran figuras del técnico en una parada programada.

1. La figura 18: muestra las posturas incómodas (es cuando el trabajo obliga al trabajador a mantener una parte del cuerpo en una posición incómoda) a las que se somete constantemente el técnico de lubricación de conversión norte.

La imagen a continuación explica fácilmente la carencia de las técnicas ergonómicas del lubricador para realizar su trabajo, en este caso los puntos a atender están a una altura no superior a 0,5 m del suelo por lo que se ve obligado a agacharse, sometiéndose a posiciones que le generen estrés y fatiga post parada, ya que tiene que hacer esto una cantidad de veces no menor a 50 en una misma parada, eso porque este tipo de puntos se encuentran a lo largo de la toda la línea, como mínimo dos veces en un equipo, y mayormente en: el gofrador, acumulador, sierra, bandas transportadoras, envolvedora, colocadora de asas y embultadora.



**Figura N° 19: Lubricación de los puntos a una altura menor a 0,5m**  
**Fuente: Elaboración propia.**

1. Figura 19: En este caso se enfocan las posturas o posiciones de riesgo a altas distancias del piso, debido a que por lo menos en promedio entre celdas, unos 50 puntos se encuentran a una altura mayor a 1,70 m, esto trae como consecuencia que el técnico se vea en la necesidad de escalar por los equipos para poder alcanzar estos puntos. Como se muestra a continuación, si se detalla cuidadosamente la figura XX se observa una posición de alto riesgo donde el técnico está apoyando sus pies de una manera inestable entre la estructura del equipo a una altura mayor a 2,10 m; también es notable que no existe ningún tipo de equipo de protección personal que resguarde su vida al

momento de cualquier incidente, pérdida de estabilidad o resbala a la que está expuesto el trabajador, por ello esta posición insegura es un potencial riesgo de accidente laboral



Figura N° 20: Lubricación de los puntos a una altura mayor a 2,20 m  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL MÉTODO ACTUAL DE RELUBRICACIÓN

A continuación, se realizara unos análisis ergonómicos mediante el uso de la metodología REBA a una serie de situaciones disergonomicas que se muestran en las figuras 21 y 22, pertenecientes a la actividad de relubricación.

**Operación # 1:** lubricación de los puntos a una altura menor a 0,5m. la siguiente figura muestra al técnico agachado, adoptando una postura perjudicial para la espalda e inestable con respecto a las piernas, que no le permite hacer el engrase correspondiente con fluidez.



**Figura N° 21: Lubricación de los puntos a una altura menor a 0,5 m.**

**Fuente: Elaboración Propia**

Luego de observar la postura de brazos, tronco y piernas se obtuvo la tabla de la puntuación del grupo A del método REBA que se presenta a continuación:

Es importante acotar que las puntuaciones seleccionadas se encuentran sombreadas con azul claro y el puntaje final del grupo en color rojo intenso.

**Tabla N°29. Resumen del REBA, Grupo A**

Tronco			
Posición	Puntuación	Corrección	Total
Erguido	1	Se suma +1 si existe torsión o inclinación lateral del tronco	5
Flexión: 0-20 Extensión: 0-20	2		
Flexión: 0-20 Extensión: 0-20	3		
Flexión: >60	4		
Cuello			
Posición	Puntuación	Corrección	Total
Flexión: 0-20	1	+1 torsión inclinación lateral	3
Flexión >20 Extensión >20	2		
Piernas			
Posición	Puntuación	Corrección	Total
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+1 si hay flexión entre 30 y 60	4
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+2 si hay flexión >60	
Puntuación de la tabla A			9
Fuerza y/o agarre			
Peso	Puntuación	Corrección	Total
< 5 Kg.	0	Suma +1 si la fuerza se aplica bruscamente	1
5-10 Kg.	1		
> 10 Kg.	2		
Puntuación de la tabla A: puntuación de la tabla A + puntuación de carga/fuerza			Total 10

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación del grupo muscular esquelético B del método utilizado, fue necesario, analizar cada brazo por separado ya que cada uno de ellos realiza un movimiento diferente y de forma independiente; para obtener una única puntuación del grupo se toma la mayor de las obtenidas por ser esta la más crítica; el color azul

claro representa la parte izquierda y el rosa la parte derecha del cuerpo, donde se combinen se debe a que se toma ese valor para ambas partes, y la puntuación final esta resaltada en amarillo como se muestra en la tabla adjunta:

**Tabla N°30. Resumen del REBA, Grupo B.**

Brazos				
Posición	Puntuación	Corrección		
Flexión 0-20	1	+1 si hay rotación		
Extensión 0-20				
Flexión 20-45	2	-1 si hay apoyo de postura a		
Extensión >20				
Flexión 45-90	3		Izq. Total	Der. Total
Flexión >90	4		4	3
Antebrazos				
Movimiento	Puntuación			
Flexión 60-100	1			
Flexión <60	2			
flexión >100		Izq. Total	Der. Total	
		1	1	
Muñecas				
Movimiento	Puntuación	Corrección		
Extensión 0-15	1	+1 si hay rotación o laterización		
Extensión > 15	2		Izq. Total	Der. Total
			2	3
Puntuación de la Tabla B			Izq. Total	Der. Total
			5	5
Agarre				
Tipo	Puntuación			
Bueno	0			
Aceptable	1			
Pobre	2			
Inaceptable	3	Izq. Total	Der. Total	
		6	8	
Puntuación de la Tabla B: puntuación de la tabla B + el agarre				Total
				12

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien, a la puntuación final de la tabla C del REBA se le suma la puntuación de la actividad y se obtiene la tabla siguiente:

**Tabla N°31. Resumen del REBA, puntuación final.**

Puntuación Final		
Puntuación C: (de la tabla C)	Izq. Total	Der. Total
	11	12
Puntuación de la actividad	Izq. Total	Der. Total
	2	2
Puntuación REBA: puntuación C + puntuación de la actividad	Izq. Total	Der. Total
		14

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

La evaluación completa se encuentra en el apéndice 1. Con base en los resultados obtenidos, se establece en que rango se encuentra la postura estudiada y en este caso se puede inferir que es importante cambiar la posición de los puntos de lubricación y cambiar la forma de lubricar por la repetitividad de la misma. (Ver apéndice 1)

**Operación # 2:** lubricación de puntos ubicados a una altura mayor a 1.70 m, en la postura adoptada por el técnico que se muestra en la figura N° 22 es claramente visible lo inestable y por consiguiente insegura de la misma, en ella, el técnico debe recurrir a la resistencia de su cuerpo para lograr mantenerse, sujetándose a la estructura de la máquina con las piernas mientras intenta engrasar los puntos que allí se encuentran, a esto se añade la carencia de equipos de protección como un arnés y cuerda de vida que resguarde al técnico de algún accidente laboral a esta altura.



**Figura N° 22. Lubricación de puntos ubicados a una altura mayor a 1.70 m**  
**Fuente: Departamento de servicios Industriales PAVECA**

Para la valoración del grupo musculo esquelético compuesto por tronco, brazos y piernas, se tomo principalmente como base del análisis la fuerza que debe tener el técnico en sus miembros superiores e inferiores para lograr sostenerse sin caer al suelo y lastimarse, en la tabla adjunta se muestran los puntajes obtenidos, donde las puntuaciones seleccionadas se encuentran sombreadas con azul claro y el puntaje final de este grupo en color rojo intenso.

**Tabla N°32. Resumen del REBA, Grupo A.**

Tronco			
Posición	Puntuación	Corrección	Total
Erguido	1	Se suma +1 si existe torsión o inclinación lateral del tronco	4
Flexión: 0-20 Extensión: 0-20	2		
Flexión: 0-20 Extensión: 0-20	3		
Flexión: >60	4		
Cuello			
Posición	Puntuación	Corrección	Total
Flexión: 0-20	1	+1 torsión inclinación lateral	3
Flexión >20 Extensión >20	2		
Piernas			
Posición	Puntuación	Corrección	Total
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+1 si hay flexión entre 30 y 60	2
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+2 si hay flexión >60	
Puntuación de la tabla A			7
Fuerza y/o agarre			
Peso	Puntuación	Corrección	Total
< 5 Kg.	0	Suma +1 si la fuerza se aplica bruscamente	2
5-10 Kg.	1		
> 10 Kg.	2		
Puntuación de la tabla A: puntuación de la tabla A + puntuación de carga/fuerza			Total 9

Nota. Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la tabla de la valoración del grupo muscular esquelético B comprendido por los brazos, antebrazos y muñeca, sombreado en azul claro; como es el caso en la postura en estudio los brazos hacen el mismo movimiento por lo que ambos tienen la misma puntuación final, resaltada en rojo:

**Tabla N°33. Resumen del REBA, Grupo B.**

Brazos				
Posición	Puntuación	Corrección		
Flexión 0-20	1	+1 si hay rotación		
Extensión 0-20				
Flexión 20-45	2	-1 si hay apoyo de		
Extensión >20				
Flexión 45-90	3	postura a favor de	Izq. Total	Der. Total
Flexión >90	4	la gravedad	3	3
Antebrazos				
Movimiento	Puntuación			
Flexión 60-100	1			
Flexión <60	2			
flexión >100		Izq. Total	Der. Total	
			2	2
Muñecas				
Movimiento	Puntuación	Corrección		
Extensión 0-15	1	+1 si hay rotación o laterización		
Extensión > 15	2			
			Izq. Total	Der. Total
			3	3
Puntuación de la Tabla B			Izq. Total	Der. Total
			5	5
Agarre				
Tipo	Puntuación			
Bueno	0			
Aceptable	1			
Pobre	2			
Inaceptable	3			
			Izq. Total	Der. Total
			7	7
Puntuación de la Tabla B: puntuación de la tabla B = el agarre				Total
				7

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien se presenta a continuación la tabla de puntuación final del método REBA de la postura mostrada en la figura N° 22:

**Tabla N°34. Resumen del REBA, puntuación.**

Puntuación Final		
Puntuación C: (de la tabla C)	Izq. Total	Der. Total
	9	9
Puntuación de la actividad	Izq. Total	Der. Total
	2	2
Puntuación REBA: puntuación C + puntuación de la actividad	Izq. Total	Der. Total
	11	11

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

La evaluación completa se encuentra en el apéndice 1. El riesgo a que se encuentra expuesto el técnico por la inestabilidad que acarrea la lubricación de los puntos que se muestran en la figura N° 22, necesita ser atendido urgentemente, basado en los resultados arrojados por el REBA.(ver apéndice 1 ).



## CAPITULO V

### PROPUESTAS DE MEJORAS E IMPLEMENTACIÓN

El presente capítulo contiene el estudio detallado llevado a cabo para determinar las rutas de inspección y relubricación que se han de proponer al departamento de Mantenimiento Preventivo/Predictivo para ser seguidas por el lubricador, en la zona de conversión de papel higiénico en la empresa Papeles Venezolanos, C.A. Dicho estudio, parte del diagnóstico de la situación actual, en el cual se basa el personal de lubricación del área para llevar a cabo su trabajo y así determinar las oportunidades de mejoras que contemplan la base de este Trabajo Especial de Grado, y culmina posteriormente con los cálculos teóricos que servirán de base a la propuesta a realizar, para ello se tomo en cuenta la metodología AMEF, logrando los objetivos previamente establecidos.

#### **5.1 MEJORA N° 1: CREACIÓN DE RUTAS DE INSPECCIÓN Y RELUBRICACIÓN DEL ÁREA DE CONVERSIÓN HIGIÉNICOS.**

##### **5.1.1 Identificación de los puntos de lubricación en cada uno de los equipos que conforman las celdas de transformación del papel**

Siguiendo con el plan de trabajo establecido para llevar a cabo la elaboración de las rutas de inspección y relubricación de los equipos en el área de higiénicos de la empresa Papeles Venezolanos, C.A., a continuación se explican los pasos ejecutados para la identificación de los puntos de lubricación involucrados en el presente estudio.

1. El primer paso es comprobar cuál de las celdas productivas en la zona de higiénicos está comprometida en la parada programada semanal. Cabe destacar que a pesar de que existe una programación anual de paradas, esta

es solo un estimado que puede variar dependiendo de la demanda de producción registrada por mercadeo.

2. Una vez verificado el paso anterior, se confirma con el planificador las actividades que ha de seguir el técnico de lubricación en los equipos a intervenir en la parada.
3. Se realiza un estudio detallado del manual de las máquinas y equipos a intervenir e identificar así los puntos de lubricación señalados, para luego comprobar si éstos han sido modificados en las líneas o simplemente se han anexado otros.
4. Posteriormente el día programado para la parada, junto con el técnico de lubricación se realiza un seguimiento de cada una de las actividades que éste ejecuta, tomando fotos de todos los puntos de lubricación en los cuales éste interviene y estableciendo una ruta parcial de su recorrido.
5. Adicionalmente se van tomando registros del tipo de lubricante y herramientas usadas por el técnico de lubricación en su jornada de trabajo.
6. Paso a seguir, se estudian aquellos puntos de lubricación a los que se deben adaptar modificaciones, para facilitar el acceso del lubricador al momento de realizar su trabajo, garantizando el aspecto ergonómico dictaminado por la empresa.
7. Una vez finalizada la parada se organiza una reunión con el técnico de lubricación para discutir la ruta trazada en el paso anterior (que es su recorrido actual) y presentar la propuesta de mejora. Como resultado se obtiene una ruta de inspección y relubricación que será presentada ante la gerencia de mantenimiento preventivo/predictivo para su aprobación final.



8. Una vez obtenida la ruta de inspección definitiva, ésta se somete a pruebas en campo para llevar lo trazado en el papel a la realidad y realizar cambios si se requiere, de estar el técnico, quien es el usuario final de las rutas, de acuerdo con lo establecido, dichas rutas quedan como parte de su rutina de trabajo para ser ejecutada en el momento asignado.

Se presenta una muestra de la manera como se presentó la identificación de los puntos, de la celda N° 1, el resto de las celdas se encuentran en el CD anexo.

**FIGURA 2.1.1.1.1. CONTROL DEL SISTEMA**

**FIGURA 2.1.1.1.2. PUNTA DE LA BOMBILLA**

**RESUMEN DE LA ACTIVIDAD**

El objetivo de esta actividad es diseñar y construir un sistema de control de un motor de inducción trifásico para un sistema de bombeo de agua. El sistema debe ser capaz de controlar la velocidad del motor y protegerlo contra sobrecargas y sobrecorrientes. El sistema de control se diseñó y construyó en un gabinete de acero inoxidable. El sistema de control se diseñó y construyó en un gabinete de acero inoxidable. El sistema de control se diseñó y construyó en un gabinete de acero inoxidable.

