

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria



Mon
658 . 202
P293
2008

Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial.

Título:

**Evaluación de la gestión de procesos para mejorar la Eficiencia Global
de Equipos de la línea Krones en Compañía Cervecera de Nicaragua.**

Autores:

Br. Nidia Ninoska Pastrana Ordóñez.
Br. Alejandra del Carmen Reynosa Rodríguez.

Tutor:

Ing. Alberto Morgan Espinoza.

Managua, Diciembre del 2008.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Bna. Nidia Ninoska Pastrana Ordóñez
Alejandra del Carmen Reynosa Rodríguez

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA: Martes 06 de Mayo de 2008

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado "Evaluación de la Gestión del proceso para mejorar la Eficiencia Global de Equipos de la línea Kronen en Compañía Cervecera de Nicaragua" Que contare con el Ing. Alberto Morgan Espinoza como profesor guía ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Hernández
Decano
Facultad de Tecnología de la Industria



Cc: Archivo

Managua, Diciembre del 2008.

Ingeniero

Daniel Cuadra Horney.

Decano.

Facultad de Tecnología de la Industria.

Estimado Ing. Cuadra:

Por medio de la presente nos dirigimos a usted con todo el respeto que se merece solicitándole la debida autorización para llevar a cabo la defensa de nuestro estudio monográfico, el cual le remitimos de manera adjunta y cuyo título corresponde a: **“Evaluación de la gestión de procesos para mejorar la Eficiencia Global de Equipos de la línea Krones en Compañía Cervecera de Nicaragua.”**

La presente investigación ha sido realizada por: **Br. Nidia Ninoska Pastrana Ordóñez (2003-18657)** y **Br. Alejandra del Carmen Reynosa Rodríguez (2003-18622)** contando a su vez, con la debida tutoría del **Ing. Alberto Morgan Espinoza.**

Seguras de contar con su debida aprobación para concluir el proceso académico pertinente, nos despedimos deseándole éxito en todas sus labores.



COMPANHIA CERVECERA DE NICARAGUA, S.A.

Managua, 11 de noviembre de 2008.

Ingeniero
Daniel Cuadra Herney,
Decano,
Facultad de Tecnología de la Industria.

Compañía Cervecería de Nicaragua, buscando siempre estrechar lazos con las universidades del país, ha tratado de brindar apoyo a los estudiantes que muestran interés en los procesos y sistemas industriales. Es en este marco que hemos permitido a las Bcs: Nidia Ninoska Pastrana Ordóñez y Alejandra del Carmen Reynosa Rodríguez trabajar en su proyecto monográfico titulado: "Evaluación de la gestión de procesos para mejorar la Eficiencia Global de Equipos de la línea Kronen en Compañía Cervecería de Nicaragua".

Dicho trabajo ya me fue presentado y ha llenado las expectativas que nosotros esperábamos como empresa ya que estamos convencidos de que este, ofrece una solución práctica al problema relacionado con la gestión de equipos y contribuirá considerablemente en el mejoramiento de la productividad de esta empresa, por lo cual le doy mi aval y de antemano sabemos que será aprobado por el jurado que usted asigne conveniente para efectos de su defensa.

Esperando que su universidad siga cosechando profesionales capaces y emprendedores me despido de usted deseándole éxito en sus labores.

Atentamente,


Ing. Javier Gutiérrez Flores,
Jefe de envasado.

Dedicatoria

Al cumplir con las metas que nos propusimos al inicio de la realización del estudio, es importante dedicarles esta monografía:

A Dios principalmente ya que él es centro y fuente de mi vida.

A mis padres Mayra Rodríguez y Roger Reynosa.

A mis queridas hermanas y hermano, a mis familiares.

A mi compañera de estudio por todo el empeño demostrado y a sus familiares por el apoyo incondicional.

Alejandra Reynosa Rodríguez.

Dedicatoria

De manera muy especial dedico el presente estudio a aquellas personas que sin duda alguna conforman un elemento clave en mi vida:

A Dios, por ser fuente de inspiración y luz que guía cada uno de mis proyectos.

A mis abuelos, cuyos consejos me han permitido enfocar cada uno de mis planes, y aprender de cada error de manera que han edificado en mí a una persona perseverante que podrá afrontar cualquier reto de la vida personal y profesional.

A mi novio, por el apoyo y la comprensión brindada, sus consejos y el ánimo que me dio me permitieron seguir adelante con este proyecto sin desfallecer en el camino.

A mi compañera de estudio cuyo aporte, esfuerzo y desvelo, ha contribuido en la conclusión de este proyecto.

“No hay viento favorable para quien no sabe a dónde va”.
Platón.

Nidia N. Pastrana O.

Agradecimiento

Al Ingeniero Alberto Morgan, por ser el guía del estudio y por todo el apoyo incondicional que nos brindó a lo largo de su ejecución, destacándose como uno de los mejores docentes que integran la facultad de Ingeniería Industrial.

A todo el personal de Compañía Cervecera de Nicaragua, principalmente de las áreas de Envasado y Mantenimiento cuya colaboración y buenos deseos, nos han permitido consolidar los conocimientos adquiridos desde el salón de clases.

Mencionamos de manera especial a:

- ▼ *Ing. Javier Gutiérrez Flores. (Jefe de Envasado)*
- ▼ *Ing. Aurora Guillén. (Planificadora de Mantenimiento)*
- ▼ *Ing. Edwin Meléndez. (Supervisor de Línea)*

Gracias a todos y cada uno de ustedes por cooperar desde su condición en la conclusión de esta importante meta, cada uno de sus aportes representó un granito de arena para dar vida a cada capítulo y permitimos cumplir con este gran proyecto.

A todos gracias y que Dios los bendiga en todas sus actividades.

Resumen ejecutivo.

El presente estudio fue realizado en Compañía Cervecera de Nicaragua durante el primer semestre del año 2008 para ello, se tomó como principal punto de referencia los datos históricos del indicador de la línea de envasado de cerveza Kronen, conocido como Eficiencia Global de Equipos (E.G.E), el cual es aplicado por la empresa como parte del desarrollo de la metodología del Mantenimiento Total Productivo (TPM).

Según los análisis realizados para dicho indicador, se obtuvo que su comportamiento durante el período tomado como referencia de estudio (Segundo semestre del año 2007) refleja un valor promedio del 65%, lo cual es un porcentaje apenas aceptable, tomando en cuenta el hecho de que la metodología TPM se ha venido desarrollando desde hace dos años, por lo tanto, con la visión de la mejora continua y tomando en cuenta la flexibilidad de la metodología TPM, el presente trabajo se enfoca en identificar las oportunidades de mejora de la variable de Disponibilidad ya que de las tres variables que conforman al indicador E.G.E, su comportamiento es el que limita alcanzar un nivel óptimo para dicho indicador.

Tomando en cuenta que según la metodología TPM, el enfoque de la gestión de proceso está ligada totalmente a la “Gestión de Equipos”, se verificó respectivamente cada una de las fases de su implementación de manera que se logró identificar que envasado, planificación y mantenimiento son las áreas claves para coordinar acciones en función a la mejora de la variable de Disponibilidad de la línea, logrando así que el indicador cumpla al menos con la meta establecida por la empresa.

De la evaluación realizada a partir del modelo de gestión de equipos, se obtuvo un 43 % de cumplimiento para los procesos claves y un 49% para los procesos soporte, estos resultados dejan entrever que aun faltan acciones por parte de los

involucrados para lograr el completo desarrollo del modelo de gestión de equipos, lo que por ende dará como resultado mejoras en el indicador E.G.E a partir de cada una de sus variables.

A partir de los resultados de esa evaluación se plantean las estrategias para la mejora del indicador, sin embargo se considera que para que la empresa pueda obtener mejores resultados en el modelo de gestión de equipo, la retroalimentación entre las áreas de envasado, mantenimiento y planificación debe realizarse de manera continua garantizando la información precisa que permita reducir el impacto al tiempo de preparación y recambios en los equipos.

Teniendo en cuenta las oportunidades de mejora detectadas, se realiza un análisis de costo y beneficio, de lo cual puede destacarse el rediseño del catálogo de falla, así como el diseño de algunos indicadores, entre otras propuestas útiles a la gestión de equipos. Según los cálculos realizados los costos en que debe incurrirse como parte de la implementación de las estrategias es de 6,000u\$ y el beneficio esperado supera los 200,000 u\$ anuales. Además con estas propuestas también existen beneficios intangibles, tales como garantizar la fiabilidad de la información necesaria para efectuar los cálculos del E.G.E así como de cada una de sus variables.

Índice de contenido.		Página
1. Introducción.....		<u>1</u>
2. Objetivos.....		<u>3</u>
3. Justificación.....		<u>4</u>
4. Marco Teórico.....		<u>5</u>
4.1 Aspectos generales de la línea Krones.....		<u>5</u>
4.2 Importancia de la gestión de procesos.....		<u>6</u>
4.3 El TPM como herramienta para el sistema de gestión de Procesos.....		<u>11</u>
4.3.1 Procesos de la metodología del TPM.....		<u>13</u>
4.3.2 Indicador de Eficiencia Global de Equipos (E.G.E).....		<u>19</u>
4.3.3 El TPM y la gestión de los equipos.....		<u>20</u>
4.3.4 El TPM y la mejora continua.....		<u>23</u>
4.4 Balance Score Card (BSC).....		<u>25</u>
4.5 Análisis Beneficio – Costo (B/C).....		<u>27</u>
4.5.1 Relación Beneficio/Costo (B/C).....		<u>28</u>
Capítulo I: Análisis de las variables del indicador E.G.E.....		<u>30</u>
I.1. Comportamiento histórico del EGE.....		<u>30</u>
I.2. Comportamiento histórico de la variable “Calidad”.....		<u>33</u>
I.3. Comportamiento histórico de la variable “Rendimiento”.....		<u>36</u>
I.4. Comportamiento histórico de la variable “Disponibilidad”.....		<u>39</u>

Indice de contenido.	Página
-----------------------------	---------------

I.4.1. Distribución de las pérdidas de Disponibilidad.....	<u>42</u>
I.4.1.1. Pérdidas por “Paros Programados”.....	<u>43</u>
I.4.1.2. Análisis de Paros No Programados.....	<u>45</u>

Capítulo II: Verificación del cumplimiento de la Fase I de la gestión de equipos: “Mejorar los equipos existentes hasta alcanzar el nivel más alto requerido de Rendimiento y Disponibilidad”..... [49](#)

II.1. Verificar cómo se determina el Rendimiento y Disponibilidad existente en los equipos (EGE Actual).....	<u>50</u>
II.2. Verificar cómo se determina el estado de los equipos.....	<u>56</u>
II.3. Verificar cómo se determina el mantenimiento (particularmente PM) que se está realizando en los equipos.....	<u>62</u>
II.3.1. Clasificación de los equipos.....	<u>62</u>
II.3.2. Clasificación del mantenimiento.....	<u>64</u>
II.3.2.1. Mantenimiento Preventivo.....	<u>66</u>
II.3.2.2. Mantenimiento Predictivo.....	<u>73</u>
II.3.2.3. Mantenimiento Correctivo Programado.....	<u>78</u>
II.3.2.4. Mantenimiento Correctivo Urgente.....	<u>80</u>
II.3.3. Gestión de repuestos.....	<u>83</u>
II.3.4 Mantenimiento imperante en el período de Julio a Diciembre del 2007.....	<u>86</u>

Índice de contenido.		Página
II.4. Verificar cómo se analizan las pérdidas de los equipos.....		<u>90</u>
II.4.1. Cómo se incentiva al personal a obtener mejores resultados.		<u>99</u>
II.5. Verificar cómo se desarrollan las necesidades y oportunidades de mejoramiento de los equipos.....		<u>106</u>
II.5.1. Corrección de fallas.....		<u>107</u>
II.5.2. Funcionamiento eficaz.....		<u>115</u>
II.5.3. Mantenimiento Autónomo.....		<u>118</u>
II.5.4. COLPA.....		<u>121</u>
II.6. Verificar cómo se desarrollan las necesidades y oportunidades de mejoramiento de preparación o recambio.....		<u>123</u>
II.6.1. Arranque.....		<u>124</u>
II.6.2. Cambio de marca.....		<u>124</u>
II.6.3. Cambio de presentación.....		<u>125</u>
II.6.4. Saneamiento.....		<u>125</u>
II.6.5. Puesta a punto.....		<u>127</u>
II.6.6. Aplicación de los siete pasos del TPM.....		<u>129</u>
II.7. Verificar cómo se realizan los mejoramientos de acuerdo a lo programado y planificado.....		<u>134</u>
II.8. Verificar los resultados y continuar según sea necesario.....		<u>137</u>

Capítulo III: Verificación del cumplimiento de la gestión de equipos Fase II: “Mantener los equipos en su nivel máximo requerido de Mantenimiento y Disponibilidad”	<u>139</u>
III.1. Verificar los requisitos de PM para cada máquina.....	<u>141</u>
III.2. Verificar los requisitos de lubricación para cada máquina.....	<u>147</u>
III.3. Verificar los requisitos de limpieza para cada máquina.....	<u>152</u>
III.4. Verificar los procedimientos de PM, Lubricación y Limpieza.....	<u>157</u>
III.5. Verificar los procedimientos de inspección para cada máquina....	<u>158</u>
III.6. Verificar el desarrollo del sistema de PM, lubricación, limpieza e inspección incluyendo todos los formularios y controles.....	<u>162</u>
III.7. Verificar cómo se desarrolla el manual de PM.....	<u>164</u>
III.8. Verificar cómo se lleva a cabo el PM, la limpieza y lubricación según lo planificado y programado.....	<u>165</u>
III.9. Verificar los resultados y corregir lo que sea necesario.....	<u>168</u>
Capítulo IV. Evaluación del modelo de gestión de equipos.....	<u>171</u>
IV.1 Objetivo de evaluación.....	<u>172</u>
IV.2. Matriz de evaluación.....	<u>173</u>
IV.3. Evaluación del modelo de gestión TPM.....	<u>175</u>
IV.4. Resultados de la evaluación del modelo de gestión TPM.....	<u>198</u>
Capítulo V. Estrategia de mejora según los resultados de la evaluación.....	<u>202</u>
V.I. Catálogo de fallas.....	<u>202</u>
V.1.1. Estructura del diseño del catálogo de fallas.....	<u>203</u>
V.2. Indicador de MTBF y MTBR.....	<u>209</u>

Indice de contenido.		Página
V.3. Entrega y recepción de equipos a mantenimiento.....		<u>212</u>
V.3.1. Base de la propuesta.....		<u>213</u>
V.4. Hoja electrónica para el cambio de turno.....		<u>215</u>
V.5. Indicador de lubricación.....		<u>216</u>
V.6. Propuesta para la estructura del manual de mantenimiento.....		<u>224</u>
V.6.1. Elementos a considerarse para la estructura del Manual PM		<u>226</u>
Capítulo VI. Análisis costo beneficio.....		<u>238</u>
5. Conclusiones.....		<u>247</u>
6. Recomendaciones.....		<u>251</u>
7. Bibliografía.....		<u>253</u>
8. Webgrafía.....		<u>254</u>
10. Glosario.....		<u>255</u>
11. Anexos.....		<u>269</u>

Contenido de figuras.

- [Figura 1.](#) Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.
- [Figura 2.](#) Representación gráfica de la metodología TPM.
- [Figura 3.](#) Fórmula del E.G.E.
- [Figura 4.](#) Ciclo de la mejora continua.
- [Figura 5.](#) Perspectivas del Balance Scorecard.
- [Figura 6.](#) Relación Costo/Beneficio.
- [Figura 7.](#) Ficha de indicador E.G.E.
- [Figura 8.](#) Ficha del indicador de la variable “Calidad” en línea Krones.
- [Figura 9.](#) Ficha del indicador de la variable “Rendimiento” en línea Krones.
- [Figura 10.](#) Ficha del indicador de la variable “Disponibilidad” en línea Krones.
- [Figura 11.](#) Porcentaje de participación para la clasificación de paros.
- [Figura 12.](#) Gráfico de Pareto para los paros programados.
- [Figura 13.](#) Gráfico de Pareto de PNP en los Equipos de la Línea Krones.
- [Figura 14.](#) Gráfico de Pareto de Tipificaciones de PNP en la Línea Krones.
- [Figura 15.](#) Gráfico de PNP por áreas.
- [Figura 16.](#) Flujograma: Cálculo del indicador E.G.E de la línea Krones.
- [Figura 17.](#) Flujograma: Ejecución del checklist del E.O.E.
- [Figura 18.](#) Clasificación de los mantenimientos en el área de envasado.
- [Figura 19.](#) Flujograma: Procedimiento para desarrollar Plan de mantenimiento Preventivo a Ubicaciones técnicas y equipos.
- [Figura 20.](#) Flujograma: Ejecución del mto. Preventivo programado.
- [Figura 21.](#) Flujograma: Ejecución del mto. Predictivo.
- [Figura 22.](#) Flujograma: Ejecución del mto. Correctivo programado.
- [Figura 23.](#) Flujograma: Ejecución del mto. Correctivo urgente.
- [Figura 24.](#) Distribución del mto. según las frecuencias de OT ejecutadas.
- [Figura 25.](#) Distribución del mto. según los tiempos ejecutados.
- [Figura 26.](#) Flujograma: Análisis de pérdidas “Variable Calidad”.
- [Figura 27.](#) Flujograma: Análisis de pérdidas “Variable Rendimiento”.
- [Figura 28.](#) Flujograma: Análisis de pérdidas “Variable Disponibilidad”.
- [Figura 29.](#) Flujograma: Análisis de pérdidas “Indicador E.G.E”.
- [Figura 30.](#) Flujograma: Presentación de las TDE al personal de envasado.
- [Figura 31.](#) Flujograma: Reporte y corrección de fallas.
- [Figura 32.](#) Flujograma: Aplicación de AMEF.

Contenido de figuras.

- Figura 33.** Flujograma: Cambio de turno.
- Figura 34.** Actividades específicas para el desarrollo de la metodología de los 7 pasos del TPM.
- Figura 35.** Fórmula para el cálculo del porcentaje programado de proyectos.
- Figura 36.** Fórmula para el cálculo del porcentaje de cumplimiento de proyectos.
- Figura 37.** Esquema general del plan de mtto. Preventivo global de equipos.
- Figura 38.** Esquema del plan de mtto. Preventivo de los equipos.
- Figura 39.** Procedimiento: Ejecución del checklist de paneles eléctricos e instrumentación.
- Figura 40.** Esquema del Sistema PM eficaz.
- Figura 41.** Indicadores de cumplimiento del plan de mtto. de envasado.
- Figura 42.** Esquema de retroalimentación para las ejecuciones de mtto. y operación.
- Figura 43.** Oportunidades de mejora del modelo de gestión TPM.
- Figura 44.** Esquema del equipo para la realización del catálogo de fallas.
- Figura 45.** Ejemplo del nuevo catálogo de fallas.
- Figura 46.** Ejemplo de la llena del formato de paros.
- Figura 47.** Ficha del indicador "Confiability".
- Figura 48.** Ficha del indicador "Mantenibilidad".
- Figura 49.** Ficha de indicador "Rendimiento puesta a punto de fin de semana".
- Figura 50.** Hoja electrónica para el cambio de turno.
- Figura 51.** Ficha del indicador "Efectividad total de lubricación".
- Figura 52.** Ficha del indicador variable "Cumplimiento de mtto. predictivo de lubricación".
- Figura 53.** Ficha del indicador variable "Cumplimiento de los objetivos del control de contaminación".
- Figura 54.** Ficha del indicador variable "Cumplimiento de los objetivos calidad del lubricante".
- Figura 55.** Esquema del manual de PM.
- Figura 56.** Resultados de la relación Beneficio/Costo.

Índice de tablas.

Página

<u>Tabla 1.</u>	Criterio de decisión de la razón Beneficio/Costo.....	29
<u>Tabla 2.</u>	Tipos de avisos en SAP.....	60
<u>Tabla 3.</u>	Lista de instrumentos utilizados para el diagnóstico del área predictiva..	74
<u>Tabla 4.</u>	Justificaciones para los cierres de OT no realizados.....	83
<u>Tabla 5.</u>	Clasificación de las OT.	87
<u>Tabla 6.</u>	Distribución de las OT ejecutadas de Julio a Diciembre del 2007.	87
<u>Tabla 7.</u>	Rango de indicadores de envasado.	97
<u>Tabla 8.</u>	Factores que se incluyen en la BSC de los supervisores de mantenimiento.	104
<u>Tabla 9.</u>	Comité de Paro Envasado/Mantenimiento.....	110
<u>Tabla 10.</u>	Reuniones internas del área de envasado.	115
<u>Tabla 11.</u>	Reuniones internas del área de mantenimiento.....	117
<u>Tabla 12.</u>	Reuniones entre el área de envasado y mantenimiento.....	118
<u>Tabla 13.</u>	Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Llenadora.	145
<u>Tabla 14.</u>	Comparación de las actividades de lubricación: Manuales de equipos Vs. Ciclo de mto de 125 hrs.....	150
<u>Tabla 15.</u>	Comparación de actividades de limpieza: Manuales de equipos Vs. Checklist semanales.	155
<u>Tabla 16.</u>	Evaluación del proceso clave: “Corrección de fallas”.....	175
<u>Tabla 17.</u>	Evaluación del proceso clave: “Mantenimiento preventivo”.....	177
<u>Tabla 18.</u>	Evaluación del proceso clave: “Mantenimiento predictivo”.....	179
<u>Tabla 19.</u>	Evaluación del proceso clave: “Mantenimiento autónomo”.....	181
<u>Tabla 20.</u>	Evaluación del proceso soporte: “Gestión de repuestos”.....	183
<u>Tabla 21.</u>	Evaluación del proceso soporte: “Indicadores”.....	185
<u>Tabla 22.</u>	Evaluación del proceso soporte: “COLPA”.....	189
<u>Tabla 23.</u>	Evaluación del proceso soporte: “Proyectos de mejora”.....	191
<u>Tabla 24.</u>	Evaluación del proceso soporte: “Gerencia visible”.....	193
<u>Tabla 25.</u>	Evaluación del proceso soporte: “Funcionamiento eficaz”.....	195
<u>Tabla 26.</u>	Evaluación del proceso soporte: “SMED”.....	197
<u>Tabla 27.</u>	Resultados de la evaluación del modelo de gestión TPM.....	199
<u>Tabla 28.</u>	Especificación de los Costos y Beneficios de cada propuesta.....	239
<u>Tabla 29.</u>	Requerimientos del plan de envasado si E.G.E = 65%.....	242
<u>Tabla 30.</u>	Requerimientos del plan de envasado si E.G.E = 70%.....	244
<u>Tabla 31.</u>	Ahorros obtenidos en base a las propuestas realizadas.....	245

Contenido de anexo.

- Anexo # 1.** Porcentaje de participación de las líneas de envasado de cerveza.
- Anexo # 2.** Diagrama de equipos línea Krones.
- Anexo # 3.** Listado de indicadores claves del desarrollo de la metodología TPM en CCN.
- Anexo # 4.** Gestión de equipos Fase I.
- Anexo # 5.** Gestión de equipos Fase II.
- Anexo # 6.** Gestión de equipos Fase III.
- Anexo I.1.** Clasificación del valor E.G.E.
- Anexo I.2.** Matriz de pérdida de disponibilidad: L. Krones 2º semestre 2007.
- Anexo I.3.** Esquema del sistema de trabajo para el área de envasado.
- Anexo II.1.** Formato para el registro de paros de los equipos.
- Anexo II.2.** Hoja de simulación para el cálculo del E.G.E.
- Anexo II.3.** Reporte del E.G.E del sistema SAP.
- Anexo II.4.** Reporte de paros y disponibilidad por tipo de paros y equipos.
- Anexo II.5.** Reporte de PNP del sistema SAP.
- Anexo II.6.** Ejemplo del checklist del estado original de la máquina Llenadora.
- Anexo II.7.** Ejemplo de una OT.
- Anexo II.8.** Plantilla para la categorización de equipos.
- Anexo II.9.** Categoría actual de los equipos de la línea Krones.
- Anexo II.10.** Instructivo para la creación de códigos para ubicaciones técnicas y equipos.
- Anexo II.11.** Tabla para definir la estrategia de mantenimiento de los equipos.
- Anexo II.12.** Formato del reporte de condición de los equipos y/o máquinas, según el predictivo.
- Anexo II.13.** Ejemplo de indicador por definición.
- Anexo II.14.** Ejemplo de indicador reporte.
- Anexo II.15.** Tarjeta de evaluación del desempeño de los operadores.
- Anexo II.16.** Tarjetas de evaluación del desempeño de los supervisores de línea.
- Anexo II.17.** Formato para la aplicación de AMEF.
- Anexo II.18.** Plan de Producción Semanal.
- Anexo II.19.** Agenda típica: Reuniones de mto: (Supervisores/Ejecutores).
- Anexo II.20.** Hoja de registro de situación del proyecto COLPA.

Contenido de anexo.

- Anexo II.21.** Ficha de indicador COLPA.
- Anexo II.22.** Ficha de actividad "Arranque".
- Anexo II.23.** Ficha de actividad "Cambio de marca".
- Anexo II.24.** Ficha de actividad: "Cambio de presentación".
- Anexo II.25.** Ficha de actividad "Saneamiento".
- Anexo II.26.** Nueva relación de PP ejecutados por el área de envasado.
- Anexo II.27.** Comparación de tiempos de las actividades programadas con la técnica SMED.
- Anexo II.28.** Ficha de actividad "Puesta a punto".
- Anexo II.29.** Hoja de cálculo para "Puesta a Punto".
- Anexo II.30.** Diagrama de aplicación de los Siete pasos del TPM.
- Anexo II.31.** Ejemplo de un Cronograma de trabajo.
- Anexo III.1.** Ejemplo de visualización del plan de mantenimiento preventivo: Robot Despaletizador.
- Anexo III.2.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Pasteurizador flash.
- Anexo III.3.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: EBI.
- Anexo III.4.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Etiquetadora.
- Anexo III.5.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Empacadora.
- Anexo III.6.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Robot paletizador.
- Anexo III.7.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Trasportes.
- Anexo III.8.** Resumen de actividades de limpieza e inspecciones: Robot Despaletizador.
- Anexo III.9.** Ejemplo del listado de lubricación del EBI.
- Anexo III.10.** Checklist de limpieza semanal de la Llenadora.
- Anexo III.11.** Ejemplo de una OT para la máquina "Etiquetadora".
- Anexo III.12.** Indicadores de las actividades de mantenimiento.
- Anexo IV.1.** Cuadro explicativo de la función y alcance de cada área.
- Anexo IV.2.** Formato de referencia sobre la escala de evaluación.
- Anexo IV.3.** Distribución de las pérdidas de puntaje de evaluación.

Siglas utilizadas.

- AMEF:** Análisis del Modo y Efecto de Fallas.
- BSC:** Balance Score Card.
- CCN:** Compañía Cervecera de Nicaragua.
- CIP:** Cleaning in place.
- CM:** Cambio de marca.
- CP:** Cambio de presentación.
- E.G.E:** Eficiencia global de equipos.
- E.O.E:** Estado original del equipo.
- ECM:** Excelencia de Calidad Mundial.
- FSC:** Formato del sistema de calidad.
- ICSAH:** Industrial Cervecera S.A. Horaria.
- ISC:** Instructivo del sistema de calidad.
- LDS:** Line Documentation System.
- MPS:** Sistema de Planificación Maestra de Producción.
- MRP:** Reporte de planificación de materiales.
- MTBF:** Mean time between failures.
- MTTR:** Mean time to restore.
- OT:** Orden de trabajo.
- PDCA:** Ciclo de mejora continua (Plan, Do, Check, Act).
- PM:** Preventive Maintenance: Mantenimiento Preventivo.
- PNC:** Producto no conforme.
- PNP:** Paros no programados.
- PP:** Paros programados.
- PSC:** Procedimiento del sistema de calidad.
- SAP:** Sistema, Aplicación y Programas.
- SMED:** Single Minute Exchange of Die.
- TDE:** Tarjeta de evaluación del desempeño.
- UT:** Ubicación técnica.
-

1. INTRODUCCIÓN.

Compañía Cervecera de Nicaragua (CCN), es una empresa que diseña, produce y vende cervezas y otras bebidas de clase mundial para el mercado local y extranjero, con alta productividad y rentabilidad. La compañía está enfocada en exceder las expectativas de sus clientes para lo cual, cuenta con personal capacitado, tecnología y procesos de calidad mundial.

En búsqueda de una alta productividad, la empresa implementa desde hace dos años una técnica productiva conocida como TPM¹, con su implementación y desarrollo se han establecido una serie de procedimientos que rigen las actividades en todas las áreas, sin embargo, con respecto a la gestión de equipos que establece dicha metodología, existen debilidades que conllevan a generar ciertos problemas que al final son reflejados en los indicadores principales a los que cada área en particular debe calcular y dar seguimiento.

Uno de los indicadores más representativos para la aplicación de esta metodología es el de *Eficiencia Global de los Equipos (E.G.E)* cuyo objetivo es, perfeccionar permanentemente la eficiencia de los equipos, sin embargo este indicador depende de las gestiones realizadas no sólo por el área de envasado, sino de algunas otras que interactúan con ella.

Este indicador esta subdividido en tres variables que se orientan a medir las pérdidas generadas por los equipos, con tres enfoques distintos: Calidad, Rendimiento y Disponibilidad con los que se desempeñan las líneas de envasado cuando están en funcionamiento.

Los datos históricos correspondientes a la línea Krones, demuestran que el comportamiento del indicador E.G.E no alcanza el valor teórico establecido por la metodología TPM, por lo que este trabajo se enfoca en definir cuáles son las

¹ TPM: "Total Maintenance Productive". Mantenimiento Productivo Total.

incidencias que han generado este comportamiento, analizando de manera particular cada variable del indicador y definiendo cuáles de ellas presentan actualmente las mayores oportunidades de mejora, lo que permitirá al área responsable del indicador, orientar sus esfuerzos para lograr alcanzar las metas.

Los problemas que han afectado con mayor incidencia dicho comportamiento, están dados por la programación de la planificación, mantenimiento y problemas operativos, por lo que los análisis de la gestión se centran en ellas. Estas últimas áreas, presentan deficiencias en cuanto a la retroalimentación entre sí, lo cual es un factor clave para la óptima gestión en pro del indicador, además la parte operativa que son quienes generan los datos para el cálculo de este indicador tiene problemas con el registro de los mismos ya que el catálogo de fallas que utilizan como referencia muestra problemas puntuales de fallas, por lo que, al generarse un problema que no está codificado se establecen como un código sin falla, esto dificulta el análisis posterior aplicado por el área de mantenimiento e incluso de envasado y complica el poder establecer mejoras que ataquen los problemas del E.G.E en su raíz.

Para entender todo el panorama del comportamiento de dicho indicador, se desarrolló el presente estudio, el cual, tuvo una duración de seis meses partiendo en el mes de Abril y concluyendo en Septiembre del 2008, el objeto del estudio será la línea Krones, ya que presenta el mayor porcentaje de participación² con respecto a la producción total de envasado de cerveza y es la línea productiva más automatizada.

En función de esta línea, se realizará un análisis de cómo se gestionan las soluciones a los problemas que generan pérdidas en los equipos, para definir las debilidades existentes y proponer mejoras que incrementen el indicador que mide su eficiencia.

² Ver anexo # 1. Porcentaje de participación de las líneas de envasado de cerveza.

2. OBJETIVOS.

Objetivo General:

- Analizar la gestión de procesos en función de la eficiencia global de los equipos de la línea Krones.

Objetivos Específicos:

- Determinar cuáles de las variables del indicador EGE presentan las mayores oportunidades de mejora.
- Verificar el cumplimiento de la fase de gestión referida al “Mejoramiento de los equipos hasta alcanzar el nivel más alto requerido de rendimiento y disponibilidad”, según la teoría de aplicación del TPM.
- Verificar el cumplimiento de la fase de gestión que consiste en el “Mantenimiento de los equipos en su nivel máximo requerido de mantenimiento y disponibilidad”, en base a la teoría de aplicación del TPM.
- Evaluar el desarrollo del modelo de gestión de equipos TPM.
- Análisis del beneficio/costo para llevar a cabo la implementación de las mejoras propuestas.

3. JUSTIFICACIÓN.

Luego de que la empresa aprobó la idea de la implementación de TPM en las áreas productivas, y de haber invertido no sólo en recursos humanos, sino también económicos, resulta de vital importancia que los seguimientos que se establecen como parte de la obligación y del compromiso que adquirieron las áreas desde el inicio de su implementación, sean llevados a cabo manteniendo mejoras constantes.

Pero, en vista de que el indicador E.G.E ha presentado ciertas variaciones, deben definirse las causas que las generan, para lograr establecer soluciones que eliminen esas tendencias de comportamiento, para ello, es necesario verificar de qué manera se están llevando a cabo las actividades de gestión para la solución de los problemas que inciden directamente en los equipos, lo cual permitirá retroalimentar a las áreas y reducir al máximo los trabajos de mantenimiento correctivos que hasta hoy han afectado el indicador, sin dejar fuera ninguno de los aspectos que puedan afectar directamente el EGE.

En este estudio se verificará cómo las áreas involucradas en la gestión de equipos desarrollan la combinación del sistema de gestión de procesos y la flexibilidad de la técnica de *TPM*, orientadas al mejoramiento del indicador E.G.E de envasado.

La importancia de este trabajo radica en el hecho de que, se podrá definir completamente qué factores son los que han provocado las variaciones del indicador y qué puede hacerse para eliminar los aspectos críticos que inciden en dichos cálculos.

4. MARCO TEÓRICO.

4.1 Aspectos generales de la línea Krones.

Krones es una línea de envasado de cerveza en la cual, se genera aproximadamente el 67% de la producción total en CCN, actualmente es la más automatizada y cuenta con trece equipos en total³, cada uno controlado por su respectivo operario.