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor
1	Motor de inducción trifásico	1	Unidad	1.000,00
2	Controlador de velocidad	1	Unidad	1.000,00
3	Transformador de potencia	1	Unidad	1.000,00
4	Relé térmico	1	Unidad	1.000,00
5	Relé de sobrecorriente	1	Unidad	1.000,00
6	Relé de bajo voltaje	1	Unidad	1.000,00
7	Relé de fase	1	Unidad	1.000,00
8	Relé de temperatura	1	Unidad	1.000,00
9	Relé de humedad	1	Unidad	1.000,00
10	Relé de presión	1	Unidad	1.000,00
11	Relé de flujo	1	Unidad	1.000,00
12	Relé de nivel	1	Unidad	1.000,00
13	Relé de pH	1	Unidad	1.000,00
14	Relé de conductividad	1	Unidad	1.000,00
15	Relé de turbidez	1	Unidad	1.000,00
16	Relé de oxígeno disuelto	1	Unidad	1.000,00
17	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
18	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
19	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
20	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
21	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
22	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
23	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
24	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
25	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
26	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
27	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
28	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
29	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
30	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
31	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
32	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
33	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
34	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
35	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
36	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
37	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
38	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
39	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
40	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
41	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
42	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
43	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
44	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
45	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
46	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
47	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
48	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
49	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
50	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
51	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
52	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
53	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
54	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
55	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
56	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
57	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
58	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
59	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
60	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
61	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
62	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
63	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
64	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
65	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
66	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
67	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
68	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
69	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
70	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
71	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
72	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
73	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
74	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
75	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
76	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
77	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
78	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
79	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
80	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
81	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
82	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
83	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
84	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
85	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
86	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
87	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
88	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
89	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
90	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
91	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00
92	Relé de flujo ambiente	1	Unidad	1.000,00
93	Relé de nivel ambiente	1	Unidad	1.000,00
94	Relé de pH ambiente	1	Unidad	1.000,00
95	Relé de conductividad ambiente	1	Unidad	1.000,00
96	Relé de turbidez ambiente	1	Unidad	1.000,00
97	Relé de oxígeno disuelto ambiente	1	Unidad	1.000,00
98	Relé de temperatura ambiente	1	Unidad	1.000,00
99	Relé de humedad ambiente	1	Unidad	1.000,00
100	Relé de presión ambiente	1	Unidad	1.000,00

**FIGURA 2.1.1.1.3. PUNTA DE LA BOMBILLA**

**Figura N° 23: Idemificación de los puntos de ubicación del escudo llador trasero**  
Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 24: Identificación de los puntos de lubricación del desarrollador del ensayo  
 Fuente: Elaboración propia

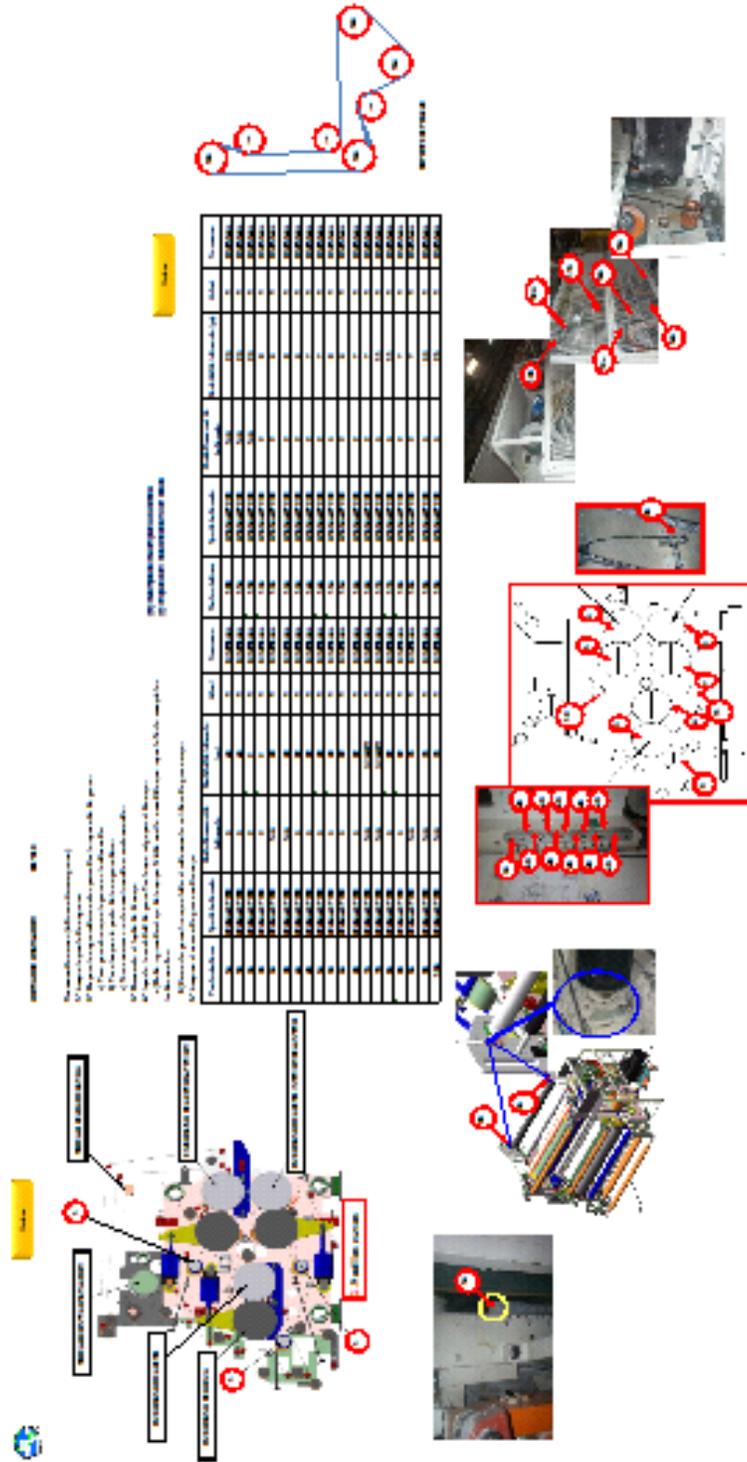


Figura N° 25: Identificación de los puntos de lubricación del Cafetero granificador.  
Fuente: Elaboración propia

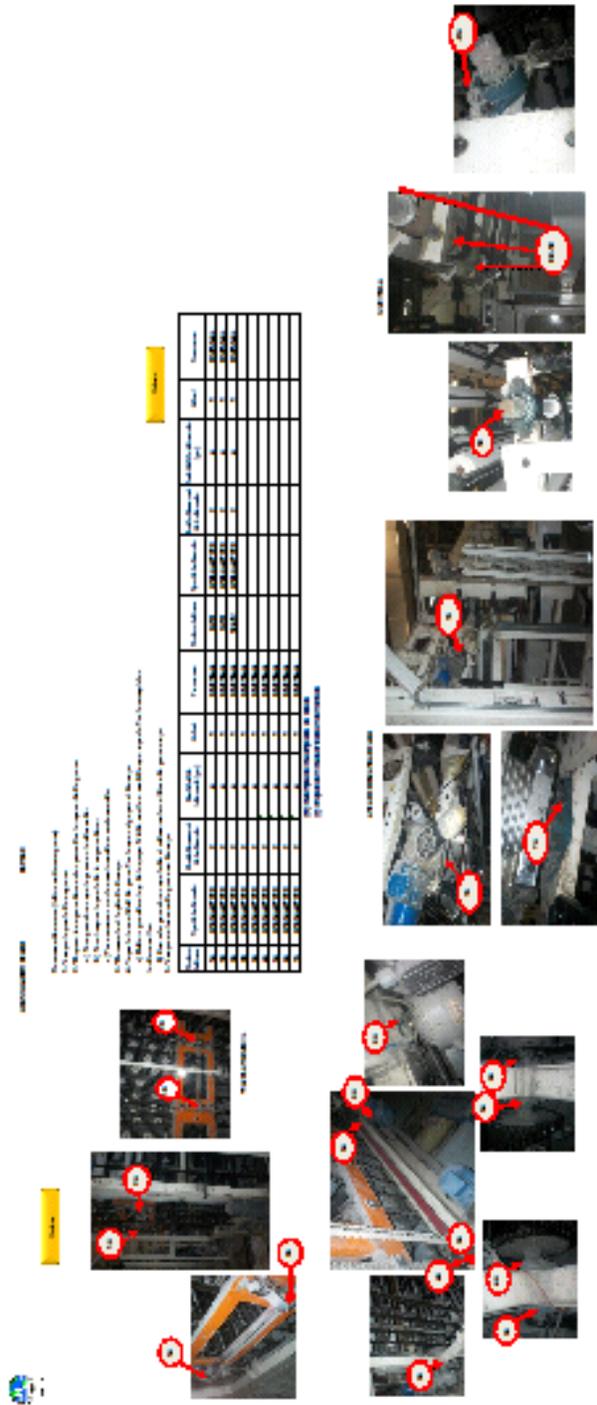
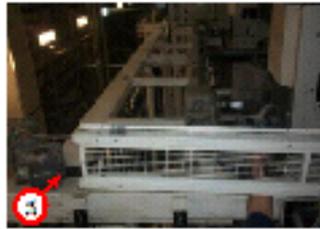


Figura N°16: Identificación de los puntos de lubricación del acumulador.  
Fuente: Elaboración propia.



#### DISTRIBUIDORES LOG MCL-009

##### Recomendaciones (la bitación con grasa)

- 1- Usar la punta de engrase.
- 2- Usar la engrasadora antes de acceder la fricción de grasa.
  - a) Para engrasar que la grasa sea la adecuada.
  - b) Para limpiar la punta de la engrasadora.
  - c) Para conocer el tipo de grasa a utilizar.
- 3- Desmontar el eje de engrase.
- 4- Inyectar la cantidad de grasa hasta que salga por el drenaje.
  - a) Inyectar grasa a los equipos 1/4 de vuelta a medida que inyecta hasta completar los cuatro.
  - b) Con esta garantía que todo el rodamiento se llena de grasa (1/4).
- 5- Usar el nivel adecuado de grasa en el eje.

Punto de Lubricación	Tamaño de Grasa	Medio Cantidad de Lubricación	Contribución Lubricación (Litros)	Deficiencia	Presencia de
23	GRASA EP2	1	20	8	8000000
24	GRASA EP2	1	20	8	8000000
25	GRASA EP2	1	20	8	8000000

(8) Siempre: Ejemplar de Grasa  
(1) Inspección: Saturación con Grasa

Figura N° 27: Ideas eficaces de los puntos de lubricación del distribuidor.

Fuente: Elaboración propia.



Volver



SERVO 1 025-026

Manejo manual de la sierra (Identificación con grasa)

- 1.- Limpieza de puntos de engrase.
- 2.- Opción para la aplicación de la grasa:
  - a) Para la aplicación de la grasa en la sierra.
  - b) Para limpiar los puntos de la sierra.
  - c) Para limpiar la sierra manualmente o con un paño.
- 3.- Desmontaje de la sierra de la sierra.
- 4.- Aplicación de la grasa hasta que salga por el orificio.
- 5.- Limpieza de la sierra con un paño o con un cepillo de alfiler.

Punto	Tipo de lubricante	Grasa Comercial de	Cantidad de lubricante	Aplicación	Frecuencia
1	Grasa	Grasa	2	Grasa	56
2	Grasa	Grasa	2	Grasa	120
3	Grasa	Grasa	2	Grasa	120
4	Grasa	Grasa	2	Grasa	120
5	Grasa	Grasa	2	Grasa	120
6	Grasa	Grasa	2	Grasa	120
7	Grasa	Grasa	2	Grasa	120

(R) Resaca: Resaca de Grasa  
(L) Inyección: Inyección con Grasa

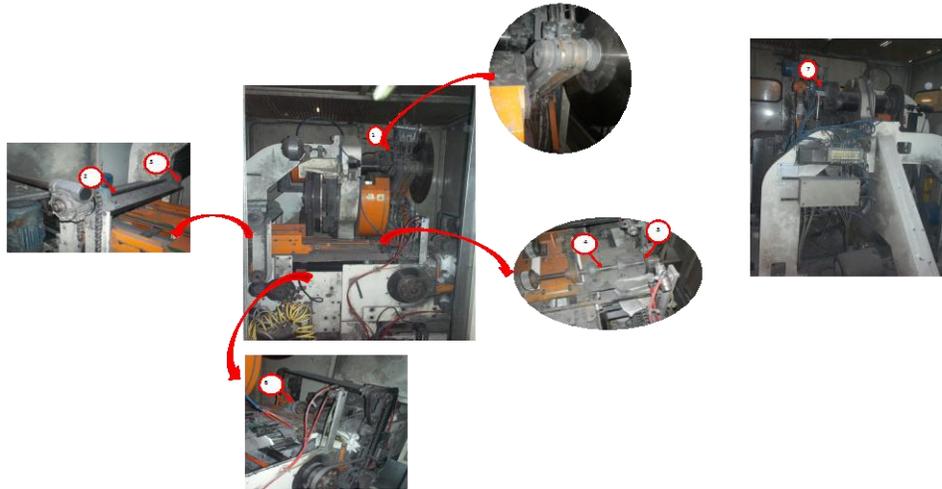


Figura N° 28: Identificación de los puntos de lubricación de la sierra 1.

Fuente: Elaboración propia.

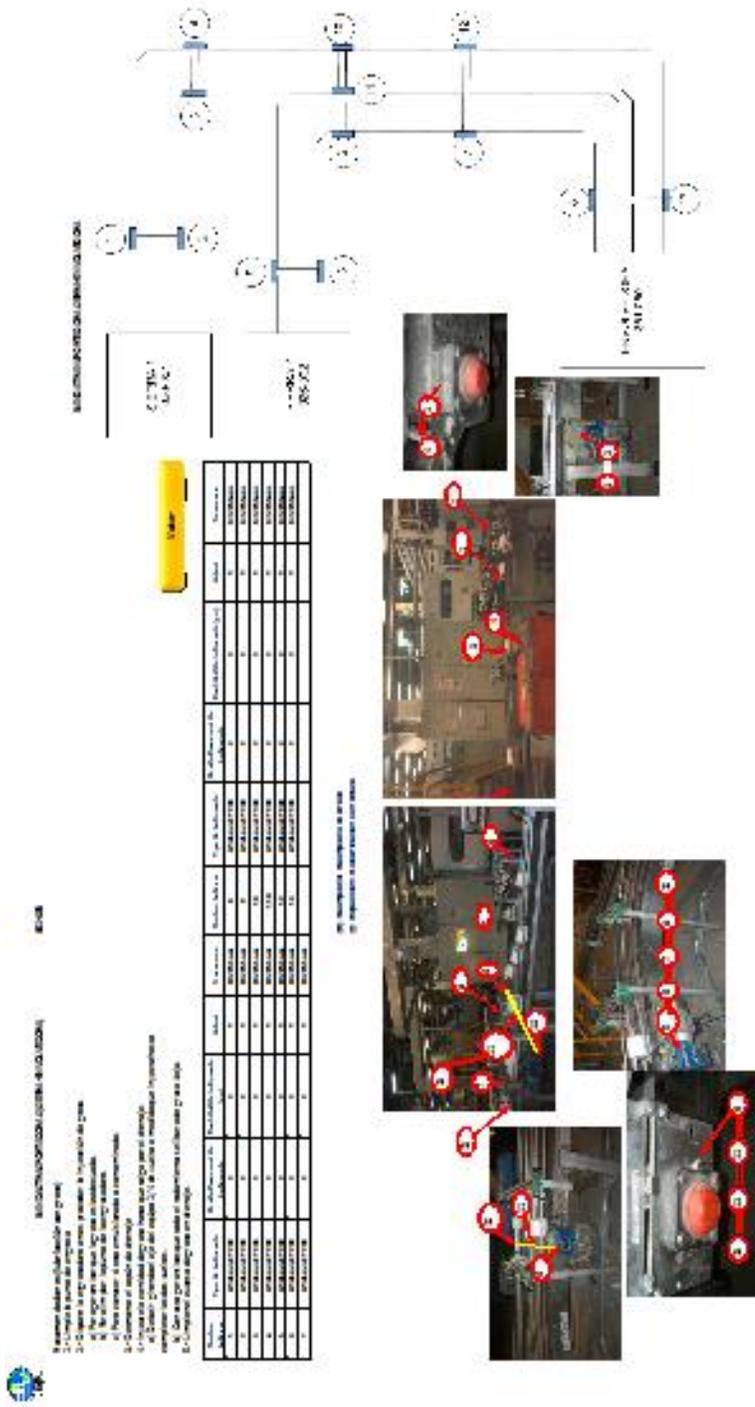


Figura N° 19: Identificación de los puntos de fabricación de las bandas transductoras. Fuente: Elaboración propia.

**Recomendaciones (lubricación con grasa)**

- 1.- Limpie la punta de engrase.
- 2.- Dispense la engrasadora antes proceder la inyección de grasa.
  - a) Para garantizar que la grasa es la adecuada.
  - b) Para limpiar la punta de la engrasadora.
  - c) Para conocer si esta emulsionada o contaminada.
- 3.- Desmante el tapón de drenaje
- 4.- Inyecte la cantidad de grasa hasta que salga por el drenaje.
  - a) Debe ir girando el eje del equipo 1/4 de vuelta a medida que inyecta hasta completar las dos vueltas.
  - b) Con esto garantiza que todo el rodamiento se libera de grasa vieja.
- 5.- Limpian el exceso de grasa en drenaje.

Punto a Lubricar	Tipo de Lubricante	Grado Comercial de Lubricante	Cantidad de lubricante (gr.)	Actual	Frecuencia
1	GRASA XLEP 220	2	1	R	BIMENSUAL
2	GRASA XLEP 220	2	1	R	BIMENSUAL
3	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
4	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
5	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
6	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
7	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
8	GRASA XLEP 220	2	1	R	BIMENSUAL

Volver

(R) Reemplazo: Reemplazo de Grasa  
(I) Inspección: Relubricación con Grasa

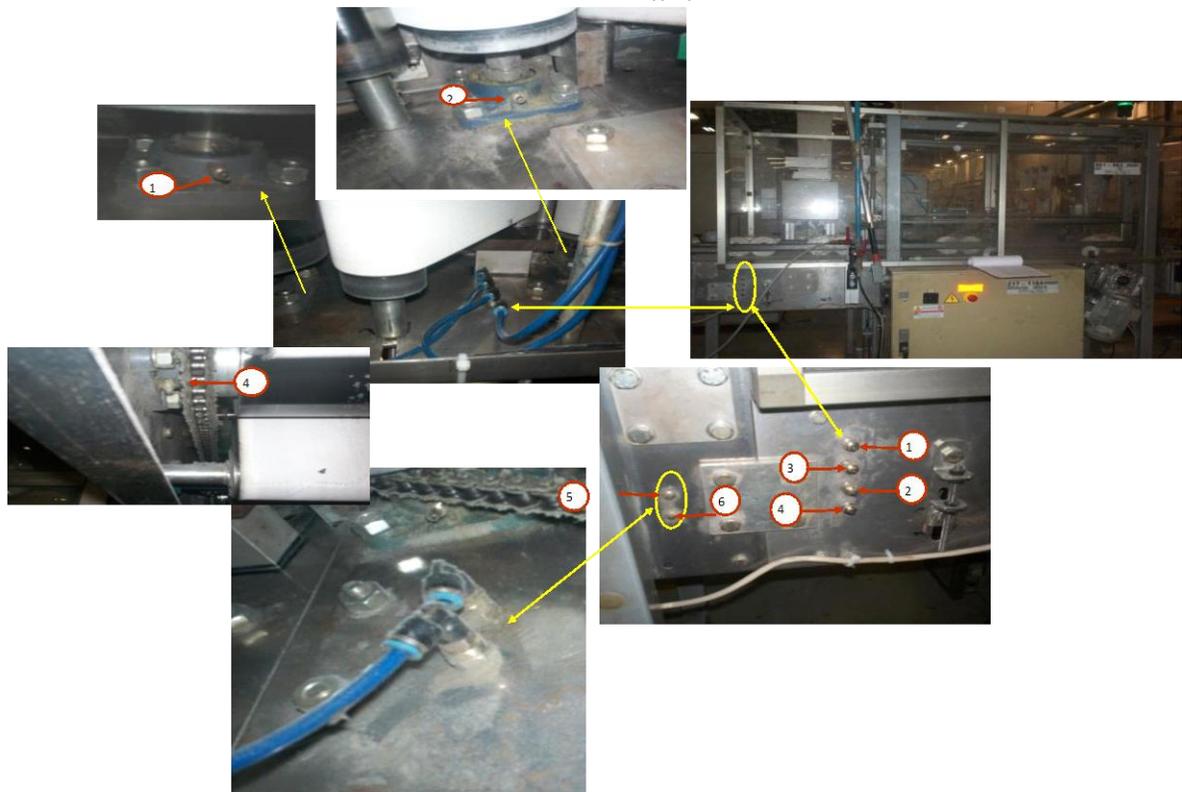


Figura N° 31: Identificación de los puntos de lubricación de la colocadora de asas.

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUIDOR (ANTES DE LA EMBULTADORA)

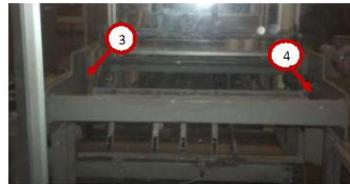
861-049

**Recomendaciones (lubricación con grasa)**

- 1.- Limpie la punta de engrase.
- 2.- Dispare la engrasadora antes proceder la inyección de grasa.
  - a) Para garantizar que la grasa es la adecuada.
  - b) Para limpiar la punta de la engrasadora.
  - c) Para conocer si esta emulsionada o contaminada.
- 3.- Desmonte el tapón de drenaje
- 4.- Inyecte la cantidad de grasa hasta que salga por el drenaje.
  - a) Debe ir girando el eje del equipo 1/4 de vuelta a medida que inyecta hasta completar las dos vueltas.
  - b) Con esto garantiza que todo el rodamiento se libera de grasa vieja.
- 5.- Limpian el exceso de grasa en drenaje.

Volver

Punto a Lubricar	Tipo de Lubricante	Grado Comercial de Lubricante	Cantidad de lubricante (gr.)	Actual	Frecuencia
1	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
2	GRASA XLEP 220	2	2	R	BIMENSUAL
3	GRASA XLEP 220	2	3	R	BIMENSUAL
4	GRASA XLEP 220	2	3	R	BIMENSUAL



(R) Reemplazo: Reemplazo de Grasa  
(I) Inspección: Relubricación con Grasa

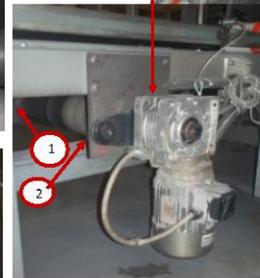
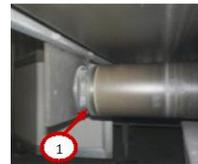


Figura N° 32: Identificación de los puntos de lubricación del distribuidor.

Fuente: Elaboración propia.

EMBULTADORA 051-070

**Recomendaciones (Instrucciones generales)**

- 1- Limpie la punta de engrase.
- 2- Desprenda el engrasador antes proceder la inspección de grasa.
- 3- Para garantizar que la grasa es la adecuada.
  - a) Para limpiar la punta de la engrasadora.
  - b) Para conocer si esta suministrando la correcta medida.
- 4- Inyecte la cantidad de grasa hasta que salga por el drenaje.
  - a) Debe ir girando el equipo 3/4 de vuelta a medida que inyecta hasta completar los dos vueltas.
  - b) Cuando garantice que todo el rolamiento se llena de grasa vieja.
- 5- Limpie el exceso de grasa en drenaje.

Punto a lubricar	Tipo de lubricante	Grasa Comercial de fábrica	Cantidad de lubricante (kg)	Actual	Procedido	Punto a lubricar	Tipo de lubricante	Grasa Comercial de fábrica	Cantidad de lubricante (kg)	Actual	Procedido
1	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR	22	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR
2	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	23	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR
3	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	24	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR
4	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	25	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR
5	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	26	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR
6	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	27	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR
7	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	28	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
8	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	29	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
9	ORASA OLEP 220	2	1	X	REVISAR	30	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
10	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR	31	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
11	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR	32	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
12	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR	33	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
13	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR	34	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
14	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR	35	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR
15	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR						
16	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR						
17	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR						
18	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR						
19	ORASA OLEP 220	2	2	X	REVISAR						
20	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR						
21	ORASA OLEP 220	N/A	N/A	X	REVISAR						

(X) Reemplazo: Reemplazo de Grasa  
(1) Inspección: Revisación con Grasa

Figura N° 33: Identificación de los puntos de lubricación de la embultadora.  
Fuente: Elaboración propia.



### 5.1.2 Cálculo de frecuencia de lubricación por equipos

Para el buen funcionamiento de los rodamientos es condición indispensable una buena lubricación, ya que: reduce el rozamiento de rodadura, protege las distintas partes del rodamiento de la herrumbre y el polvo, absorbe el calor que se desarrolla durante el funcionamiento y atenúa las vibraciones del rodamiento durante el funcionamiento.

El cálculo para determinar la frecuencia de lubricación, se recurrió al uso de la fórmula señalada por el Grupo SDK, proveedor líder a nivel mundial de rodamientos y unidades de rodamientos, obturaciones, mecatrónica, sistemas de lubricación y servicios como asistencia técnica, servicios de mantenimiento, consultoría de ingeniería y formación.

Para este cálculo es necesario conocer los datos señalados en la siguiente tabla:

**Tabla N°35. Factores de velocidad.**

Factor de velocidad (n.dm)	
$n.dm = \text{velocidad de giro, r/min} \times 0,5 (D+d), \text{ mm}$	
Factor de velocidad (n.dm)	
Rodamiento de bolas	Rodamientos de rodillos
Extra alta (EH) > 700000	Alta (H) > 150000
Muy alta (VH) 500000 <= 700000	Media (M) 75000 <= 150000
Alta (H) 300000 <= 500000	Baja (L) 30000 <= 750000
Media (M) < 300000	Muy baja (VL) < 30000

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°36. Factores de ajuste de frecuencia de relubricación.**

<b>Factores de ajuste frecuencia de relubricación</b>
<b>Factor por contaminación: Fc</b>
reducida f1 = 0,9 a 0,7
fuerte f1 = 0,7 a 0,4
muy fuerte f1 = 0,4 a 0,1
<b>Factor cargas de choque,vibraciones y oscilaciones: Fi</b>
reducida f2 = 0,9 a 0,7
fuerte f2 = 0,7 a 0,4
muy fuerte f2 = 0,4 a 0,1
<b>factor por temperaturas: Ft</b>
reducida (hasta 75 °C) f3 = 0,9 a 0,6
fuerte (de 75 a 85 °C) f3 = 0,6 a 0,3
muy fuerte (de 85 a 120 °C) f3 = 0,3 a 0,1
<b>factor de carga: Fk</b>
P/C = 0,1...0,15 f4 = 1,0 a 0,7
P/C = 0,15...0,25 f4 = 0,7 a 0,4
P/C = 0,25...0,35 f4 = 0,4 a 0,1
<b>Factor de orientación: Fp</b>
vertical = 0,7 a 0,5
Horizontal= 1

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los factores y consideraciones presentados en las tablas las tablas 35 y 36, antes de proceder al cálculo de la frecuencia de relubricación, es necesario recopilar una serie de datos adicionales, los cuales son:

- Características del rodamiento: diámetro exterior, diámetro interior y ancho del rodamiento; para ello fue necesario la búsqueda exhaustiva de los rodamientos en los manuales de fabricante, en el caso de no existir dicho manual se requirió la ayuda de un vernier (Calibrador vernier es uno de los

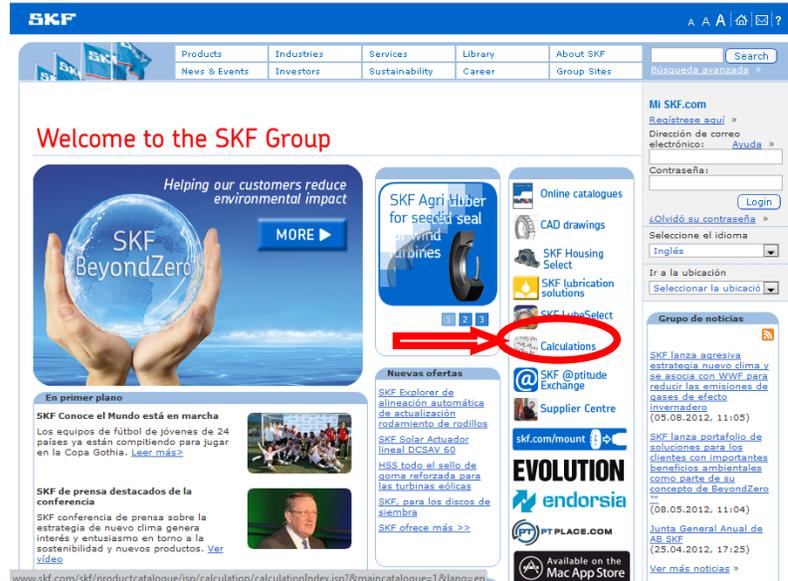


instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades más utilizados), para la toma de las medidas en físico de los rodamientos.

- Velocidad de giro (rpm): obtenida con el equipo en funcionamiento mediante la utilización de un instrumento de medición de velocidad que en este caso fue una lámpara estroboscópica digital que permite captar los desplazamientos de órganos dotados de movimientos periódicos muy rápidos para ser observados, el caso contrario, velocidades muy bajas para ser tomadas por la lámpara se debe hacer de forma manual mediante la observación directa (conteo visual con cronómetro de número vueltas por minuto) de la parte en estudio.
- Temperatura: dato obtenido con un termómetro infrarrojo con laser, instrumento ideal para el uso industrial que permite tomar la data a distancia.