Basándose en la planificación de la producción, se realizan de dos a tres turnos al día, cumpliendo con rotaciones asignadas entre los cinco turnos existentes, cada turno, cuenta con un supervisor y con un equipo asignado del área de mantenimiento compuesto por un eléctrico, un instrumentista y un mecánico.

Dentro de la línea se aplica el indicador del E.G.E, el cual forma parte de la implementación del TPM, éste se calcula mensualmente y permite evaluar la eficiencia total de la línea Krones. A partir de los datos obtenidos de estos cálculos, se realizan una serie de actividades orientadas a dar seguimiento al indicador mediante la implementación de mejoras en los equipos con acuerdos previos entre las áreas que interactúan con envasado.

Para comprender mejor la técnica sobre el TPM y la importancia de la gestión de los procesos, ambos aspectos se detallan a continuación.

³ Ver Anexo #2: Diagrama de equipos línea Krones.

4.2 Importancia de la gestión de procesos.

En búsqueda de la excelencia constante, CCN ha desarrollado su sistema de gestión de calidad bajo la normativa de ISO 9001-2000, la cual, ha permitido establecer como una de sus bases de desarrollo la gestión por procesos.

La gestión por procesos es una forma de organización en el que prima la visión del cliente (interno o externo) sobre las actividades de la empresa. Este tipo de gestión mejora y rediseña el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades de dichos clientes, teniendo en cuenta en todo momento las relaciones entre proveedores y clientes.

Esta normativa señala que la gestión de procesos permite a las organizaciones identificar indicadores para poder evaluar el rendimiento de las distintas actividades que se llevan a cabo, no sólo consideradas de manera aislada, sino formando parte de un conjunto estrechamente interrelacionado, con el propósito de alcanzar buenos resultados. Para alcanzar esos “buenos resultados” la organización necesita gestionar sus actividades y recursos con la finalidad de orientarlos hacia la consecución de los mismos, lo que a su vez se deriva en la necesidad de adoptar herramientas y metodología que permitan configurar su sistema de gestión. Además, un sistema de gestión, ayuda a la organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos humanos, las actividades y todo aquello que le permita una gestión orientada hacia la obtención de esos “buenos resultados” que desea.

Al referirse a procesos, este concepto no deja dudas respecto a las áreas que se abordan en el mismo. En este aspecto debe considerarse todo aquello que envasado hace para diseñar, gestionar y mejorar sus procesos para apoyar su política y estrategia y para satisfacer plenamente, generando cada vez mayor valor a sus clientes y otras áreas de interés.

Mediante el análisis de los procesos, se induce al área a modelar sus actividades con un enfoque basado en procesos, diseñando y estableciendo una estructura de procesos coherente, describiendo cada uno de ellos, estableciendo sistemas que permitan el seguimiento y la medición del rendimiento de cada proceso y en su conjunto, e introduciendo las mejoras necesarias para satisfacer cada vez más a las diferentes áreas de interés.

Para que envasado adopte un enfoque basado en procesos a su sistema de gestión, se deben cumplir cuatro grandes pasos:

1. La identificación y secuencia de los procedimientos.

Es necesario recordar que los procesos ya existen en CCN, de manera que el esfuerzo se debe centrar en identificar y gestionarlos de manera apropiada, para ello, es importante definir y reflejar una estructura de forma que facilite la determinación e interpretación de las interrelaciones existentes entre las áreas que brindan servicio a envasado.

La manera más representativa de reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones es precisamente a través de un mapa de procesos, que viene a ser la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión.

2. La descripción de cada uno de los procesos.

La descripción de las actividades de un proceso se puede llevar a cabo a través de un diagrama, donde se representan estas actividades de manera gráfica e interrelacionadas entre sí. Estos diagramas, permiten una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y las salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo.

Uno de los aspectos importantes que reúnen estos diagramas es la vinculación de las actividades con los responsables de su ejecución ya que estos permiten reflejar, a su vez, cómo se relacionan los diferentes actores que intervienen en el proceso.

La delimitación del proceso queda reforzada con la identificación de sus entradas (proveedores) y de sus salidas (clientes). Las entradas y las salidas, pueden ser de diferente naturaleza: materias primas, materiales procesados, productos terminados, información, operación de mantenimiento y personas; a su vez, los proveedores y clientes pueden ser tanto internos (es decir, otros procesos), como externos al área.

En relación con lo anterior, las inspecciones que se llevan a cabo en el ámbito de un proceso, se establecen con el fin de comprobar el cumplimiento de los requisitos, generalmente en las salidas del proceso. Los resultados se podrán medir a través de indicadores, los cuales se determinan y formulan de manera que permitan el aporte de información relativa a cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su misión u objetivo. En la medida que este indicador refleje valores “adecuados”, se puede determinar si el proceso se orienta o no a cumplir su misión.

La responsabilidad de que un proceso consiga su misión recaerá sobre el propietario del proceso. Para ello, el propietario deberá liderar el proceso asegurando que se actúa, cuando sea necesario, sobre aquellas variables de control que le permita conducir al proceso hacia su misión. Estas variables de control se entienden, por tanto, como los grados de libertad del proceso que influyen de manera previsible en el valor de los indicadores.

Las variables de control estarán constituidas, principalmente, por aquellos parámetros sobre los que el propietario del proceso tiene capacidad de actuación.

3. El seguimiento y la medición para conocer los resultados que obtienen.

El enfoque basado en procesos del sistema de gestión, pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de los procesos puesto que ambas actividades constituyen la base para saber qué se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras.

En este sentido, los indicadores permiten establecer, en el marco de un proceso (o de un conjunto de procesos), qué es necesario medir para conocer la capacidad y la eficacia del mismo, todo ello alineado con su misión y objetivos.

Dado que la finalidad de los indicadores es conocer la capacidad y eficacia asociada a un proceso, es importante en este punto introducir estos conceptos:

- ✓ **Capacidad:** Aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.
- ✓ **Eficacia:** Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

La organización debe asegurar que sus procesos tienen la capacidad suficiente para permitir que los resultados que obtienen cubran los resultados planificados y para ello, se tienen que basar en datos objetivos y estos datos deben surgir de la realización de un seguimiento y medición adecuada.

Para la gestión de algunos procesos puede ser también importante considerar la información proveniente de otros indicadores que, aún cuando no reflejen la consecución de la misión, son necesarios para la toma de decisiones. Estos indicadores suelen estar vinculados de alguna forma con las entradas al proceso, las cuales provienen, de otros procesos de la organización o bien desde el exterior de la misma. Obviamente en el ámbito de un proceso, este tipo de indicadores no se puede controlar, sino que vienen dados desde el exterior y además condicionan las decisiones sobre las variables de control.

4. La mejora de los procesos con base en el seguimiento y la medición realizada.

Los datos recopilados del seguimiento y la medición de los procesos deben ser analizados con el fin de conocer las características y la evolución de los mismos. De este análisis de datos se debe obtener la información relevante para conocer:

- ✓ Qué procesos no alcanzan los resultados planificados.
- ✓ Dónde existen oportunidades de mejoras.

Cuando un proceso no alcanza sus objetivos, el área deberá establecer las correcciones y acciones preventivas para asegurar que las salidas del proceso sean conformes, lo que implica actuar sobre las variables de control para que el proceso alcance los resultados planificados.

Para alcanzar los resultados deseados, la compañía puede disponer de herramientas de calidad, lo que ayudará a concretar las variables de los problemas y a simplificar la situación actual junto con los factores que intervienen en él.

Las cuatro etapas anteriores se aplicarán para analizar el desarrollo de la gestión de equipos de la línea de envasado, dejando claro cuál es el alcance que tiene cada una de las áreas para brindar soluciones a los problemas que afectan al indicador E.G.E.

4.3 El TPM como herramienta para el sistema de gestión de procesos.

Dado que el sistema de gestión de procesos adoptado por CCN es flexible, se pueden adaptar diversas herramientas, que faciliten la consecución de los objetivos que se han planteado dentro de las distintas áreas productivas.

El ingeniero Edward H. Hartmann en su obra *“Cómo instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa”* señala que, debido a que la compañía cuenta con un programa de calidad exitoso, la correcta implementación de la técnica de TPM redundará en un mejoramiento de la calidad, no sólo del producto, sino de la gestión de equipos y procesos.

El mismo autor explica, que el **Mantenimiento Productivo Total “TPM”**, (Total Productive Maintenance) es un sistema desarrollado en Japón para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costos en las empresas con procesos continuos.

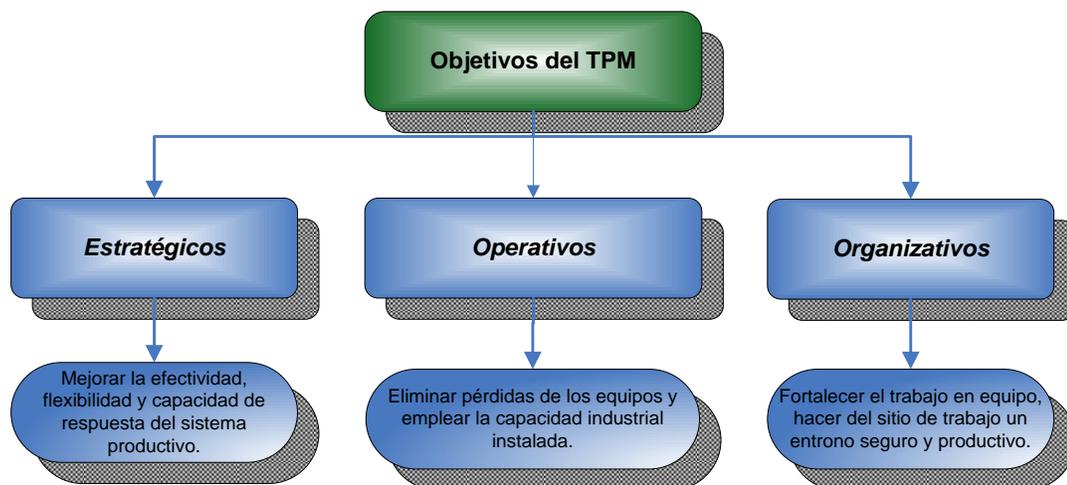
El término TPM tiene los siguientes enfoques: La letra **T** de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa". La letra **P** está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero, se considera que puede asociarse a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento". La letra **M** representa acciones de management y mantenimiento y es un enfoque para realizar actividades de dirección y transformación de empresa.

El TPM se orienta a crear un *sistema* corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo procedimientos que previenen las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. El TPM busca:

- ✓ Maximizar la *eficacia del equipo*.
- ✓ Desarrollar un *sistema de mantenimiento preventivo* para toda la vida del equipo.
- ✓ Involucrar a *todos los departamentos* que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
- ✓ Promover el TPM a través de *motivación* con actividades autónomas de *pequeños grupos*.
- ✓ Cero *accidentes*.
- ✓ Cero *defectos*.
- ✓ Cero *averías*.

Con la implementación de este *sistema*, se establecen objetivos que ayudan a todos los involucrados a orientar sus esfuerzos, según su posición dentro del sistema productivo.

Figura 1. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.



Fuente: *Cómo implementar con éxito el TPM.*

4.3.1 Procesos de la metodología del TPM.

El desarrollo de esta metodología, considera el respaldo de dos tipos de procesos: claves y soportes.

Los procesos claves son las actividades esenciales de la metodología TPM que relacionan a las diferentes áreas involucradas y que tienen impacto en el cliente creando valor para éste. Dentro de los procesos claves se incluyen:

▣ Corrección de fallas: Consiste en el registro de los hechos que provocan la pérdida de la función total o parcial de los equipos y su análisis posterior con el objetivo de reducir el impacto de dichas pérdidas en la línea. Para ello, se utiliza la metodología AMEF⁴ el cual, puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- * Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- * Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- * Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- * Analizar la confiabilidad del sistema.
- * Documentar el proceso.

⁴ AMEF: Análisis de modos y efectos de fallas potenciales.

- ▣ **Mantenimiento Preventivo:** Con ésta *metodología de trabajo* se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello, funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.

- ▣ **Mantenimiento Predictivo:** Se realiza en forma separada, pero, cumple con los mismos propósitos que el mantenimiento preventivo: evitar averías en los equipos por medio de la *predicción* de cuándo fallarán determinados componentes.

- ▣ **Mantenimiento Autónomo:** Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención de averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las *Cinco "S"*. Una característica básica del TPM, es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el *mantenimiento autónomo*, también denominado *mantenimiento de primer nivel*. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

Los procesos soportes por su parte, son aquellas actividades dentro de la metodología del TPM que brindan apoyo a los procesos fundamentales, es decir a los procesos claves. Dentro de este tipo de actividad se incluyen:

- ▣ **Gestión de Repuestos:** Utilización de sistemas modernos de gestión de stocks en el tratamiento de los repuestos y piezas necesarias para las labores de mantenimiento.

📌 **Indicadores:** Se refieren a datos esencialmente cuantitativos, que reflejan cómo se encuentran las actividades (claves y/o soportes) en relación con algún aspecto de la realidad que interesa conocer. Los indicadores reflejan adecuadamente la naturaleza, peculiaridades y nexos de los procesos que se originan en la actividad productiva. Deben caracterizarse por ser estables y comprensibles. Además, no es suficiente con uno solo de ellos para medir la gestión de la empresa sino que se impone la necesidad de considerar los sistemas de indicadores, es decir, un conjunto interrelacionado de ellos que abarque la mayor cantidad posible de magnitudes a medir.

📌 **COLPA:** Es un proceso basado en la estrategia de las 5S. Esta estrategia, representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza con la letra “S”. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

- ✓ **Clasificar (Seiri):** desechar lo que no se necesita.
- ✓ **Ordenar (Seiton):** un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
- ✓ **Limpiar (Seiso):** limpiar el sitio de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden
- ✓ **Limpieza Estandarizada (Seiketsu):** preservar altos niveles de organización, orden y limpieza.
- ✓ **Disciplina (Shitsuke):** crear hábitos basados en las 4's anteriores.

El principio de las 5's puede haber sido utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes e implantar una nueva cultura a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo y de calidad.

▣ **Proyectos de Mejora:** Se justifican debido a la urgente necesidad de reconstruir el deterioro de los equipos, eliminar pérdidas de alto impacto y mejorar los diseños de la maquinaria que producen defectos crónicos en las operaciones productivas.

▣ **Gerencia Visible:** Consiste en mostrarle al personal en todos los niveles dentro de cada una de las áreas productivas, los resultados de cada uno de los indicadores principales de la metodología TPM.

▣ **Funcionamiento Eficaz:** Consiste en el establecimiento y cumplimiento de reuniones periódicas, para revisar el desempeño de cada una de las áreas en todos los niveles. Estas reuniones pueden ser internas al área o externas.

▣ **SMED:** Es el acrónimo de *Single Minute Exchange of Die*: Cambio de herramienta en pocos minutos. Este concepto introduce la idea de que en general, cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de un minuto. Se entiende por cambio, el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie, hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria. El objetivo, es disminuir el tiempo dedicado al ajuste, con el fin de conseguir cambios de útiles rápidos o incluso ajustes instantáneos. Este método se desarrolla en cuatro etapas:

1. Ajustes internos y externos: En un cambio de producción, deben definirse las operaciones a realizar:

- ✓ La preparación de la máquina, del puesto de trabajo, de los útiles.
- ✓ La verificación de la materia prima y de los instrumentos de medida.
- ✓ El desmontaje/montaje de la herramienta.
- ✓ Los ajustes durante la fabricación.
- ✓ La realización y la prueba.
- ✓ La limpieza.
- ✓ El orden del puesto de trabajo.

2. Separación de los ajustes internos y externos: Es la etapa más importante y consiste en distinguir entre ajustes internos y externos.

- ✓ **Actividades Internas:** Tienen que ejecutarse cuando la máquina está parada.
- ✓ **Actividades Externas:** Pueden ejecutarse mientras la máquina está operando.

3. Transformación de ajustes internos en externos: Consiste en organizar las herramientas específicas a utilizar en el momento del cambio o durante la falla del equipo. Con esto, se puede aplicar a la pieza retirada una reparación o mantenimiento preventivo, mientras es sustituida por otra pieza y se tendrá una pieza más en stock lista para ser utilizada cuando la que está trabajando de una señal de alarma. Dentro de los cambios se presentan también, las tareas repetitivas o que no agregan valor en sí, como es el apretar uno o varios tornillos, para esto se puede acondicionar los equipos siempre y cuando sea necesario.

4. Racionalización de todos los aspectos de la operación de ajuste:

El objetivo de esta etapa, es reducir al mínimo el tiempo de ajustes. La conversión en ajustes externos, permite ganar tiempo, pero racionalizando los ajustes se puede disminuir aún más el tiempo de cambio.

Como puede observarse en la siguiente figura, el desarrollo de la metodología del TPM puede ser simbolizado mediante un iceberg, en cuya cima se reflejan los resultados para el indicador principal⁵ E.G.E.

Figura 2. Representación gráfica de la metodología TPM.



Fuente: CCN

Esta gráfica representa que la implementación de la metodología con solamente la aplicación de los procesos claves, será considerada como una pequeña representación (tpm) de lo que puede llegar a ser el modelo completo dentro de cualquier empresa, por lo tanto para que el modelo pueda llegar a ser totalmente implementado (TPM) y para que puedan obtenerse los valores óptimos de la metodología se debe incluir la aplicación total de los procesos claves y además los procesos soportes.

⁵ Ver anexo #3: Listado de indicadores claves del desarrollo de la metodología TPM en CCN.

4.3.2 Indicador de Eficiencia Global de Equipos (E.G.E).

El indicador de E.G.E, es la forma de medición tradicional y más utilizada del TPM. Este indicador, refleja cómo rinde la línea en forma global mientras está funcionando.

Figura 3. Fórmula del E.G.E.

$$\text{Eficiencia_Global_de_Equipos} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad.}$$
$$[\%] = [\%] \times [\%] \times [\%]$$

Fuente: "Como instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa".

Cada una de las variables del E.G.E implica lo siguiente:

- 1 **Disponibilidad:** Es una comparación del tiempo de operación potencial y el tiempo que realmente trabaja la línea.
- 1 **Eficiencia del rendimiento:** Es una comparación entre la producción actual de la línea y la producción que esta debería estar produciendo en el mismo tiempo.
- 1 **Índice de calidad:** Comparación entre el número de productos envasados y el número de productos que cumplen con las especificaciones.

Según el TPM, los valores óptimos para cada una de las variables que conforman el cálculo del EGE son los siguientes:

Disponibilidad $\geq 90\%$

Eficiencia de Rendimiento $\geq 95\%$

Índice de Calidad $\geq 99\%$

Con los cuales, se obtiene una Eficiencia Global de los Equipos = 85%

4.3.3 El TPM y la gestión de los equipos.

El *Rendimiento y Disponibilidad* de los equipos conforman los ingredientes claves para lograr una sólida gestión y un buen aprovechamiento de los activos de la empresa.

Las tres fases que componen la gestión del mejoramiento de los equipos son:

- I. Mejoramiento de los equipos existentes.
- II. Mantenimiento de equipos mejorados (o nuevos) con un mayor nivel de Rendimiento y Disponibilidad.
- III. Obtención de equipos nuevos con un elevado nivel de Rendimiento y Disponibilidad.

Cada fase de la “Gestión del Mantenimiento” contiene diversas etapas, que deben tenerse cuidadosamente en cuenta al diseñar la instalación del TPM, a continuación se explica en que consiste cada una de ellas.

La primera fase de la gestión de los equipos⁶, consiste en mejorar los equipos hasta el mayor nivel requerido de rendimiento y disponibilidad. Esta es la fase principal del TPM.

En esta fase se debe confeccionar una lista de prioridades con el objetivo de lograr mejoras en los equipos limitativos para obtener un rápido mejoramiento en su volumen de producción. Los tres primeros pasos generan los datos necesarios para la toma de decisiones y el establecimiento de prioridades; además, según cual sea el estado de los equipos y las necesidades y oportunidades establecidas, se desarrollarán los proyectos de mejora.

⁶ Ver Anexo #4: Gestión de Equipos. Fase I.

La segunda fase de la gestión de equipos⁷, abarca el mantenimiento de los equipos en su nivel más elevado de rendimiento y disponibilidad. En esta fase uno se asegura de que los mejoramientos realizados en la Fase I no se desvanezcan. Para lograr esta meta, nada puede reemplazar el *Mantenimiento Preventivo (PM)*.

Parte de un buen sistema de mantenimiento preventivo, es el mantenimiento predictivo, utilizando *equipos de diagnóstico* modernos para predecir posibles fallas en los equipos y para solucionar dichos problemas antes de que ocasionen averías. *La limpieza e inspección* del equipo por parte de los operadores es una de las herramientas más poderosas (y poco utilizadas) para que las máquinas funcionen sin interrupción y para mejorar la productividad y la calidad, por ende, durante esta fase, la limpieza, la lubricación y la inspección llevada a cabo por *los operadores* juega un rol fundamental.

Cada una de las etapas en esta fase debe desarrollarse por un equipo formado por el personal de mantenimiento y operadores, sobre la base de la experiencia y las recomendaciones de los fabricantes. Incluye actividades de PM que podrían realizar *los operadores* en cualquier momento y actividades únicamente a cargo del *personal de mantenimiento*.

En esta fase es necesaria la creación de un *manual de PM*, donde debe incluirse la política general de la planta respecto a PM, todos los procedimientos de PM, las actividades de lubricación y limpieza y la organización del PM, se diseñan también las listas de verificación , órdenes de trabajo, programaciones y controles.

⁷ Ver Anexo #5: Gestión de equipos. Fase II.

La tercera fase de la gestión de equipos⁸, consiste en obtener (comprar o construir en la planta) equipos nuevos con un nivel definido de alto rendimiento y bajo costo de vida útil (diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento).

Durante esta etapa, la capacitación profunda y temprana, asegura la determinación de normas elevadas de rendimiento del equipo, de calidad y su mantenimiento desde el comienzo.

Durante la aplicación y desarrollo de cada una de las etapas mencionadas anteriormente, es importante que exista una retroalimentación activa por parte del personal de mantenimiento y de los operadores.

Por otro lado, TPM orienta que debe establecerse una participación activa del personal de cada una de las áreas productivas para lograr que los objetivos y beneficios de esta metodología sean alcanzados. En este sentido, CCN utiliza otra metodología cuyo objetivo es garantizar la integración y participación activa del personal en todos los niveles de cada una de las áreas, de manera que exista un estímulo para ejecutar el trabajo en equipo y por ende la obtención de las metas planteadas en cada área respectiva. Esta metodología es conocida como BSC y para un mejor entendimiento, a continuación se explica su principio de aplicación.

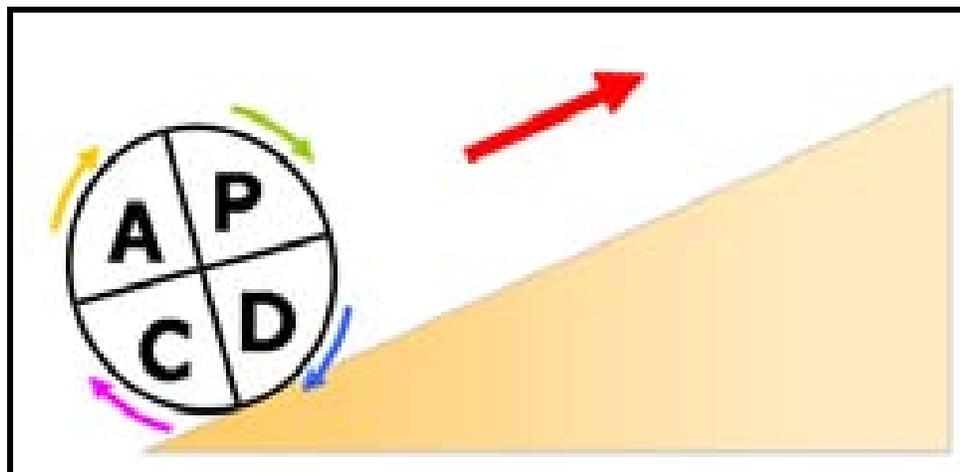
⁸ Ver Anexo #6: Gestión de equipo. Fase III.

4.3.4 El TPM y la mejora continua.

El TPM es un programa de mejora continua y ha sido establecido como un enfoque para mejorar el rendimiento de la organización industrial, cuyo enfoque prioritario es la reducción drástica de averías, incremento de la fiabilidad y mejora de la calidad.

La mejora continua o ciclo PDCA es un proceso sistemático y continuo que se aplica para lograr el avance en los diferentes procesos que involucran el desarrollo de la metodología TPM.

Figura 4. Ciclo de la mejora continua.



Fuente: CCN.

Las siglas **PDCA** son el acrónimo de **Plan**, **Do**, **Check**, **Act**, estas actividades se detallan a continuación.

✓ **PLAN:** Planificar

- ♦ Identificar el proceso que se quiere mejorar.
- ♦ Recopilar datos para profundizar en el conocimiento del proceso.
- ♦ Análisis e interpretación de los datos.

- ♦ Establecer los objetivos de mejora.
 - ♦ Detallar las especificaciones de los resultados esperados.
 - ♦ Definir los procesos necesarios para conseguir estos objetivos, verificando las especificaciones.
- ✓ **DO:** Hacer
- ♦ Ejecutar los procesos definidos en el paso anterior
 - ♦ Documentar las acciones realizadas
- ✓ **CHECK:** Verificar
- ♦ Pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora esperada.
 - ♦ Documentar las conclusiones
- ✓ **ACT:** Actuar
- ♦ Modificar los procesos según las conclusiones del paso anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales, si fuese necesario.
 - ♦ Aplicar nuevas mejoras, si se han detectado en el paso anterior
 - ♦ Documentar el proceso

Este ciclo, permite seguir un proceso secuencial y ordenado de actividades. Además, exige modificar el sistema de trabajo desde un modelo de actuación correctiva, hacia un proceso de eliminación radical de las causas profundas que generan incidencias en la maquinaria.

4.4 Balance Score Card (BSC).

El BSC, comenzó como un concepto para medir si la menor escala de las actividades operacionales de una empresa están alineados con la mayor escala de objetivos en términos de visión y estrategia de la misma.

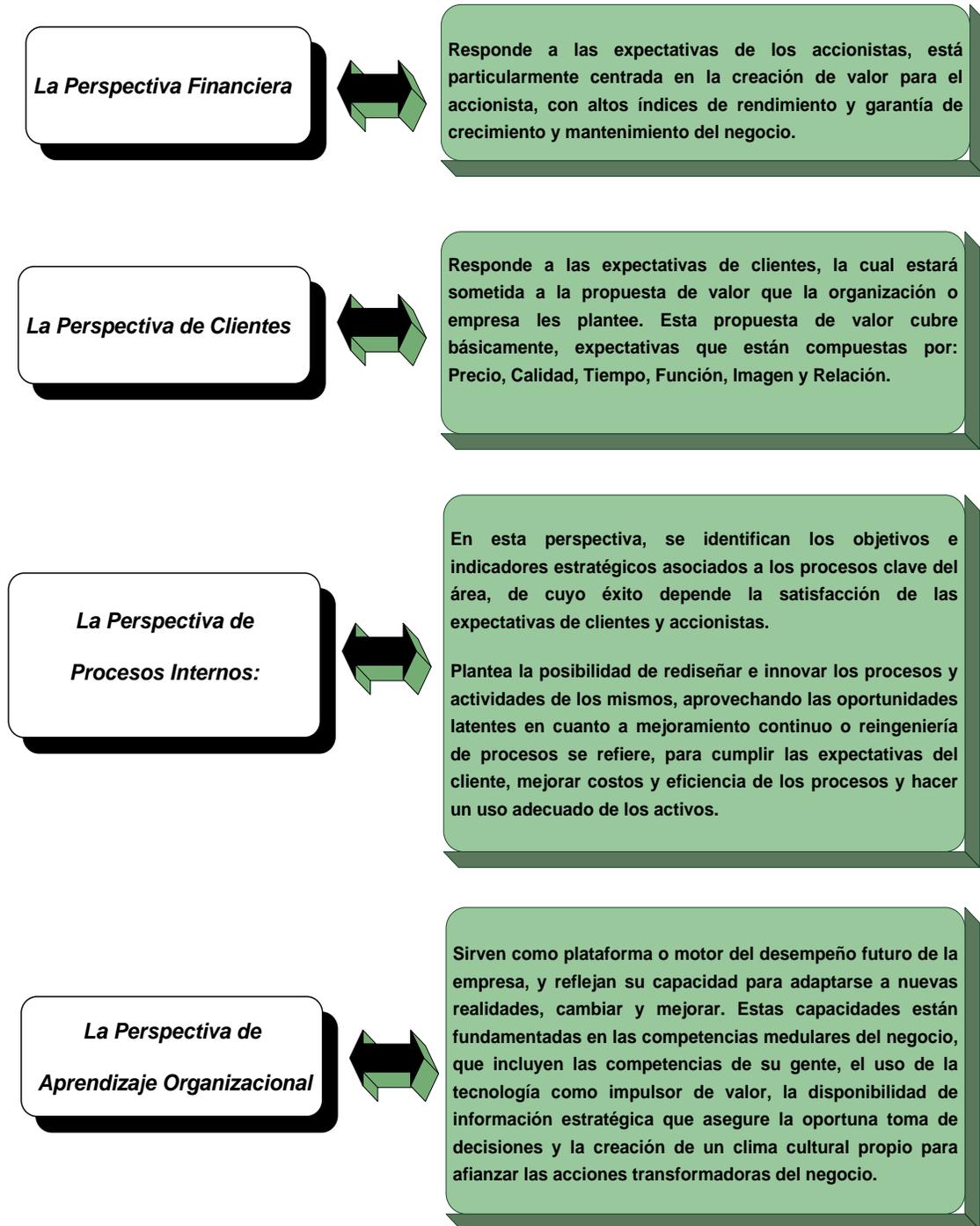
Esta metodología orienta el sistema gerencial y enlaza efectivamente las actividades de corto plazo con la estrategia a largo plazo que posee la empresa vinculando de manera interdependiente, cuatro procesos o perspectivas: *Financiera, Clientes, Procesos Internos y Aprendizaje Organizacional.*

Al centrarse no sólo en resultados financieros, sino también en las cuestiones humanas, el Balance Scorecard ayuda a proporcionar una visión más global de una empresa, lo que a su vez ayuda a las organizaciones a actuar en sus mejores intereses a largo plazo.

Los resultados del cumplimiento de cada una de las perspectivas que incluye, deben traducirse en logros financieros, que conlleven a la maximización del valor creado por cada una de las áreas para los accionistas de la empresa.

La siguiente gráfica detalle en que consiste cada una de las perspectivas que se incluyen.

Figura 5. Perspectivas del Balance Score Card.



Fuente: Internet.

4.5 Análisis Beneficio – Costo (B/C).

El análisis B/C permite definir la factibilidad de las propuestas a ser desarrolladas, su objetivo fundamental es proporcionar una medida de los costos previstos con los beneficios esperados.

Según el autor Gabriel Baca Urbina⁹, los costos se refieren a los desembolsos que se efectúan, con el objeto de mantener en funcionamiento la empresa. También es necesario definir los beneficios que la empresa puede obtener, no sólo por el hecho de determinar la rentabilidad económica, sino porque la propuesta debe mostrar sus bondades antes de que se decida desembolsar el dinero que se requiere para llevar a cabo las mejoras propuestas.

En base a los resultados de este análisis, la empresa decidirá invertir en el proyecto siempre y cuando estén convencidos de que se va a obtener uno o más de los siguientes beneficios:

- ✓ Un ahorro en los costos: derivados de disminuir errores cometidos en el procesamiento de información, lo cual ocasiona reprocesos o toma de decisiones equivocadas que originan costos adicionales.
- ✓ Una ventaja competitiva.
- ✓ Una ventaja estratégica.
- ✓ Un flujo de información más rápido y confiable.

Dale Blann¹⁰, considera que para realizar este tipo de análisis, se deben tomar en cuenta: los equipos críticos, el valor de disponibilidad, el valor de rendimiento

⁹ Evaluación de proyectos". Editorial Mc Graw Hill. 4ª Edición.

¹⁰ Presidente del Marshall Institute, de su artículo: Costos y beneficios de implementación de TPM.

y el valor de la calidad. El procedimiento para llevarlo a cabo requiere calcular los siguientes aspectos:

- 1) Los costos en los que debe incurrir la empresa debido a los mantenimientos establecidos a los equipos y maquinarias de la línea y a los costos por capacitación del personal.
- 2) Cerrar la brecha entre el nivel actual de E.G.E y el nivel deseado. Esto puede calcularse como capacidad adicional. Convertir el E.G.E en unidades monetarias.
- 3) Calcular el aumento de volumen por reducir los tiempos de paro de acuerdo al nivel deseado.
- 4) Poner atención a las limitantes o cuellos de botella para calcular el valor de eliminar esas limitaciones.

Otras variables importantes que deben considerarse son:

- ✓ La condición actual del equipo (cuán bien mantenido está).
- ✓ La gente (cuan diestra y capaz es).
- ✓ El liderazgo persistente con que se hará el trabajo.

4.5.1 Relación Beneficio/Costo (B/C).

Según los autores Leland Blank y Anthony Tarquin¹¹, la razón B/C se considera el método de análisis fundamental para proyectos. Existen diversas variaciones de la razón B/C, sin embargo el enfoque fundamental es el mismo.

¹¹ "Ingeniería económica" Editorial Mc Graw Hill. 5ª Edición.

Todos los cálculos de costo y beneficio deben convertirse a una unidad monetaria de equivalencia común.

La razón convencional B/C utilizada para este estudio se considera el siguiente:

Figura 6. Relación costo/beneficio.

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

Una vez realizado los cálculos de la razón B/C, se realiza la comparación en base a la siguiente tabla, de manera que se tenga un criterio claro para aceptar o rechazar las propuestas planteadas.

Tabla 1. Criterio de decisión de la razón Beneficio/Costo.

RESULTADO	DECISIÓN
B/C ≥ 1	La propuesta es económicamente aceptable para los estimados. Se acepta la propuesta.
B/C < 1	La propuesta no es económicamente aceptable. Se rechazan la propuesta.

Fuente: Ingeniería Económica.

Capítulo I : Análisis de las variables del indicador E.G.E.

I.1. Comportamiento histórico del EGE.

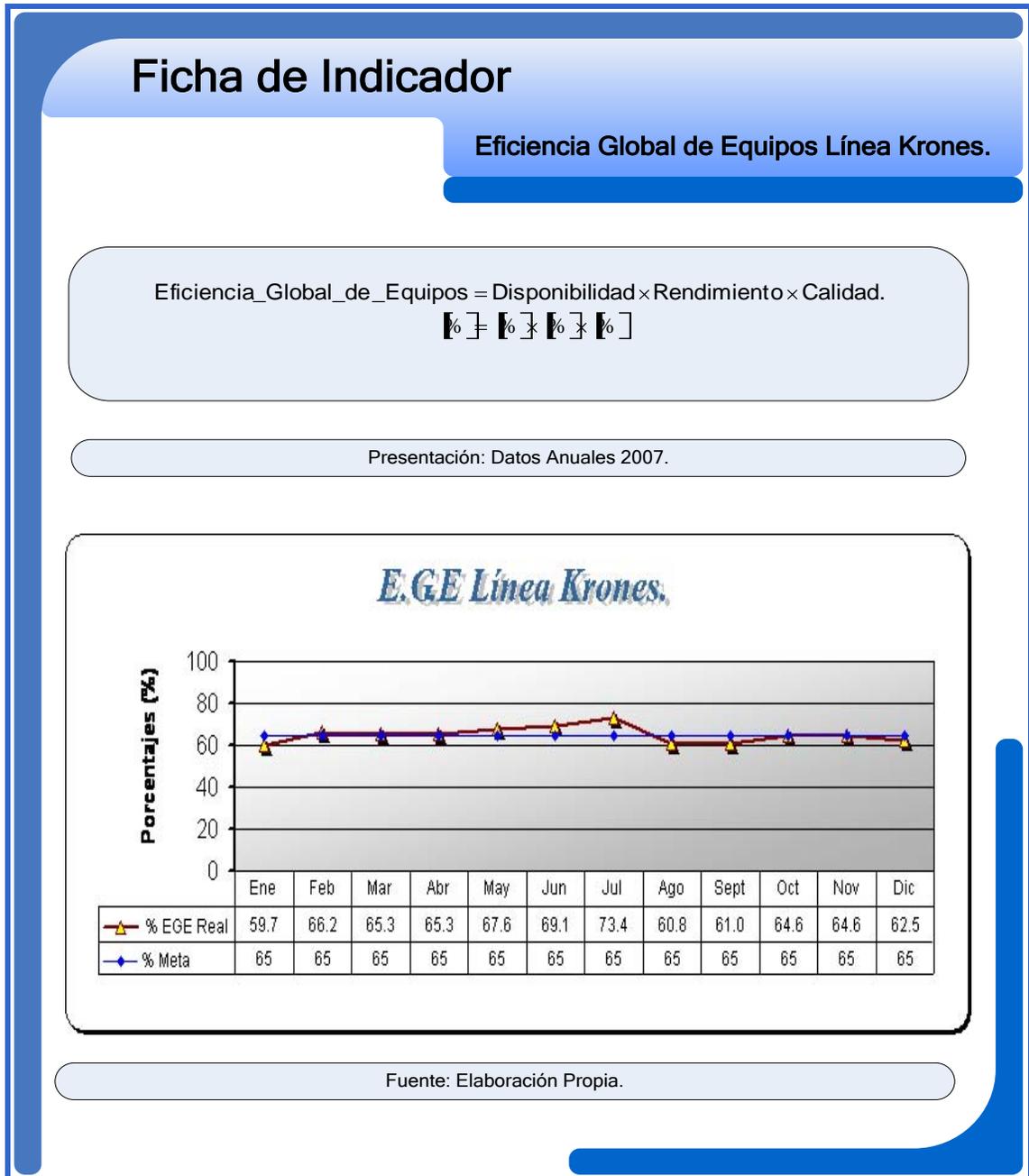
Dentro del área de envasado, el indicador más sensible en cuanto a eficiencia de líneas se refiere es el E.G.E este indicador muestra la relación directa de tres variables fundamentales: Rendimiento, Disponibilidad e Índice Calidad para los cuales, la metodología del TPM establece que los valores teóricos que como meta debe alcanzar cada una de son: 95%, 90% y 99% respectivamente. La obtención de estos valores, darán como resultado un nivel de EGE de 85% el cual, se considera como un valor “Bueno¹²” desde el punto de vista competitivo de la planta.

Debido a esto, para realizar un análisis completo del comportamiento que ha tenido el E.G.E, hay que definir cuál ha sido el comportamiento histórico de cada una de las variables que lo conforman para ello, se tomarán como referencia los datos históricos pertenecientes al segundo semestre del año 2007.

La ficha de cada indicador, además de mostrar el comportamiento respectivo reflejarán cuáles han sido las metas que el área encargada ha establecido a lo largo del tiempo en cada una de ellas y presentará a su vez, la fórmula utilizada para llevar a cabo sus cálculos correspondientes.

¹² Ver anexo I.1: Clasificación del valor E.G.E.

Figura 7.



Según los valores reflejados en la gráfica anterior, el E.G.E obtuvo en promedio un valor de 65% y su desviación estándar respectiva (dispersión de los datos con respecto a la media) correspondió a 3.8%.

Sin embargo, el promedio obtenido, así como la meta establecida para este indicador es baja con relación a la teoría indicada por el TPM: (65% < 85%) por ello, surge la necesidad de analizar cuál ha sido el comportamiento de cada una de sus variables en función del tiempo.

Hay que recordar que el E.G.E, es una medida que representa el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente las piezas de la calidad comparadas con el tiempo que fue planeado para hacerlo, con el análisis de cada una de sus variables, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas).

Los datos históricos que se tomaran como referencia para las gráficas mostradas de aquí en adelante son correspondientes únicamente al *Segundo semestre del año 2007*, ya que durante la realización del estudio estos representan los últimos datos semestrales y oficiales para línea Krones.

I.2. Comportamiento histórico de la variable “Calidad”.

La calidad es otro factor importante considerado dentro de la línea, la cual se mide mediante la variable de “Índice de Calidad” que conforma al E.G.E. Esta variable considera como unidades “Buenas” las que se salen conformes a la primera vez, no las reprocesadas por tanto, las unidades que posteriormente serán reprocesadas se consideran “Producto no conforme (PNC)”.

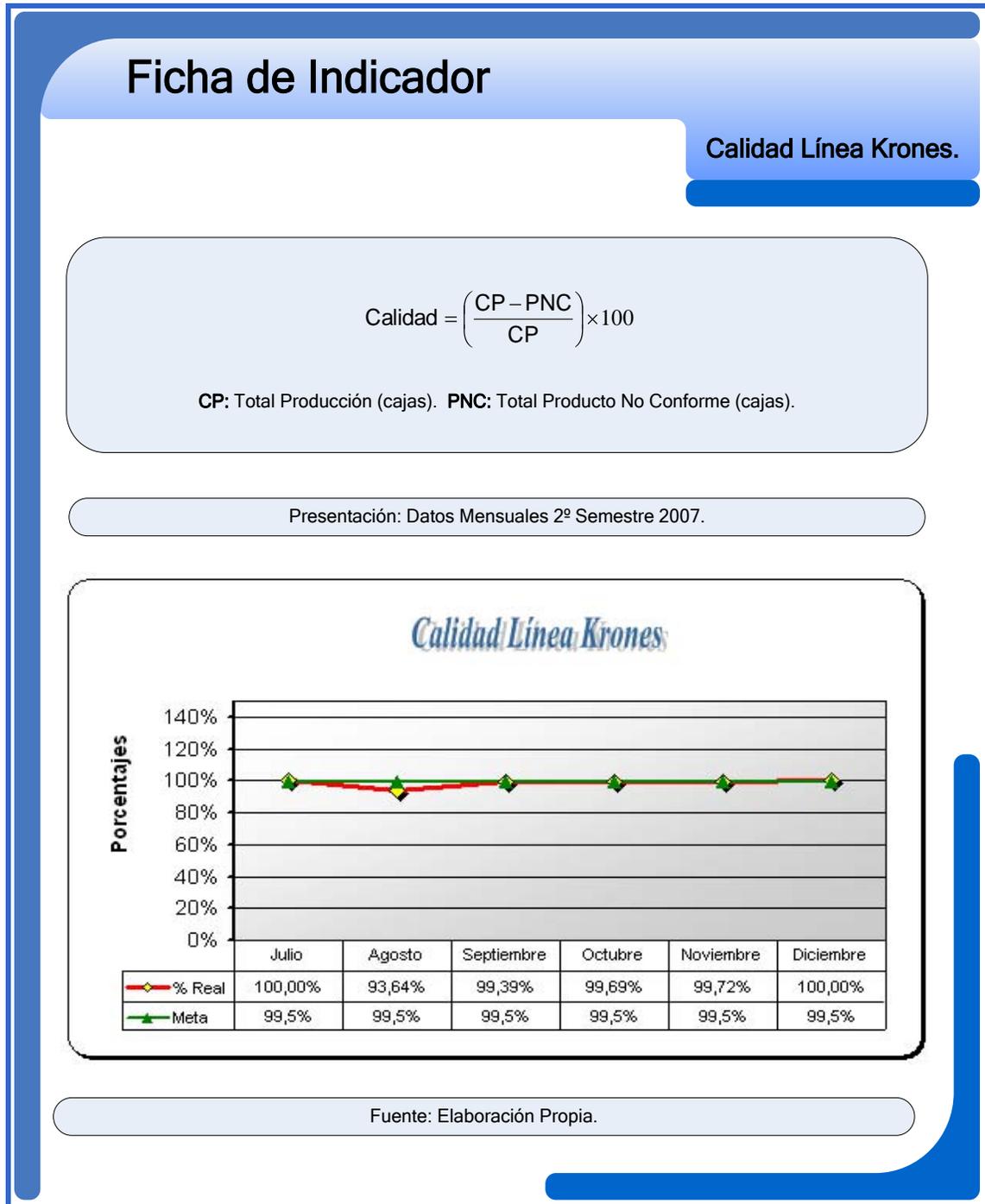
Para determinar la existencia de PNC dentro del proceso, se utilizan diferentes métodos de prueba, los cuales son procedimientos analíticos utilizados en el laboratorio para comprobar que la cerveza envasada satisface las especificaciones correspondientes:

- ✓ Características generales.
- ✓ Características sensoriales: Color, olor, sabor.
- ✓ Características físico-químicas: Grado alcohólico, PH, unidades de amargo, etc.
- ✓ Características microbiológicas: Recuento total de microorganismos mesófilos y recuento total de mohos y levaduras.

Para poder obtener dichas conformidades en el producto envasado, se requiere de una actitud enérgica y comprometida de todas las áreas involucradas que logran la conformidad de la cerveza con las especificaciones de su diseño.

El comportamiento histórico para esta variable, se muestra en la siguiente ficha.

Figura 8.



La gráfica anterior demuestra que la variable “Calidad” presenta un meta mayor que el nivel establecido por el TPM (99.5% >99%), además el valor promedio de ese conjunto de datos (99%) confirma que al menos en el caso de esta variable, se alcanza el nivel óptimo de la metodología aunque, cabe mencionar que la desviación de estos mismos con respecto al promedio es del 2.5 %.

Los resultados de esta variable se han logrado mediante el control de los elementos de la máquina y la identificación de los parámetros de los equipos que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, mediante el establecimiento del control respectivo.

Estas medidas, han permitido que la empresa mantenga ventajas en el mercado nacional y extranjero, lo que demuestra que el arduo trabajo realizado por la compañía en función de concientizar al todo el personal en garantizar la calidad desde su propio puesto de trabajo ha rendido sus frutos.

Ahora bien, existen dos variables más que se consideran en el cálculo del E.G.E: el “Rendimiento” y la “Disponibilidad”, por lo que a continuación se explica el comportamiento de cada una de ellas en función del tiempo.

I.3. Comportamiento histórico de la variable “Rendimiento”.

El rendimiento es un concepto asociado al trabajo realizado por las máquinas, esta variable, mide la producción real de la línea Krones, en relación a su velocidad nominal. Dicha velocidad, es proporcionada por el fabricante y ha sido definida para cada una de las presentaciones de envases que deben ser llenadas actualmente:

- ✓ Presentación litro: 28,000 botellas/hora.
- ✓ Presentación 12 onzas (Regular): 45,000 botellas/hora.

El rendimiento, se calcula a partir de un equipo en particular, *la Llenadora*, por lo que es considerada como el corazón de la línea en el sector cervecero. Una explicación un poco más detallada del por qué sólo se consideran los valores provenientes de este equipo, se explicará en el capítulo siguiente.

De los datos históricos facilitados por el área de envasado en función de esta variable del E.G.E, se puede mostrar a continuación su respectivo comportamiento a través de una ficha que refleja la información principal sobre esta variable del indicador:

Figura 9.

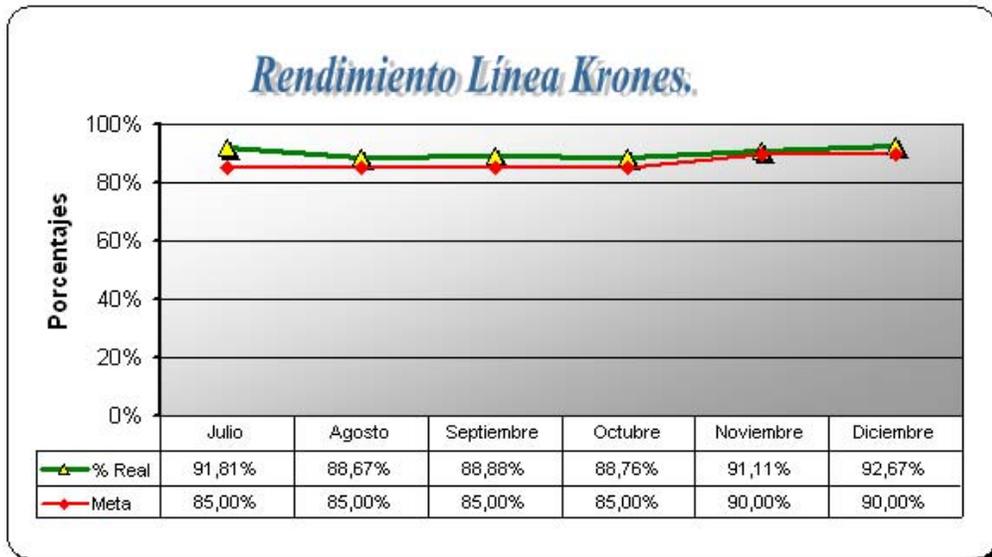
Ficha de Indicador

Rendimiento Línea Krones.

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{CP}}{(\text{TO} - \text{PP} - \text{PNP}) * \text{VN}} \right) * 100$$

CP: Total Producción (cajas). **TO:** Tiempo de operación (hrs). **PP:** Paros Programados (hrs).
PNP: Paros No Programado (hrs). **VN:** Velocidad Nominal (cajas/hr).

Presentación: Datos Mensuales 2º Semestre 2007.



Fuente:Elaboración Propia.

Los valores reflejados en la figura anterior demuestran que la variable “Rendimiento” presenta diferencias entre el valor establecido por la teoría del TPM y la meta señalada por el área de envasado (95% > 85%). Sin embargo, el promedio de esta variable obtuvo un valor de 90.3% lo que indica que en la mayoría de los meses el valor real obtenido estuvo por encima de la meta establecido durante ese período. La desviación de lo datos obtuvo un valor de 1.8%.

Hay que destacar el hecho de que la meta establecida para esta variable se ha incrementado en un 5% a partir del mes de Noviembre, esto se ha logrado mediante un arduo trabajo entre las áreas de: Planificación, Envasado y Mantenimiento. Pero, a pesar de ese cambio de meta los valores de la gráfica reflejan que durante los dos últimos meses del año 2007 se logró alcanzar e incluso sobrepasarla, lo que indica que las mejoras implementadas están dando buenos resultados, pero aún deben seguirse mejorando para que esta variable pueda alcanzar el nivel esperado como parte de la implementación de la metodología del TPM (95%).

Si bien es cierto que la empresa ya ha ejecutado acciones de mejoras para esta variable del E.G.E, como podrá verse más adelante dicha variable está relacionada con la “Disponibilidad”, por lo que analizaremos esta última para que el estudio enfoque sus esfuerzos en aquellas que necesiten una mayor contribución para su desarrollo, permitiendo así, que sus metas respectivas sean alcanzadas y mejoradas.

I.4. Comportamiento histórico de la variable “Disponibilidad”.

La disponibilidad, es una medida de funcionamiento del equipo, esta variable mide las pérdidas debido a los diferentes paros que se generan en ellos, los cuales están dados según la siguiente clasificación:

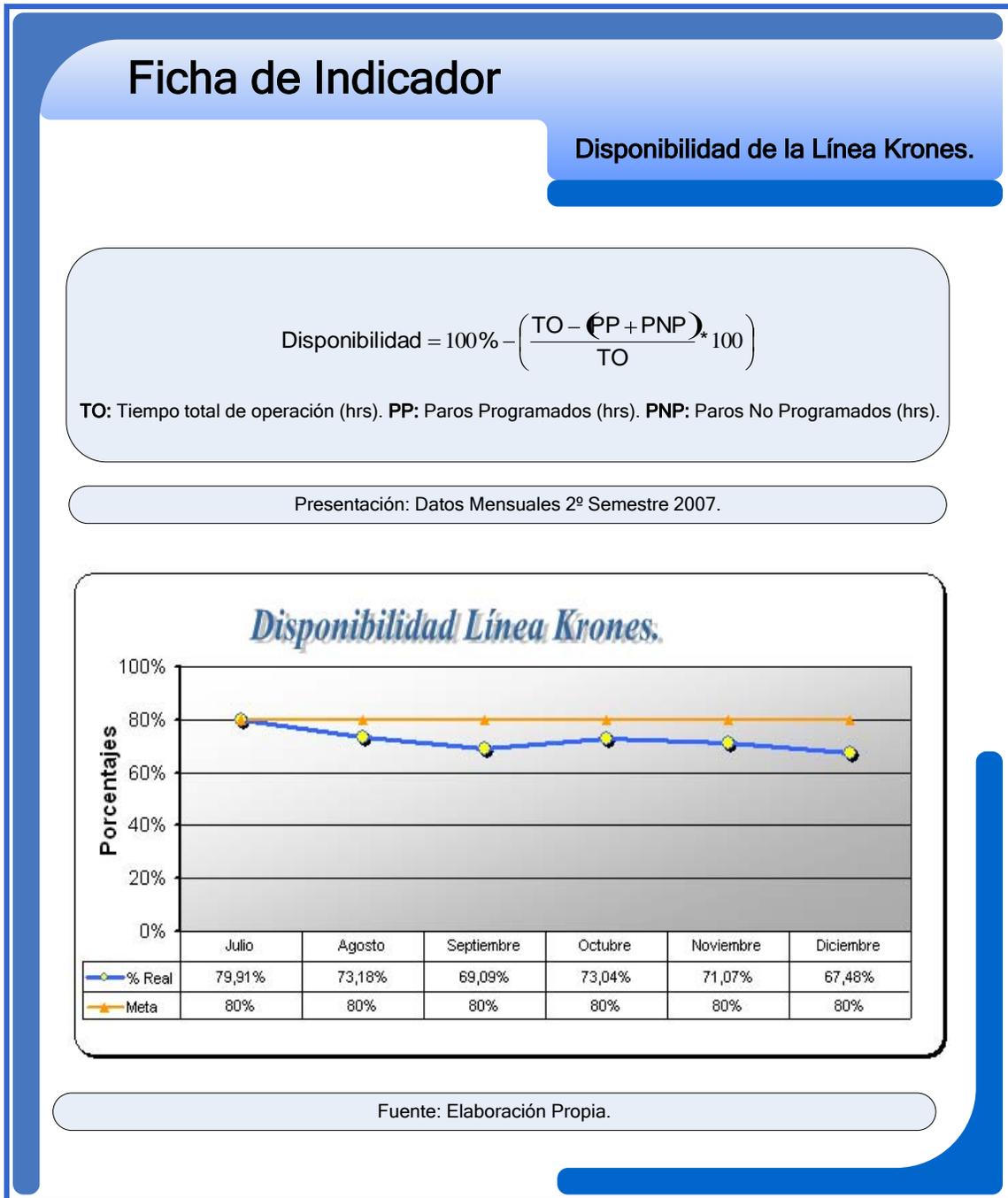
- ✓ **Paros Programados (PP):** Dependen directamente de la planificación de la producción, son causados por cambios en las condiciones de operación, aquí se incluyen: Arranques de línea, Cambios de Presentación (CP), Cambios de Marca (CM), Saneos y Paros Planificados.

Estas pérdidas consisten en tiempo muerto debido a cambio de moldes o herramientas, calentamiento, ajustes de las máquinas e incluso pruebas microbiológicas.

- ✓ **Paros No Programados (PNP):** Son causados por defectos en los diferentes equipos que se encuentra en la línea, que suceden de manera aleatoria y que requieren de alguna clase de reparación. Se subdividen en lo que se conoce como “Tipificaciones” las cuales pueden ser Operativo, Mecánico, Instrumentación, Eléctrico, Bodega de Producto Terminado, Filtración, Servicios Industriales y por Materiales.

A continuación se muestra la Figura 10, la cual refleja el comportamiento de esta variable a lo largo del segundo semestre del año 2007.

Figura 10.



Analizando la gráfica anterior, podemos observar que la variable de “Disponibilidad” todavía no alcanza la meta establecida por el área de envasado (80%), ni mucho menos el valor establecido la teoría del TPM que es del 90%;

además, su valor promedio en este período correspondió al 72% y su variación respectiva de 4.3%. Estos resultados manifiestan que existen variaciones a lo largo del semestre que pueden estar dadas por diferentes factores que deben analizarse para tomar las medidas correspondientes, esto con el objetivo de controlarla y poder establecer una tendencia positiva del mismo.

Como se explicó anteriormente, estas variaciones no sólo están dadas por paros de tipo operativo, que al final son aquellos que el área de envasado puede controlar, sino que se ven afectados por paros que pertenecen a otras áreas que interactúan con ella.

Para realizar cambios de metas en el indicador E.G.E, así como en cada una de sus variables, se realizan análisis de los datos históricos de seis meses anteriores, a partir de los cuales se obtiene el punto máximo y el mínimo para luego se promediar los valores y obtener así, el nuevo valor meta el cual, será la referencia para el siguiente período. Además actualmente, no se ha establecido para ninguno de ellos, porcentajes de desviación aceptables sobre el comportamiento que estos puedan llegar a presentar durante cierto período.

Luego de haber evidenciado el comportamiento de cada una de las variables que conforman el indicador E.G.E, puede concluirse que la pérdida de Disponibilidad de la línea Kronos es la variable más deficiente en cuanto al logro de la meta establecida por el área de envasado, razón por la cual a continuación, se realizará un análisis más profundo de las pérdidas que se han generado en este último período para esta misma variable, con lo cual se obtendrá un mejor panorama de su situación, según los resultados mostrados.

Sin embargo, se considerará también su relación con la variable de Rendimiento ya que ambas están relacionadas entre sí.

I.4.1 Distribución de las pérdidas de Disponibilidad.

Para evidenciar la manera en que se distribuyen las pérdidas de disponibilidad, el área de envasado utiliza una matriz¹³, con ella, pudo obtenerse que la pérdida de disponibilidad de la línea Krones presentó un valor total de 27.85% durante el semestre analizado.

A continuación se refleja mediante un diagrama de pastel, cómo se distribuyen esas pérdidas, según la clasificación de paros.

Figura 11. Porcentaje de participación para la clasificación de paros.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico anterior se obtuvo que, el total de los porcentajes representados por cada uno de los paros, sean estos programados o no, están distribuidos de la siguiente manera: el 66% corresponden a paros programados y el 34% a paros no programados. A continuación, se profundizará en ambas clasificaciones de paros para entender mejor la situación.

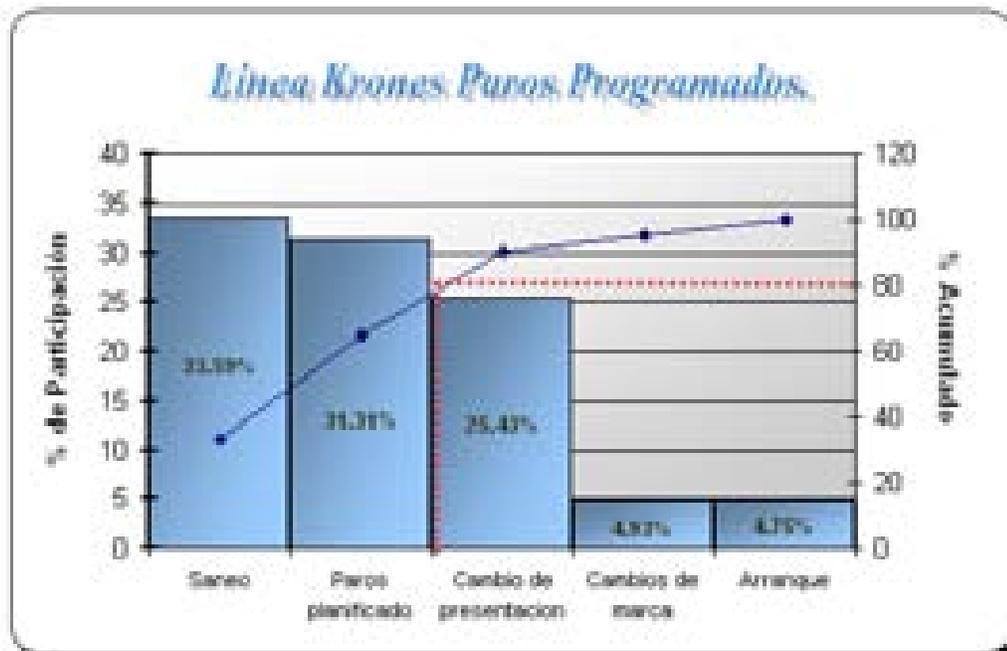
¹³ Ver anexo I.2: Matriz de pérdidas de disponibilidad del 2º semestre del año 2007.

I.4.1.1 Pérdidas de Disponibilidad por “Paros programados”.

A partir de la gráfica anterior podemos observar que los PP ocupan el mayor porcentaje de los paros totales del semestre (66%). Hay que recordar, que estos paros están relacionados a la *programación* de la producción y para cada una de las actividades que incluye existen tiempos definidos, los cuales, se han ido mejorando con el paso del tiempo.

Profundizando en este tipo de paro, se muestra el siguiente gráfico de Pareto que define cuáles son las actividades más significativas de pérdidas para esta categoría.

Figura 12. Gráfico de Pareto para los paros programados.



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica anterior, muestra que fueron las actividades de “Saneos” y “Paros planificados” los que representaron el 80% de las pérdidas para esta clasificación de paros. El porcentaje restante, se distribuyó en actividades de CP, CM y arranques.

En este sentido, la empresa actualmente implementa la técnica SMED¹⁴, con ella, se han podido implementar mejoras significativas en la reducción de los tiempos de preparación, arranques o limpiezas.

Actualmente se sigue trabajando en estos tiempos, aplicando los respectivos seguimientos y mejoras continuas. Los detalles de las gestiones que se realizan para las mejoras de este tipo de paros, se explicarán con particularidad en la etapa II.6 de la primera fase de la gestión de equipos, desarrollada en el siguiente capítulo.

¹⁴ SMED: Single Minute Exchange of Die. (Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito).

I.4.1.2 Pérdidas por “Paros no programados.”

La Fig. 11, muestra que los PNP para el período analizado, representaron el 34% del total del tiempo de paros, en vista de estos resultados, se debe especificar en qué manera se distribuyó dicho comportamiento semestral para esta categoría de paros, en los equipos que conforman la línea de envasado Krones.

Con la siguiente gráfica, se establece cuáles fueron los equipos con mayor porcentaje de incidencia con respecto a los PNP, según los datos brindados:

Figura 13. Gráfico de Pareto de PNP en los Equipos de la Línea Krones.



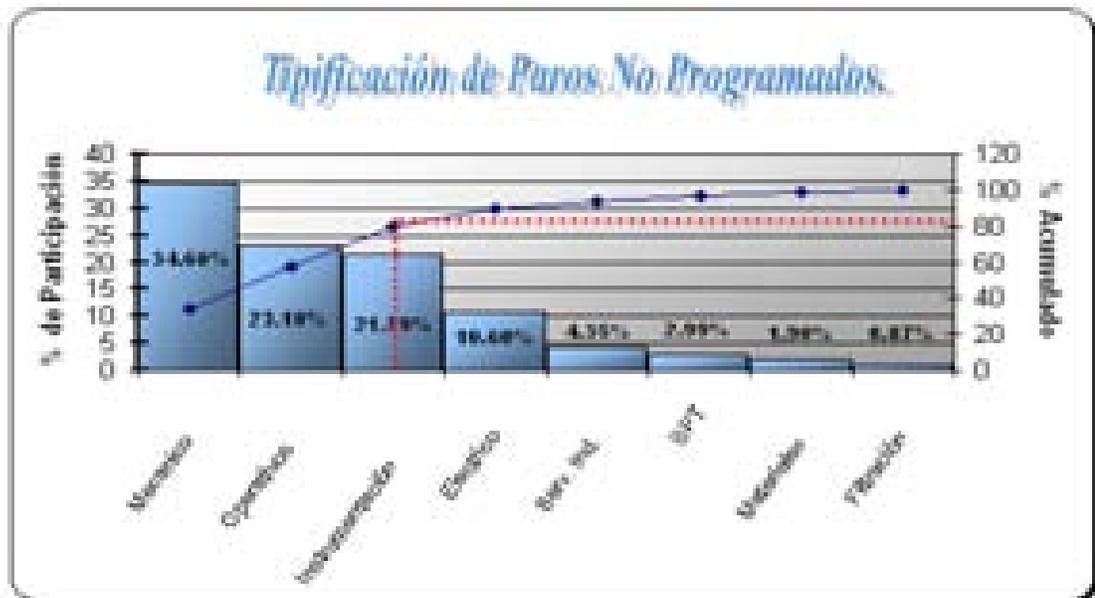
Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis de la figura anterior, se obtiene que el 80% de las pérdidas de disponibilidad están distribuidos entre los equipos comprendidos desde la Llenadora hasta el EBI. Con ello, puede establecerse que de aquí en adelante, estos serán considerados como los **equipos críticos** dentro del estudio.

Ahora bien, dado que el objetivo del estudio no es reconocer problemas específicos de los equipos sino, definir cuáles han sido los que más han presentado problemas y las tipificaciones por las cuales se generan, no se muestra una gráfica de Pareto que los defina con ese nivel de detalle.

Partiendo de la misma matriz de pérdida de disponibilidad a la que se hizo referencia anteriormente, se muestra la siguiente gráfica que define cuáles fueron las tipificaciones críticas de los paros generados en los diferentes equipos a lo largo del semestre.

Figura 14. Gráfico de Pareto de tipificaciones de PNP en la Línea Krones.

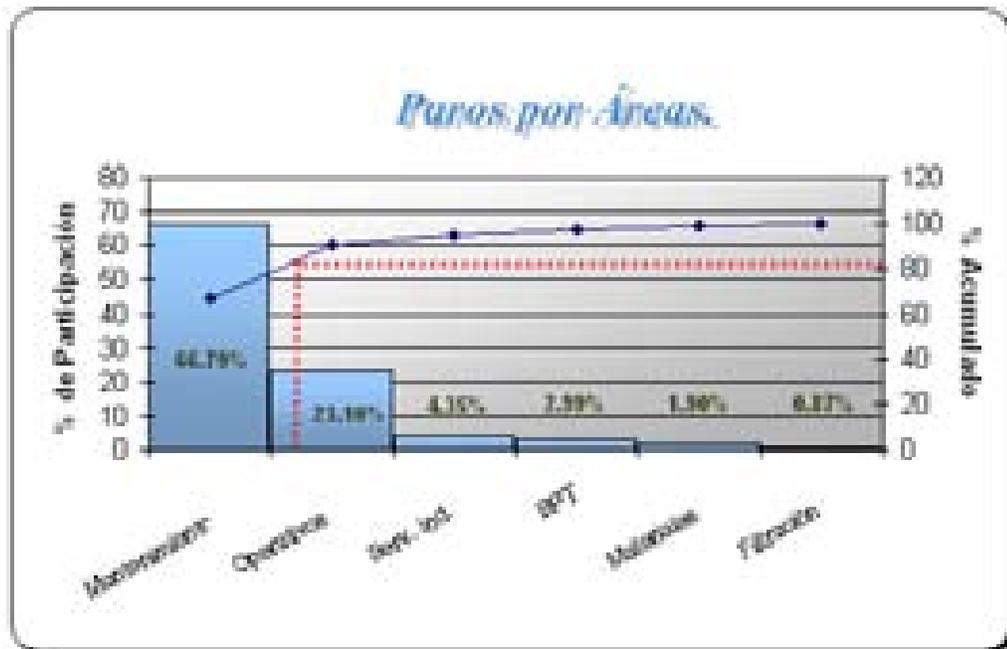


Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior, se obtiene que la mayoría de los paros (80%) están dadas por las tipificaciones Mecánicas, Operativas y de Instrumentación; si estos paros se asocian según el área a la que pertenecen, se tendrán que agrupar aquellas de tipo mecánico, eléctrico e instrumentación ya que estas corresponden al área de Mantenimiento, el resto de tipificaciones no tendrían ninguna modificación, ya que son de áreas independientes.