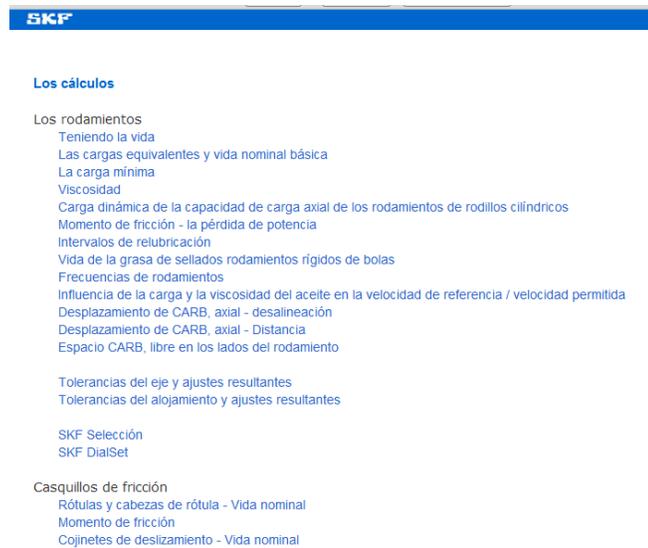
Una vez recopilada la data anterior y tomando en cuenta los factores de contaminación, temperatura, carga y orientación se puede proceder a obtener la frecuencia de relubricación, que según el Grupo SKF, consta de los siguientes pasos:

1. Acceder a la página del Grupo SKF ([www.skf.com](http://www.skf.com)), ver figura mostrada a continuación (Figura N° 35).



**Figura N° 35: Señalización del link “calculo”**  
**Fuente: Pagina web de SKF Group.**

- Una vez en la pantalla de la página del Grupo SKF, se debe acceder a la pestaña de cálculo, señalada en la Figura N° 35, y una vez allí se desplegará la pantalla mostrada a continuación (ver figura N° 36).



**Figura N° 36: Pantalla de cálculo de diversas variables que ofrece el grupo.**  
**Fuente: Pagina web de SKF Group.**

3. Luego hacer clic en el link que se desea calcular, que para nuestro caso es intervalo de relubricación, señalado en la Figura N° 37.

SKF

Print ? Calculations Close

### Intervalos de relubricación

Todos los datos se han tomado para garantizar la exactitud de este cálculo, pero no se hace responsable por cualquier pérdida o daño directo, indirecto o consecuente que surja de la utilización del cálculo.

Consulte la sección " intervalos de relubricación "

Teniendo Seleccione rodamiento

d [mm]

D [mm]

$d_m$  [mm]

C [kN]

n [r / min]

Temperatura [° C]

Para un intervalo de relubricación predecible la temperatura de funcionamiento debe estar dentro de la zona verde según el concepto de semáforo de SKF

El eje horizontal  
 Eje vertical

La rotación del anillo interior  
 La rotación del anillo exterior

$b_f$

$t_f$  [horas de funcionamiento]

**Figura N° 37: Pantalla de cálculo de intervalo de relubricación**  
Fuente: Pagina web de SKF Group.

4. Una vez ubicados en la pantalla mostrada en la Figura N° 37, se deben introducir el código de rodamiento y la formula, arroja todas las características del rodamiento, luego la temperatura y la velocidad también se deben introducir al cuadro que lo indique (ver figura N° 38)



SKF

Product data Print ? Calculations Close

#### Intervalos de relubricación

Todos los datos se han tomado para garantizar la exactitud de este cálculo, pero no se hace responsable por cualquier pérdida o daño directo, indirecto o consecuente que surja de la utilización del cálculo.

Consulte la sección " intervalos de relubricación "

Teniendo 33216 / Q  
d [mm] 80  
D [mm] 140  
d<sub>m</sub> [mm] 110  
C [kN] 251  
n [r / min] 200  
F<sub>r</sub> [kN] 30  
F<sub>un</sub> [kN] 1  
Temperatura [° C] 37,1

Para un intervalo de relubricación predecible la temperatura de funcionamiento debe estar dentro de la zona verde según el concepto de semáforo de SKF

- El eje horizontal  
 Eje vertical
- La rotación del anillo interior  
 La rotación del anillo exterior
- Calcular

b<sub>f</sub>   
t<sub>f</sub> [horas de funcionamiento]

**Figura N° 38: Pantalla de cálculo de intervalo de relubricación, con los datos requeridos para el cálculo.  
Fuente: Pagina web de SKF Group.**

- Una vez introducidos todos los datos requeridos se selecciona la opción a calcular, y paso siguiente se muestran los resultados obtenidos (ver figura N° 39).

### Intervalos de relubricación

Todos los datos se han tomado para garantizar la exactitud de este cálculo, pero no se hace responsable por cualquier pérdida o daño directo, indirecto o consecuente que surja de la utilización del cálculo.

Consulte la sección " intervalos de relubricación "

Teniendo	33216 / Q
d [mm]	80
D [mm]	140
d <sub>m</sub> [mm]	110
C [kN]	251
n [r / min]	200
F <sub>r</sub> [kN]	30
F <sub>un</sub> [kN]	1
Temperatura [° C]	37.1

Para un intervalo de relubricación predecible la temperatura de funcionamiento debe estar dentro de la zona verde según el [concepto de semáforo de SKF](#)

- El eje horizontal
- Eje vertical
- La rotación del anillo interior
- La rotación del anillo exterior

Calculate

El F dado  $u_{na}$  se sustituye por el F necesaria  $u_{na}$  que se crea en una disposición normal

b <sub>f</sub>	2
t <sub>f</sub> [horas de funcionamiento]	24300

**Figura N° 39: Pantalla de cálculo de relubricación realizado.**  
Fuente: Pagina web de SKF Group.

6. Luego para conseguir la frecuencia en días tenemos:

$$F = t_f \times F_c \times F_t \times F_p \times F_i \times F_k$$

$$F = 24300 \times 0,3 \times 0,8 \times 1 \times 0,2 \times 0,6 = 699,88 \text{ hr}$$

$$F = 699,88 \div 24 = 29,161 \cong 30 \text{ dias}$$

Este procedimiento mostrado se repite para cada uno de los puntos a lubricar que se encuentran en cada celda. Con los resultados obtenidos se genera la rutina de relubricación agrupando los puntos de acuerdo a la frecuencia arrojada, para presentar rutas de 15 días, 21 días, 30 días, 45 días, 90 días y 120 días y con base en ellas posteriormente elaborar el plan de trabajo del técnico.

### 5.1.3 Cálculo de la viscosidad del lubricante a usar

En el caso de la viscosidad se requirió al igual que para la determinación de la frecuencia de relubricación de las herramientas brindadas por el Grupo SKF, y haciendo uso de los datos ya obtenidos para los cálculos realizados anteriormente, se procede a calcular la viscosidad de la siguiente manera (ver figura N° 40):

1. Se selecciona el tipo de rodamientos en el link correspondiente
2. Luego se introducen los datos de velocidad (rpm)
3. Seguidamente se introducen los datos de temperatura
4. Por último se pulsa el botón “calcular” y enseguida aparecerán los datos de viscosidad requeridos

La imagen muestra la interfaz de usuario de la herramienta de cálculo de viscosidad SKF. El encabezado incluye el logo SKF y botones para 'Print', '?', 'Calculations' y 'Close'. El título de la página es 'Viscosidad'. El texto principal indica que todos los datos se han tomado para garantizar la exactitud del cálculo. Selecciona el tipo de lubricante conocido y el índice de viscosidad VI = 95. Se ingresó una temperatura de 40 °C. Se muestran especificaciones de grasa SKF para diferentes tipos de rodamientos. Se ingresó una temperatura de funcionamiento de 40 °C. El resultado muestra una viscosidad requerida a temperatura de funcionamiento de 100 mm²/s y una viscosidad requerida a una temperatura de referencia para lubricante con VI = 95 para obtener κ = 1 en la temperatura de funcionamiento.

**Figura N° 40: Pantalla de cálculo de la viscosidad**  
**Fuente: Pagina web de SKF Group.**

En la figura que se muestra a continuación se encuentra el resultado del cálculo de viscosidad

Product data Print Calculations Close

**Viscosidad**

Todos los datos se han tomado para garantizar la exactitud de este cálculo, pero no se hace responsable por cualquier pérdida o daño directo, indirecto o consecuente que surja de la utilización del cálculo.

**Viscosidad a la temperatura de funcionamiento de un lubricante conocido**  
 Insertar la viscosidad del lubricante real a utilizar

para el índice de viscosidad VI = 95

cuando dos de viscosidad / temperatura puntos conocidos

Temperatura [° C]    Viscosidad [mm<sup>2</sup> / s]

40                      [                      ]

Especificaciones de grasa

Grasas SKF

Grasas SKF para rodamientos obturados SKF E2 y rodamientos de rodillos a rótula

Rodamientos rígidos a bolas

De acero inoxidable rodamientos rígidos de bolas

Rodamientos de bolas unidades de rodamientos

De dos hileras de bolas con contacto angular

Alineación de auto-rodamientos de bolas

Haga doble fila Los rodamientos de rodillos cilíndricos

Rodamientos de rodillos a rótula

SKF energéticamente eficientes (E2) los rodamientos de rodillos a rótula

Unidades de rodamientos de rodillos

Temperatura de funcionamiento [° C]

[                      ]

Calculate

Viscosidad requerida a temperatura de funcionamiento  $v_1$  [mm<sup>2</sup> / s]    44,8

Viscosidad requerida a una temperatura de referencia para lubricante con VI = 95 para obtener  $\kappa = 1$  en la temperatura de funcionamiento    39,2

De viscosidad de servicio  $v$  [mm<sup>2</sup> / s]    [                      ]

$\kappa (v / v_1)$     [                      ]

**Figura N° 41: Pantalla de cálculo de viscosidad con los datos requeridos y resultado.**  
**Fuente: Pagina web de SKF Group.**

5. Posteriormente la relación de viscosidad se obtiene:

(V)=Viscosidad requerida a una temperatura de referencia para lubricante con VI = 95 para obtener  $\kappa = 1$  en la temperatura de funcionamiento

(v)=Viscosidad requerida a temperatura de funcionamiento  $v_1$  [mm<sup>2</sup> / s]

$$\text{Relacion de viscosidad} = \frac{V}{v} = \frac{39,2}{44,8} = 0,875 \cong 0,8$$



#### 5.1.4 Cálculo de la cantidad de grasa requerida por rodamiento

Existe una amplia gama de grasas y aceites para la lubricación de rodamientos. La selección del lubricante depende fundamentalmente de las condiciones de funcionamiento, en especial de la gama de velocidades y temperaturas.

La grasa es el lubricante más utilizado en rodamientos, ya que es fácil de manejar y requiere un dispositivo de obturación muy simple. Su empleo está recomendado cuando exista la posibilidad de que el lubricante pueda salir por los soportes y se quieran evitar goteras peligrosas para los materiales de trabajo (textiles, alimenticios, etc.), cuando la forma de los rodamientos permita una fácil afluencia de la grasa a las hendiduras, y cuando se requiera una protección segura contra toda suerte de agentes corrosivos, humedad, polvo, etc.

La grasa requerida para un rodamiento se obtuvo mediante la fórmula presentada por el Grupo SKF según la Figura N° 38, para lo cual se necesitan los siguientes datos:

- Características del rodamiento: diámetro exterior, diámetro interior y ancho del rodamiento; para ello fue necesario la búsqueda exhaustiva de los rodamientos en los manuales de fabricante, en el caso de no existir dicho manual se requirió la ayuda de un vernier (Calibrador vernier es uno de los instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades más utilizados), para la toma de las medidas en físico de los rodamientos.
- Factor de frecuencia de engrase (g): en la tabla adjunta se muestran los factores, para el cálculo de la grasa utilizándose el factor bimensual (0,00315)

ya que es el periodo de tiempo más cercano al real utilizado actualmente de tres meses en la empresa para la lubricación.

<b>g</b>
<b>Semanal 0,002; Quincenal 0.0025; mensual 0,003; Bimensual 0.00315; Semestral 0.00335; anual 0,004</b>

Figura N° 42: Factores de frecuencia de engrase.  
Fuente: Pagina web de SKF Group.

A continuación se muestra la fórmula empleada para el cálculo cantidad de grasas requerida de acuerdo a las características de los rodamientos empleados en los equipos de las celdas de conversión norte:

<b>Fuente: SKF</b>
<b>G= Cantidad de Grasa en Grs. (Relubricación)</b>
<b><math>G = g \times D \times B</math></b>
<b>En donde g =factores de frecuencia de engrase, D = el diámetro exterior, B= Ancho del rodamiento</b>

Figura N° 43: Fórmula para el cálculo de la cantidad de grasa en rodamiento.  
Fuente: Pagina web de SKF Group.

**Ejemplo:**

Rodamiento 33216

Diámetro externo: 140 mm

Diámetro interno: 80 mm

Ancho: 46 mm

g: 0,00315

$$G = (0,00315) \times (140) \times (46)$$

$$G = 20,286 \cong 20$$



Con base en la tabla anterior el tipo de lubricante (grasa) recomendada es XLEP 220 cuyas propiedades y características se muestran en la tabla adjunta

**Tabla N°37. Propiedades de la grasa recomendada para la relubricación.**

PROPIEDADES	RESULTADOS
APARIENCIA	Color cremoso, gel filamentosos
CONTENIDO DE GRASE, CERA Y SILICONA	Ninguno
% DE SOLIDOS NO VOLATILES	4,3
CENTENIDO COV	10 gms/litro 200 gms/litro (Temp. Frías)
VISCOSIDAD	25,000 - 40,000 cps @ 10 rpm
pH	7.5 - 9.0

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia





### 5.1.5 Rutas de inspección y relubricación del área de conversión zona higiénicos.

Con base en la tabla N° 34 se realiza la elaboración de la ruta de inspección y relubricación de las celdas de conversión higiénicos, a continuación se muestra una celda como ejemplo y el resto de las celdas se pueden encontrar en el apéndice 5

Para el entendimiento de la ruta es necesario explicar que ésta contiene:

1. El número de puntos a lubricar por ruta.
2. El nombre del equipo a lubricar, posterior la descripción de la ubicación del punto en la máquina.
3. C.P.L. significa: cantidad de puntos a lubricar, ya que puede haber más de uno con la misma descripción, por ejemplo los punzones de la celdas 2, 4 y 5 tienen en la parte externa superior dos puntos cada uno.
4. I.N. significa: índice de nivel, esto es para el caso de los aceites, pero se incluye en la ruta de grasa debido a que se estableció el mismo formato para grasa y aceite, con la intención de guardar uniformidad para toda la planta en el área de lubricación.
5. I.P. significa: índice de presión.
6. I.T. significa: índice de temperatura.
7. Tipo de lubricante, se colocó para especificar el lubricante a usar, siendo el recomendado con base a los cálculos de la sección 5.1; para el caso de la grasa no varía, pero en la ruta diaria si hay diferentes tipos de aceite y es necesario que se use el indicado según las características del equipo.
8. Método de lubricación: aquí se indica la forma de lubricación bien sea manual o mediante un mecanismo automatizado.
9. Cantidad de grasa: se expresa claramente la cantidad de grasa que requiere cada punto según sus dimensiones, para el aceite no se indica cantidad para



saber cuánto sino para anotar cuanto se le agrego según lo que le falte para estar en el nivel óptimo.