La siguiente gráfica muestra esta nueva relación:

Figura 15. Gráfico de PNP por áreas.



Fuente: Elaboración propia.

Si se analizan los paros según las áreas a las que pertenecen, podemos observar de la figura anterior, que en su mayoría (80%) están dados por problemas de Mantenimiento y Operación. Por esta razón, se define que hay que analizar cuáles son las gestiones que realizan ambas áreas para luego, poder establecer soluciones a los problemas que surgen a causa de los diferentes paros que se pueden generar a partir de ellas.

Para establecer dicho análisis, se realizará una verificación del cumplimiento de las *Fases I y II* de la gestión de equipos aplicados por la empresa a partir de la metodología del TPM ya que esta herramienta ayudará a definir las debilidades dentro del sistema de gestión que impacta de manera directa al indicador E.G.E del área de envasado.

Con relación a estas dos últimas áreas, también es importante destacar que se han tratado de implementar mejoras que reduzcan los tiempos y las frecuencias con las que ocurren los paros, utilizando los llamados “*Proyectos de mejora*” cuyo objetivo es buscar soluciones a largo plazo que optimicen los indicadores. Con estos proyectos se han atacado problemas puntuales, es decir, aquellos paros que por su frecuencia de aparición han generado la mayoría de las pérdidas; pero como es de esperarse, se solucionan ciertos, pero aparecen nuevos problemas que antes no se habían considerado dentro del análisis, estos últimos, terminan reemplazando en frecuencia y duración a las fallas que ya se habían resuelto con anterioridad, por lo cual el indicador al final no presenta ningún cambio.

En vista de esta situación, el presente estudio realizará un análisis en el que se considere al área de envasado como parte de un *sistema*, para el cual actúa como cliente y proveedor de otras áreas¹⁵. Sin embargo en él, se dará prioridad de verificación a las gestiones implementadas por el área de mantenimiento y de envasado, definiendo con ello, las principales causas que afectan a las variables de Disponibilidad y Rendimiento cuyos resultados incidirán directamente en el indicador E.G.E.

Esta verificación, se apoyará de la documentación existente dentro del sistema de gestión de la calidad (SGC) con que la empresa cuenta actualmente, dentro de la cual están incluidos los instructivos (ISC), procedimientos (PSC) y formatos (FSC) que se utilizan en ambas áreas con el fin de estandarizar y llevar un mejor control de las gestiones en cada una de ellas.

¹⁵ Ver Anexo I.3: Esquema del sistema de trabajo para el área de envasado.

Capítulo II

Verificación del cumplimiento de la Fase I de la gestión de equipos: “Mejorar los equipos existentes hasta alcanzar el nivel más alto requerido de Rendimiento y Disponibilidad”.

El objetivo de la compañía es dar utilidades y obtener una rentabilidad por sus procesos, estas utilidades nacen al efectuar una transformación de las materias primas y obtener productos con las características deseadas por los clientes, dando así, un valor agregado a estas, para lograrlo, la compañía usa sus equipos y por ello, es importante que estos funcionen de una manera eficiente, con las menores pérdidas y desperdicios posibles.

En este sentido, el E.G.E es una medición usada en TPM para indicar que tan eficientemente están trabajando los equipos. Este indicador responde a las acciones realizadas a través de los pilares de la metodología que permiten ejercer control sobre el proceso de envasado.

Con la información recabada se facilita el análisis y la toma de decisiones que repercuten en las mejoras del comportamiento del proceso. Para la implementación de dichas mejoras, la técnica del TPM establece una serie de etapas que deben seguirse y mantenerse con el paso del tiempo, las que garantizarán además del buen funcionamiento de los equipos, orientar las gestiones de las áreas para lograr mejores resultados en este indicador.

En búsqueda de las mejoras que deben llevarse a cabo para conseguir un aumento del indicador, se verificará cómo se lleva a cabo cada una de las etapas de la gestión de equipos en esta primera fase, determinando así las debilidades de la gestión entre las áreas involucradas.

II.1. Verificar cómo se determina el Rendimiento y Disponibilidad existente en los equipos (E.G.E Actual).

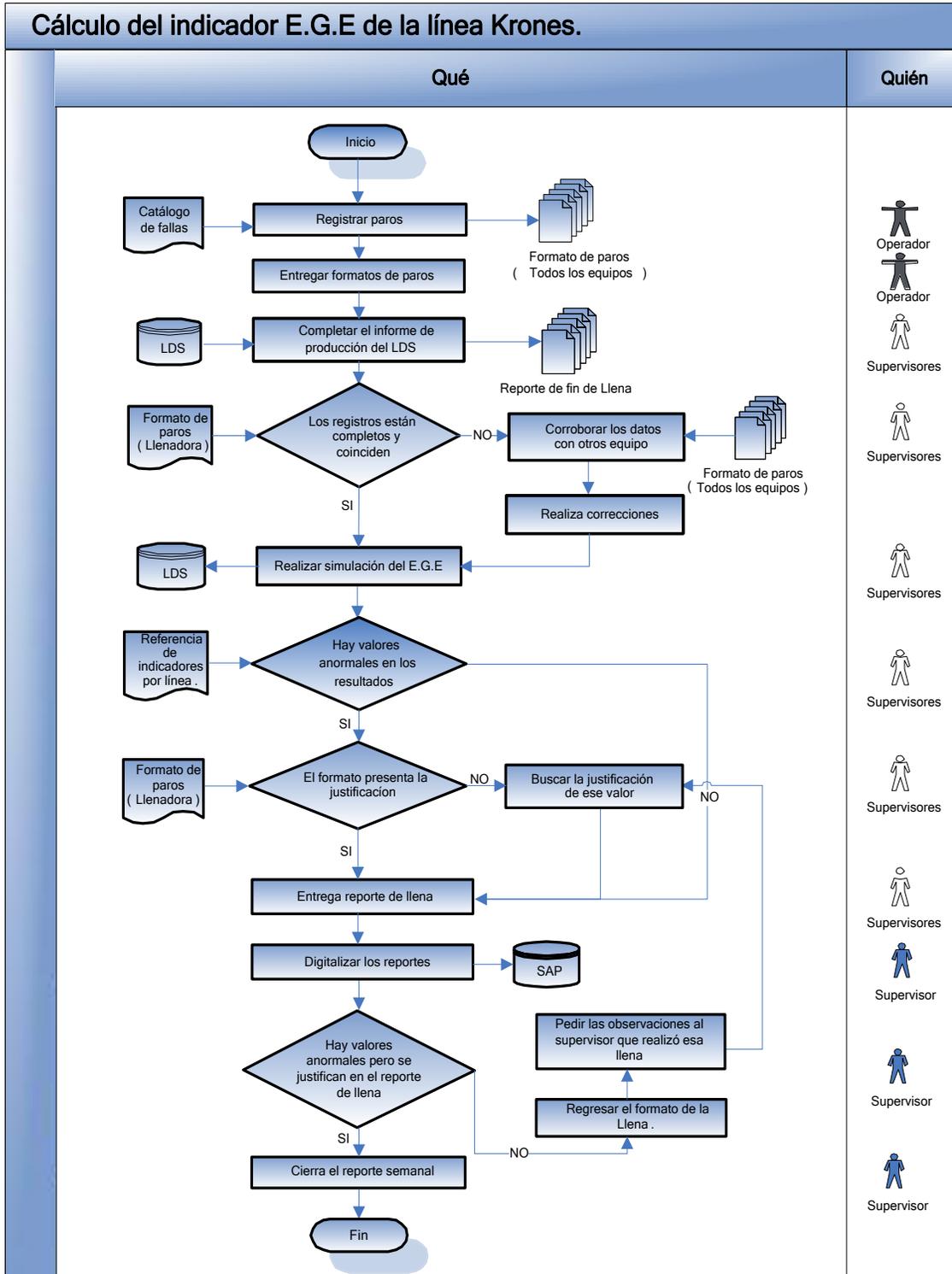
El registro correcto de los datos que se utilizan para calcular el indicador E.G.E y cada una de sus variables, constituye un buen instrumento para las actividades de mejoramiento de los equipos puesto que permite identificar y cuantificar las causas de los problemas dentro de la línea Krones.

En la búsqueda de las mejoras del proceso y de los equipos, el *área de envasado* debe garantizar que la recolección de estos datos sea confiable y que se definan claramente, ya que estos, son tomados como el punto de partida para la realización de cualquier análisis que ayude a definir las debilidades existentes dentro del proceso de dicha área.

El análisis de esos datos, permitirá establecer las causas que generan las principales pérdidas en los equipos para así, ejecutar las mejoras en ellos y obtener los resultados deseados.

Como resultado de las investigaciones referente a la verificación de esta primera etapa de la gestión de equipos, a continuación se muestra un diagrama de flujo que permite conocer de forma simplificada el desarrollo de las actividades que el área de envasado realiza desde la recolección de los datos, hasta los cálculos tanto del E.G.E. como de cada una de las variables que lo conforman.

Figura 16.



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en el gráfico anterior, los datos que se requieren para llevar a cabo los cálculos del E.G.E provienen en su mayoría de la parte operativa y el resto del sistema LDS¹⁶.

Para que los operadores puedan registrar los paros que se generan, cuentan con una herramienta diseñada por el área de mantenimiento que les permite establecer el registro respectivo, tomando como punto de partida la falla que en determinado momento se genera en algún equipo de la línea. Esta herramienta conocida como “*Catálogo de fallas*” fue diseñada y validada en conjunto con el área de mantenimiento y empezó a utilizarse oficialmente entre los meses de Septiembre-Octubre del 2007. En dicho catálogo se tipifican las fallas más frecuentes para cada equipo dentro de la línea Krones, cumpliendo con su establecimiento los siguientes objetivos:

- a) Realizar análisis de las fallas, evitando que el problema sea nombrado de distintas maneras.
- b) Aplicar la metodología AMEF, para aquellos paros de gran impacto, según el tiempo o la frecuencia en que afectaron la disponibilidad de la línea.

Durante el inicio de cada llena, el supervisor de línea debe garantizar a los operadores el “Formato de Paros¹⁷” que será utilizado durante la producción. Cada operario se apoya de dicho formato, para registrar los paros que pertenecen a su propio equipo, en el único caso para el cual existe una excepción, es en el formato de la *Llenadora* ya que en este, se registran además de sus propios paros, los de los demás equipos que conforman toda la línea productiva, esto facilita que en cualquier momento los supervisores de línea o el jefe de área que deseen obtener información sobre los paros que se han

¹⁶ LDS (Line Documentation System): Sistema que permite el monitoreo de los eventos en la línea productiva a lo largo del tiempo de operación.

¹⁷ Ver Anexo II.1: Formato para el registro de paros de los equipos.

presentado durante la llena, se encuentren centralizadas en esa máquina, estos registros a su vez, son el punto de referencia para evidenciar las pérdidas y posteriormente realizar los análisis respectivos en búsquedas de las mejoras.

Dicha excepción, aplica únicamente a la *Llenadora*, la cual, es considerada como el equipo principal de la línea de envasado porque es la que rige su velocidad e indica realmente la cantidad de envase que se ha llenado con cerveza, el resto de máquinas que conforman la línea, están establecidas de tal manera, que pueden dar servicio a la *Llenadora* con el objetivo de suplir su demanda, de acuerdo a la velocidad nominal con la que esta funciona.

El registro correcto de los paros que se generan, debe garantizar que todas las anotaciones en cada equipo coincidan en código y en frecuencia con el registro de la *Llenadora*. Para garantizar esto, el área de envasado delegó en los supervisores de línea, la responsabilidad de velar durante su turno respectivo, por esa congruencia en los datos, en este sentido, ellos figuran como un primer filtro para garantizar la fiabilidad en el registro.

Cuando finaliza cada llena, los supervisores completan el “Informe de producción” apoyados del sistema LDS del cual, extraen la información correspondiente. Dentro de sus responsabilidades está, que los datos que ellos completan y registran en este informe, comparado con el formato de paros de la *Llenadora*, sean coherentes entre sí. Posteriormente, deben realizar una simulación de los valores del E.G.E mediante una hoja de cálculo en Excel¹⁸ que se encuentra registrada en ese mismo sistema, esta simulación debe actualizarse por cada llena que se realiza.

¹⁸ Ver Anexo II.2: Hoja de simulación para el cálculo del E.G.E.

La simulación, permite que los supervisores de línea puedan conocer los valores que se han obtenido tanto para el E.G.E como para cada una de sus variables durante la llena. Estos datos, serán reflejados en el sistema más adelante, además, les da pautas para verificar si dentro del formato de paros, existe la justificación respectiva, cuando los valores que resulten, no hayan alcanzado la meta que el área ha establecido para cada uno de ellos. Esta actividad debe garantizar que los datos que los supervisores reportan y envían al digitador del sistema no tengan inconsistencias para que no sean devueltos por tener que realizar correcciones.

Una vez que finalizan la simulación del E.G.E, los supervisores de línea deben entregar el “Reporte de Llena” al supervisor que maneja el sistema SAP¹⁹, ellos deben entregarla un día después del cierre de la llena, pero cuando este se tiene que hacer para la última llena de la semana, el supervisor de línea debe entregarla ese mismo día, contando con menor tiempo para ejecutar sus revisiones correspondientes.

El encargado de SAP, digitaliza y sube al sistema los datos de cada llena. Este sistema realiza automáticamente los cálculos del E.G.E y de cada una de sus variables las cuales, se dan a conocer semanalmente de manera oficial a todos los usuarios del sistema, esto incluye, el acceso a las demás áreas que interactúan con envasado.

Con este sistema, el área de envasado genera tres tipos de reportes:

- ▣ Reporte del E.G.E²⁰.
- ▣ Reporte de paros y disponibilidad por tipo de paros y equipos²¹.
- ▣ Reporte de paros no programados²².

¹⁹ SAP (Sistema, Aplicación y Programas).

²⁰ Ver Anexo II.3: Reporte del E.G.E del sistema SAP.

²¹ Ver Anexo II.4: Reporte de paros y disponibilidad por tipo de paros y equipos.

El encargado del sistema SAP, debe garantizar que cada uno de estos reportes esté actualizado cada lunes. En caso de que alguna llena presente errores o no este bien justificada, él pide al supervisor de línea que cerró esa llena, sus correcciones para subir al sistema la justificación correspondiente a los valores que el ya ha calculado, este supervisor cuenta con un día como máximo para que reporte las correcciones.

Una vez que el ha completado la digitalización de las llenas de la semana anterior, el supervisor encargado del sistema informa a los demás supervisores de línea que los datos ya están actualizados y disponibles para que realicen sus análisis respectivos y además, avisa del cierre a la planificadora de producción para que puedan correr su MPS²³.

Para el caso específico de la línea Krones, uno de los supervisores de línea ha sido delegado como el responsable de realizar todos los análisis y gráficas de los indicadores que a ella corresponden, por lo cual, debe tomar estos datos generados en el sistema SAP como el punto de partida para los análisis de pérdidas de esta línea en particular.

En el área de envasado el E.G.E se calcula para toda la línea, no para los equipos en particular, ya que, es un proceso continuo y si por alguna razón hay pérdidas de disponibilidad, rendimiento o calidad en algún equipo, esto incidirá directamente en la cantidad de horas totales, para las cuales la línea trabaja eficientemente y en los recursos económicos que se utiliza para ello. Sin embargo, mediante el *Reporte de paros y disponibilidad por tipo de paro y equipo*, que se genera en SAP, se puede realizar este análisis de manera particular para cada uno de ellos.

²² Ver Anexo II.5: Reporte de PNP del sistema SAP.

²³ MPS: Sistema de Planificación Maestra de Producción. Representa lo que la empresa planea producir y se expresa como una configuración, con cantidades y fechas específicas.

II.2. Verificar cómo se determina el estado de los equipos.

El estado de los equipos constituye un factor clave para lograr que los productos cumplan con los requisitos de calidad establecida, evitar las pérdidas por reproceso y minimizar los tiempos de pérdidas producidos por reparar las averías que en ellos se producen.

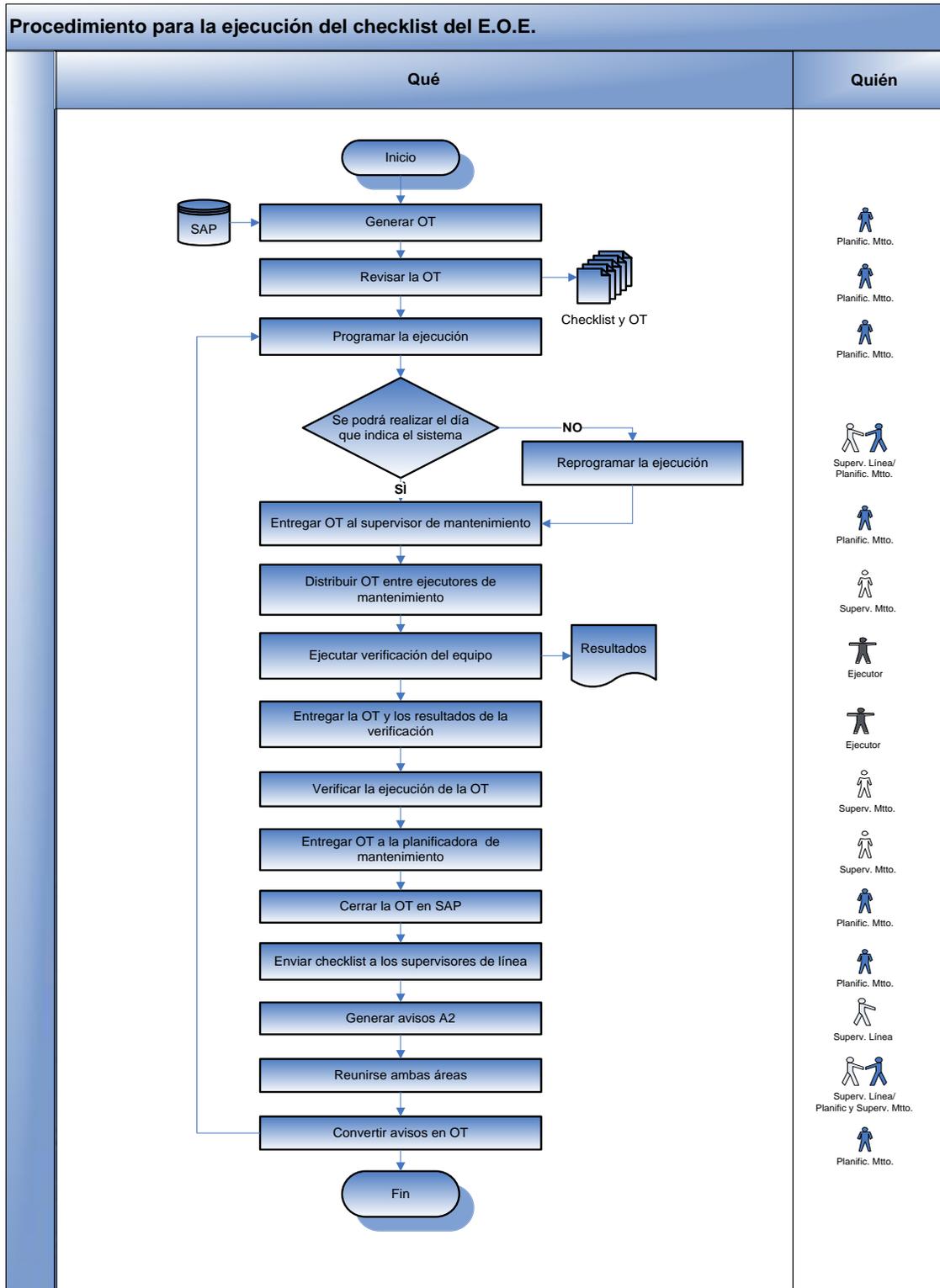
Para llevar a cabo la verificación de esta etapa, se investigó si existen actividades que el área de envasado oriente para determinar el estado de los equipos encontrándose, que esta actividad se lleva a cabo en conjunto con el área de mantenimiento, mediante la ejecución de un checklist que se orienta a mantener en buen funcionamiento los equipos de la línea.

El formato que se aplica para lograr la ejecución de esta actividad es conocido como “*Checklist del Estado Original de los Equipos (E.O.E)*”²⁴, el cual ha sido diseñado para cada uno de los equipos de la línea y es una herramienta que se utiliza para prevenir el deterioro y reestablecer sus condiciones originales. Con él, se realiza una inspección profunda del equipo que lo abarca por sistemas (Sistema Neumático, Eléctrico, Mecánico, etc.), además, el mismo checklist, sirve para retroalimentar el sistema de administración del mantenimiento mediante una comparación entre las condiciones del estado original, las observaciones, hallazgos y fallas que se identifican durante la ejecución de dicha verificación la cual, se ejecuta con la ayuda del operador de la máquina con una frecuencia mensual. Esta verificación se realiza cuando la línea no está produciendo.

El siguiente diagrama muestra la secuencia de actividades que se llevan a cabo para ejecutar este tipo de inspección.

²⁴ Ver Anexo II.6: Ejemplo del checklist del estado original de la máquina llenadora.

Figura 17.



Fuente: Elaboración propia.

Para la ejecución del checklist del EOE, el desarrollo de esta actividad inicia cuando el sistema SAP con un promedio de frecuencia mensual, genera la *Orden de Trabajo (OT)*²⁵.

Una vez que la planificadora de mantenimiento revisa las OT que genera el sistema, se encarga de programarlas e imprimirlas. Para su respectiva planificación, se debe definir junto a los supervisores de envasado si se puede ejecutar esa OT en tiempo y forma según la fecha establecida por SAP, o si su ejecución deberá reprogramarse, esta reprogramación debe realizarse en el caso en que los operadores de la línea o los ejecutores de mantenimiento, por la carga de trabajo que tienen durante la fecha señalada, no puedan llevarla a cabo conjuntamente.

Cuando las OT se refieren a la ejecución de un checklist, se adjunta la hoja del checklist correspondiente, el cual define las actividades a realizarse y una vez preparada, se entrega en este caso particular, al supervisor de departamento de mecánica.

Este supervisor distribuye internamente las órdenes de trabajo entre los ejecutores de mantenimiento y según sea el caso, les brinda recomendaciones o sugerencias que se deben tomar en cuenta durante la ejecución de la orden.

Una vez asignada la OT, el ejecutor de mantenimiento debe realizar la verificación tomando en cuenta no sólo las consideraciones del checklist, sino también las observaciones que el operador del equipo le brinda. El objetivo de que esta actividad se realice con la participación de ambas partes, es que los operadores desarrollen la habilidad para realizar en un futuro no muy lejano, la inspección por sí mismos, para que de esta manera, los ejecutores de mantenimiento puedan realizar trabajos de mayor envergadura.

²⁵ Ver Anexo II.7: Ejemplo de una orden de trabajo.

Al realizarse la ejecución de este checklist y observar condiciones que no pertenecen al estado original de los equipos y que por lo tanto deben mejorarse, el ejecutor de mantenimiento anota esas observaciones en la parte posterior de la hoja del checklist.

Concluida la actividad de verificación, el ejecutor de mantenimiento entrega al supervisor de su área la orden de trabajo, la cual muestra también, el resultado de la verificación. Dicho supervisor realiza una inspección in situ y se aboca con el supervisor de la línea o con el operador del equipo, para verificar que el trabajo fue realizado y que la OT tiene el registro de todos los datos que describen dicha ejecución.

Una vez que se ha verificado el cumplimiento de la OT, el supervisor de mantenimiento, entrega ambos formatos a la planificadora de su área, quien se encarga de realizar los cierres de esa OT en el sistema SAP y luego, envía el resultado del checklist del EOE a los supervisores de envasado, ya que estos son quienes lo administran desde su propia área, generando avisos de categoría A2, dentro del mismo sistema SAP. En este caso, el supervisor de envasado que genera los avisos debe hacer referencia de que estos surgen a partir de los hallazgos reportados en dicha verificación.

A continuación se muestra la tabla que explica de manera general, los tipos de aviso que pueden generarse dentro del sistema SAP y los casos específicos para los cuales se utiliza cada uno de ellos.

Tabla 2. Tipos de avisos en SAP.

Aviso	Nombre	Se usa
A1	Solicitud de trabajo	Cuando se trata de un trabajo de mejora en infraestructura o de seguridad industrial.
A2	Aviso de falla	Cuando se detectan problemas en los equipos.
A3	Aviso de actividades	Para realizar en los equipos actividades correctivas urgentes.
A4	Aviso de predictivo	Cuando se deben ejecutar actividades a los equipos, a partir de los hallazgos de los mantenimientos predictivos.
A5	Aviso de orden no tratada	Cuando deben cerrarse las órdenes que no se pueden ejecutar por diversas razones.
A6	Aviso de automatización	Es una categoría nueva de avisos, con los que se atienden todos los problemas que corresponden la parte de software.

Fuente: Área de mantenimiento.

Luego de que se generan estos tipos de aviso, ambas áreas se reúnen para desarrollar acuerdos en pro de la conservación del estado original de las máquinas, estableciendo en conjunto, las prioridades para la ejecución de las mejoras con ello, se pueden convertir los avisos generados en OT que definen las fechas de ejecución y el tipo de problema a corregir.

En el caso en que se tengan que ejecutar actividades correctivas urgentes, se aplica una excepción en los avisos de tipo A3 ya que por el hecho de corresponder a actividades de mantenimientos correctivos urgentes, primero se debe haber generado la OT y luego se completa el aviso con una explicación más precisa dentro de SAP.

Aunque hasta ahora, la referencia en el uso de estos avisos es únicamente para los de tipo A2, a medida que se avance en el estudio, es necesario retomarlos como referencia.

Todos estos avisos están respaldados por un documento electrónico en SAP, en donde se reportan las fallas y solicitudes de trabajos que puedan existir para cada ubicación técnica o equipo. De estos avisos, surgen todas las órdenes de mantenimiento que no sean preventivas programadas.

II.3. Verificar cómo se determina el mantenimiento (particularmente PM) que se está realizando en los equipos.

Para lograr una administración más eficiente, el área de mantenimiento utiliza el sistema SAP, dentro del cual, están incluidas las 3 áreas a las que mantenimiento brinda servicios junto con todos sus equipos, cada equipo tiene un plan de mantenimiento creado a partir de los manuales de su fabricante que se ejecutan cada cierta cantidad de horas trabajadas o días calendarios, según sea el caso respectivo. Dentro del mismo sistema, los usuarios envían sus avisos, con el objetivo de que el área de mantenimiento realice trabajos correctivos programados o correctivos urgentes, en dependencia, de la rapidez con la que cada caso tenga que resolverse.

Dentro del sistema SAP, el área de envasado y cada una de sus líneas tienen su Ubicación Técnica (UT) definida. Dicha ubicación, está compuesta de cuatro letras, seguida de tres dígitos y un sufijo opcional que identifica el área de ubicación, esto permite establecer un mejor control sobre las actividades que se ejecutan para cada equipo y área en particular.

II.3.1. Clasificación de los equipos.

Cada equipo dentro de la línea está clasificado en A, B y C según su nivel de importancia, definidos por ubicación técnica. Cuando el sistema SAP genera las OT, este especifica la categoría del equipo en el que se realizará el trabajo.

La clasificación de los equipos, se establece según algunos criterios importantes que el área de mantenimiento ha señalado en la “*Plantilla de categorización de equipos*”²⁶.

²⁶ Ver anexo II.8: Plantilla para la categorización de equipos.

El criterio que tiene mayor peso es el de *Tiempo de paradas en el proceso*, el cual se mide en horas y que como se ha mencionado anteriormente es uno de los factores que más afecta la disponibilidad de la línea y del propio equipo.

Otro de los factores que se consideran y no menos importante, es el de *Frecuencia de paradas* al mes, ya que si bien es cierto que el equipo puede detenerse en cualquier momento y ser reparado rápidamente, la frecuencia repetitiva de los mismos es un factor de pérdida dentro del proceso que siempre debe evitarse y considerarse, al momento de determinar su criticidad.

Las categorías utilizadas para la criticidad de los equipos, hacen referencia a las siguientes condiciones:

- ▣ **Clase o Categoría “A”:** Compuesta por máquinas fundamentales y/o críticas para el proceso o máquinas insustituibles en un determinado momento.

- ▣ **Clase o Categoría “B”:** Compuesta por máquinas que son esenciales pero no críticas y generalmente tienen garantizado un stock de partes.

- ▣ **Clase o Categoría “C”:** Compuesta por máquinas de propósito general, es decir aquellas utilizadas para realizar operaciones auxiliares complementarias, de baja potencia y que al momento de un fallo no representa mucho costo en repararla o sustituirla.

Actualmente, todos los equipos dentro de la línea tienen su clasificación definida²⁷, esta clasificación se revisa cada 3 años por especialistas en mantenimiento preventivo, la programadora de mantenimiento y por los supervisores de mantenimiento en función de los cambios que van sucediendo en la empresa en lo que respecta al proceso productivo. Solamente el jefe de mantenimiento y/o el jefe de mantenimiento eléctrico de planta pueden realizar cambios puntuales en la metodología de categorización.

Con esta categorización, el área de mantenimiento logra establecer una mejor administración interna, con el objetivo de establecer prioridades de mantenimiento en los equipos más críticos dentro del proceso, esta categorización se implementa desde hace 2 años y fue una necesidad que surgió a partir de las auditorías realizadas por consultores externos que evalúan el desarrollo de la metodología de TPM anualmente.

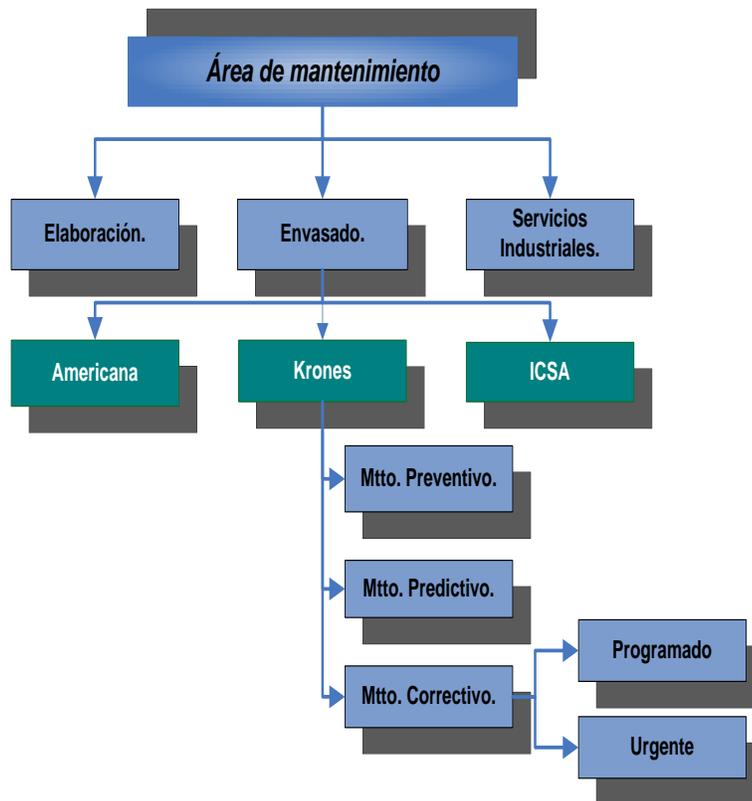
II.3.2. Clasificación del mantenimiento.

Actualmente, los trabajos de mantenimiento que se ejecutan en función de cualquiera de las líneas del área de envasado, están distribuidos según el gráfico que se muestra a continuación.

²⁷ Ver Anexo II.9: Categoría actual de los equipos de la línea Krones.

Figura 18.

Clasificación de los mantenimientos en el área de envasado.



Fuente: Elaboración propia.

La definición y el procedimiento que se utiliza internamente para cada una de estas actividades de mantenimiento, se explica a continuación.

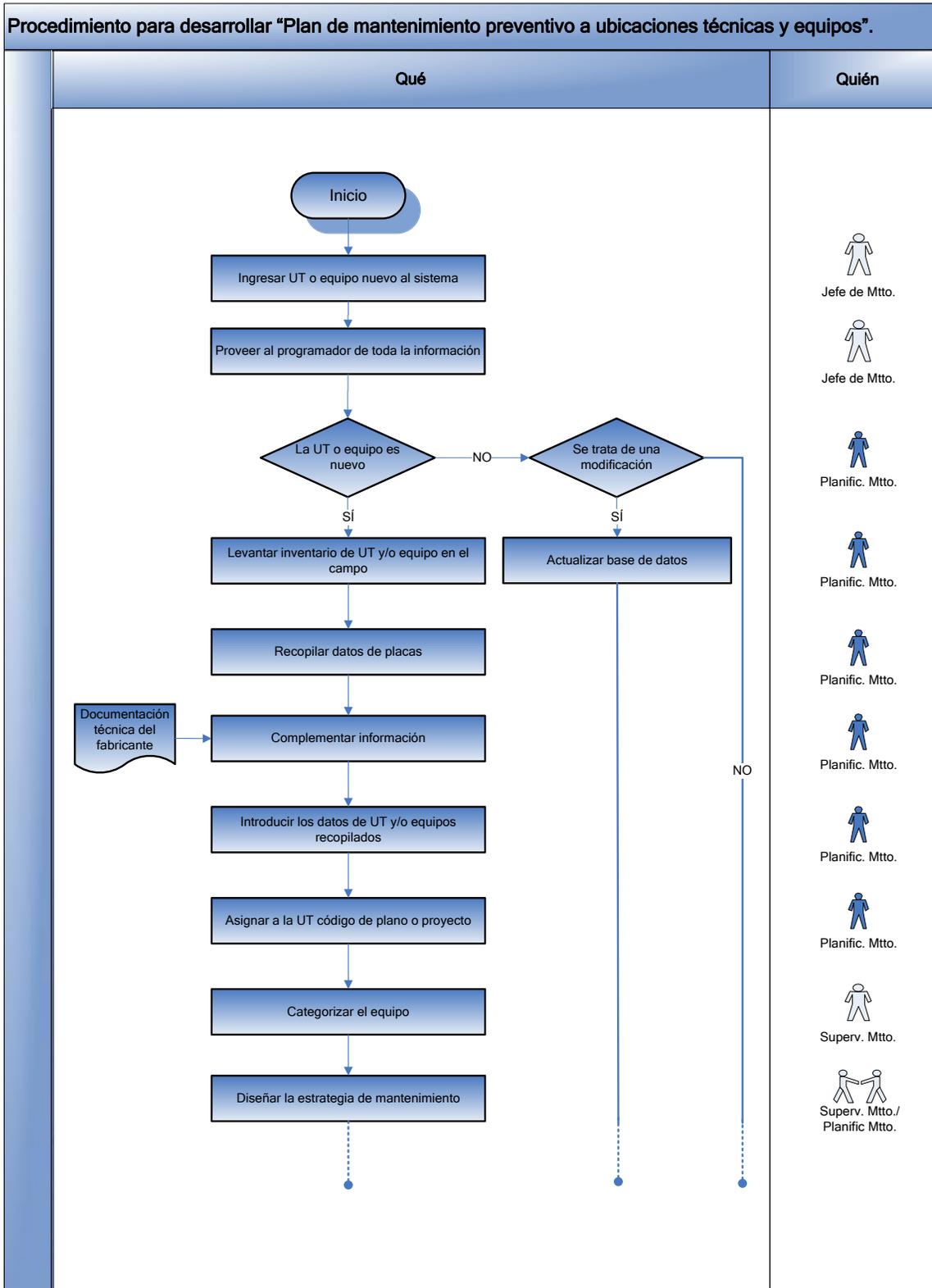
II.3.2.1. Mantenimiento Preventivo.

Este tipo de mantenimiento está definido como revisiones y chequeos generales a un equipo, sin haber ocurrido ninguna falla en el mismo. Estas actividades, son ejecutadas en intervalos de tiempo establecidos según paquetes (frecuencias) de mantenimiento “Ciclos” ya sea por tiempo calendario o por horas trabajadas de los equipos. Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas maximizar producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos.

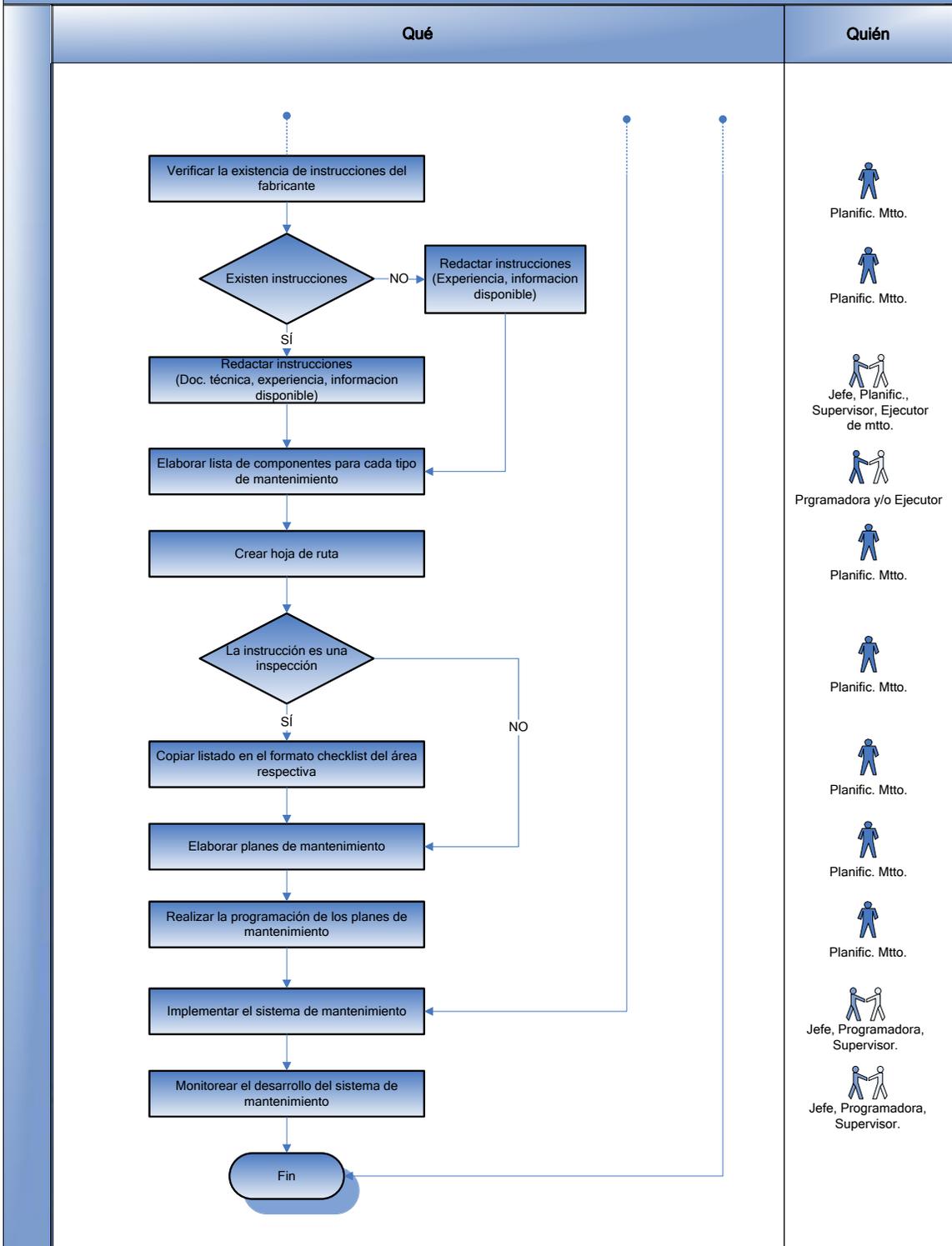
Con el objetivo de verificar cómo el área de mantenimiento determina las actividades que deben realizarse en los equipos para garantizar su buen funcionamiento, se buscó información que hiciera referencia a la manera en que se establecen los planes de mantenimiento preventivo.

La información recopilada forma parte del sistema de gestión de la calidad con el que cuenta la empresa actualmente, está información proviene del *“Procedimiento para desarrollar plan de mantenimiento preventivo a ubicaciones técnicas y equipos”, Versión 14*. La siguiente gráfica, hace referencia a la secuencia de actividades que se deben realizar para completar la ejecución de dicho procedimiento.

Figura 19.



Procedimiento para desarrollar "Plan de mantenimiento preventivo a ubicaciones técnicas y equipos".



Fuente: PSC B03.05.

La gráfica anterior, muestra que el Jefe de mantenimiento, es quien orienta a la programadora ingresar una UT o equipo nuevo al sistema de mantenimiento de planta en SAP y además, es el responsable de proveerla de toda la información necesaria para esto. La programadora por su parte, debe definir si la UT o el equipo son nuevos dentro del sistema. En el caso de que no lo sea, debe determinar si es una modificación basándose en los datos de UT o equipos en SAP. Cuando sí es una modificación, procede a actualizar la base de datos, según los campos a modificar. Y cuando no aplica ninguno de los cuestionamientos anteriores, el procedimiento termina.

Cuando sí se trata de equipos o UT nuevos, la programadora debe levantar el inventario en el campo, recopilar los datos de placa y/o complementar los las información con documentación técnica del fabricante (si existe). Se recomienda que la descripción de los mismos contenga el Nombre técnico y la función del proceso. Posteriormente, introduce a Gestión de Objetos técnicos en PM-SAP todos los datos de las UT y/o equipos recopilados, esta información queda en la base de datos. En el caso de que la UT o equipo no tengan código de plano o proyecto se asigna según ISC B03.05. 0001²⁸ y finalmente coloca el código en el campo.

Una vez que todas las actividades anteriores se han completado, el supervisor de mantenimiento se encarga de categorizar el equipo, utilizando la plantilla del archivo Excel²⁹ diseñado para el área donde se cargará el equipo.

²⁸Ver Anexo II.10: Instructivo para la creación de códigos para ubicaciones técnicas y equipos.

²⁹ Ver Anexo II.8: Plantilla para la categorización de los equipos.

Realizando un trabajo en conjunto, tanto el supervisor como la programadora diseñan la estrategia de mantenimiento, utilizando una tabla que posee el procedimiento³⁰, la cual, es una guía cuya aplicación puede tener variaciones que dependen de factores relacionados a la naturaleza de los equipos, régimen de operación y otros factores que se consideren convenientes.

Concluida la actividad anterior, la programadora, verifica la existencia de operaciones (instrucciones) de mantenimiento del fabricante. Independientemente de que existan o no, se redactan las instrucciones, en conjunto con los ejecutores, supervisores y el Jefe de Mantenimiento. El contenido de las instrucciones es conocido como la “Clave modelo”.

Posteriormente la programadora y/o los ejecutores de mantenimiento elaboran la lista de componentes para cada tipo de mantenimiento si se requiere. Para los equipos clase A debe estar el 100 % de materiales o componentes en horas, para las clases B y C es prioridad secundaria.

Luego de finalizar la lista de componentes, la programadora crea en SAP-PM la hoja de ruta, introduciendo las claves modelo, agrega el tiempo de duración estimado para cada operación, llena campo de componentes y marca la frecuencia. En casos de haber espacios de información no disponible, según lo amerite el caso, se solicita al jefe de mantenimiento la recolección de dicha información.

Además, la programadora debe determinar si la operación que debe ejecutarse es una inspección, para luego proceder a elaborar los planes de mantenimiento en SAP, en el caso de usar la estrategia en horas ICSAH debe crear previamente, en gestión de objetos técnicos en SAP un punto de medida (contador) y alimentarlo a través de un documento de medición (Formato con

³⁰ Ver Anexo II.11: Tabla para definir la estrategia de mantenimiento de los equipos.

código horímetro de cada máquina). Posteriormente, realiza la programación de los planes de mantenimiento en SAP-PM.

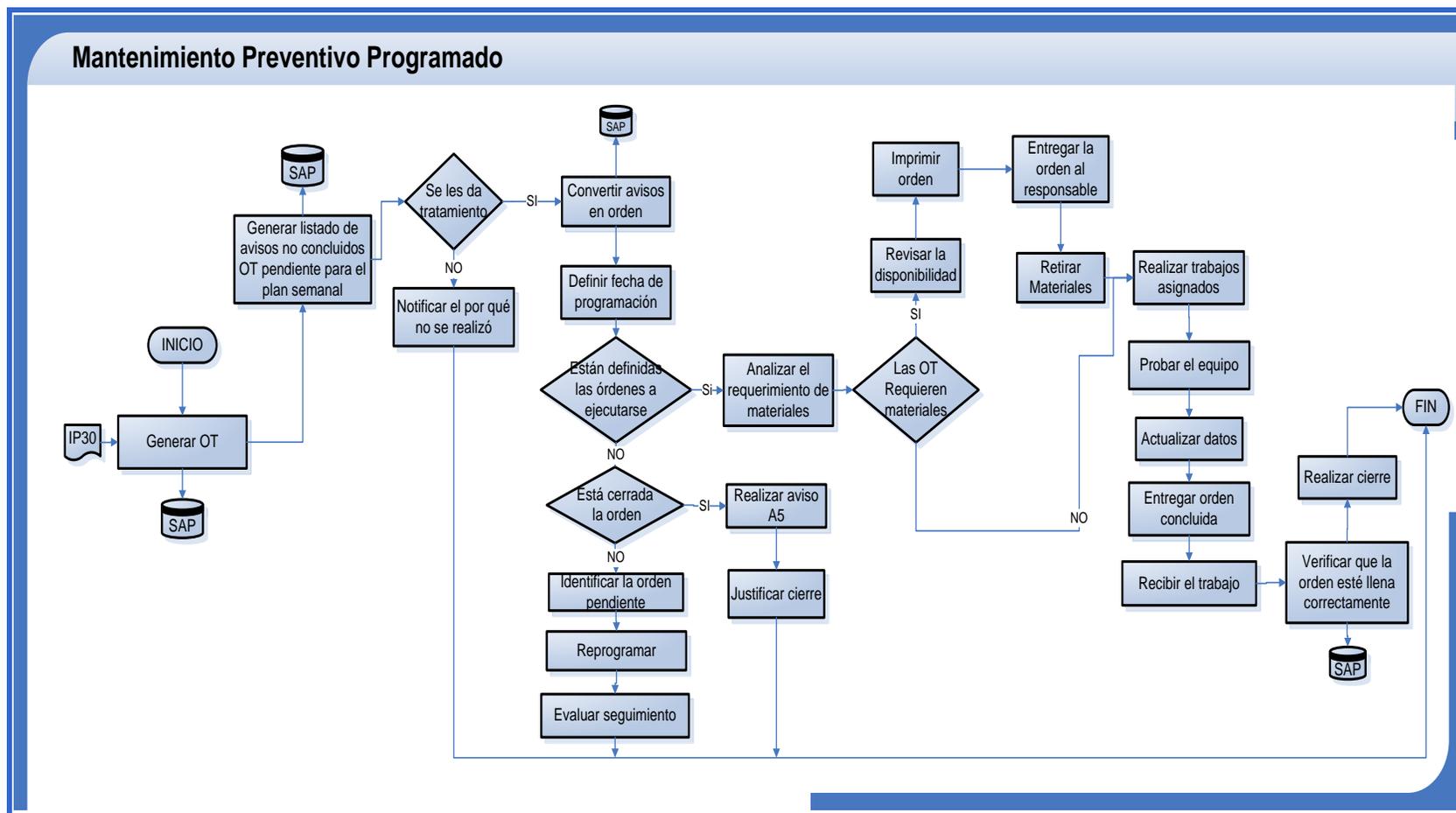
El procedimiento finaliza estableciendo al programador, supervisor o el Jefe de mantenimiento, como encargados de implementar y monitorear el desarrollo del sistema de mantenimiento, mediante el cumplimiento de las OT generados por el sistema.

Ahora que se tiene clara la forma en que se establecen los planes de mantenimiento preventivo de cada una de las ubicaciones técnicas y equipos que conforman la línea Krones, es necesario conocer la forma en que se ejecutan las actividades que se han establecido para cada uno de ellos con el objetivo de prevenir las pérdidas de Disponibilidad o del Rendimiento de la línea.

La ejecución del mantenimiento preventivo inicia sus actividades, una vez que dentro del sistema SAP, se han realizado las actualizaciones del horímetro que poseen los equipos. Esta actividad se conoce como “Transacción IP30”.

A continuación, se muestra el gráfico que define cómo se procede al realizar este tipo de mantenimiento para los equipos de la línea, con el objetivo de tener una idea más clara de su desarrollo el cual, incluye las actividades desde que se lleva a cabo la corrida de la transacción IP30, hasta que se realiza el cierre correspondiente a las OT que se efectúan en función de este tipo de mantenimiento.

Figura 20. Ejecución del mantenimiento preventivo programado.



Fuente: PSC B03.07

II.3.2.2. Mantenimiento Predictivo.

A partir del año 2003, CCN inició con la implementación del *Mantenimiento Predictivo*, debido a los nuevos requerimientos de producción del proceso de elaboración de cerveza lo cual, requería que las áreas productivas incrementaran la cantidad de equipos en cada una de ellas. Con estos nuevos cambios, el área de mantenimiento debía garantizar la máxima disponibilidad de todos los equipos integrando una técnica que ayudara a optimizar el desarrollo del mantenimiento preventivo y que por ende, disminuyera los costos de la ejecución de estas actividades.

A partir de ese momento, se creó el área de mantenimiento predictivo cuya función, es velar por los equipos más críticos (Categoría A) que existen en la cervecería prediciendo sus futuras fallas y alargando la frecuencia de ejecución del mantenimiento preventivo.

Hoy en día, existe aproximadamente, un total de 2,000 equipos en toda CCN clasificados en A, B, y C y al menos 140 de esos equipos, son de categoría A y están distribuidos entre todas las áreas productivas. Sin embargo, el mantenimiento predictivo, se implementó dentro del área de envasado hasta en el año 2006, debido a que, por ser el área con la mayor cantidad de equipos de toda la empresa (53% del total de equipos), este departamento, afianzó primero sus operaciones dentro de las áreas más pequeñas para entrar con toda la eficacia en ella.

Con la ejecución del mantenimiento predictivo, actualmente se determina la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentra en pleno funcionamiento. Para ello, se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo, aplicando racionalmente tecnología de punta con el objetivo de

identificar y monitorear las fallas de la máquina, para posteriormente, poder planificar en forma conveniente su reparación, minimizando así, las pérdidas en la producción por paros en cada una de ellas.

Las inspecciones necesarias, se efectúan según las horas que trabaja el equipo y para ello, se utilizan instrumentos de medición que facilitan la detección de posibles fallas. Dichos instrumentos le permiten a los técnicos obtener criterios objetivos (lectura numérica sobre los niveles de vibración o contaminación, etc.) para determinar si la máquina tiene problemas o no, además de utilizar criterios subjetivos (sentidos) que de una u otra manera ayudan a detectar posibles problemas. Actualmente, el departamento del predictivo posee las fichas técnicas de los instrumentos utilizados, en ellos pueden encontrarse la referencia de datos técnicos respectivos.

La siguiente tabla especifica el nombre de los instrumentos y el propósito para el cual se utiliza cada uno de ellos al momento de realizar el diagnóstico respectivo para cada equipo.

Tabla 3. Lista de instrumentos utilizados para el diagnóstico del área predictiva.

Instrumento	Utilizado para	Categoría de Equipos.		
		A	B	C
Lápiz Marlin.	Determinar las vibraciones	✓	✓	
Estroboscopio.	Verificar las revoluciones	✓	✓	✓
Termómetro	Medir la Temperatura	✓	✓	✓
Megger	Probar el aislamiento térmico.	✓	✓	
Estetoscopio	Ruido	✓	✓	✓
TMEH1 ³¹	Aceite interno	✓	✓	✓

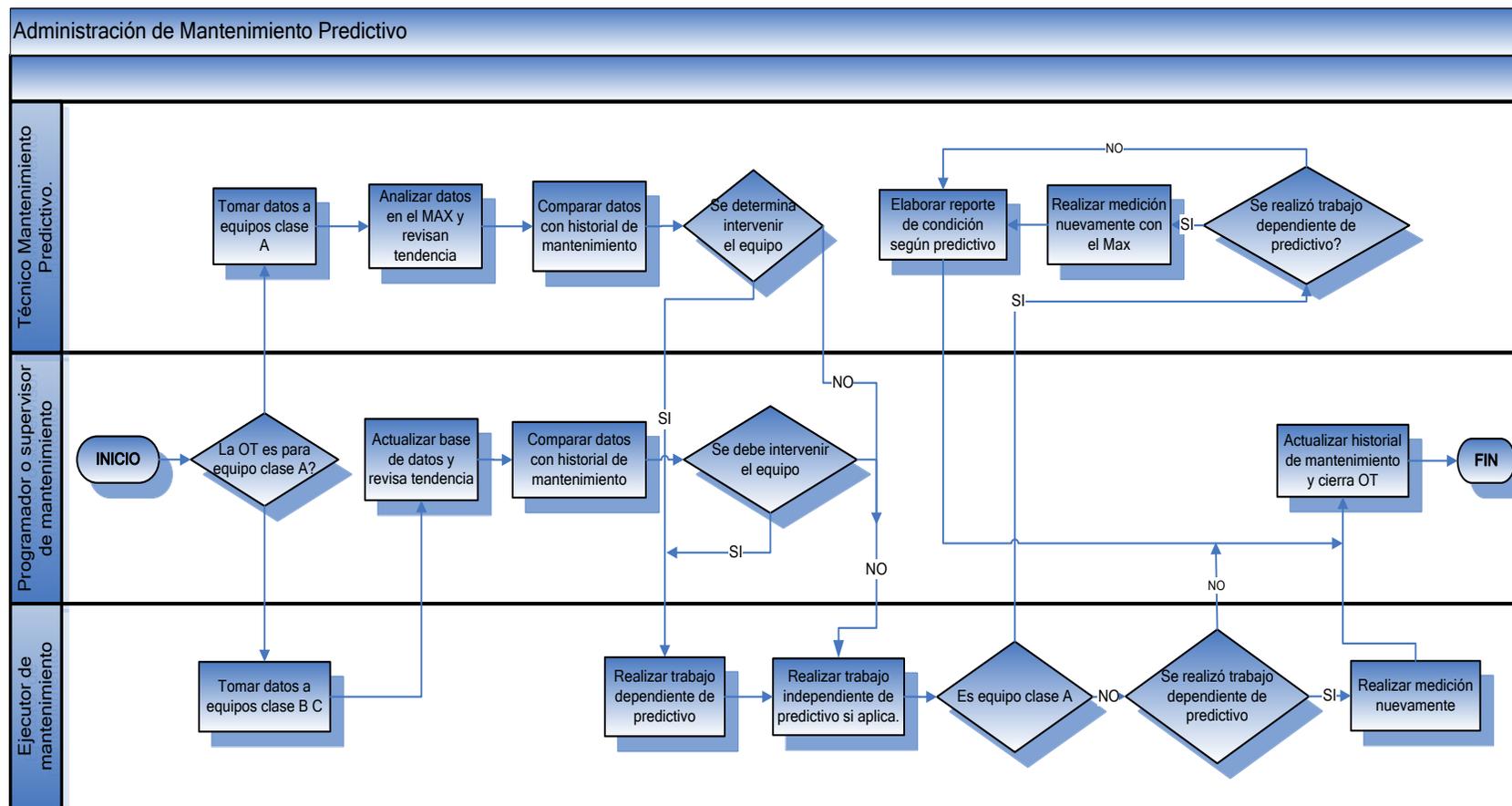
Fuente: Elaboración propia.

³¹ **TMEH1:** Instrumento que permite detectar los cambios de estado de un mismo aceite.

Si bien es cierto que el área predictiva tiene como principal objetivo velar por el buen funcionamiento de los equipos más críticos del proceso (equipos clase A), los instrumentos utilizados para realizar los diagnósticos, también son empleados por los ejecutores de mantenimiento del área de envasado, por esta razón en la tabla anterior, se muestra la referencia de la utilización de los mismos para los equipos B y C.

En el diagrama siguiente puede observarse como se desarrolla la ejecución de este tipo de mantenimiento.

Figura 21. Flujograma de ejecución del mantenimiento predictivo.



Fuente: ISC B03.07.002

Actualmente, el departamento predictivo inspecciona principalmente a todos los equipos clase A. Este departamento se autogestiona, es decir; ellos mismos entran a sistema SAP, el cual genera la OT, revisan las actividades que han de realizarse con 2 semanas de anticipación, planifican, van al campo y revisan el equipo, realizan el diagnóstico y le dan el cierre a sus OT. En el caso de que el equipo presente algún problema, ellos generan dentro de SAP el aviso de trabajo (A4) con clase de actividad 225. De acuerdo a eso, el supervisor de mantenimiento convierte ese aviso en una OT, se lo da al ejecutor para que ataque al equipo, según las recomendaciones del predictivo y así, cuando el ejecutor está en actividad ellos hacen presencia para observar si realmente el ejecutor sabe el problema, ya que para esa OT, el aviso se hace resumido. Una vez realizado el trabajo, se cierra la orden entregan el equipo y se verifican nuevamente con las herramientas. De esa manera retroalimentan al los supervisores del área y dan apoyo a sus actividades.

En algunas ocasiones (sobre todo para la recolección de datos sobre las vibraciones), los operadores participan en las actividades predictivas controlando el arranque de la máquina cuando esta deba ser utilizada por el grupo de técnicos del área predictiva. Además, según los resultados obtenidos en cada medición, los técnicos se entrevistan con el operador para anotar las observaciones pertinentes, ya que, cualquier cambio dentro de los parámetros de operación de los equipos es sensible ante las mediciones que son realizadas y por lo tanto, quedarán evidenciados dentro de los resultados del diagnóstico del predictivo.

Actualmente la frecuencia de los diagnósticos de los equipos como parte de los análisis predictivos se ejecutan aproximadamente cada 2 a 3 meses. Para cada diagnóstico realizado, se elabora un *Reporte de condición de los equipos y/o máquina*³², en el cual se establece: el equipo en que se ejecutó la evaluación, su

³² Ver Anexo II.12: Formato del reporte de condición de los equipos y/o máquinas, según el predictivo.

ubicación técnica, el tipo de instrumento utilizado y se especifican las observaciones correspondientes al análisis y las acciones correctivas que han de ser realizadas. Cada reporte es firmado por el ejecutor de esa actividad y debe ser enviado a los supervisores del mantenimiento preventivo del área respectiva.

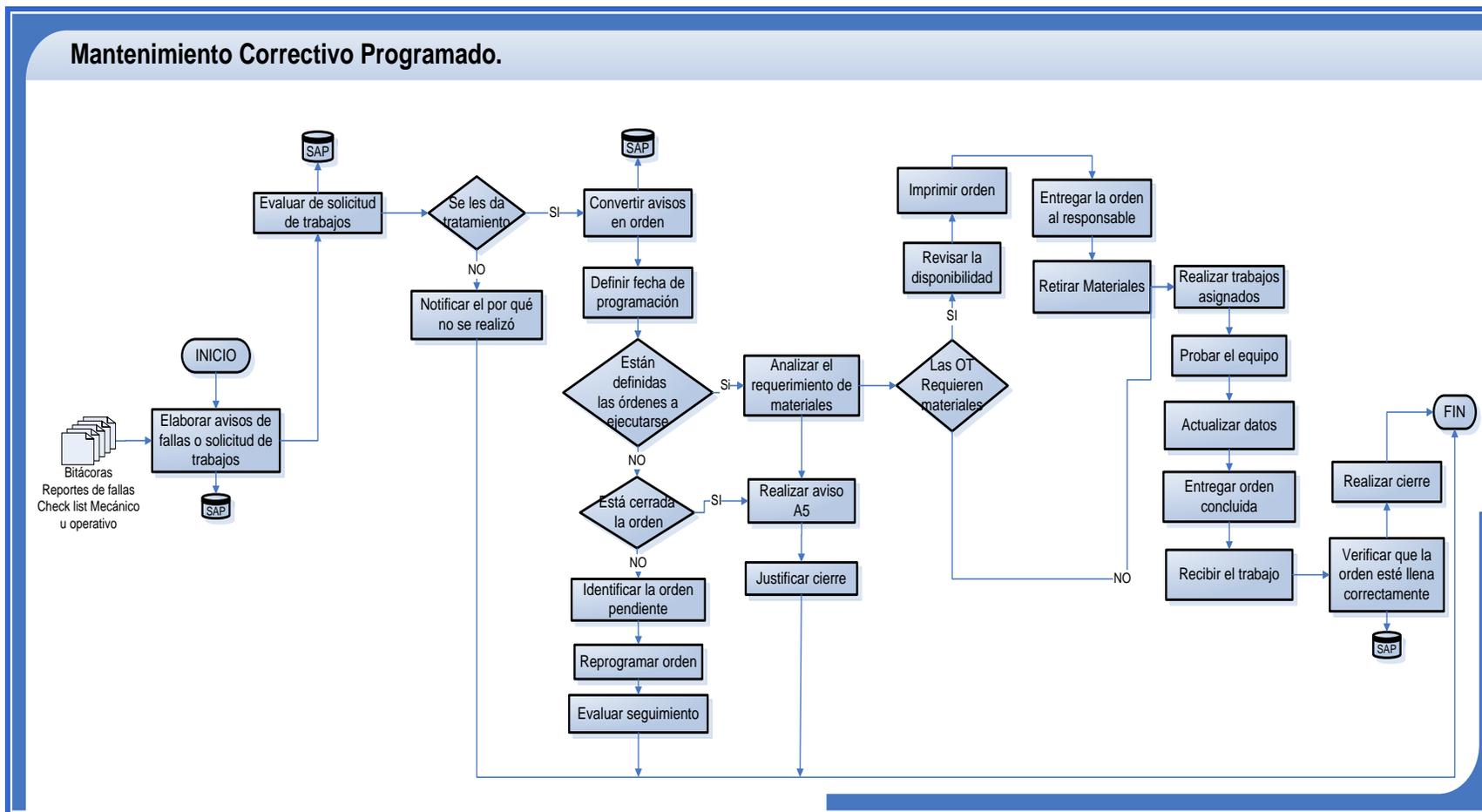
Además del uso del sistema SAP, existe un software de aplicación dentro del departamento del área predictiva llamada MAX (Machine Expert) el cual, ayuda a verificar los niveles de vibraciones internas de los equipos para determinar la raíz de donde proviene la falla detectada. Esta misma aplicación establece tendencias sobre el comportamiento vibracional del equipo en función del tiempo, lo que facilita la predicción de las fallas y que los elementos del equipo que lo provocan puedan ser cambiados a tiempo.

II.3.2.3. Mantenimiento Correctivo Programado.

Este tipo de mantenimiento se ejecuta cuando la falla detectada en el equipo no es de gravedad y puede planificarse para el próximo paro del equipo.

Las realizaciones de este tipo de actividad se llevan a cabo por los ejecutores de mantenimiento del área de envasado. Los avisos de los que generalmente proviene las solicitudes de trabajo para este tipo de actividad pueden ser los de categoría A2 (luego de la ejecución de un checklist o como detecciones de falla por parte de los operadores/supervisores de envasado) y A4 (luego de la realización de las pruebas del departamento del predictivo). A continuación se muestra el flujograma del desarrollo de las actividades para este tipo de mantenimiento.

Figura 22. Ejecución del mantenimiento correctivo programado.



II.3.2.4. Mantenimiento Correctivo Urgente.

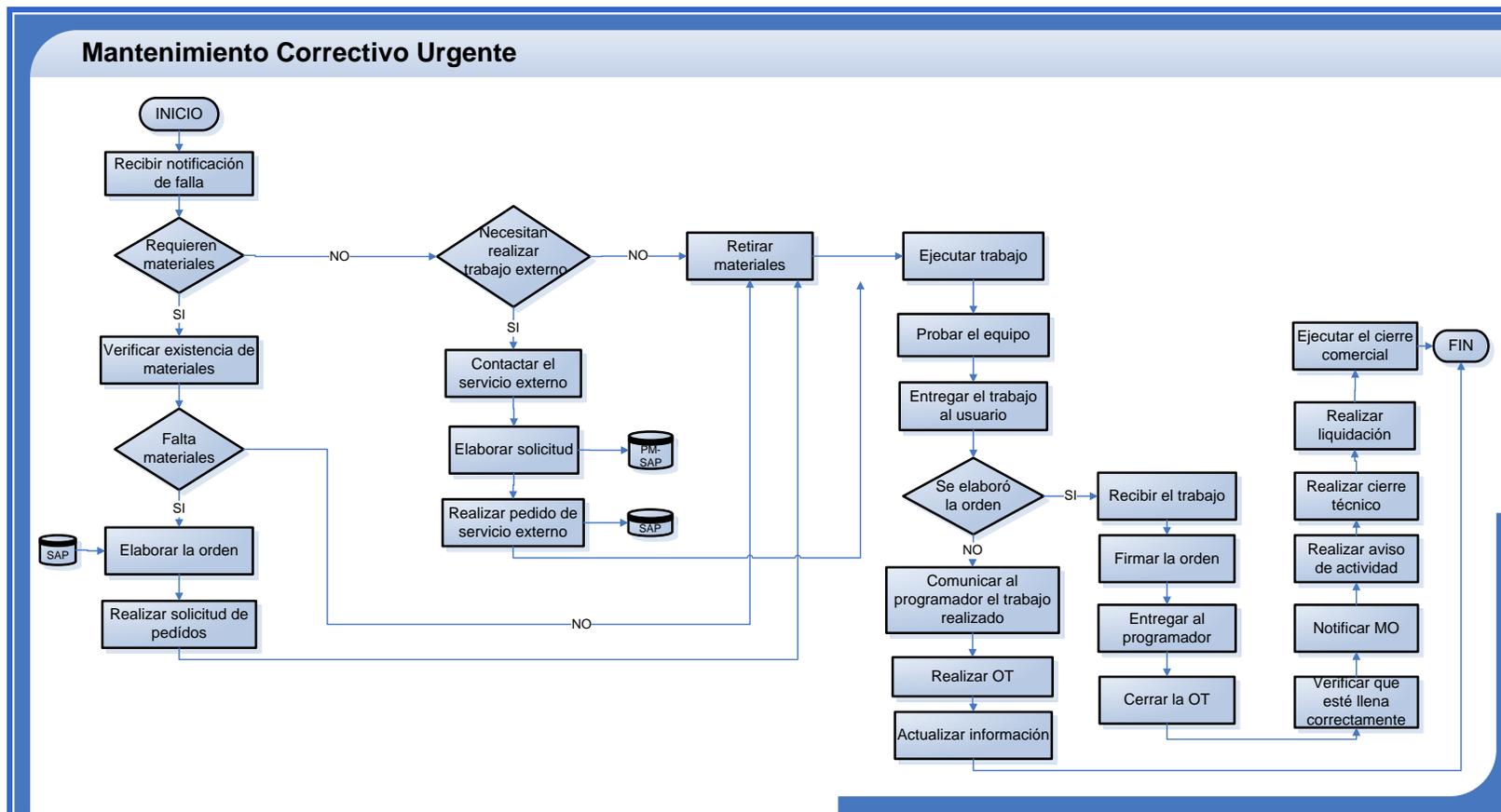
Este mantenimiento se refiere a acciones correctivas de emergencia que ocasionan paros no planificados en la producción y que requieren reparación inmediata.