10. N° de bombazos: con base en el ensayo realizado para conocer la cantidad de grasa expulsada por la engrasadora en un bombazo (2 gr de grasa en 1 bombazo) se indica cuantos bombazos debe hacer el técnico para completar la cantidad de grasa establecida, con la intención de que él los cuente, esto para las engrasadoras manuales.
11. Observaciones: este espacio se encuentra vacío para colocar cualquier anomalía vista durante la ruta, entre ellas se pueden mencionar, fuga, contaminación, o irregularidad en el lubricante o con respecto al sistema que se plantea en la mejora # 2, puede surgir daño en la manguera o falta de conector para la grasa.



Fecha:		Responsable:												
Nº	EQUIPO	DESCRIPCIÓN PTO DE LUB.	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO	LUB.	MET.	LUB.	CANT.	(g)	Nº BOMBASOS	OBSERVACIONES
<b>Desenrollador trasero</b>														
1	861-001	Rodillo de tracción, lado mando	1					XLEP220	Manual		6		3	
<b>Desenrollador delantero</b>														
2	861-002	Rodillo de tracción, lado mando	1					XLEP220	Manual		6		3	
<b>Gofrador</b>														
3	861-010	Rodillo contragrafiador, lado mando	1					XLEP220	Manual		46		23	
4	861-010	Rodillo contragrafiador, lado operador	1					XLEP220	Manual		46		23	
5	861-010	Rodillo embossing de goma trasero, lado operador	1					XLEP220	Manual		82		41	
6	861-010	Rodillo embossing de goma trasero, lado mando	1					XLEP220	Manual		82		41	
7	861-010	Rodillo embossing de acero trasero, lado mando	1					XLEP220	Manual		82		41	
8	861-010	Rodillo embossing de acero trasero, lado operador	1					XLEP220	Manual		82		41	
9	861-010	Rodillo embossing de goma superior delantero, lado operador	1					XLEP220	Manual		82		41	
10	861-010	Rodillo embossing de goma superior delantero, lado mando	1					XLEP220	Manual		82		41	
11	861-010	Rodillo embossing de acero superior delantero, lado mando	1					XLEP220	Manual		82		41	
12	861-010	Rodillo embossing de acero superior delantero, lado operador	1					XLEP220	Manual		82		41	
13	861-010	Rodillo embossing de goma inferior delantero, lado operador	1					XLEP220	Manual		82		41	
14	861-010	Rodillo embossing de goma inferior delantero, lado mando	1					XLEP220	Manual		82		41	
15	861-010	Rodillo embossing de acero inferior delantero, lado mando	1					XLEP220	Manual		82		41	
16	861-010	Rodillo embossing de acero inferior delantero, lado operador	1					XLEP220	Manual		82		41	
17	861-010	Soporte de polea 13A, lado mando	1					XLEP220	Manual		3		1½	
18	861-010	Trasmission principal, lado mando	1					XLEP220	Manual		30		15	
19	861-010	Trasmission principal, lado mando	1					XLEP220	Manual		30		15	
<b>Perforadora</b>														
20	861-020	Rodillo perforacion giratorio, lado mando	1					XLEP220	Manual		26		13	
21	861-020	Rodillo perforacion giratorio, lado operador	1					XLEP220	Manual		26		13	
22	861-020	Motorizacion de ingreso	1					XLEP220	Manual		12		6	

RUTA DE RELUBRICACION QUINCENAL CELDA 1 HIGIENICOS

Página 1







ruta de RELUBRICACION TRIMESTRAL CELDA 1 HIGIENICOS

<b>Desenrollador trasero</b>										
1	861-001	Rodillo rascador, lado mando	1				XLEP220	Manual	1½	1
2	861-001	Rodillo rascador, lado operador	1				XLEP220	Manual	1½	1
<b>Desenrollador delantero</b>										
3	861-002	Rodillo rascador, lado mando	1				XLEP220	Manual	1½	1
4	861-002	Rodillo rascador, lado operador	1				XLEP220	Manual	1½	1
<b>Envolvedora</b>										
5	861-060	Chumacera 1, parte interna de la estructura	1				XLEP220	Manual	4	2
6	861-060	Junto con la 4 mueven cadenas (izq), justo arriba de la estructura	1				XLEP220	Manual	3	1½
7	861-060	Junto con la 3 mueven cadenas (izq), justo arriba de la estructura	1				XLEP220	Manual	3	1½
8	861-060	Chumacera, parte derecha	1				XLEP220	Manual	4	2
9	861-060	Sostiene un cardan, parte externa de la estructura	1				XLEP220	Manual	2	1
10	861-060	Sostiene un cardan, parte externa de la estructura	1				XLEP220	Manual	2	1
11	861-060	Chumacera, parte interna de la estructura	1				XLEP220	Manual	3	1½
12	861-060	Junto con la 11 mueven cadenas (der), justo arriba de la estructura	1				XLEP220	Manual	3	1½
13	861-060	Junto con la 10 mueven cadenas (der), justo arriba de la estructura	1				XLEP220	Manual	3	1½
<b>Colocadora de asas</b>										
14	861-063	Rodillos internos, motor reductor, previo al distribuidor	1				XLEP220	Manual	1	½
15	861-063	Rodillos internos, motor reductor, previo al distribuidor	1				XLEP220	Manual	1	½
<b>Distribuidor antes de la embultadora</b>										
16	861-049	Paleta de empuje, dentro del distribuidor	1				XLEP220	Manual	3	1½
17	861-049	Paleta de empuje, dentro del distribuidor	1				XLEP220	Manual	3	1½
<b>Embultadora</b>										
18	861-070	Motor reductor, parte trasera (mueve correas)	1				XLEP220	Manual	4	2
19	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
20	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
21	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
22	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
23	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
24	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
25	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
26	861-070	Poleas, parte trasera arriba de la banda	1				XLEP220	Manual	1	½
27	861-070	Motor reductor, parte central inferior de la maq	1				XLEP220	Manual	1½	1
28	861-070	Eje de poleas guías, parte superior central	1				XLEP220	Manual	3	1½
29	861-070	Eje de poleas guías, parte superior central	1				XLEP220	Manual	3	1½
30	861-070	Eje, parte media central	1				XLEP220	Manual	3	1½
31	861-070	Soporte del rollo de cinta plastica, parte inferior central	1				XLEP220	Manual	3	1½
32	861-070	Soporte del rollo de cinta plastica, parte inferior central	1				XLEP220	Manual	3	1½
33	861-070	Eje de poleas guías parte delantera, parte superior delantera	1				XLEP220	Manual	2	1
34	861-070	Eje de poleas guías parte delantera, parte superior delantera	1				XLEP220	Manual	2	1
35	861-070	Eje de poleas guías parte delantera, parte superior delantera	1				XLEP220	Manual	2	1
36	861-070	Eje de poleas guías parte delantera, parte superior delantera	1				XLEP220	Manual	2	1

ruta de RELUBRICACIÓN TRIMESTRAL CELDA 1 HIGIENICOS

Embutadora									
38	861-070	Guías, parte superior delantera	1		XLEP220	Manual	6	3	3
39	861-070	Guías, parte superior central	1		XLEP220	Manual	6	3	3
40	861-070	Guías, parte superior central	1		XLEP220	Manual	6	3	3
41	861-070	Guías, parte central	1		XLEP220	Manual	6	3	3
42	861-070	Eje, salida buito(debajo de rodillos locos)	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
43	861-070	Cardan, salida buito(debajo de rodillos locos)	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
44	861-070	Cardan, salida buito(debajo de rodillos locos)	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
45	861-070	Soporte del rollo de cinta plastica, parte posterior	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
46	861-070	Soporte del rollo de cinta plastica, parte posterior	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
47	861-070	Eje, parte posterior central	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
48	861-070	Eje, parte posterior trasera	1		XLEP220	Manual	2	1½	1½
49	861-070	Eje, debajo del mecanismo de la paleta	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
50	861-070	Eje, debajo del mecanismo de la paleta	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
51	861-070	Eje, debajo del mecanismo de la paleta	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
52	861-070	Eje, debajo del mecanismo de la paleta	1		XLEP220	Manual	3	1½	1½
Sierra 1									
53	026-001	Ch. sostiene correa de transmisión	1		XLEP220	Manual	2	1	1
54	026-001	Ch. sostiene correa de transmisión	1		XLEP220	Manual	2	1	1
55	026-001	Ch. sostiene correa de arrastre y cierre	1		XLEP220	Manual	2	1	1
56	026-001	Ch. sostiene correa de arrastre y cierre	1		XLEP220	Manual	2	1	1
57	026-001	Ch. sostiene correa de arrastre y cierre	1		XLEP220	Manual	3	1 1/2	1 1/2
58	026-001	Correas guías	1		XLEP220	Manual	N/A		
59	026-001	Correas guías	1		XLEP220	Manual	N/A		
60	026-001	Rodillo	1		XLEP220	Manual	N/A		
61	026-001	Brazo que sostiene al motor del disco	1		XLEP220	Manual	4	2	2
62	026-001	Base naranja	1		XLEP220	Manual	N/A		
63	026-001	Base naranja lado trasero	1		XLEP220	Manual	N/A		
64	026-001	Base naranja lado trasero	1		XLEP220	Manual	N/A		
Sierra 2									
65	026-002	Ch. sostiene correa de transmisión	1		XLEP220	Manual	2	1	1
66	026-002	Ch. sostiene correa de transmisión	1		XLEP220	Manual	2	1	1
67	026-002	Ch. sostiene correa de arrastre y cierre	1		XLEP220	Manual	2	1	1
68	026-002	Ch. sostiene correa de arrastre y cierre	1		XLEP220	Manual	2	1	1
69	026-002	Ch. sostiene correa de arrastre y cierre	1		XLEP220	Manual	3	1 1/2	1 1/2
70	026-002	Correas guías	1		XLEP220	Manual	N/A		
71	026-002	Correas guías	1		XLEP220	Manual	N/A		
72	026-002	Rodillo	1		XLEP220	Manual	N/A		
73	026-002	Brazo que sostiene al motor del disco	1		XLEP220	Manual	4	2	2
74	026-002	Base naranja	1		XLEP220	Manual	N/A		
75	026-002	Base naranja lado trasero	1		XLEP220	Manual	N/A		
76	026-002	Base naranja lado trasero	1		XLEP220	Manual	N/A		





**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Responsable:** \_\_\_\_\_

**RUTA DE INSPECCION Y RELUBRICACION DIARIA DE GRASA Y ACEITE DE CONVERSION NORTE**



CELDA 1											
N°	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO. LUB.	MET. LUB.	CANT.	OBSERVACIONES
1	028-001	Sistema dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
2	861-040	Sistema orsco		1				ISO 32	Manual		
3	861-020	Sistema de lubricacion de la rotativa		1				ISO 32	Manual		
4	026-002	Sistema de refrigeracion		1				Refrigerante disponible	Manual		
5	026-001	Sistema de refrigeracion		1				Refrigerante disponible	Manual		
6	025-001	Sistema de lubricacion automatico		1				ISO 32	Manual		
7	Elevador de copa	Sistema hidraulico		1				ISO 32	Manual		
8	Pulpadora	Bomba de pasta		1				ISO 100	Manual		
CELDA 2											
N°	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO. LUB.	MET. LUB.	CANT.	OBSERVACIONES
1	028-001	Sistema dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
2	862-040	Sistema orsco		1				ISO 32	Manual		
3	862-020	Sistema de lubricacion de la rotativa		1				ISO 32	Manual		
4	026-002	Sistema de refrigeracion		1				Refrigerante disponible	Manual		
5	026-001	Sistema de refrigeracion		1				Refrigerante disponible	Manual		
6	025-038	Sistema de lubricacion automatico		1				ISO 32	Manual		
7	Elevador de copa	Sistema hidraulico		1				ISO 32	Manual		
CELDA 3											
N°	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO. LUB.	MET. LUB.	CANT.	OBSERVACIONES
1	028-003	Sistema dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
2	863-020	Sistema de lubricacion de la rotativa		1				ISO 32	Manual		
3	863-040	Sistema orsco		1				ISO 32	Manual		
4	026-010	Sistema de refrigerante		1				Refrigerante disponible	Manual		
5	026-014	Sistema de refrigerante		1				Refrigerante disponible	Manual		
6	025-004	Sistema de lubricacion automatico		1				ISO 32	Manual		
7	Elevador de copa	Sistema hidraulico		1				ISO 32	Manual		
CELDA 4											
N°	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO. LUB.	MET. LUB.	CANT.	OBSERVACIONES
1	028-006	Sistema dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
2	864-020	Sistema de lubricacion de la rotativa		1				ISO 32	Manual		
3	864-040	Sistema orsco		1				ISO 32	Manual		
4	026-005	Sistema de refrigerante		1				Refrigerante disponible	Manual		
5	Elevador de copa	Sistema hidraulico		1				ISO 32	Manual		

CELDA 5										
Nº	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN			C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	OBSERVACIONES
1	028-004	Sistema dispensador de aceite				1				Manual
2	865-020	Sistema de lubricación de la rotativa				1				ISO 32
3	865-040	Sistema orisco				1				ISO 32
4	026-009	Sistema de refrigerante				1				Refrigerante disponible
5	025-018	Sistema dispensador de aceite				1				ISO 32
6	025-010	Sistema dispensador de aceite				1				ISO 32
7	025-009	Sistema dispensador de aceite				1				ISO 32
8	025-005	Sistema dispensador de aceite				1				ISO 32
9	Elevador de copa	Sistema hidráulico				1				Manual
CELDA 6										
Nº	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN			C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	OBSERVACIONES
1	028-005	Sistema dispensador de aceite				1				Manual
2	866-020	Sistema de lubricación de la rotativa				1				ISO 32
3	866-040	Sistema oscor				1				ISO 32
4	026-012	Dispensador de aceite				1				ISO 32
5	026-008	Sistema de refrigerante				1				Refrigerante disponible
6	025-041	Sistema de lubricación automático				1				ISO 32
7	025-040	Sistema de lubricación automático				1				ISO 32
8	Elevador de copa	Sistema hidráulico				1				Manual

Página 2

CELDA 7											
Nº	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO. LUB.	MET. LUB.	CANT.	OBSERVACIONES
1	028-010	Sistema dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
2	867-020	Sistema de lubricacion de la rotativa		1				ISO 32	Manual		
3	867-040	Sistema de bombeo de aceite		1				ISO 32	Manual		
4	026-028	Sistema de refrigerante		1				Refrigerante disponible	Manual		
5	026-028	Dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
6	025-019	Sistema de lubricacion automatico		1				ISO 32	Manual		
7	Elevador de copa	Sistema hidraulico		1				ISO 32	Manual		
8	867-001	Sistema de lubricacion automatico Dropsa		1				XLEP220	Manual		
9	867-002	Sistema de lubricacion automatico Dropsa		1				XLEP220	Manual		
10	867-010	Sistema de lubricacion automatico Dropsa		1				XLEP220	Manual		
11	867-020	Sistema de lubricacion automatico Dropsa		1				XLEP220	Manual		
CELDA 8											
Nº	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	C.P.L.	I.N.	I.P.	I.T.	TIPO. LUB.	MET. LUB.	CANT.	OBSERVACIONES
1	028-011	Sistema dispensador de aceite		1				ISO 32	Manual		
2	868-020	Sistema de lubricacion de la rotativa		1				ISO 32	Manual		
3	868-020	Sistema de engranaje por goteo (toallin)		1				ISO 100	Manual		
4	026-016	Sistema de refrigerante		1				Refrigerante disponible	Manual		
5	026-016	Dispensador de aceite		1				ISO 68	Manual		
6	025-024	Sistema de lubricacion automatico		1				ISO 32	Manual		
7	Elevador de copa	Sistema hidraulico		1				ISO 32	Manual		
8		Bomba agua tq. Pavaca									



### **5.1.6 Plan de trabajo diario del técnico de lubricación de área de conversión higiénicos**

El plan diario no es más que la planificación de las actividades que debe cubrir diariamente el técnico, para el total cumplimiento de las rutinas elaboradas para cada celda, respetando las paradas programadas y empezando en el mes de abril, mes donde se tuvo la ruta de todas las celdas.



enero								febrero							
dom	l	m	m	j	v	s	d	dom	l	m	m	j	v	s	d
							1				1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	
2	9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	
3	16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	
4	23	24	25	26	27	28	29	27	28	29					
5	30	31													
marzo								abril							
dom	l	m	m	j	v	s	d	dom	l	m	m	j	v	s	d
				1	2	3	4								1
9	5	6	7	8	9	10	11	14	2 (15 días) / parada C2	3 (15 días) / parada C7	4 parada C8	5 (15 días)	6 (15 días)	7	8
10	12	13	14	15	16	17	18	15	9 (21 días)	10 parada C3/ 21 días	11 parada C4	12 (21 días)	13 (21 días)	14	15
12	19	20	21	22	23	24	25	16	16 (15 días)	17 (15 días)	18	19 (15 días)	20 (15 días)	21	22
13	26	27	28 parada C1	29	30	31		17	23 (30 días)	24 parada C5/ (30 días)	25 parada C6	26 (30 días)	27 (30 días)	28	29
								18	30 (15 y 21)						
	Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8				Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8		
mayo								junio							
dom	l	m	m	j	v	s	d	dom	l	m	m	j	v	s	d
16		1 (15 y 21)	2	3 (15 y 21)	4 (15 y 21)	5	6	22					1 (15 días)	2	3
17	7	8 parada C1	9	10	11	12	13	23	4	5	6 parada C5	7 parada C6	8	9	10
18	14 (15 días)	15 (15 días) / parada C8	16 parada C3	17 (15 días)	18 (15 días)	19	20	24	11 (15 y 21)	12 (15 y 21)	13 parada C7	14 (15 y 21) / parada C2	15 (15 y 21)	16	17
19	21 (21 y 30)	22 (21 y 30)	23 parada C4	24 (21 y 30)	25 (21 y 30)	26	27	25	18 (30 y 90)	19 (30 y 90)	20 parada C1	21 (30 y 90)	22 (30 y 90)	23	24
20	28 (15 días)	29 (15 días)	30	31 (15 días)				26	25 (15 días)	26 parada C3 / (15 días)	27 parada C8	28 (15 días)	29 (15 días)	30	
	Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8				Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8		
julio								agosto							
dom	l	m	m	j	v	s	d	dom	l	m	m	j	v	s	d
26							1	31			1	2	3	4	5
27	2 (21 días)	3 (21 días)	4 parada C4	5 (21 días)	6 (21 días)	7	8	32	6 (15 días)	7 (parada) / (15 días)	8 parada C3	9 (15 días)	10 (15 días)	11	12
28	19 (15 días)	20 (15 días)	21	22 (15 días)	23 (15 días)	24	25	33	13 (21 y 30)	14 (21 y 30) / días	15 parada C4	16 (21 y 30)	17 (21 y 30)	18	19
29	16 (30 días)	17 parada C5 / (30 días)	18 parada C6	19 (30 días)	20 (30 días)	21	22	34	20 (15 días)	21 (15 días)	22	23 (15 días) / parada C6	24 (15 días)	25	26
30	23 (15 y 21)	24 (15 y 21) / días	25 parada C2	26 (15 y 21) / parada C7	27 (15 y 21)	28	29	35	27	28	29 parada C5	30	31		
31	30	31 parada C8													
	Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8				Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8		
septiembre								octubre							
dom	l	m	m	j	v	s	d	dom	l	m	m	j	v	s	d
36						1	2	40	1 (15 días)	2 (15 días)	3	4 (15 días)	5 (15 días)	6	7
37	3 (15 y 21)	4 (15 y 21) / parada C2	5 parada C7	6 (15 y 21)	7 (15 y 21)	8	9	41	8 (30 días)	9 (30) / parada C7	10 parada C6	11 (30 días)	12 (30 días)	13	14
38	10 (30 y 90)	11 parada C3 / (30 y 90)	12 parada C1	13 (15 y 21)	14 (15 y 21)	15	16	42	15 (15 y 21)	16 parada C5 / (15 y 21)	17 parada C2	18 (15 y 21)	19 (15 y 21)	20	21
39	17 (15 días)	18 (15 días)	19 parada C8	20 (15 días)	21 (15 días)	22	23	43	22	23 parada C1	24	25	26	27	28
40	24 (21 días)	25 (21 días)	26 parada C4	27 (21 días)	28 (21 días)	29	30	44	29 (15 días)	30 (15 días) / parada C3	31 parada C8				
	Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8				Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8		
noviembre								diciembre							
dom	l	m	m	j	v	s	d	dom	l	m	m	j	v	s	d
44				1 (15 días)	2 (15 días)	3	4	48						1	2
45	5 (21 y 30)	6 (21 y 30)	7 parada C4	8 (21 y 30)	9 (21 y 30)	10	11	49	3 (30 y 90)	4 (30 y 90)	5 parada C1	6	7 (30 y 90)	8 (30 y 90)	9
46	12 (15 días)	13 (15 días)	14	15 (15 días)	16 (15 días)	17	18	50	10 (15 días)	11 (15 días)	12 parada C8	13 parada C3	14 (15 días)	15 (15 días)	16
47		20	21 parada C5	22 parada C6	23	24	25	51	17 (21 días)	18 (21 días)	19 parada C4	20	21 (21 días)	22 (21 días)	23
48	26 (15 y 21)	27 (15 y 21) / parada C2	28 / parada C7	29 (15 y 21)	30 (15 y 21)			52	24	25	26	27	28	29	30
									31						
	Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8				Celda 1 y 3	Celda 4 y 5	Parada prog.	Celda 2 y 7	Celda 6 y 8		



## **5.2 MEJORA N° 2: INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LUBRICACIÓN EN EL EXTERIOR DE LA MÁQUINA**

Este sistema no es más que la instalación de mangueras de alta presión cuyo recorrido va desde el punto de lubricación ubicado en los extremos de los rodillos o chumacera, donde sea que se encuentre un rodamiento, entendiendo que en máquinas como el gofrador tienen rodillos donde se encuentran puntos de ubicados a ambos lados del soporte del mismo, y en otros casos los rodillos están fijados en los extremos con chumaceras, y llevarlos hasta una regleta que se va a encontrar en la parte externa de la estructura de cada equipo, que permita el acceso de la lubricación con la máquina en movimiento y sin riesgo alguno para el técnico.

El proceso de instalación de sistemas de lubricación se desarrolló de la siguiente manera:

1. Verificación en las paradas programadas del estatus de cada equipo en cuanto a estos sistemas se trata, contabilizar cuántos equipos por celda carecen de los sistemas.
2. Con base en lo antes expuesto, es necesario tomar el listado con los puntos de lubricación desarrollado en la ruta anterior para cuantificar y especificar la ubicación de las regletas necesarias por equipo.
3. La cantidad de puntos por regleta va determinado por la cantidad de puntos de lubricación por equipo y la cercanía entre ellos, de manera de ubicarlas estratégicamente para que no interfiera en la labor de los operarios de la línea, así como para el buen desempeño del técnico.

4. Con el número de regletas la cantidad de puntos en cada una de ellas, es necesario un plano con las especificaciones para posteriormente hacer la orden de fabricación.
5. Teniendo el número exacto de puntos se hace un pedido al almacén de la cantidad de conectores necesarios y manguera para las instalaciones a realizar.
6. Finalmente el día de la parada programada se procede a realizar las instalaciones.

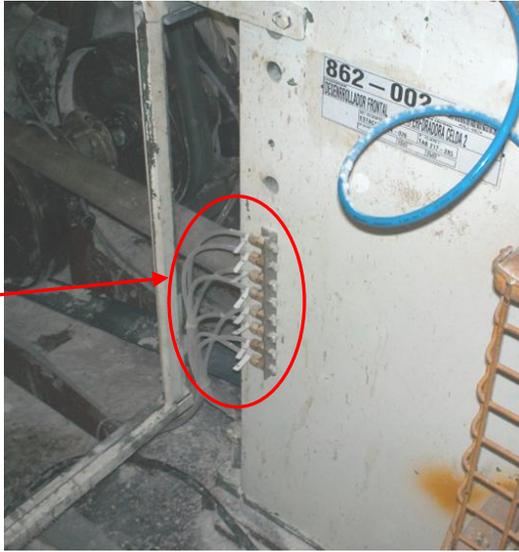
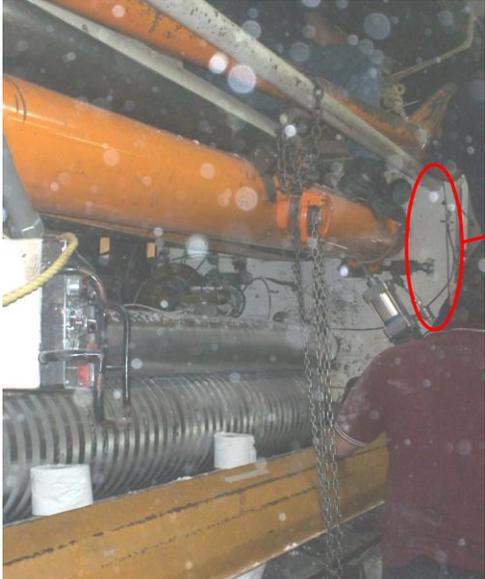
A continuación de muestra una tabla con las herramientas necesarias

**Tabla N°51. Herramientas utilizadas para instalación de sistemas remotos**

Herramienta	Nombre	Descripción
	Graseras	Curvas, rectas y semicurvas, de un 1/8 NPT
	Manguera de alta presión	Diámetro 1/4 OD 250 psi
	Unión recta macho	Rosca de un 1/8 NPT a tuvo 1/4 OD



**Tabla N°52. Imágenes del antes vs el después de la instalación de los sistemas de relubricación.**

Antes	Después
	
	

Nota Fuente: Elaboración Propia

### 5.3 Mejora N° 3: implementación de nuevos equipos de lubricación, más específicamente una engrasadora eléctrica.

Para facilitar de trabajo de todos los técnicos de lubricación en especial el que cubre el área de conversión zona higiénicos, se propone la implementación de un nuevo equipo de trabajo, descrito a continuación:

**TablaN°53. Características de Equipo para Propuesta de Mejora 1**

Equipo	Nombre	Descripción
	Medidor de grasa LAGM 1000E	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medida exacta de la cantidad de grasa para una correcta lubricación</li> <li>- presión máxima de 70 MPa</li> </ul>
	Bomba de grasa LAGG 400B	Las características se explican en el párrafo adjunto

*Nota Fuente: Elaboración Propia*

#### **LAGG 400B.** Llenado de grasa rápido y fácil

La pistola engrasadora accionada por batería SKF LAGG 400B es una pistola engrasadora de alta calidad adecuada para la lubricación de rodamientos, máquinas,



vehículos y otras aplicaciones. Con un diseño ergonómico y de fácil uso, la pistola engrasadora se puede utilizar con cartuchos de grasa SKF estándar (420 ml) o llenarse con aproximadamente 500 cm<sup>3</sup> de grasa suelta.

1. En comparación con las pistolas engrasadoras accionadas manualmente, se puede vaciar un cartucho de 420 ml en aproximadamente 10 minutos con un esfuerzo mínimo, resultando en unos ahorros de costos y tiempo considerables.
2. Su operación eléctrica y el diseño ergonómico de su empuñadura ayudan a reducir la fatiga del operario en comparación con los métodos manuales.
3. De fácil uso con una sola mano.
4. Suministrada con varios enchufes eléctricos y para dos tipos de alimentación eléctrica (cargador de 230 y 110 V), puede utilizarse en cualquier parte del mundo.
5. Su funcionamiento con batería permite su uso en prácticamente cualquier entorno sin necesidad de una conexión a la red eléctrica.
6. Su batería de larga duración de 1.000 ciclos de carga ayuda a reducir los costos de ciclo de vida del producto.
7. Rellenable: su boquilla de llenado de grasa y válvula de extracción de aire permiten el llenado mediante el rellenador o la bomba engrasadora.
8. La configuración de la válvula de seguridad a 40 MPa ayuda a aumentar la seguridad para el operario.
9. Suministrada con una boquilla M10x1, intercambiable con los tubos flexibles SKF, un medidor de grasa SKF LAGM 1000E y otros accesorios.





## CAPITULO VI

### JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 6.1 MEJORA N° 1:

Los gastos incurridos en esta mejora serían:

Pasante de Ingeniería Industrial = 2000 Bs/mes

Tiempo de las pasantías= 6 meses

$$\text{Costo} = 2000 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} \times 6 \text{ meses} = 12000 \text{ Bs}$$

#### 6.2 MEJORA N° 2:

Para la lograr la implementación de las rutas de inspección y relubricación propuestas en el siguiente estudio, fue necesaria la adquisición de una serie de materiales que servirán para ejecutar las modificaciones propuestas en aquellos puntos de lubricación catalogados a través de un análisis REBA como críticos o de difícil acceso. Dichos materiales se enumeran a continuación (ver Tabla N°42).

**Tabla N°54: Tabla de Costo: Materiales de Compra para Modificaciones en Puntos de Lubricación**

<b>ITEM</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
1	Manguera de alta presión	Manguera de alta presión para fluido incompresible	500	mis	Bs.55,00	Bs.27.500,00
2	Conector rápido hembra recto	Conector de 1/4" OD x 1/8" NPT	1100	Pza	Bs.75,00	Bs.82.500,00
3	Conector rápido macho recto	Conector de 1/4" OD x 1/8" NPT	700	Pza	Bs.60,00	Bs.42.000,00
4	Conector rápido macho en ángulo 90	Conector de 1/4" OD x 1/8" NPT	400	Pza	Bs.65,00	Bs.26.000,00
5	Graseras rectas	Grasera 1/8" NPT	500	Pza	Bs.35,00	Bs.17.500,00
6	Graseras ángulo 90	Grasera 1/8" NPT	400	Pza	Bs.35,00	Bs.14.000,00
7	Graseras ángulo 45	Grasera 1/8" NPT	200	Pza	Bs.35,00	Bs.7.000,00
8	Copas hexagonal recta	Copa para adaptación de 1/4" NF a 1/8" NPT	70	Pza	Bs.110,00	Bs.7.700,00
9	Copas hexagonal ángulo 90	Copa para adaptación de 1/4" NF a 1/8" NPT	30	Pza	Bs.115,00	Bs.3.450,00
<b>TOTAL</b>						<b>Bs.227.650,00</b>

Nota: Fuente: Elaboración Propia

El monto total reflejado de materiales reflejado en la tabla N°54, servirá como base del cálculo para realizar la justificación económica, ya que representa el costo más significativo, en cuanto al aspecto monetario o de inversión se refiere, pues la mano de obra para la instalación de la mejora planteada, así como para la elaboración, estudio y verificación de la misma, forma parte de los costos fijos por tratarse de empleados directos de la empresa.