Para la ejecución de este tipo de mantenimiento, se recibe una notificación de aviso de tipo A3. Debido a la naturaleza de esta actividad, en este caso particular primero se hace todo el trabajo correctivo de la línea y luego se completa la información de la OT dentro del sistema SAP para que todos los requerimientos de su ejecución queden registrados dentro del sistema.

El tiempo empleado para la realización de estas actividades de mantenimiento influyen directamente en la disponibilidad de la línea y en la mayoría de los casos puede estar dado por la rapidez con que se obtengan los materiales necesarios para las reparaciones o la disponibilidad del personal de mantenimiento para llevar a cabo la ejecución, entre otros.

A continuación se muestra el diagrama de flujo en la que se evidencian las gestiones que se realizan para este tipo de mantenimiento.

Figura 23. Flujograma de ejecución del mantenimiento correctivo urgente.



Fuente: PSC B03.12

Para la ejecución de cualquiera de los trabajos de mantenimiento descritos anteriormente, el área se subdivide en grupos de instrumentación, eléctricos y mecánicos, y el personal que los lleva a cabo, son conocidos como ejecutores de mantenimiento.

Para establecer el plan semanal de mantenimiento, la programadora de esta área, toma en cuenta las nuevas OT que el sistema genera y además, el listado de avisos no concluidos y las órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo que fueron programadas pero que aún están pendientes. Ella, en conjunto con el supervisor de mantenimiento de envasado evalúa y define el seguimiento de las OT y avisos, las cuales serán realizadas por los ejecutores de mantenimiento, a través de la clave modelo de las OT.

Una vez concluida cada OT, se hace el cierre comercial y su respectiva liquidación, que no son más que, transacciones realizadas dentro del sistema SAP mediante las cuales se involucra la parte financiera de la ejecución de cada OT (costo de mano de obra, de materiales, entre otros). Estos costos se cargan a la cuenta mayor de mantenimiento y para que el sistema las contabilice financieramente, se realiza la *confirmación de la orden y cierre comercial*, con el objetivo de que efectivamente se carguen los costos de las OT dentro del sistema.

Dentro del mismo sistema SAP, en algunas ocasiones puede encontrarse el cierre de OT que no fueron ejecutadas. Actualmente, existen al menos doce condiciones por las cuales se justifica ese cierre. El cuadro siguiente, especifica las posibles razones con las que esto puede justificarse.

Tabla 4. Justificaciones para los cierres de OT no realizados.

Tipo de aviso	Justificación
Avisos A5	Trabajo cancelado por ajustes de tiempos.
	Condiciones inseguras.
	Equipo no disponible.
	Equipo ha trabajado poco.
	Falta de repuesto.
	Falta de personal para ejecutar el trabajo.
	Necesidad de personal externo.
	Orden emitida errónea.
	Mantenimiento realizado recientemente.
	Prioridad a otros trabajos o solicitudes.
	Tiempo disponible insuficiente.
	Falta de presupuesto.

Fuente: Área de mantenimiento.

II.3.3 Gestión de repuestos.

Al ejecutarse los trabajos de mantenimiento para cada uno de los equipos de la línea Krones, es importante considerar la disponibilidad de repuestos en el almacén ya que de esto depende en muchos casos, que tan efectiva es la gestión del personal de mantenimiento para realizar los cambios o mejoras requeridas en los equipos. Este aspecto representa uno de los elemento soporte según la metodología del TPM.

Para optimizar la gestión de repuestos, existe dentro del área de mantenimiento una persona encargada de esta actividad. Como parte de su administración, dentro del sistema SAP, él tiene una clasificación específica para la serie de repuestos de la línea Krones (L3), junto a una clasificación por grupos de artículos que para esta línea corresponde la "09". Apoyado de esta misma información, el maestro de materiales que labora en el almacén, realiza todas las transacciones en el sistema para generar las características propias de cada material (Ej.: Descripción del material, código, unidad de medida, número de parte, entre otros) y para brindar respaldos sobre los consumos de los diferentes repuestos que se mantienen dentro del inventario.

La cantidad de materiales que deben adquirirse, se determinan en base al "*Reporte de planificación de materiales (MRP)*" obtenido por el sistema SAP en el módulo de *Maestro de Materiales*.

Al igual que los equipos de la línea, los materiales tienen una clasificación específica que dependen del movimiento (salidas en función del tiempo) que estos tienen, según el inventario que se maneja en el almacén. Según esas condiciones estos pueden ser:

➤ **Clase A: Materiales de alta rotación.**

Son los materiales que más se consumen en los equipos, generalmente debido a desgastes, por esa razón son los que más salida tienen del almacén.

➤ **Clase B: Materiales de baja rotación.**

Son los materiales que menos salidas tienen en almacén, es decir, los que menos se desgastan.

- **Clase C: Materiales críticos.** Son los materiales que casi no rotan, pero que, si no hay existencias en stock podrían ocasionar un paro de producción muy costoso.

Siempre que se debe ejecutar una OT que requiere de algún material o repuesto, debe realizarse una “*Reserva de materiales*” en almacén, dicha reserva, puede ser realizada por cualquier integrante del área de mantenimiento (ejecutores, supervisores, programador, planificador de repuestos) pero, solamente el jefe de área o los supervisores tienen la autoridad de firmarlas para que el ejecutor encargado de la actividad pueda sacar los materiales del almacén.

Los materiales o repuestos, también pueden ser retirados con “Vales de emergencia”, pero solamente en casos en que ocurra alguna emergencia o eventualidad especial que impida la operación normal del área, entre los casos más comunes se pueden mencionar: falta de personal nocturno para el despacho de almacén, problemas de funcionamiento del sistema SAP, falta de energía o cuando las personas autorizadas para firmar las reservas están en capacitación, entre otros. En estos casos, el supervisor de mantenimiento es responsable de reponer la reserva al almacén en las siguientes 24 horas hábiles, para respaldar el retiro de el/ los materiales.

Hace aproximadamente un año, los ejecutores de mantenimiento fueron capacitados para poder utilizar los *Reportes de existencias por centros y almacén* del sistema SAP, lo que les permite introducir la reserva de los materiales y repuestos que se deben utilizar. Anteriormente, esta actividad era realizada por los supervisores de mantenimiento de cada área o por los supervisores de producción.

En el caso en que ocurra una falla repentina y no se encuentre dentro del almacén el repuesto respectivo, el gestor de repuesto tiene la facilidad de contactarse con su homólogo más cercano en el resto de países que conforman en Consorcio Cervecerero Centroamericano y así, ellos lo facilitan y envían.

Actualmente, existen indicadores de las actividades de gestión de repuestos que están en dependencia de la entrada y consumo de los mismos en determinado período. Pero, estos indicadores están en proceso de construcción, desde aproximadamente un año, durante todo este período, se han venido recolectando datos, pero aún no se dan a conocer en todos los niveles, hasta el cierre de esta investigación se manejaba la información solo a nivel gerencial.

Con el objetivo de mejorar la gestión de repuestos, actualmente el área de mantenimiento está trabajando en nuevas clasificaciones de repuestos y materiales, pero esta información se maneja solamente a nivel gerencial por lo que no se puede mostrar la referencia de los mismos en el presente estudio.

II.3.4 Mantenimiento imperante en el período de Julio a Diciembre del 2007.

Ahora que está clara la definición que se maneja para los diferentes trabajos de mantenimiento y las tipificaciones utilizadas para los equipos según su nivel de criticidad, es conveniente destacar que se solicitó a esa área, los datos históricos del sistema SAP correspondientes a la lista de OT de los mantenimientos ejecutados en el período comprendido de Julio a Diciembre del 2007 referentes a la Línea Krones, con el objetivo, de determinar cuál fue el tipo de mantenimiento predominante en ese semestre.

La referencia que se toma de cada OT, según el dígito inicial que presenta el número de orden se define de la siguiente manera.

Tabla 5. Clasificación de las OT.

<i>Primer dígito del N° de OT</i>	<i>Clase de Orden</i>	<i>Significado</i>
2	OMCP	Orden de Mantenimiento Correctivo Programado.
3	OMCU	Orden de Mantenimiento Correctivo Urgente.
4	OMPP	Orden de Mantenimiento Preventivo/Predictivo Programado.
5	OMOT	Orden de Mantenimiento Otros Trabajos.
6	OMAF	Orden de Mantenimiento Activo Fijo.

Fuente: Área de mantenimiento.

A continuación se muestra la tabla resumen que define la ejecución de los mantenimientos según el tipo de órdenes que se llevaron a cabo durante el período de referencia.

Tabla 6. Distribución de las OT ejecutadas de Julio a Diciembre del 2007.

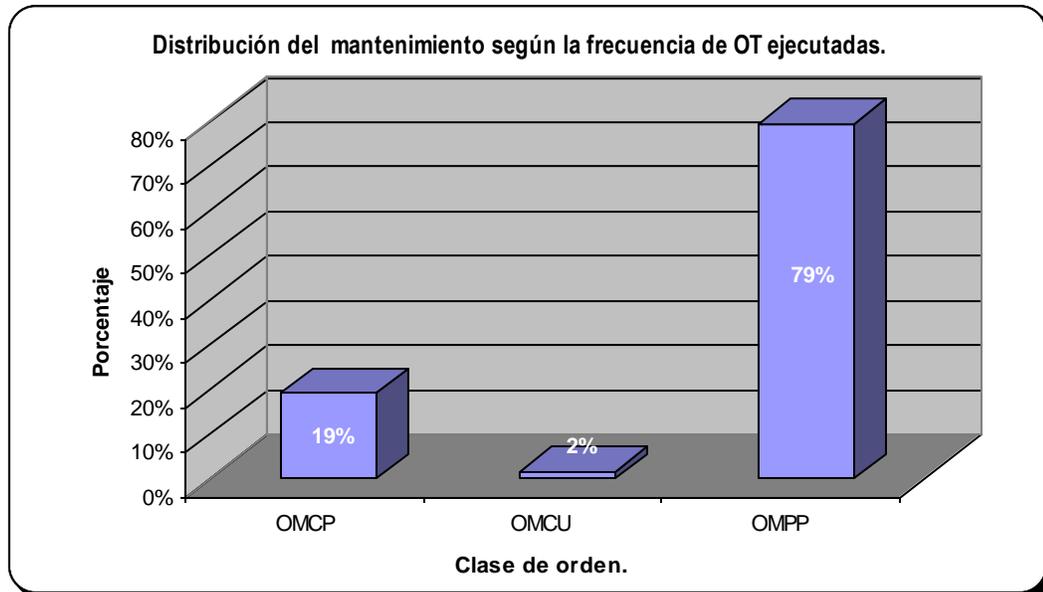
<i>Tipo / Dígito inicial de la OT</i>	<i>Frecuencia</i>			<i>Total</i>	<i>%Tipo</i>
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>		
Mecánica	92	10	354	456	47.70
Eléctrica	49	4	308	361	37.76
Instrumentación	42	1	96	139	14.54
Total	183	15	758	956	100 %
% Aviso.	19.14	1.57	79.29	100%	

Fuente: Área de Mantenimiento.

Como puede observarse en la tabla anterior y según la base de datos facilitada por el área de mantenimiento, no aparece ninguna de las categorías de trabajos orientadas a OMOT y OMAF.

De esos datos, finalmente se muestra la siguiente gráfica que define la distribución de los trabajos de mantenimiento según su frecuencia durante ese período.

Figura 24.

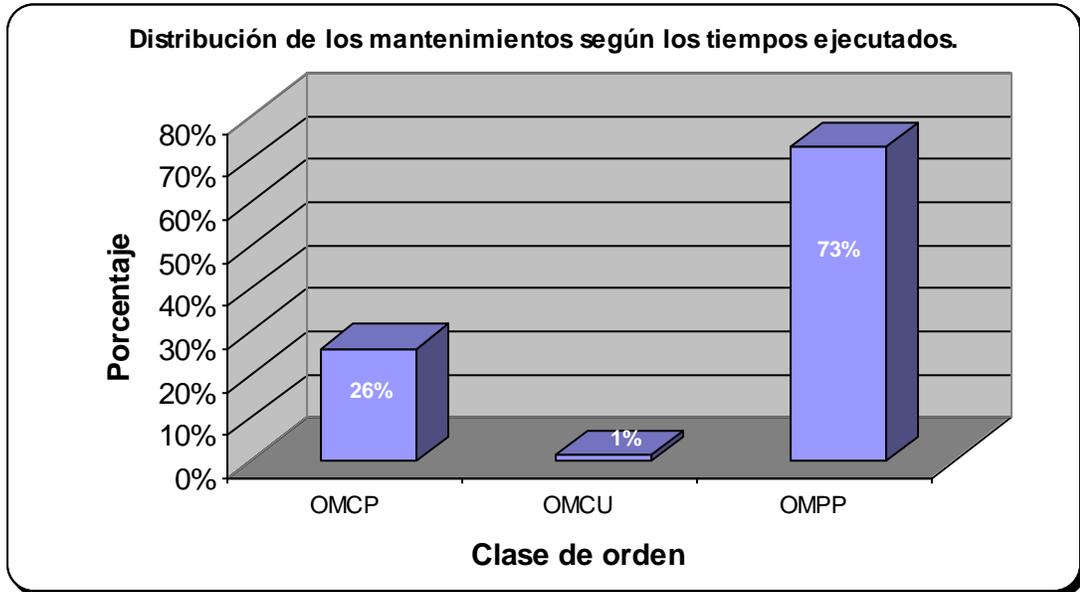


Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior puede observarse que la mayoría de los trabajos realizados en la línea fueron de tipo preventivo/predictivo (79%) y solamente el 2% se ejecutaron bajo mantenimientos correctivos urgentes que son los que al final, provocaron paros en la línea. Por lo tanto se demuestra que el mantenimiento dominante para ese período correspondió a ejecuciones destinadas a evitar pérdidas de los equipos.

La distribución de los mismos tipos de mantenimiento, pero esta vez, según los tiempos empleados para su ejecución, se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 25.



Fuente: Área de mantenimiento.

Como puede observarse de la gráfica anterior, solamente el 1% del tiempo total empleado para ejecutar las órdenes de mantenimiento fue utilizado para realizar trabajos correctivos urgentes y el 73% del tiempo, se empleó para realizar los trabajos preventivos/predictivos.

Para las dos gráficas anteriores, tanto la frecuencia como el tiempo empleado en OMCU presentan valores bajos en comparación al de los OMPP, sin embargo, de la matriz de pérdida de disponibilidad del período de referencia³³ se obtuvo que el porcentaje total del tiempo de pérdida por actividades correctivas urgentes del área de mantenimiento, alcanzó un valor del 6.3%, este valor representó el 67% de las pérdidas totales por PNP durante ese semestre, por lo que, desde la perspectiva del área de envasado ese 1% de los tiempos ejecutados por el área de mantenimiento a manera de OMCU sí son de gran impacto para la disponibilidad total de la línea Krones.

³³ Ver anexo I.2: Matriz de pérdida de Disponibilidad de la Línea Krones. 2° Semestre del 2007.

II.4. Verificar cómo se analizan las pérdidas de los equipos.

Como se comentó en la etapa uno, la línea Kronos, tiene asignado a uno de los supervisores de envasado para que este sea el encargado de todas las actualizaciones y análisis de los indicadores que a ella se refieren.

Para este análisis de pérdidas, el sistema SAP, constituye un elemento clave en el área de envasado, que permite entender por qué el indicador ha tenido un comportamiento en particular, ya que con los tres reportes que se generan en este sistema y que lo elabora el digitador de SAP dentro del área, se puede profundizar en la descripción de los problemas que causan las pérdidas y en la codificación que cada fallo tiene, según el catálogo que utilizan los operadores en la línea.

Este supervisor asignado, luego de revisar los datos que el encargado del sistema actualiza y calcula semanalmente, debe proceder a realizar el análisis de todas las pérdidas generadas en la línea durante ese período lo cual, tiene como objetivo, mejorar el comportamiento del indicador estableciendo una mayor frecuencia de análisis y seguimiento.

Como parte del seguimiento, el área ha establecido que el indicador del E.G.E y cada una de sus variables, serán mostradas oficialmente con la siguiente frecuencia:

- ✓ **Índice de Calidad:** Mensual.
- ✓ **Índice de Rendimiento:** Mensual.
- ✓ **Índice de Disponibilidad:** Semanal y Mensual.
- ✓ **Indicador E.G.E:** Mensual.

A manera de estandarización, para el análisis de pérdidas de los indicadores existentes dentro de todas las áreas, se encuentra una carpeta de referencia establecida en el Net Server³⁴ que es conocida como **Indicadores por Definición**³⁵, aquí se aprecian las definiciones vigentes de cada uno de ellos y se muestran los formatos utilizados como *referencia* para realizar los análisis de cada variable y del indicador E.G.E. Este tipo carpeta, especifica particularmente para cada indicador:

- ✓ La definición.
- ✓ Los objetivos.
- ✓ Las consideraciones de gestión.
- ✓ Información y datos.
- ✓ Nivel de referencia.
- ✓ Subdivisiones.
- ✓ Árbol de factores y nivel de responsabilidad.

Además, dentro del Net Server también se encuentra la carpeta de **Indicadores Reporte**³⁶, aquí se ubican las carpetas por área y cada una refleja el *comportamiento real* del indicador al que se haga referencia.

Este tipo de indicador contiene la siguiente información:

- ✓ Comportamiento real y la meta.
- ✓ Alertas visuales.
- ✓ Observaciones.
- ✓ Nombre de la subdivisión.
- ✓ Acciones.
- ✓ Pronósticos.

³⁴ Net Server: Sistema de trabajo en Red que utiliza la compañía internamente.

³⁵ Ver Anexo II.13: Ejemplo de indicador por Definición.

³⁶ Ver Anexo II.14: Ejemplo de indicador Reporte.

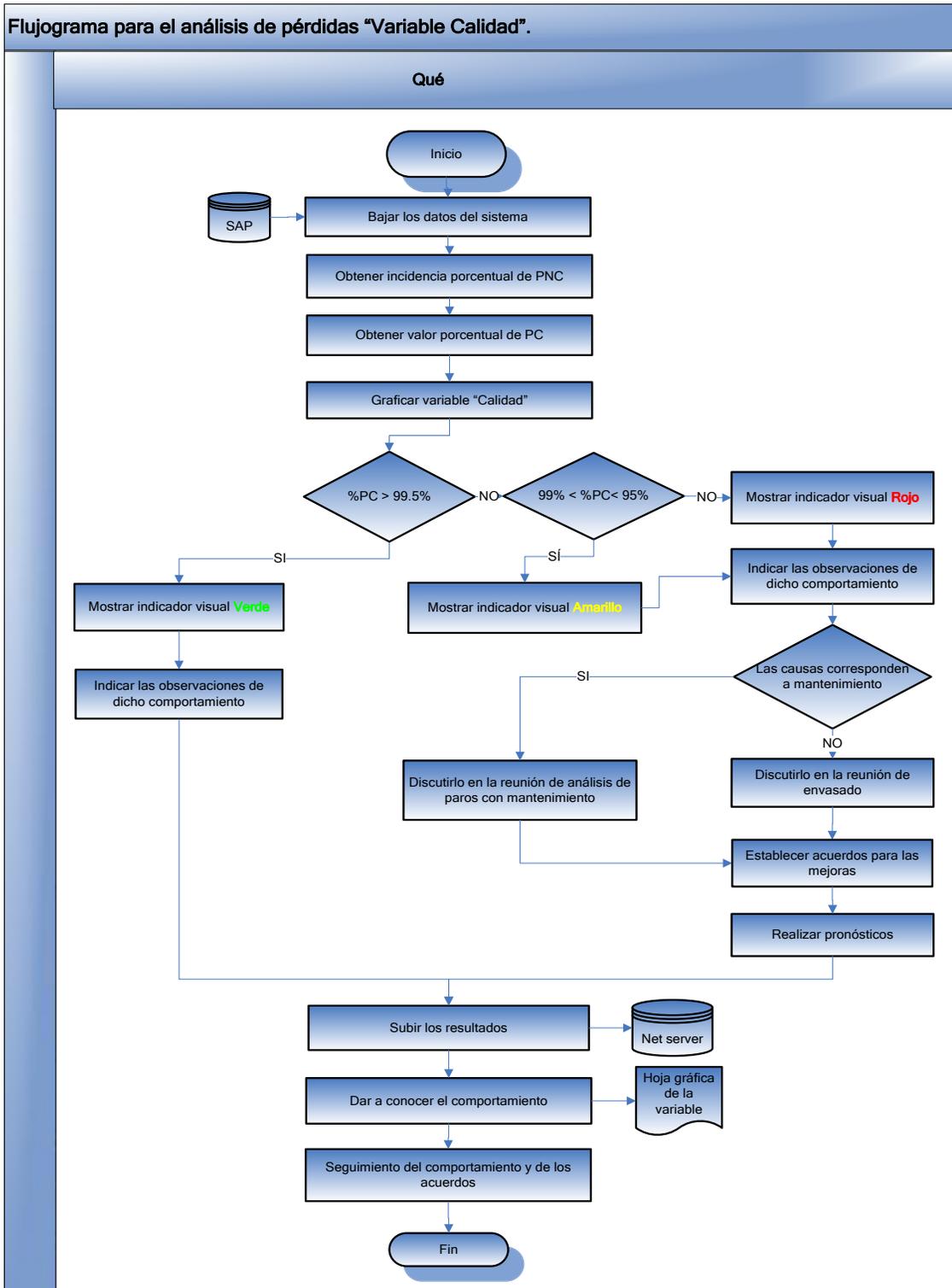
En esta última carpeta, se encuentra el comportamiento histórico de todos los indicadores que se manejan no sólo en el área de envasado, sino los de todas las áreas productivas, incluyendo los del área de mantenimiento.

Así pues, tomando como referencia ambos tipos de reportes, el encargo de los cálculos de la línea, ejecuta una serie de actividades que están orientadas a reflejar y analizar las pérdidas generadas.

Los siguientes gráficos muestran cuáles son las actividades que este supervisor realiza para definir las pérdidas y orientar actividades que mejoren el comportamiento del indicador E.G.E y de cada una de sus variables.

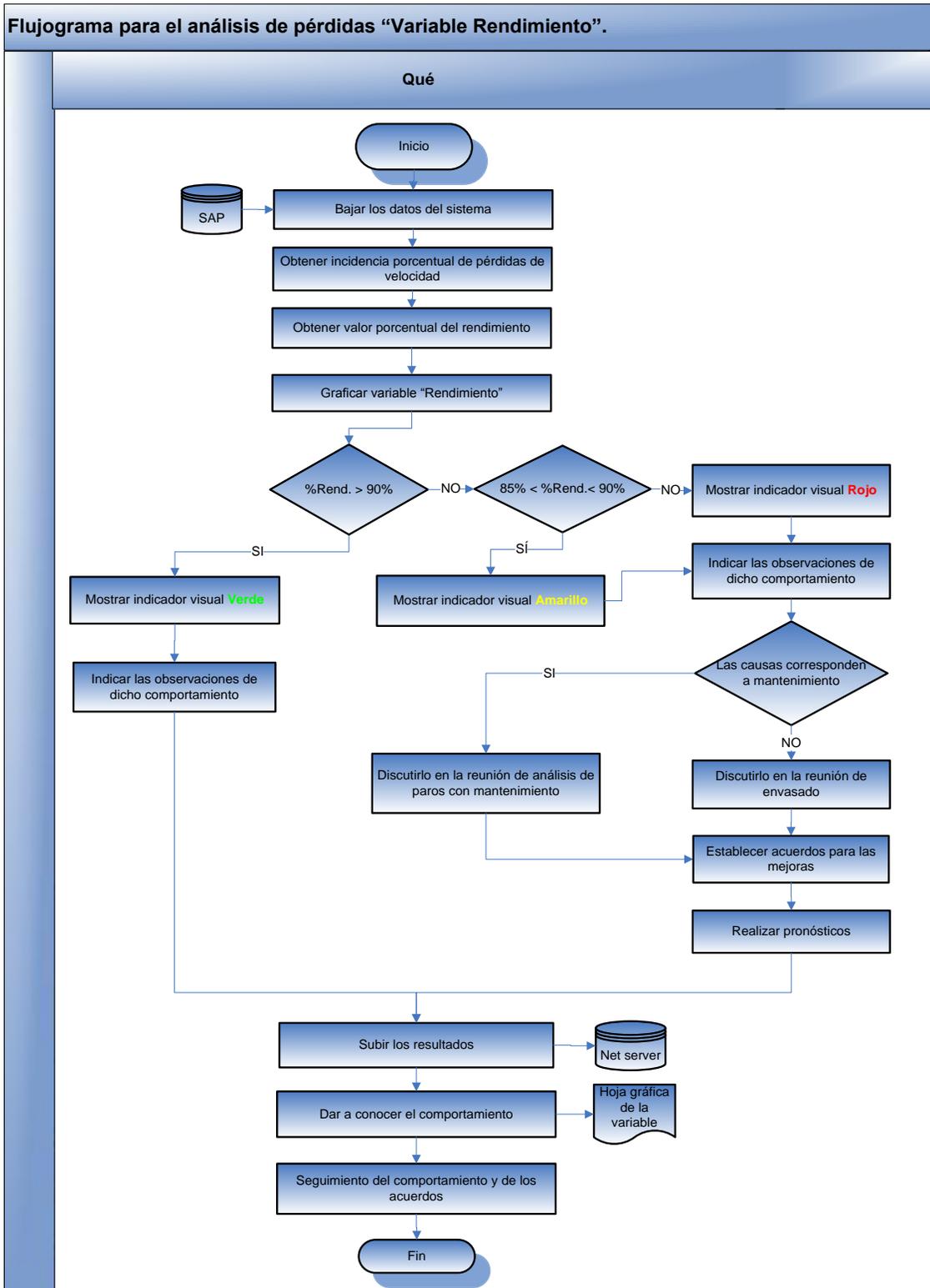
Los gráficos de cada uno de ellos se muestran de manera particular, ya que existen pequeñas variantes en cuanto a la manera en que se establecen los análisis.

Figura 26.



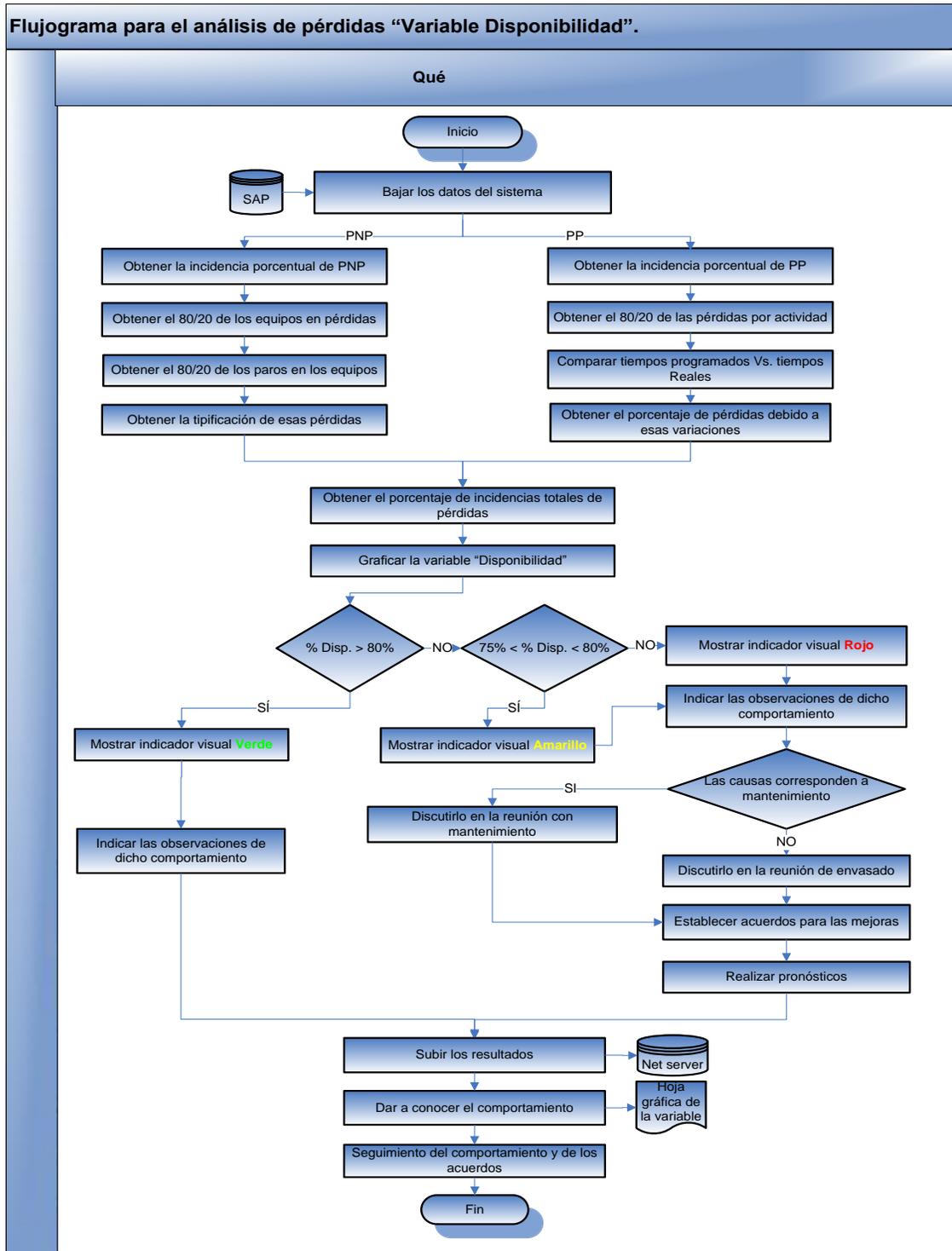
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27.



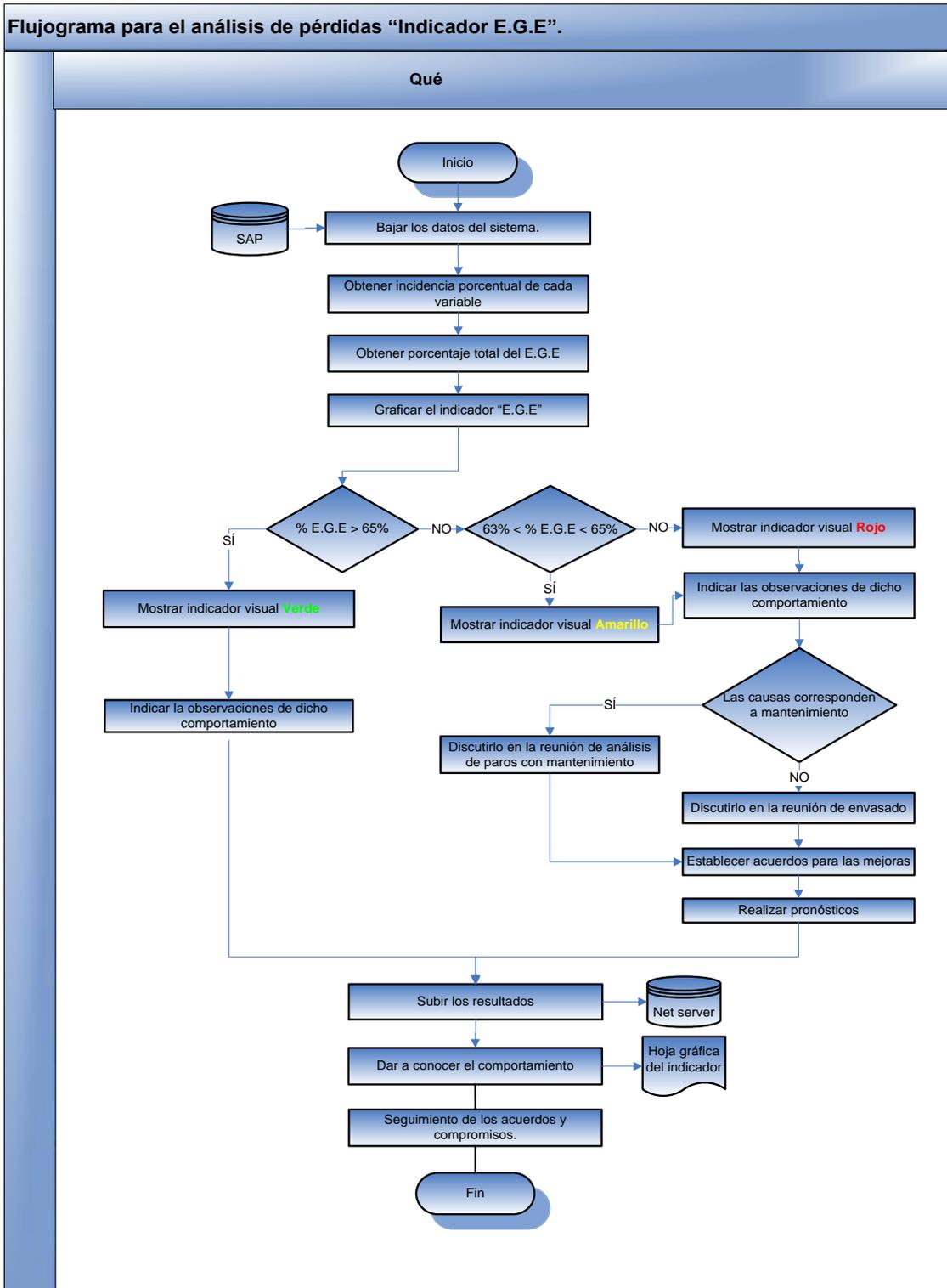
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29.



Fuente: Elaboración propia.

De manera general, el procedimiento que se utiliza para el análisis de pérdidas es el mismo para cada variable, a excepción de la disponibilidad, que requiere de una mayor cantidad de pasos para lograr establecer las pérdidas.

Todo el procedimiento de análisis, inicia obteniendo la incidencia porcentual de la pérdidas del E.G.E o de cada variable para luego, realizar la gráfica respectiva, la cual, se acompaña de un indicador visual que facilita el entendimiento de los resultados ya que cada color tiene un significado que se asocia con los rangos que se han establecido para cada variable.

A continuación se muestra la tabla que resume para cada indicador el rango y el señalamiento visual que corresponde a cada uno de ellos, de acuerdo a su comportamiento.

Tabla 7.

RANGO DE INDICADORES DE ENVASADO						
Versión 1 Actualizada al 1 de Julio del 2007						
No.	Indicadores	Elaborados	Verde	Amarillo	Rojo	Mundial
4	Calidad envasado cerveza línea Krones.	Mensual	≥ 99.5%	≥ 99% y < 99.5	< 99%	100%
8	Disponibilidad envasado cerveza línea Krones	Semanal	≥ 80%	≥ 75% y < 80%	< 75%	N/A
12	EGE envasado cerveza línea Krones	Mensual	≥ 65%	≥ 63% y < 65%	< 63%	N/A
32	Rendimiento de envasado Krones Puesta a Punto	Mensual	≥ 85%	> 80% y < 85%	< 80%	95%
37	Rendimiento de envasado línea Krones	Mensual	≥ 90%	≥ 85% y < 90%	< 85%	N/A

Fuente: Área de Envasado.

La referencia para cada color es la siguiente:

- ▮ **Verde:** Bien, se alcanzó o superó la meta.
- ▮ **Amarillo:** Se está acercando a la meta.
- ▮ **Rojo:** Esta muy lejos de alcanzar la meta.

Sea cual sea el indicador visual correspondiente, se deben realizar las *observaciones* respectivas para justificar dicho comportamiento, mostrando a su vez los porcentajes de pérdidas además, para las dos últimas condiciones, se deben plantear y ejecutar obligatoriamente planes de acción o proyectos de mejora que ayuden a alcanzar la meta establecida.

Luego de que este supervisor, tiene los datos completos, realiza la *Reunión de análisis de paros* con algunos de los responsables de mantenimiento para presentarle los inconvenientes semanales y establecer coordinadamente los planes de acción que permitan atacar las incidencias críticas, estos acuerdos se reflejan en las “Acciones” del formato reporte, en donde se describe además, las fechas y los responsables de la ejecución. Cuando las causas o pérdidas no se atribuyen al área de mantenimiento, estas se discuten internamente en la reunión del área de envasado, pero algunas veces dependiendo del caso, aunque sean por problemas operativos, se pide el apoyo al área de mantenimiento para que ayuden a capacitar al personal.

Una vez que este responsable tiene los acuerdos entre ambas áreas, realiza una proyección del indicador o de las variables del mismo, en base a las mejoras que han de desarrollarse en el siguiente período. Posteriormente, actualiza las gráficas en el Net Server con lo cual, los diferentes usuarios del sistema pueden conocer los resultados del indicador, esta actualización debe ejecutarse en los primeros diez días del mes (para la variable “Disponibilidad”, también debe hacerse semanalmente). Además, en los murales del área de envasado, se dan

a conocer los resultados a los distintos colaboradores del área que no tienen acceso al sistema. Con los datos obtenidos, el Jefe de envasado también participa en reuniones semanales, donde presenta las pérdidas a los demás Jefes de área. En ellas, se establecen acuerdos para la ejecución de nuevos planes o acciones que permitan la mejora del indicador y el seguimiento de los acuerdos que se han venido planteando con el área de mantenimiento.

II.4.1. Cómo se incentiva al personal a obtener mejores resultados.

Los indicadores están en un flujo de arriba hacia abajo en cuanto a la proposición y de abajo hacia arriba en cuanto a ejecución, por lo tanto debe buscarse la manera de que todo el personal del área se involucre en las actividades destinadas a la mejora de cada uno de ellos.

Para lograr ese involucramiento, la compañía ha desarrollado la metodología de evaluación BSC (Balance Score Card) la cual, trata de un nuevo concepto gerencial destinado a mejorar el rendimiento de las áreas productivas a través de la alineación de sus procesos. En el área de envasado, esta herramienta se aplica desde hace un año de dos maneras particulares que son conocidas como la TDE³⁷ y BSC³⁸; la primera se dirige al personal operativo del área de envasado y la segunda para los supervisores de línea y jefes de área, sin embargo, el principio de aplicación para ambas tarjetas es la misma.

En estas tarjetas, se toman como punto de partida el comportamiento de todos los indicadores que rigen las actividades internas del área de envasado y son las herramientas que permiten que el personal en todos los niveles del área, apoyen y se comprometan con aquellos proyectos y acciones que mejoren cada indicador que se evalúa, con su ejecución y cumplimiento se optimizan los recursos que el área utiliza, lo que a su vez genera ahorros para la empresa.

³⁷ Ver Anexo II.15: Tarjeta de evaluación del desempeño de los operadores.

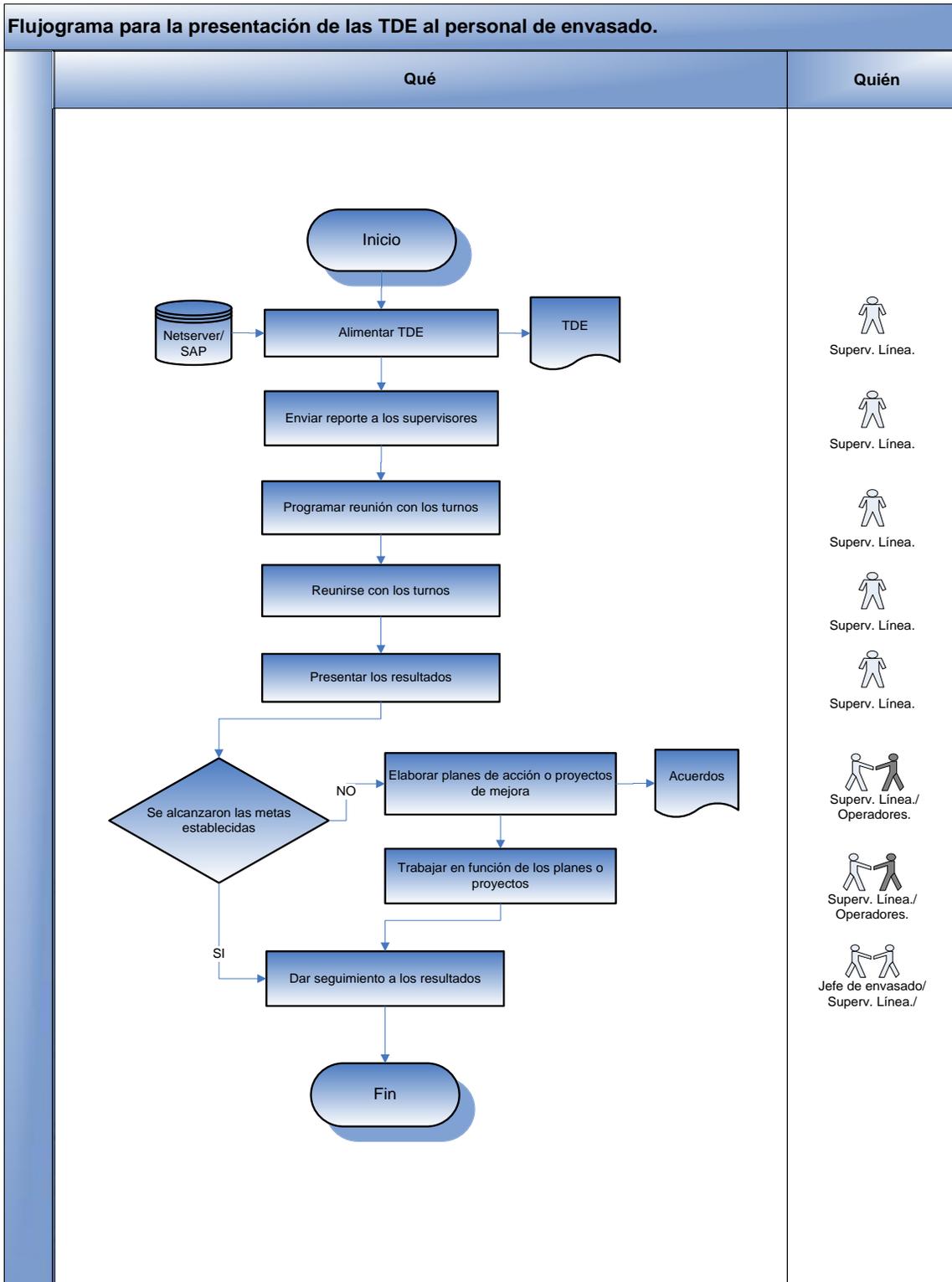
³⁸ Ver Anexo II.16: Tarjetas de evaluación del desempeño de los supervisores de línea.

Para que los resultados de esta evaluación puedan darse a conocer a los operadores, se requiere que el supervisor encargado de realizar el análisis referente a la línea Krones, elabore el reporte de la TDE apoyándose en la carpeta de “*Indicadores Reporte*” que existe en el Netserver.

Esta evaluación se realiza por línea, pero una vez que se han obtenido los resultados, se hace un promedio grupal, lo cual representa la evaluación general de las actividades de operación del área.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo que presenta la secuencia de actividades que ejecuta este responsable y que están relacionadas con dar a conocer los resultados de dichos indicadores.

Figura 30.



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente la meta establecida para la TDE corresponde a un valor del 75%. El cálculo, se realiza con una hoja de Excel, en la cual, al ir ingresando los resultados de cada indicador el sistema automáticamente establece la calificación, teniendo en cuenta los parámetros establecidos para el ponderador de cada indicador específico, lo que al final permite obtener un puntaje porcentual del total de la evaluación.

Cuando la TDE ya ha sido totalmente alimentada, el responsable de su elaboración, envía por correo los resultados a los demás supervisores de línea, entre ellos se define si se podrá hacer una sola reunión o si es necesario de que cada supervisor de a conocer los resultados en su turno respectivo. El factor que limita la ejecución de esta actividad es la programación de la producción para los días en que se debe realizar la presentación de los resultados. Una vez que se tienen reunidos los turnos, se realiza la reunión para dar a conocer los resultados, determinar qué fue lo que incidió en ese período y junto a ellos, establecer proyectos de mejora o planes de acción en función, de aquellos resultados que no hayan generado la mejor puntuación según, el ponderador asignado. Esta presentación de resultados, se lleva a cabo en los primeros quince días del mes.

De esta reunión se generan acuerdos para unificar esfuerzos en el logro de los objetivos planteados, sin descuidar aquellos indicadores que hayan obtenido una buena puntuación en el período. Esto fomenta el trabajo en equipo no sólo entre los operadores, sino entre ellos y los supervisores de línea. En función de esos acuerdos, cada supervisor de línea debe velar porque cada turno de trabajo colabore durante su jornada, con el cumplimiento de los planes o proyectos de mejora, los supervisores deben ejecutar un seguimiento continuo evaluando los avances en dos reuniones a la semana, las cuales son el foro en donde se plantean los problemas que han ocurrido e incluyen el análisis del impacto que estos tienen en la tarjeta de evaluación.

Como se mencionó anteriormente, la tarjeta de evaluación que se aplica para los supervisores de envasado es conocida como BSC, el principio de aplicación es la misma que la TDE, pero esta se evalúa individualmente para cada supervisor ya que existen ciertos trabajos compartidos y específicos que estos desarrollan dentro del área. La meta establecida para esta tarjeta, corresponde a un valor del 85%. El jefe de envasado es quién alimenta la BSC y les da a conocer los resultados a cada supervisor de línea, en la reunión que él tiene semanalmente con el equipo de supervisión.

El área de envasado da a conocer oficialmente ambas tarjetas con una frecuencia mensual, pero a manera de incentivo, este sólo se obtiene por semestre, una vez que las tarjetas se envían a recursos humanos para hacerla efectiva en su respectivo salario y únicamente el jefe de envasado puede realizar cambios en los indicadores, parámetros y aspectos que se evalúan.

Dentro del área de mantenimiento también se evalúan las TDE y BSC para los ejecutores y supervisores de mantenimiento respectivamente. En el caso de las TDE, estas se evalúan por departamentos: Mecánicos, Eléctricos e Instrumentistas. Los indicadores específicos que se califican son:

- ✓ Costos de mantenimientos correctivos.
- ✓ Pérdida de disponibilidad.
- ✓ Puesta a punto.
- ✓ Cumplimiento del plan.
- ✓ Eficiencia de ejecución de Mano de Obra.
- ✓ COLPA.
- ✓ AMEF.
- ✓ Consumo de energía eléctrica.

Para los tres departamentos del área de mantenimiento, la TDE contiene los mismos indicadores y ponderadores, sin embargo la escala establecida para evaluar el indicador de “Pérdidas de disponibilidad” varía de un departamento a

otro. Para el caso de los supervisores, esta evaluación la realizan tomando en cuenta el desglose de tres factores que se muestran a continuación:

Tabla 8. Factores que se incluyen en la BSC de los supervisores de mantenimiento.

FACTORES	INCLUYE	OBJETIVOS
Proyectos TPM.	Procesos asignados al departamento.	Mejorar la productividad y capacidad de gestión del departamento.
	Proyectos de mejora.	Disminuir las pérdidas de disponibilidad de envasado.
	Implementación del proyecto AMEF.	Minimizar el impacto de las fallas correctivas más importantes del área.
	Participación del proceso de gestión del personal.	Reducción de brechas del personal.
Indicadores de planta	Seguridad Industrial.	Levantar nivel de conciencia para la seguridad industrial.
	Pérdidas de disponibilidad de las líneas de envasado.	Cumplir con los cronogramas de los proyectos de mejora.
	Puesta a punto de líneas de envasado.	Cumplir con los cronogramas de los proyectos de mejora.
	Indicadores de mantenimiento.	Implementar medidas para mejorar los indicadores de desempeño de mantenimiento
	Riesgo del quiebre de stock.	Control de costos y presupuesto.
Proyectos varios	Proyectos varios	Ejecución de trabajos en tiempo y con calidad.
	Implementación de OSHAS 18000.	Preparar condiciones para la certificación de OSHAS 18000.
	Unificación de compra de repuestos genéricos.	Reducir costos de compra de repuesto mediante la unificación de repuestos.

Fuente: Área de mantenimiento.

Al igual que en el área de envasado, a los supervisores de mantenimiento se les incluyen en su BSC algunas actividades específicas que desarrollan dentro del área, en las cuales no todos participan debido a la carga de trabajo que se tiene programada en ese período.

La meta para obtener el premio monetario que el área de mantenimiento ha establecido en relación a la TDE, corresponde a un valor del 75% y en el caso de la BSC es del 80%. Este premio se obtiene a manera semestral.

Entre los indicadores que se comparten entre ambas áreas están la “Puesta a punto” y las “Pérdidas de Disponibilidad” lo que ha permitido un involucramiento más profundo entre ejecutores, operadores y supervisores de ambas áreas para alcanzar en conjunto las metas establecidas para cada actividad.

La evaluación del desempeño de los ejecutores de mantenimiento, empezó a realizarse hace aproximadamente un año atrás, por lo que para ellos ha significado obtener un incentivo monetario por su esfuerzo de mejorar los aspectos fundamentales que se evalúan dentro de su área respectiva, con lo cual mantenimiento, ha podido obtener mejores resultados en el desempeño de sus actividades.

II.5. Verificar cómo se desarrollan las necesidades y oportunidades de mejoramiento de los equipos.

Definir las necesidades de mejoramiento de los equipos de la línea Krones, constituye uno de los elementos más importantes para lograr mejoras que impacten directa o indirectamente en las tres variables del indicador E.G.E, puesto que con su ejecución, se logran definir y orientar actividades que permitan mejorar las deficiencias que las máquinas presentan durante los períodos de producción.

El desarrollo de esta quinta etapa de gestión, se realiza mediante una labor conjunta del área de envasado y mantenimiento teniendo bajo consideración la aplicación de los siguientes procesos de la metodología del TPM:

- ✓ Corrección de fallas.
- ✓ Funcionamiento eficaz.
- ✓ Mantenimiento autónomo.
- ✓ COLPA.

A continuación se profundizará en cada una de ellos, con el objetivo de explicar cómo se llegan a establecer las mejoras para los equipos, a través de su respectivo desarrollo.

II.5.1. Corrección de fallas.

Para este proceso clave de la metodología del TPM, las áreas involucradas toman como base, el reporte de las pérdidas de los equipos, analizando posteriormente, qué mejoras deben implementarse para evitarlas.

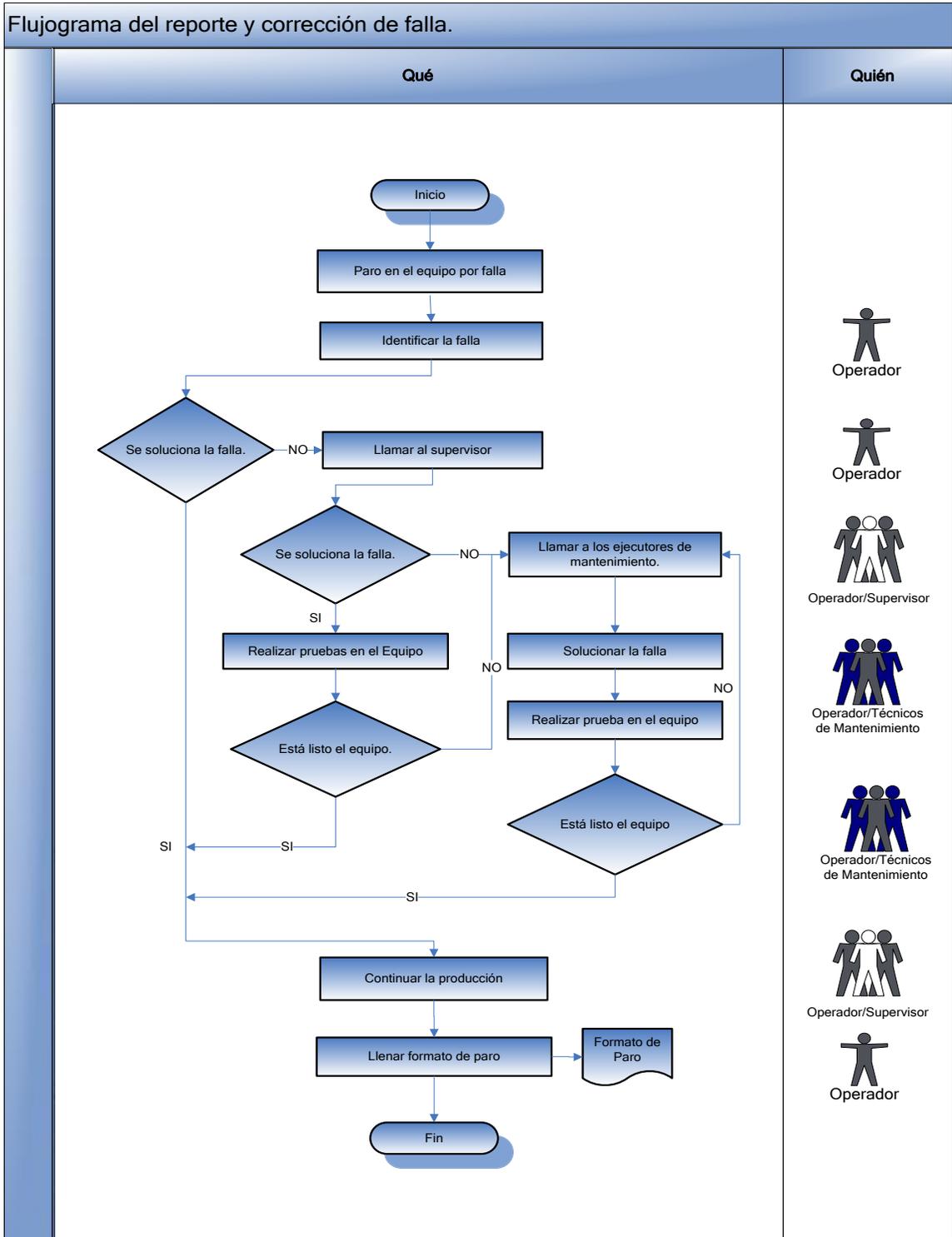
Los elementos que se consideran dentro de los reportes de pérdidas son:

- ✓ La identificación de la falla en el equipo.
- ✓ La relación de la pérdida identificada con el catálogo de falla.
- ✓ La exactitud del código de la falla, entre el operador de la máquina que generó el paro y el operador de la *Llenadora*.

Actualmente, para mantener una comunicación más fluida entre operadores, supervisores de línea y ejecutores de mantenimiento, se les ha asignado radios de comunicación, priorizando a los operadores de los equipos tales como: *llenadora, lavadora de botellas, etiquetadora y a los robots*, con el objetivo de agilizar la comunicación entre ellos cuando ocurren problemas durante la producción.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo que presenta la gestión que las áreas involucradas realizan en el momento en que se genera alguna falla dentro de los equipos que conforman dicha línea productiva.

Figura 31.



Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar cada llena, se obtiene su respectivo reporte de fallas, con el cual, se alimenta el historial de pérdidas de los equipos dentro del sistema SAP. Con dicho historial, se aplica la metodología de AMEF la cual, implica un proceso sistemático para identificar las fallas potenciales que se generaron durante la producción en la línea Krones, los factores considerados para su implementación cumplen con algunos de los siguientes señalamientos:

- ✓ Que el tiempo de pérdida provocado por la falla sea mayor a 30 minutos.
- ✓ Que su frecuencia sea repetitiva.

Esta metodología se aplica con el propósito de eliminar o minimizar el riesgo de falla asociado a los equipos. Con ella, se facilita el análisis de la confiabilidad del sistema y se documenta el proceso mediante el “*Formato de Análisis de Modo y Efecto de Fallas*”³⁹ el cual, especifica toda la información recolectada y analizada para lograr ejecutar la corrección de fallas además, se registran las acciones correctivas/preventivas que se implementaron en la búsqueda de dichas soluciones.

La herramienta que se utiliza para desarrollar la metodología AMEF es el diagrama “Causa – Efecto” con el fin, de asegurar que se profundice en los factores de: **M**áquina, **M**ano de obra, **M**étodo y **M**ateriales. Este análisis es realizado por el *Comité de Paros*, el cual está conformado de la manera siguiente:

³⁹ Ver anexo II.17: Formato para la aplicación de AMEF.

Tabla 9.

Comité de Paros: Envasado/Mantenimiento		
Quiénes	Asunto	Cuándo
<ul style="list-style-type: none">✓ Operador✓ Supervisor de línea✓ Técnico de Mantenimiento✓ Supervisor de Mantenimiento.	Análisis de paros. Avisos Enviados.	Jueves

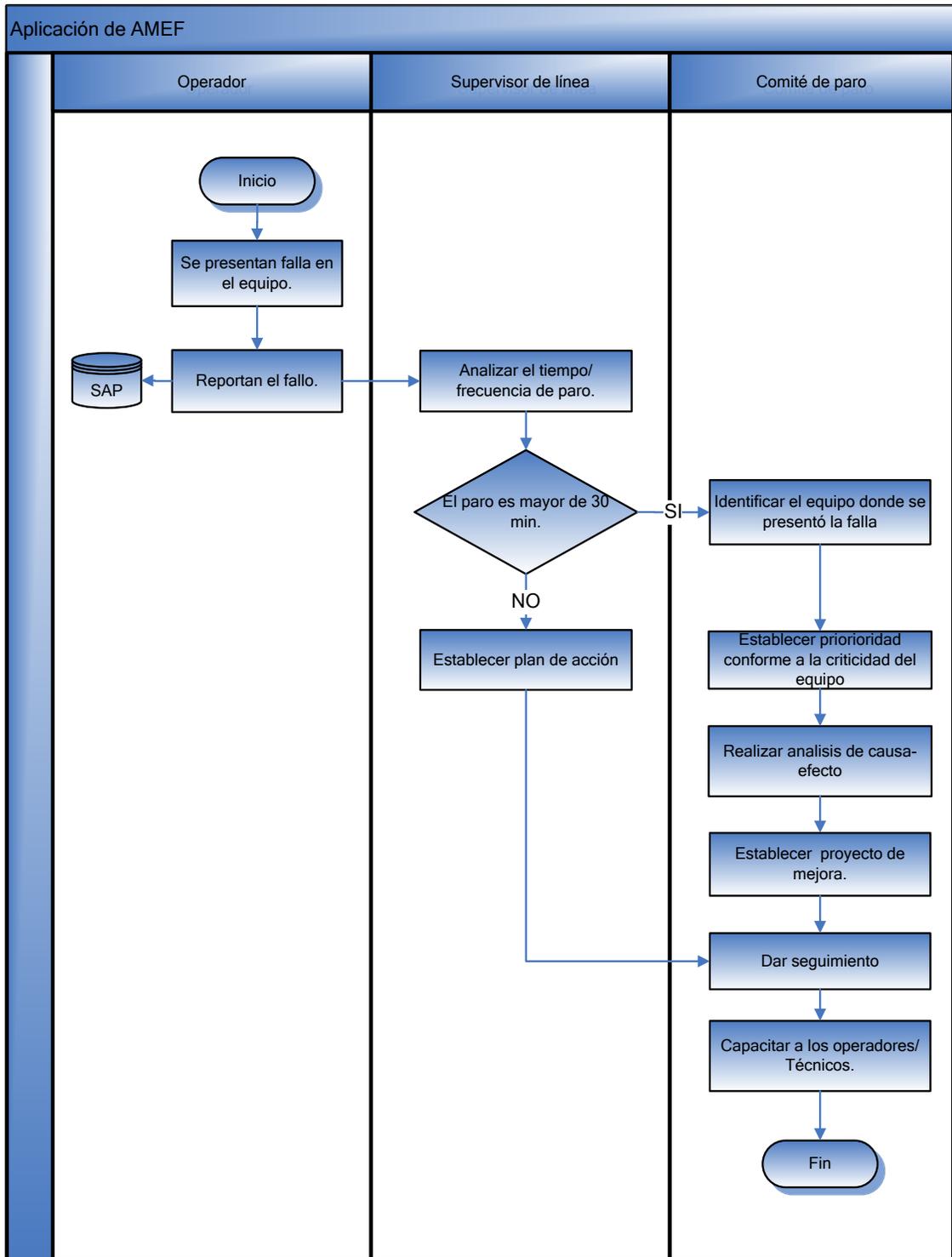
Fuente: Elaboración propia.

Las personas que integran el comité, son aquellos que estuvieron presentes al momento en que se solucionó la falla que este siendo analizada. Una vez que el comité de paros logra identificar las causas que generaron las fallas y las acciones a implementarse con sus respectivos responsables y fechas de ejecución, los supervisores de línea se encargan de velar por el cumplimiento de dichas acciones con el apoyo de los ejecutores de mantenimiento, para que de esta manera, se pueda prevenir la recurrencia de las mismas.

Si con las medidas implementadas se logra solucionar la falla del equipo, mantenimiento capacita a los operadores de los demás turnos así como, a los demás ejecutores de mantenimiento, con el objetivo de que todo el personal domine las causas, los efectos y las medidas (asociadas a la falla) que se implementaron en el equipo.

En el caso de que las medidas implementadas no solucionen la falla que se genera, el comité de paros se reúne nuevamente hasta lograr definir la causa raíz del problema. El procedimiento para desarrollar la metodología AMEF para los equipos, se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 32.



Fuente: Elaboración propia.

La evidencia de todos los análisis realizados bajo esta metodología, se puede encontrar en una carpeta llamada *AMEF* dentro del Netserver.

El responsable de los análisis y de las actualizaciones respectivas es el área de mantenimiento. Sin embargo, a partir de Octubre del 2007, hasta el cierre de investigación de esta etapa (Junio 2008), dicha carpeta no presentaba su respectiva actualización.

En este sentido el área responsable de esta actividad, alegó que con el traspaso de toda la información hacia el sistema SAP, en los primeros meses como era de esperarse, existían en el sistema debilidades que no permitían un análisis fiable, por lo que el responsable decidió esperar unos meses para mostrar la información, hasta que el nuevo sistema haya adquirido cierta madurez.

Por otro lado, existe una actividad que el área de envasado y mantenimiento realizan diariamente en conjunto, para definir las necesidades de mejoramiento de los equipos, esta actividad es *la entrega y rotación de turno*, realizadas con una frecuencia de dos a tres veces al día según el plan de producción semanal⁴⁰. Esta actividad se lleva a cabo, en la sala de los supervisores de envasado.

Al realizarse el cambio de turno (Ver figura 33), deben estar presentes:

- ✓ El supervisor que entrega y el que recibe el turno.
- ✓ Los ejecutores de mantenimiento del turno saliente.

⁴⁰ Ver Anexo II.18: Plan de producción semanal.

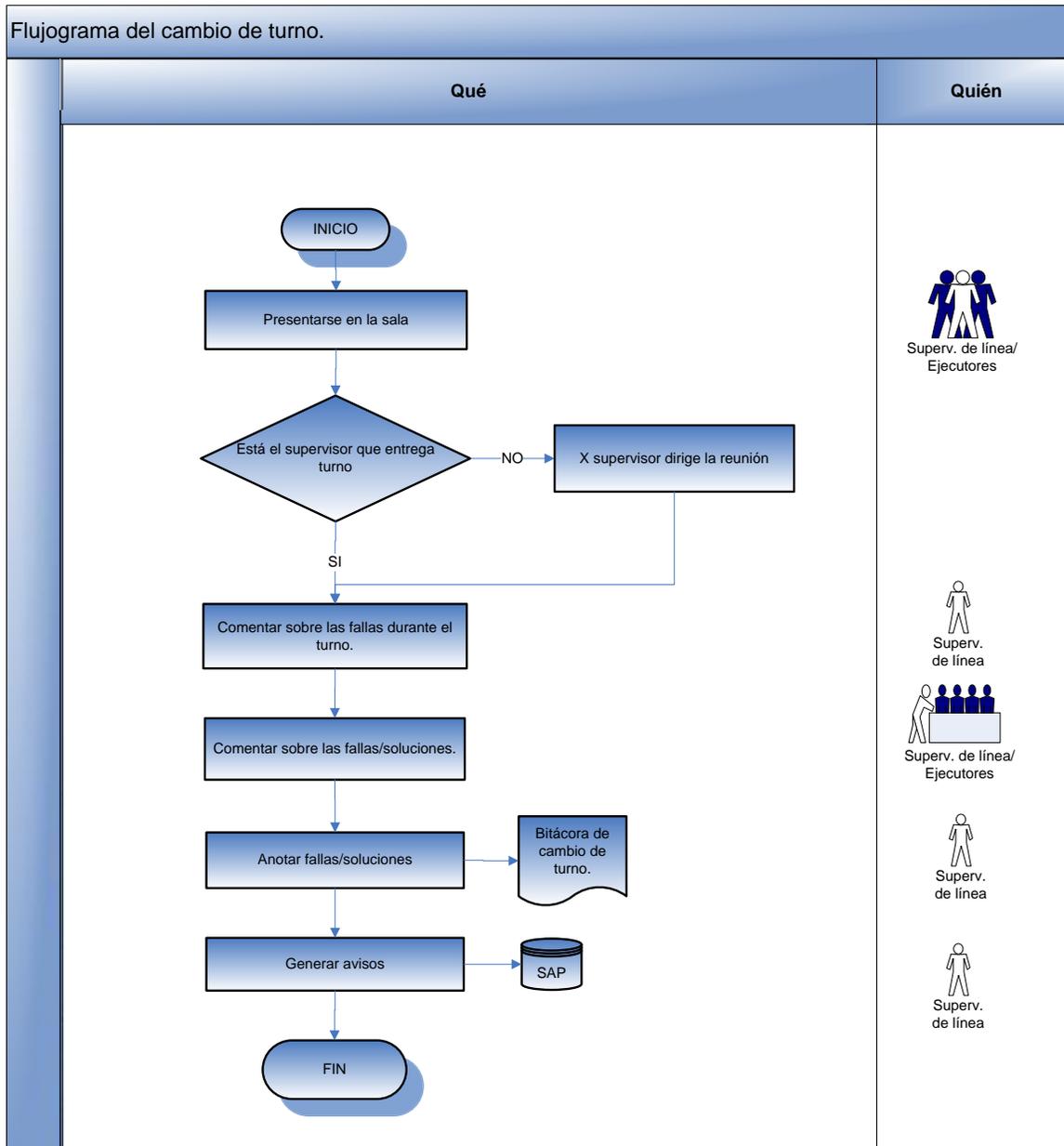
El supervisor de envasado que *entrega el turno*, debe dirigir la reunión y en base a los comentarios realizados por ambas partes anota en bitácora los problemas y soluciones que se dieron durante el turno y además, anotan aquellas actividades que están pendientes a realizar. Otros datos que se especifican en la bitácora son:

- ✓ Duración del cambio de turno.
- ✓ Nombres de los técnicos y de los supervisores que entregan y reciben el turno.
- ✓ Y firma del supervisor que dirigió la reunión.

Una vez que finaliza la entrega de turno, el supervisor de línea saliente se encarga de generar los avisos hacia mantenimiento y establecer el seguimiento que le permita saber si esta área realizará las mejoras respectivas durante las actividades de mantenimiento del fin de semana.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo que establece las actividades que se realizan al momento en que efectúan los cambios de turno.

Figura 33.



Fuente: Elaboración propia.