De lo anterior a continuación se muestra una tabla de producción estimada y una tabla de producción real por celda, para identificar la diferencia entre ellas con la finalidad de obtener posteriormente la pérdida en unidades (cajas/año) que se tiene actualmente y como se mejora esta de una manera conservadora con la implementación de ésta mejora.

**Tabla N°55. Producción Teórica vs Producción Real 2011 por celda productiva.**  
**Zona Higiénicos**

<b>Celda</b>	<b>Producción Teórica (cajas/año)</b>	<b>Producción Real (cajas/año)</b>	<b>Diferencia de Producción</b>
1	2.737.500	2.095.167	642.333
2	2.737.500	2.090.734	646.766
3	2.409.000	2.018.470	390.530
4	2.518.500	2.122.047	396.453
5	2.737.500	2.314.522	422.978
6	2.847.000	2.191843	655.157
7	2.190.000	1.687.946	502.054
8	2.299.500	2.299.500	0

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

Con base en la tabla anterior, donde obtuvo la pérdida en unidades referente a la producción teórica estimada para el año 2011 y con los porcentajes de pérdida anual por problemas de lubricación en este mismo año en la zona norte (higiénicos) de conversión (tabla N° 3), se presenta en la siguiente tabla la cifra en unidades no producidas a causa de fallas de lubricación en,

**TablaN°56. Unidades no producidas por fallas de lubricación por celda productiva 2011. Zonas Higiénicos**

Celda	Diferencia ( $P_t - P_r$ ) (cajas/año)	Problemas en rodamientos, rodillos y cadenas (Fallas lubricación/fallas totales)	Unidades no producidas por problemas de lubricación (cajas/año)
1	642.333	92,11%	591.653
2	646.766	85,59%	553.568
3	390.530	88,35%	345.034
4	396.453	89,35%	354.233
5	422.978	62,67%	265.081
6	655.157	8,70%	56.999
7	502.054	41,18%	206.746
8	0	0,07%	0

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien, tomando de la tabla anterior las unidades no producidas por problemas de lubricación (tercera columna) y con los cifras de la ganancia neta percibida por la empresa por cada caja producida, multiplicando estas cifras se obtiene la pérdida en bolívares por celda de conversión higiénicos del año 2011, presentada en la tabla adjunta:

**TablaN°57. Perdidas en Bs por celda productiva 2011. Zonas Higiénicos**

Celda	Unidades no producidas por problemas de lubricación (cajas/año)	Ganancia neta (Bs/caja)	Perdidas (Bs/celda)
1	591.653	154,00	91.114.562
2	553.568	154,00	85.249.472
3	345.034	157,50	54.342.855
4	354.233	157,50	55.791.698
5	265.081	164,50	43.605.825
6	56.999	231,00	13.166.769
7	206.746	210,00	43.416.660
8	0	199,00	0

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Todos los cálculos de las tablas 55,56 y 57, se hicieron con la información del año 2011 por ser el panorama más actualizado de la realidad de la planta.

Los valores mostrados de las ganancias netas son los correspondientes a el año 2011 cifras q no han cambiado al presente año, y de esta manera hacer los cálculos como si fuesen perdidas la presente, ya que el corto tiempo del estudio no permitió la recolección de datos posterior a la implementación de la mejora.

La pérdida mostrada en la tabla N° 57 (tercera columna) pasaría a ser el ahorro que se obtendrá con la implementación de la mejora, de tal manera que con ello se puede mostrar el tiempo que se tarda la planta en recuperar el capital invertido en el estudio. Entonces:

$$Perdida_{2011} = Ganancia\ estimada_{2012} = \sum Perd_{.c1} + Perd_{.c2} + \dots + Perd_{.c8}$$

$$Ganancia\ estimada_{2012} = 386.687.841 \frac{BS}{año}$$



Ahora bien, para ser conservadores se dejara un margen de errores de 30 % por lo que:

$$\text{Ganancia estimada conservadora}_{2012} = 386.678.841 \frac{\text{Bs}}{\text{año}} \times (.70)$$

$$\text{Ganancia estimada conservadora}_{2012} = 270.681.488 \text{ Bs/año}$$

Ganancia conservadora expresada es obtenida para el presente año 2012, en el caso de los años siguientes el valor cambiará de la mano con la variación de las ganancias netas por unidad, establecidas por la empresa.

A continuación se muestra a manera de tabla como se distribuyó la ganancia conservadora en todas las celdas y como ésta afecta favorablemente la ganancia de este año, acercándola a la ganancia estimada teórica de la empresa, obteniendo así el porcentaje que refleja la mejora implementada en la zona de higiénicos en cada celda.

**TablaN°58. Ganancia conservadora en Bs y porcentaje conservador de ganancia estimado por celda productiva 2011. Zonas Higiénicos**

Celda	Ganancia Conservadora (Bs)	Ganancia Pronosticada (Bs)	% De la Mejora en la Ganancia
1	63.782.789,58	386.438.456,25	16,50529044
2	59.673.756,77	381.646.850,52	15,63585726
3	38.039.419,69	355.948.477,50	10,68677691
4	39.054.776,25	373.277.191,88	10,46267415
5	30.525.995,12	411.264.886,39	7,422465697
6	9.221.649,94	515.537.459,94	1,788744884
7	30.392.250,00	384.860.875,00	7,896944578
8	0,00	458.750.250,00	0
<b>Total</b>	<b>270.690.637,35</b>	<b>Promedio</b>	<b>8,799844239</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia



Siendo el costo de la mejora de de 227.650,00 Bs (tabla N° 42), y siendo conservadores con la ganancia obtenida, a continuación se expresa el ahorro que ofrece la implementación de esta mejora:

$$\text{Ahorro} = \text{Ganancia}_{\text{conservadora}} - \text{Costo}_{\text{mejora \# 2}}$$

$$\text{Ahorro} = 270.690.637,00 \text{ Bs} - 227.650,00 \text{ Bs}$$

$$\text{Ahorro} = 270.462.987,00 \text{ Bs}$$

En promedio se muestra un incremento de las ganancias de un 8,79% siendo conservadores al estimar que la eliminación de las fallas en un 70%.

Con la implementación de esta mejora se elimina el riesgo de accidente laboral a la hora de realizar el trabajo por el técnico, ya que los sistemas de lubricación permiten que cada punto se encuentre a una altura adecuada para evitar posturas que generen problemas corporales.

### 6.3 MEJORA N° 3

El costo por la engrasadora eléctrica de baterías y con un contador incluido es de:

2300 Bs

Presupuesto obtenido gracias a SKF Group. Cuya pequeña inversión se recupera con la mejora # 2.

Es importante resaltar que, al implementar esta mejora se disminuye en un 100% el movimiento repetitivo en el que se incurre al lubricar con una engrasadora manual.



## AHORRO TOTAL DEL PROYECTO

Para obtener el costo total del estudio realizado se debe tomar en cuenta cada mejora.

$$\text{Costo total} = (\text{Mejora \#1}) + (\text{Mejora \#2}) + (\text{Mejora \#3})$$

$$\text{Costo total} = 12000 \text{ Bs} + 227.650,00 \text{ Bs} + 2300 \text{ Bs}$$

$$\text{Costo total} = 241.950,00 \text{ Bs}$$

El cálculo del ahorro es:

$$\text{Ahorro} = \text{Ganancia}_{\text{conservadora}} - \text{Costo}_{\text{total}}$$

$$\text{Ahorro} = 270.690.637,00 \text{ Bs} - 241.950,00 \text{ Bs}$$

$$\text{Ahorro} = 270.448.687,00 \text{ Bs}$$

Finalmente la cifra obtenida anteriormente no varía mucho en comparación con el ahorro de la mejora N°2 ya que el costos de las mejoras N°1 y N°3 son bajos.

En conclusión la inversión es poca y las mejoras esperadas son realmente importantes para el mantenimiento preventivo, formando parte del mejoramiento continuo de los procesos de producción.



## CONCLUSIONES

Luego del desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado, se hace evidente mencionar que todos los objetivos planteados para la investigación fueron logrados en su totalidad, destacando como resultado final la creación e implementación de las rutas de inspección y relubricación del área de conversión, zona higiénicos. A lo largo del estudio, se explican los métodos utilizados para obtener, identificar y describir un los puntos de lubricación de las 8 celdas que conforman la zona de higiénicos de conversión.

Se logro identificar y listar mediante la revisión de los manuales de fabricantes disponibles en la empresa y acompañados del técnico de lubricación en cada parada planificada de las diferentes celdas un total de 1360 puntos de lubricación distribuidos en 8 celdas convertidoras de papel tissu,

Se crearon e implementaron rutas para la inspección y relubricación para cada celda donde se establece la frecuencia de relubricación recomendada, la cantidad de grasa a aplicar en cada punto y el tipo de lubricante a utilizar de acuerdo a las necesidades de cada máquina que conforma la celda, estas rutas implementadas, son un mecanismo procedimental que permite lubricar cada punto de las máquinas mientras éstas se encuentran en movimiento, permitiendo al técnico tener un trabajo diario, distribuido de manera uniforme durante su jornada, dejando a un lado la exhausta labor que acarrea en un principio lubricar todos los puntos pertenecientes a una celda en una parada programada del equipo, lo que a su vez erradica el tiempo de ocio del técnico entre paradas. Con ello se espera una disminución de fallas de relacionadas con lubricación en su totalidad, en la zona de higiénicos.



Por otra parte, fue primordial resaltar una serie de riesgos que podrían resultar en accidentes laborales y ergonómicos. Las mejoras ergonómicas desarrolladas tras la implementación de ésta investigación, arrojó una reducción de un 66.7% en cuanto a los riesgos, ya que los mecanismos de lubricación instalados, permiten la adopción de posturas adecuadas y seguras para el técnico.

El ahorro económico, reflejó cuantitativamente un proyecto totalmente rentable y sustentable, por el bajo costo en el que incide sobre su desarrollo e implementación, lo que se traduce en un aumento estimado de la producción del 8,79% en promedio entre todas las celdas, siendo conservadores, únicamente por fallas de lubricación para el año 2012, siempre y cuando las metas y condiciones de producción se mantengan similares.

La producción de una empresa está sujeta a una serie de múltiples factores, entre los que destacan los de carácter humano y los de carácter mecánico. Toda mejora que sea concebida en pro del aumento o mantenimiento de la producción debe contemplar como mínimo los cambios que ameritan éstos dos factores, tras su implementación. Por otra parte, todo cambio trae consigo una etapa de aceptación y posterior adaptación, que puede comprender un tiempo no cuantificado dependiendo de la cultura empresarial y la relación producto-producción implicado en la mejora.



## RECOMENDACIONES

Cabe destacar, que todo trabajo de investigación concebido para solventar una necesidad, una vez implementado, logra erradicar la discrepancia en su totalidad de manera teórica, ya que su puesta en marcha depende del inevitable factor de error humano, sin embargo el investigador deja asentado los pasos tal y como debe ser aplicada la mejora, más sin embargo éste queda siempre sujeto a la interpretación del o los usuarios.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la mejora implementada, descrita en el presente estudio como Plan de inspección y relubricación de las líneas conveyoras de papel higiénico de la planta Papeles Venezolanos C.A., y siguiendo con los lineamientos del sistema de producción de la empresa papelera, en pro de la mejora continua, se listan a continuación las siguientes recomendaciones:

- I. Hacer seguimiento al cumplimiento de las rutas de inspección y relubricación implementadas, a través de la inclusión de éstas en las auditorias de mantenimiento preventivo/predictivo.
- II. Realizar mantenimiento continuo a los sistemas de lubricación instalados, con base en las observaciones recopiladas durante la realización de la ruta.
- III. Elaborar layout (demarcación) de cada equipo que conforma cada una de las celdas de higiénicos e instalar señales fluorescentes en los puntos de lubricación, para asegurar la localización visual rápida y eficiente de los equipos descritos en la ruta implementada.



- 
- IV. Implementar un software de lubricación, que permita una programación exacta de las rutinas y un alerta de los equipos, a través de la entrada de datos usados en para desarrollar la mejora descrita. (ver apéndice 3)



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, J.** (2003). Ingeniería de a confiabilidad (1<sup>era</sup> edición).Costa Rica.Editorial Tecnologica de Costa Rica.
- AMENDOLA, L.** (2006).Gestión de proyecto de activos industriales.Editorial de la Universidad de Valencia.
- ARATA, A.** (2009). Ingenieria y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación plataforma R-MES.
- ARIAS, F.** (2006). El proyecto de Investigación (5<sup>ta</sup> edición). Venezuela.Editorial Episteme.
- BALESTRINI, C.** (1998). Cómo se elabora el Proyecto de Investigación.Argentina Buenos Aires
- BURGOS,F.** (2003).Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad.Tesis de grado.Universidad de Carabobo.Valencia.Venezuela.
- CARLOT, V.** (1998). Estadisticos de la calidad.Edita: servicios de publicaciones de Vera
- CEGARRA,J.** (2011).Propuesta de una herramienta de control que optimice el proceso de planificación de las paradas programadas de mantenimiento en el área de molinos de una empresa papelera.Tesis de grado.Universidad de Carabobo.Valencia.Venezuela.
- CLARET,A.** (2007).Como hacer y defender una tesis.(6ta edición). Venezuela.
- DIAZ, C.** (2007).la investigación evaluativa. México: trillas.



**DIAZ,E.** (2007).Metodología de las Ciencias Sociales.(4<sup>ta</sup> Edición). Buenos Aires.Argentina:Editorial Biblos.

**DIEGO,J (2006).** “REBA (Rapid Entire Body.Assessment)”(<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>) .consulta pagina en línea en abril 2012.

**HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA.** (2010) Metodología de la Investigación McGraw-Hill, México. Mc.Graw Hill.

**HERRERA,S.** (2003).Diseño y aplicación de un sistema de lubricación centralizado en una máquina de corte de rollos de papel higiénico.Tesis de grado.Universidad de San Carlos de Guatemala.Guatemala.Republica de Guatemala.

**JURAN, J.** (2003). Six Sigma Breakthrough and Beyond.Juran Institute Inc. (<http://www.juran.com/>) consulta pagina en línea en abril 2012.

**KANAWATY,G.** (1996). Introducción al Estudio de Trabajo. 4ta Edición. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. Suiza.ARIAS,F.(2006).Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica.Editorial Episteme.Caracas.Venezuela.

**LEFCOVICH, M.** (2008). “Mantenimiento Productivo Total”. [Página Web en línea]. Disponible en: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/tpmmantenimientoproductivototal/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/tpmmantenimientoproductivototal/)/. Consultada en abril de 2012.

**LUCERO,M.MEDINA,A.** (2010).Propuesta de mejora de los métodos de trabajo en el area de producción de ventanas caso:FANABUS.C.A.Tesis de grado.Universidad de Carabobo.Valencia.Venezuela.

**ORTEGA,R.VELEZ,J.** (2010).Mejoras en los métodos de trabajo en la planta torrefactora para aumentar la capacidad de producción.Caso: Fama de America C.A. Carabobo.Tesis de grado. Universidad de Carabobo.Valencia.Venezuela.Venezuela



**PAPELES VENEZOLANOS C.A.** (2002). Definición e implementación de rutas de mantenimiento preventivo en los diferentes equipos productivos área producción de molinos.Guacara.Venezuela.

**REY,F.** (2001).Manual del mantenimiento integral en la empresa.(1era edición). España.Fundación Confemetal.

**SABINO, C** (1996) Metodología de la Investigación. Caracas: UCV.

**TAMAYO, M.** (2004). Diccionario de la investigación científica. México: Limusa.

**TAMAYO,M.** (2004). El proceso de Investigación Científica.(4ta Edición). Editorial Limusa.Mexico DF.

(<http://www.skf.com/portal/skf/home>)



# APÉNDICE



# Apéndice 1

## METODOLOGÍA REBA

Grupo B

LIBRACION DE LOS PUNTOS UBICADOS A UNA ALTURA MAYOR A 1.70 m

Tronco		Tronco		Tronco	
Posición	Puntuación	Corrección	Total	Posición	Puntuación
Erguido	1		1	1	1
Flexión: 0-20	2	Se suma +1 si existe torsión o inclinación lateral del tronco	4	2	2
Flexión: 20-45	3		3	3	3
Flexión: 45-90	4		4	4	4
Flexión: >90	5		5	5	5
Cuello		Cuello		Cuello	
Posición	Puntuación	Corrección	Total	Posición	Puntuación
Flexión: 0-20	1		1	1	1
Flexión: >20	2	+1 torsión inclinación lateral	3	2	2
Flexión: >60	3		3	3	3
Flexión: >100	4		4	4	4
Flexión: >120	5		5	5	5
Piernas		Piernas		Piernas	
Posición	Puntuación	Corrección	Total	Posición	Puntuación
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+1 si hay flexión entre 30 y 60	2	1	1
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+2 si hay flexión >60	4	2	2
Puntuación de la tabla A			7	Puntuación de la Tabla B	
Fuerza y/o agarre			7	Agarre	
Peso	0		0	Bueno	0
<5 Kg.	1	Suma +1 si la fuerza se aplica bruscamente	2	Aceptable	1
5-10 Kg.	2		2	Pobre	2
> 10 Kg.	3		3	Inaceptable	3
Puntuación de la tabla A; puntuación de la tabla A + puntuación de carga/fuerza			7	Puntuación de la tabla B; puntuación de la tabla B + el agarre	
Izq. Total			2	Izq. Total	
Der. Total			2	Der. Total	

Tabla A		Tabla B	
Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
Flexión 0-20	1	Flexión 0-15	1
Flexión 20-45	2	Flexión > 15	2
Flexión 45-90	3	Puntuación de la Tabla B	
Flexión >90	4	Agarre	
Movimiento		Tipo	
Flexión 90-100	1	Bueno	0
Flexión >60	2	Aceptable	1
Flexión >100	3	Pobre	2
Movimiento		Inaceptable	
Flexión 90-100	1	Puntuación de la tabla B; puntuación de la tabla B + el agarre	
Flexión >60	2	Izq. Total	
Flexión >100	3	Der. Total	

Tabla B		Brazos	
Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
Antebrazos Muñecas	1	Extensión 0-15	1
1	1	Extensión > 15	2
2	2	Puntuación de la Tabla B	
3	3	Agarre	
4	4	Bueno	0
5	5	Aceptable	1
6	6	Pobre	2
7	7	Inaceptable	3
8	8	Puntuación de la tabla B; puntuación de la tabla B + el agarre	
9	9	Izq. Total	
10	10	Der. Total	

Tabla C		Puntuación de la Tabla A											
Actividad	Puntuación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Una o mas partes del cuerpo se mantiene estáticas por mas de un minuto	+1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pequeños movimientos repetitivos hechos mas de 4 veces por minuto	+1	1	1	2	3	4	4	4	4	6	7	8	9
Cambios rápidos de posturas o posturas inestables	+1	1	2	3	4	4	4	4	4	6	7	8	9
Total	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

DECISION DEL REBA	
Puntuación	Nivel de acción
1	0
(2-3)	1
(4-7)	2
(8-10)	3
(11-15)	4

Puntuación Final	
Izq. Total	Der. Total
9	9
11	11

Puntuación C; (de la tabla C)	
Izq. Total	Der. Total
9	9
11	11

Grupo B

Posición	Puntuación	Corrección	Brazos
Flexión 0-20	1	+1 si hay rotación	
Flexión 20-45	2	-1 si hay apoyo de posturas a	
Flexión 45-90	3		
Flexión >90	4		
<b>Movimiento</b>			
Flexión 60-100	1		
Flexión <60	2		
flexión >100			
<b>Movimiento</b>			
Extensión 0-15	1	+1 si hay rotación o laterización	
Extensión >15	2		
<b>Puntuación de la Tabla B</b>			
Izq. Total	5		
Der. Total	3		
<b>Agarre</b>			
Bueno	0		
Aceptable	1		
Pobre	2		
Inaceptable	3		
Puntuación de la tabla B; puntuación de la tabla B + el agarre			
Izq. Total	6		
Der. Total	8		
Total	12		

ANÁLISIS DE LUBRICACION DE LOS PUNTOS A UNA ALTURA MENOR A 0,5 m.

Tabla A	Tronco					
Cuello	Piernas	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	3	4
2	2	2	3	4	5	6
3	3	3	4	5	6	7
4	4	4	5	6	7	8
1	1	1	3	4	5	6
2	2	2	4	5	6	7
3	3	3	5	6	7	8
4	4	4	6	7	8	9
1	1	1	4	5	6	7
2	2	2	5	6	7	8
3	3	3	6	7	8	9
4	4	4	7	8	9	9

Tabla B	Brazos						
Antebrazos	Muñecas	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	5	6
2	2	2	2	4	5	7	8
3	3	3	3	5	5	8	8
1	1	1	2	4	5	7	8
2	2	2	3	5	6	8	9
3	3	3	4	5	7	8	9

Grupo A

Posición	Puntuación	Corrección	Total
Erguido	1		
Flexión: 0-20	2	Se suma +1 si existe torsión o inclinación lateral del tronco	5
Flexión: 20-45	3		
Flexión: 45-90	4		
<b>Cuello</b>			
Flexión: 0-20	1		
Flexión >20	2	+1 torsión inclinación lateral	3
Extensión >20			
<b>Piernas</b>			
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+1 si hay flexión entre 30 y 60	4
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+2 si hay flexión >60	9
<b>Fuerza y/o agarre</b>			
Peso	0		
<5 Kg.	1	Suma +1 si la fuerza se aplica bruscamente	1
>10 Kg.	2		
Puntuación de la tabla A; puntuación de la tabla A + puntuación de carga/fuerza			
Total			10

Tabla C	Puntuación de la Tabla A										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	12
2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	12
3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	12
4	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	12
5	3	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12
7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	12	12
8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12
9	6	7	8	9	9	10	10	11	12	12	12
10	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
11	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
12	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Actividad	Puntuación	Nivel de acción	Calor de riesgo
Una o mas partes del cuerpo se mantiene estáticas por mas de un minuto	1	0	No es necesaria actuación
Pequeños movimientos repetitivos hechos mas de 4 veces por minuto	(2-3)	1	Puede ser necesaria la actuación
Cambios rápidos de posturas o posturas inestables	(4-7)	2	Es necesaria la actuación
Total	(8-10)	3	Es necesaria la actuación cuanto antes
	[11-15]	4	Muy Alto

Puntuación Final	Izq. Total	Der. Total
Puntuación C: (de la tabla C)	11	12
Puntuación de la actividad	Izq. Total	Der. Total
Puntuación REBA; puntuación C + puntuación de la actividad	2	2
	Izq. Total	Der. Total
	14	14

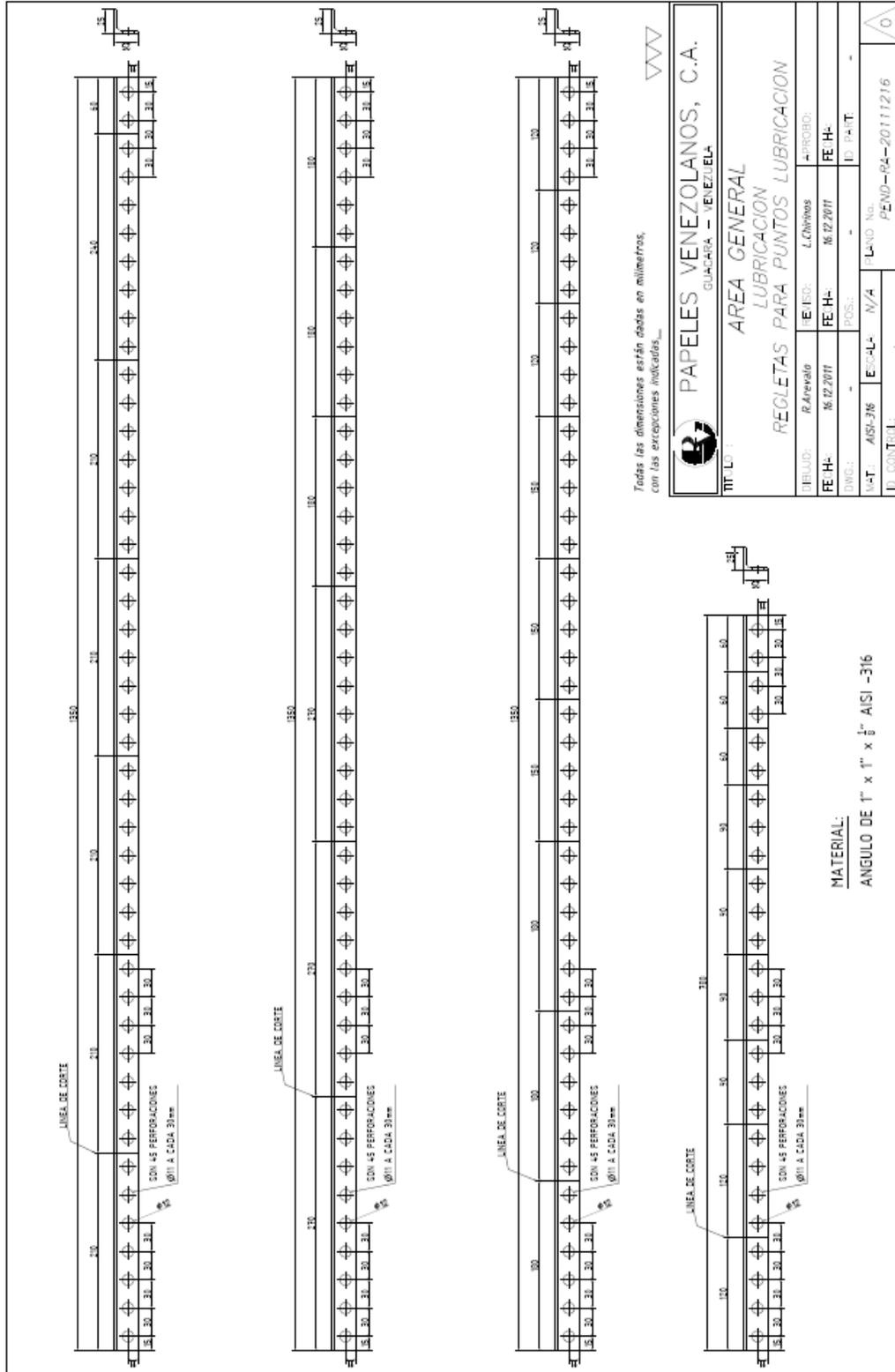
Actividad	Puntuación	Nivel de acción	Calor de riesgo
Una o mas partes del cuerpo se mantiene estáticas por mas de un minuto	+1		
Pequeños movimientos repetitivos hechos mas de 4 veces por minuto	+1		
Cambios rápidos de posturas o posturas inestables	+1		
Total	2		



---

# **Apéndice 2**

## **PLANO DE LAS REGLETAS UTILIZADAS**





---

# **Apéndice 3**

## **SOFTWARE**

### **RECOMENDADO**



## **SIMAN 2000**

### **Sistema integrado de administración del Mantenimiento y la lubricación**

#### **GENERALIDADES**

El software SIMAN 2000, es un sistema creado en ambiente Windows 2000, para el manejo sistemático de la información del programa de lubricación de la empresa, tanto de los equipos lubricados con aceite como con grasa, permite adicionalmente administrar y ejecutar las rutinas de los programas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, tanto en lo referente a los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos.

#### **OBJETIVO**

El objetivo principal del software SIMAN 2000, es el de generar y mantener actualizada, la información de la lubricación y del mantenimiento de los equipos rotativos de la empresa, de una manera clara y sencilla, de tal manera que el personal de mantenimiento pueda ejecutar sin contratiempos el 100% de las tareas programadas.

#### **VENTAJAS**

Las ventajas más importantes del software SIMAN 2000 son:

- Facilidad en la captura y actualización de la información de mantenimiento y lubricación.
- Generación de toda la programación de mantenimiento y de lubricación de manera fácil y confiable.
- El diseño de las CARTAS DE LUBRICACIÓN, permite tener a la mano toda la información de lubricación del equipo rotativo y la forma de lubricar cada uno de sus componentes y mecanismos.
- Toda la información de mantenimiento y de lubricación es actualizable
- Los reportes que se generan permiten determinar las necesidades de mejoramiento en los mecanismos que se lubrican, siempre pensando en perfeccionar el mantenimiento predictivo de los equipos rotativos.



- Contar con la información de los costos de mantenimiento y de lubricación.

### **OBSERVACIONES**

En la página web [www.ingenierosdelubricacion.com](http://www.ingenierosdelubricacion.com), pueden ver un demo del software SIMAN 2000.

### **INFORMACION**

#### **Ingenieros de lubricación s.a.s**

Cra. 42 No. 54A-71 Bod. 101 Espacio Sur (Itagüí-Antioquia) PBX: (574) 4443877

E-mail: [dirmercadeo@ingenierosdelubricacion.com](mailto:dirmercadeo@ingenierosdelubricacion.com)

Página web: [www.ingenierosdelubricacion.com](http://www.ingenierosdelubricacion.com)