Esta es la única entrega que se realiza al finalizar cada turno de envasado por su parte, los ejecutores de mantenimiento salientes no realizan entrega a los ejecutores entrantes dentro de su área ya que como se mencionó anteriormente en la reunión con envasado solamente están presentes los ejecutores salientes.

II.5.2. Funcionamiento eficaz.

El Funcionamiento eficaz es un proceso soporte de la metodología de TPM, consiste en la realización de reuniones periódicas internas y externas al área de envasado para revisar su desempeño a todo nivel. Actualmente, representa un mecanismo de comunicación y retroalimentación entre todos los involucrados, ya que en dichas reuniones, se comparte la situación de todas las áreas, incluyendo el análisis del impacto que tienen las dificultades presentadas entre una área y otra.

A continuación, se presenta el resumen de las reuniones internas del área de envasado y los puntos específicos que se discuten en cada una de ellas:

Tabla 10. Reuniones internas del área de envasado.

FUNCIONAMIENTO EFICAZ			
Área	Quiénes	Qué	Cuándo
Envasado	Operador/ Supervisor de línea	Indicadores	Viernes cada 15 días.
		TDE	
	Supervisor de línea/ Jefe	Indicadores.	Martes
		TDE y BSC	
		Puntos varios	
	Jefe/ Gerencia de producción	Indicadores	2 veces/mes
		Puntos varios	

Fuente: Elaboración propia.

Todas estas reuniones se llevan a cabo de manera sistemática y en ellas, se retoma el análisis del indicador E.G.E, porque como se explicó en la etapa cuatro, este forma parte de las tarjetas de evaluación del desempeño dentro del área.

El objetivo de estas reuniones, es brindar un seguimiento continuo a los problemas que se generan dentro de la línea y discutir además, las limitantes y progresos que han habido para cada una de las actividades planificadas según los diferentes niveles. Durante estas reuniones, el responsable de cada actividad muestra los avances respectivos y si alguno de los acuerdos que se plantearon no se ejecutó en tiempo y forma, se discute el por qué no se realizó y se llega a un consenso para establecer una nueva fecha de ejecución para lograr la meta establecida de ese proyecto o plan.

Por otro lado, en el área de mantenimiento también se han establecido reuniones que se realizan de manera periódica y a nivel interno, con el objetivo de brindar un seguimiento continuo de las actividades que el área realiza.

La siguiente tabla, muestra las frecuencias y los puntos que se discuten en cada una de las reuniones que esta área tiene establecida.

Tabla 11. Reuniones internas del área de mantenimiento.

FUNCIONAMIENTO EFICAZ.			
Área	Quiénes	Qué	Cuándo
Mantenimiento	Ejecutor / Supervisor	Indicadores	Miércoles
		Cumplimiento del plan	
		Problemas en la ejecución de las órdenes.	
		TDE	
	Supervisor/ Jefe	Indicadores	Viernes
		Planes de mantenimiento	
		Revisión final de acuerdos	
		TDE y BSC	
	Jefe/Gerencia de producción	Indicadores	2 veces/mes
		Seguimiento TPM	

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en cuadro anterior, el personal de mantenimiento se reúne semanalmente. Para las reuniones, se estableció una agenda típica⁴¹, en la cual se detallan los aspectos a discutirse.

Ahora que se ha dado a conocer el tipo de reuniones que cada una de las áreas de envasado y mantenimiento realizan de manera individual, se muestra a continuación una tabla resumen con la información referente a la reunión ejecutada semanalmente de manera conjunta para discutir sobre los aspectos detallados.

⁴¹ Ver Anexo II.19: Agenda típica de las reuniones de mantenimiento.

Tabla 12. Reuniones entre el área de envasado y mantenimiento.

FUNCIONAMIENTO EFICAZ			
Área	Quiénes	Qué	Cuándo
Envasado/ Mantenimiento	Supervisor de Envasado/ Supervisores Mantenimiento	Análisis de Falla	Jueves
		Puesta a Punto	
		Cumplimiento de avisos	

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar cada reunión, independientemente del área en que se lleve a cabo, se genera una acta que documenta la asistencia y cumplimiento de esta actividad, además se detallan los acuerdos generados, especificando al responsable de las actividades y su fecha de cumplimiento, de manera que exista evidencia para controlar e informar las gestiones que han de realizarse y el alcance que tendrá cada área para cumplir con los acuerdos.

II.5.3. Mantenimiento Autónomo.

El mantenimiento autónomo es un elemento clave según la metodología de TPM, este tipo de mantenimiento consiste en integrar en grupo a los operadores de la línea para realizar cualquier actividad relacionada con una función de mantenimiento que pretende mantenerla operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción.

Para lograrlo, se ha brindado a los operadores formación básica para que puedan desarrollar las actividades relacionadas con sus propios equipos, dentro de los cursos que han recibido hasta la fecha se pueden mencionar: Hidráulica básica, Electricidad industrial, Refrigeración, entre otros. Con esta preparación, se ha logrado incluir a los operadores en las siguientes actividades:

- **Realizar limpiezas:** Los operadores ponen en práctica el lema: “Limpieza es inspección”, esta actividad les permite descubrir anormalidades y buscar fuentes potenciales de contaminación del producto.

- **Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles:** Los operadores participan en mejoras dirigidas a eliminar la contaminación y/o posibles fugas de lubricante, aire, vapor, soda cáustica, entre otros suministros que se utilizan durante el proceso. Además, contribuyen a mejorar las áreas inaccesibles para facilitar la realización de las actividades de limpieza e inspección de los equipos.

- **Desarrollo de los requisitos de limpieza y lubricación:** En estas actividades los operadores proponen, según su experiencia, las tareas estándar para el cumplimiento de estas actividades (checklist). En dichos checklist, se especifica qué se debe hacer, dónde, cuándo y los tiempos empleados. Para realizarlos se tuvo que decidir qué partes del equipo necesitan limpieza, qué procedimientos y formatos hay que utilizar, cómo inspeccionar el equipo, cómo juzgar anormalidades, entre otros. Con estos checklist se ha ayudado a los operadores a realizar las actividades de limpieza con mayor confianza y habilidad.

- **Inspecciones generales de los equipos:** Los operarios han sido instruidos en los aspectos comunes de los diferentes equipos, así como en las peculiaridades de cada uno. Tienen conocimientos y han recibido entrenamiento sobre la tecnología básica de sus equipos y además ponen en práctica lo aprendido para encontrar anormalidades. Generalmente, en las inspecciones que se realizan, se promueve el control visual.

- ***Inspecciones generales de los procesos:*** Los operadores participan en la actualización de los checklist utilizados en las diferentes etapas del proceso, proponiendo mejoras necesarias para que las actividades incluidas puedan realizarse en el tiempo y con la frecuencia definida como meta. Colaboran en la revisión de los métodos y tiempos estándares para las limpiezas, inspecciones y lubricaciones. Además, ayudan a verificar si las tareas pueden o no ser realizadas dentro del horario de trabajo para así, proponer mejoras que ahorren tiempo si es necesario.

Para ello, el área de envasado consulta también con el departamento de mantenimiento sobre los puntos de inspección que deben incluirse, dejando así, bien especificada la asignación de las tareas para evitar omisiones. Además, con ellos se discute si puede elevarse el nivel de conocimiento necesario de los operadores para realizar las inspecciones básicas.

- ***Organizar y Ordenar el lugar de trabajo:*** La compañía, facilita los medios para lograr espacios laborales seguros y confortables, pero esto también es responsabilidad de los operadores, quienes con sus hábitos hacen la diferencia. Esta actividad se evalúa mediante la técnica COLPA, la cual se describe a continuación.

II.5.4. COLPA.

Desde el año 2006, se han incorporado las actividades de COLPA en las áreas productivas, esta técnica tiene como base la teoría de las 5's de calidad y es evaluada como un elemento soporte de la metodología TPM.

Las siglas que conforman su nombre, son guías de las acciones a ejecutarse por cada uno de los colaboradores de las áreas, los cuales deben cumplirlas desde su puesto de trabajo. Dichas siglas hacen referencia a:

- ❑ **Clasificar:** Agrupar y disponer según naturaleza y frecuencia de uso.
- ❑ **Ordenar:** Cada ítem en un sitio específico.
- ❑ **Limpiar:** Sitio pulcro, agradable y seguro.
- ❑ **Prevenir:** Evitar acumular cosas sin uso, desorden y suciedad.
- ❑ **Auto controlar:** Reforzar **COLPA** como hábitos personales.

Esta técnica permite mantener los estándares de orden y limpieza con la participación de los operadores, con el fin de prevenir accidentes, daños en las personas o equipos, incrementar la productividad laboral vía la ubicación rápida de los materiales, herramientas, así como de la información que requieren para realizar sus labores, promoviendo de ésta manera elevar la calidad de vida en el trabajo de cada uno de ellos.

Con la implementación de esta técnica en el área de producción, se establecieron zonas para ser inspeccionadas por un grupo de personas que mensualmente actualizan el reporte del "*Indicador COLPA*", dentro del Netserver.

Para la verificación del cumplimiento de esta técnica, los evaluadores se guían con un listado de actividades y puntos a verificar según la zona a inspeccionar, la línea Krones, conforma la *Zona 1* de inspección y todos los hallazgos provenientes de cada evaluación realizada, se documentan en una “Hoja de registro de situación del proyecto COLPA”⁴², en donde muestran las debilidades y mejoras que deben implementarse en ellas. Esta hoja de registro, se encuentra disponible a los usuarios del Netsserver.

Los resultados de este indicador⁴³ son evaluados dentro de las TDE y BSC del área de envasado, de esta manera el área fomenta el trabajo en equipo, ya que todos deben asumir la responsabilidad en el cumplimiento de las guías de este indicador, además los responsabiliza a participar en las mejoras y alcanzar la meta establecida.

Para finalizar esta etapa de verificación, puede recalcarse que de las actividades explicadas en esta no existen acciones con mayor o menor importancia en la prioridad de su ejecución. Cada una de ellas, con las diferentes gestiones que involucran, juega un papel muy importante para poder obtener el desarrollo de las necesidades y oportunidades de mejoramiento de cada uno de los equipos de la línea Krones.

⁴² Ver Anexo II.20: Hoja de registro de situación del proyecto COLPA.

⁴³ Ver Anexo II.21: Ficha de indicador COLPA.

II.6. Verificar cómo se desarrollan las necesidades y oportunidades de mejoramiento de preparación o recambio.

Las necesidades y oportunidades de mejoramiento de las actividades de preparación o recambios constituyen otro factor clave que deben considerarse para poder mejorar los tiempos de pérdidas que afectan a las variables de disponibilidad de la línea Krones. Estas tareas, hacen referencia a las siguientes actividades: Arranques, Cambios de presentación, Cambios de marca y Saneo y son mejor conocidas como *Paros Programados (PP)*.

La frecuencia con que deben ejecutarse cada una de estas actividades depende directamente de la planificación que se realiza para llevar a cabo la producción semanal, lo que a su vez, depende de la demanda del producto en el mercado nacional y extranjero.

Actualmente, el formato utilizado para mostrar la planificación, se conoce como, *Plan de producción semanal* (Ver anexo II.18) el cual, es elaborado por el área de planificación, según la rotación de productos que se reflejan en los informes enviados por BPT y las proyecciones de venta del período. En dicho plan se especifican:

- ❑ Los días de producción.
- ❑ La línea en que se llevará a cabo el envasado.
- ❑ La frecuencia de preparación o recambios en la línea.
- ❑ Cantidad y presentación de las unidades a producirse.
- ❑ La rotación del personal (Turnos).

Una vez que el área de planificación da a conocer el plan de producción, el área de envasado, podrá calcular cuál será la pérdida de disponibilidad a causa de las diferentes frecuencias con que se han de efectuar los PP, ya que como se explicó en el Capítulo 1, cada una de estas actividades tiene su tiempo de ejecución definido. A continuación se explica en que consiste cada una de las actividades que conforman este tipo de paros.

II.6.1. Arranque.

El arranque consiste en preparar los equipos antes de iniciar la producción planificada durante el inicio de la semana, dentro de estas actividades se incluye el calentamiento de la “Lavadora” y “Etiquetadora de botellas”, además del CIP de la “Llenadora”. El tiempo máximo permisible para efectuar este tipo de actividad es de 60 min.⁴⁴

II.6.2. Cambio de Marca.

Esta actividad consiste en hacer el cambio de Victoria a Toña o viceversa, siempre y cuando se tenga que envasar bajo la misma presentación (litro o regular). Para esta actividad, no se necesita realizar cambios drásticos en los equipos, a excepción de la máquina *Llenadora* y *Etiquetadora* de botellas. Mientras estos ajustes se llevan a cabo, en los demás equipos se realizan limpiezas. Para esta actividad, el valor meta establecido corresponde a 25 minutos⁴⁵.

⁴⁴ Ver anexo II.22: Ficha de actividad “Arranque”.

⁴⁵ Ver anexo II.23: Ficha de actividad “Cambio de marca”.

II.6.3. Cambio de presentación.

Esta actividad son las que se realizan cada vez que la línea finaliza una llena y debe pasar a llenar de envase litro a regular o viceversa, esta conlleva el cambio de formatos en todos los equipos. El valor meta establecido para esta actividad, corresponde a 150 minutos⁴⁶.

II.6.4. Saneos.

El “Saneos” consiste en actividades de limpieza y desinfecciones profundas en cada una de las maquinarias, pisos y área en la que se localiza la línea, al finalizar la llena semanal. La meta establecida para esta actividad corresponde a 300 minutos⁴⁷.

Como puede observarse en el Capítulo 1 (Figura 12), de todas estas actividades programadas, las que representan la mayor incidencia en la disponibilidad de la línea corresponden a las categorías de “Saneos” y “Paros planificados”, sin embargo estos últimos, corresponden a actividades que deben ejecutarse en la línea debido a solicitudes de las demás áreas que interactúan con envasado dentro de las cuales se pueden mencionar: pruebas de nuevos envases o de otros tipos de materiales, pruebas microbiológicas, entre otras. Por ello, si solamente se consideran las actividades ejecutadas directamente por envasado, esta nueva relación⁴⁸ (sin incluir la categoría de “Paros planificados”) indica que además del “Saneos”, los “Cambios de presentación” representan la mayor incidencia de este tipo de paros (80%).

⁴⁶ Ver anexo II.24: Ficha de actividad “Cambio de presentación”.

⁴⁷ Ver anexo II.25: Ficha de actividad “Saneos”.

⁴⁸ Ver anexo II.26: Nueva relación de PP ejecutados por el área de envasado.

Para hacer frente a la reducción de los tiempos en que se ejecutan ambas actividades, el área de envasado se ha dado a la tarea de aplicar la técnica de SMED a partir del mes de Octubre del año 2007.

Esta técnica ha permitido reducir los tiempos de pérdidas⁴⁹ (min.) provocadas por las actividades programadas, asegurando que todos los recursos estén en perfecto estado de trabajo, siempre considerando los factores de: tiempo y calidad. Con esta técnica, el operador realiza las preparaciones o recambios de acuerdo a su propio equipo y además, en conjunto con los ejecutores de mantenimiento realizan un chequeo de funciones, de manera que se puedan tomar a tiempo, las medidas necesarias en el caso de que algo no funcione apropiadamente.

Como parte de los resultados de estudios de tiempos y movimientos realizados por los supervisores de línea, en los últimos meses del año 2007, los tiempos de ejecución para las actividades de Saneamiento y CP, se han mejorado a través del incremento de la disponibilidad de herramientas y de personal, necesarias para sus respectiva ejecución. Además, con ello se ha colaborado en perfeccionar el método de trabajo que implementan los operadores.

Los ajustes de tiempos estándar que se establecen para cada una de las actividades programadas se realizan cada 6 meses, según el comportamiento histórico obtenido en este mismo período, obteniendo de ellos el punto máximo, el mínimo obteniendo así, el valor promedio de los valores respectivos.

⁴⁹ Ver anexo II.27: Comparación de tiempos de las actividades programadas con aplicación de SMED.

II.6.5. Puesta a punto.

Otro monitoreo que se realiza dentro de la línea Krones, es el “*Rendimiento Puesta a punto*”. El valor respectivo, se obtiene estableciendo la relación existente entre la velocidad nominal de la *Llenadora* (con respecto a la presentación que se está envasando) y la cantidad de botellas que salen de este equipo durante los primeros 60 minutos luego de que se efectúa un *Arranque*, *Cambio de presentación* o *Cambio de marca*⁵⁰.

Estos cálculos se realizan desde el mes de Noviembre del año 2006, y tienen como objetivo, que tanto los operadores como los ejecutores de mantenimiento, colaboren realizando los ajustes y las preparaciones respectivas en los equipos logrando a que la línea alcance su velocidad nominal en el menor tiempo posible, de manera que se generen ahorros significativos de los recursos que se utilizan.

El responsable de realizar este cálculo es el supervisor del turno de envasado el cual, lo administra desde un archivo electrónico dentro del Netserver⁵¹, en el que se detalla la fecha, la hora y la actividad para la cual se mide la puesta a punto.

Cuando el cálculo obtenido de la *Puesta a punto* obtiene un valor menor al 100%, en dicho formato se debe especificar qué fue lo que pasó, qué equipo afectó la actividad, por cuánto tiempo y además se detallan cuáles eran los ejecutores de mantenimiento, el supervisor de línea y el operador que estaban al momento en que se realizó dicha actividad.

⁵⁰ Ver anexo II.28: Ficha de actividad “Puesta a punto”.

⁵¹ Ver Anexo II.29: Hoja de cálculo para la “Puesta a Punto”.

Actualmente, se considera que la *Puesta a punto*, es la actividad que mide la calidad de las actividades realizadas por mantenimiento, ya que alcanzar o no el 100% del valor establecido dependerá en gran medida de las ejecuciones del personal de mantenimiento y de que tan involucrados estén al momento en que se ejecutan cualquiera de las actividades que se realizan para la línea. Además, los ejecutores de mantenimiento deben dominar el porcentaje obtenido para esta actividad ya que están incluidos como parte de la evaluación de su TDE.

Para el área de envasado, los turnos que durante el mes logran alcanzar con mayor frecuencia un valor de *Puesta a punto* igual a 100%, ganan una caja de cerveza como incentivo, de manera que ellos puedan sentirse motivados y desarrollen la competencia entre los turnos.

Los operadores en relación a todas las actividades que realizan para desarrollar las necesidades y oportunidades de mejoramiento de los tiempos de preparación y recambio, han recibido formación básica, lo cual, es una de las principales actividades del desarrollo del TPM, puesto que la formación esta orientada a mejorar su competencia en el desempeño de sus funciones para que aumente la calidad de sus tareas, teniendo en cuenta el lema de Kaoru Ishikawa: *“la calidad comienza y termina con la formación”*.

Para todas las actividades explicada anteriormente, son los supervisores de línea en cada turno los encargados de registrar y calcular los valores respectivos. Además, la actualización de los cálculos de cada una de ellas están reflejadas dentro del sistema Netserver, desde donde puede observarse su respectivo comportamiento y obtener los datos referentes a sus tiempos de ejecución. Por otro lado, cada una de las actividades que se mencionaron en esta etapa de evaluación, están incluidas en las TDE y BSC de área de envasado, con ello se estimula a la participación de todo el personal del área para que contribuyan en la ejecución y mejora de cada una de ellas.

II.6.6. Aplicación de los siete pasos del TPM.

Hasta aquí, se han definido dentro de la verificación de las etapas 5 y 6 de esta primera fase de gestión de equipos, las actividades cotidianas a partir de las cuales se detectan las posibles necesidades y oportunidades de mejora tanto para los equipos, así como para los tiempos de ejecución de preparación o recambios.

Pero, como solo la detección de estas necesidades no es suficiente para mejorar el proceso, las áreas productivas incluyendo a envasado y mantenimiento implementan (además de los planes de acción con los que se atacan problemas del día a día), una metodología conocida como “*Los siete pasos del TPM*⁵²” que les permite además de determinar un problema, analizarlo y solucionarlo estableciendo el seguimiento a las mejoras implementadas. Esta se efectúa desde hace aproximadamente dos años.

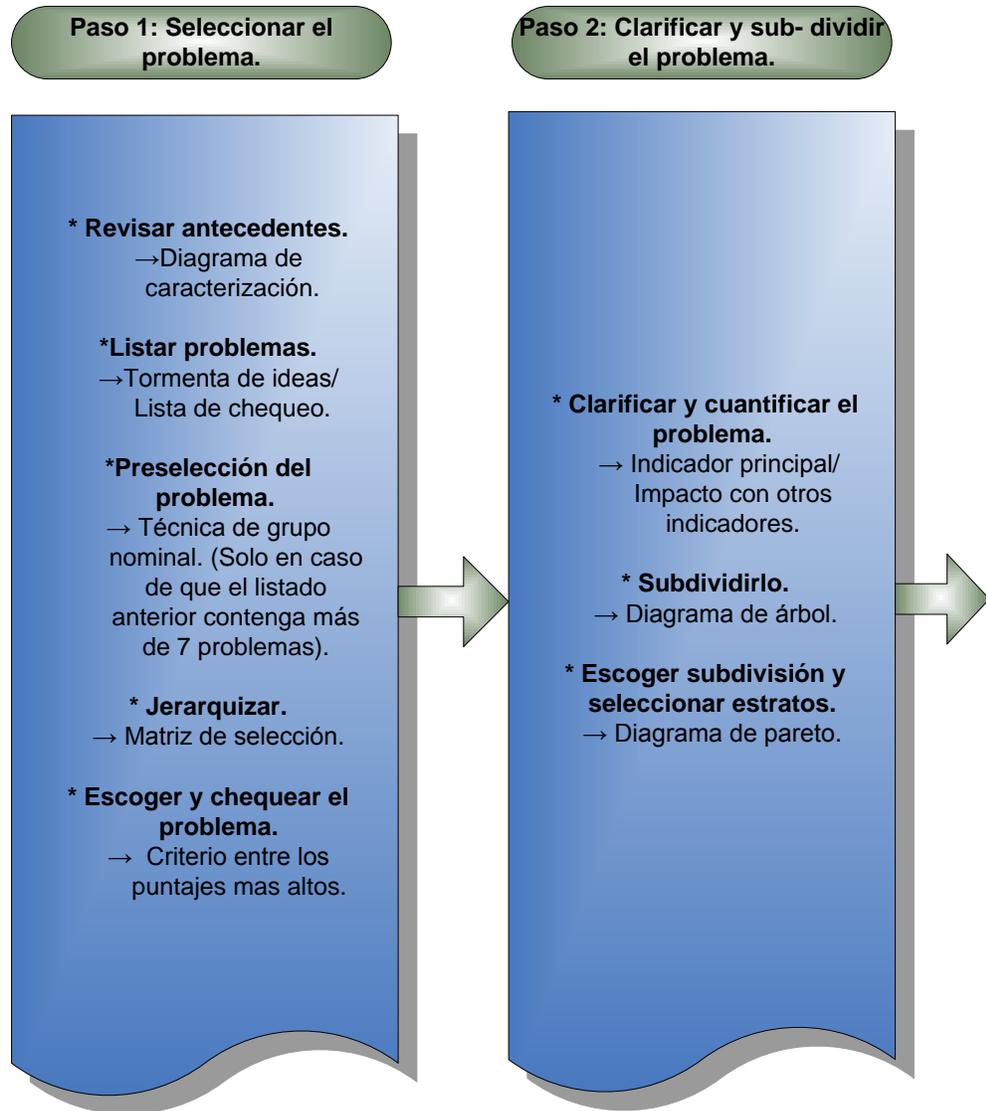
Con esta metodología se desarrollan las actividades conocidas como “Proyectos de mejora”, centrándose principalmente en problemas de calidad y/o productividad, tratando problemas medianamente complejos e integrándolos como parte de la gestión de las áreas para alcanzar el desarrollo de un proceso más integral, teniendo como intención principal, el desarrollo de la mejora continua dentro de cada una de ellas, promoviendo el aprendizaje y el trabajo en equipo entre operadores, supervisores y jefe de área.

En la siguiente gráfica, se muestran cada una de las actividades y herramientas que han de utilizarse para cada uno de los pasos que conforman dicha metodología.

⁵² Ver anexo II.30: Diagrama de aplicación de los Siete pasos del TPM.

Figura 34.

Actividades específicas para el desarrollo de la metodología de los 7 pasos del TPM.



Elaboración propia.

Paso 3: Analizar las causas en su raíz.

*** Subdividir los estratos elegidos.**

→ Diagrama de Pareto.
(Se subdivide si es posible cada estrato elegido en el paso 2).

*** Cuantificar, Jerarquizar los sub-estratos posibles.**

→ Diagrama de Pareto.

*** Listar las causas para cada estrato.**

→ Tormenta de ideas.

*** Agrupar y profundizar en el análisis.**

→ Diagrama Causa-Efecto (Se agrupan en 4M: Material, Machine, Man, Methods).

*** Identificar las causas factibles de solución.**

→ Se evalúan cuáles de las causas listadas son posibles de ser resueltas en base a los recursos existentes.

*** Listar las causas a atacar y evaluar su criticidad.**

→ Tabla de criticidad. (Se toman solo aquellas causas que fueron consideradas factibles en el paso anterior).

Paso 4: Establecer niveles exigidos.

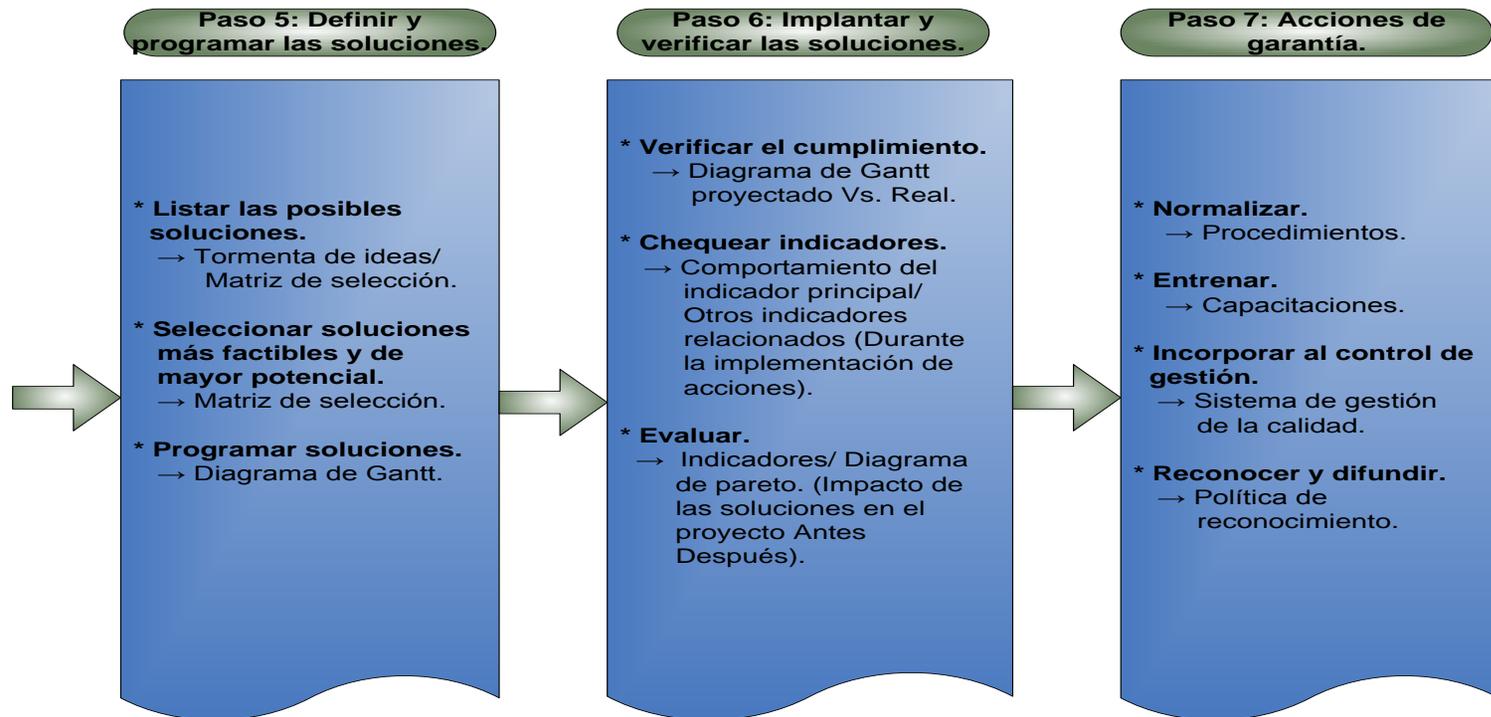
*** Definir el nivel exigido en el indicador .**

→ Diagrama de árbol.

*** Establecer secuencia de ataque a las causas raíces y el impacto gradual esperado.**

→ Diagrama de enfrentamiento de causas.

Actividades específicas para el desarrollo de la metodología de los 7 pasos del TPM.



Elaboración propia.

De lo mencionado anteriormente se puede decir que, con las actividades desarrolladas en las etapas 5 y 6 de esta misma fase, empiezan a efectuarse los cinco primeros pasos, definidos en el diagrama anterior. Como primer paso, debe realizarse una revisión de antecedentes de las oportunidades de mejora detectadas, hasta lograr establecer para cada una, su prioridad. En el segundo paso, se han de establecer cada una de las pautas que permitan clarificar y subdividir el problema planteado en el paso anterior. Para ello, se realiza una revisión del comportamiento del indicador principal y su posible impacto con otros indicadores relacionados. En el tercer paso, se realiza el análisis del problema en su raíz, para ello se utiliza un diagrama Causa-Efecto lo que al final permitirá conocer a fondo el sistema, para posteriormente identificar las causas de solución factible. El cuarto paso, consiste en establecer niveles exigidos (metas), para ello, se toman en cuenta los requerimientos o expectativas de la empresa y de los integrantes del equipo de trabajo hasta lograr establecer la secuencia con que se atacaran las causas raíces y el impacto gradual que tendrán las mejoras en el indicador principal. El quinto paso, consiste en diseñar y escoger las soluciones más apropiadas para eliminar las causas y programar cuidadosamente su respectiva implantación, para ello se utiliza un diagrama de Gantt que contiene toda la información relacionada con el desarrollo de las mejoras que han de implementarse.

En la medida en que el equipo encargado del proyecto trabaja en cada uno de los pasos señalados, generan la evidencia de los avances en función de los “Reportes” que no es más que un resumen de cada una de las actividades que deben realizarse en cada paso. Además, los mismos, permiten establecer un seguimiento lógico de la delimitación del problema que ha de ser atacado desde su revisión de antecedentes hasta su respectivo seguimiento.

Los pasos (6 y 7), corresponden al desarrollo de las etapas de verificación 7 y 8 respectivamente, las cuales se explican a continuación.

II.7. Verificar cómo se realizan los mejoramientos de acuerdo a lo programado y planificado.

Ahora que ya se ha explicado cómo se logran establecer las oportunidades de mejoramientos necesarios en los equipos, así como para las actividades de reparación o recambio, es importante verificar de qué manera se llevan a cabo dichos mejoramientos planificados que satisfacen las necesidades de las etapas 5 y 6 las cuales, conllevan a un impacto directo del indicador E.G.E de la línea Krones.

Una vez que las áreas, desarrollan los proyectos de mejora, con la metodología de los *Siete pasos del TPM*, estas, deben llegar a establecer y programar las soluciones planteadas por el equipo de trabajo habiendo cumpliendo previamente con los requerimientos de desarrollo desde el paso 1 al 5. Hasta este último paso, el equipo de trabajo ha planteado la programación lógica de las mejoras que deben llevarse a cabo.

Esta programación se refleja mediante un “Cronograma de trabajo⁵³” que no es más que la aplicación de un “Diagrama de Gantt” donde se especifica claramente:

- ✓ El área responsable del proyecto.
- ✓ La descripción de las actividades ha ser realizadas.
- ✓ El período total de desarrollo del plan o proyecto (semanas).
- ✓ Los responsables de la ejecución de cada actividad.

Con este cronograma detallado, se controla el desarrollo de todo el proyecto ha ejecutarse, ya que el mismo formato refleja el porcentaje de cumplimiento de

⁵³ Ver anexo II.31: Ejemplo de un “Cronograma de trabajo”.

cada una de las actividades, pero para ello, se hace una comparación entre el avance planificado vs. el avance real de cada una de ellas.

Para poder establecer el cálculo se necesita haber obtenido con antelación el porcentaje real y el porcentaje programado de la actividad.

Figura 35. Fórmula para el cálculo del porcentaje programado.

$$\% \text{Programado} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de cuadros desde la fecha de inicio hasta la fecha de corte})}{(\text{N}^\circ \text{ de cuadros desde la fecha de inicio hasta el fin de la actividad})}$$

Fuente: CCN.

En el caso del % Real se debe considerar que:

- ▣ Si la actividad se trabajó conforme a lo planificado entonces:
 % Real = % Programado.
- ▣ Si no se avanzó nada entonces:
 % Real = 0%
- ▣ Si se avanzó en la actividad pero no al ritmo previsto, es decir con atrasos, entonces:
 Se estima el avance en función del % Planificado, es decir se obtendrá un valor entre 0% y el porcentaje programado.

Una vez que se obtienen ambos valores, se procede al cálculo del cumplimiento de la actividad a la fecha de corte del proyecto, establecida bajo la siguiente fórmula:

Figura 36. Fórmula para el cálculo del porcentaje de cumplimiento del proyecto.

$$\% \text{ _de_ Cumplimiento} = \frac{\% \text{Real}}{\% \text{Programado}}$$

Fuente: CCN.

Además, con este cálculo es posible determinar el color del indicador visual los cuales, tienen el significado siguiente:

- ◆ **Verde:** $90\% \leq \% \text{ de Cumplimiento} \leq 100\%$.
- ◆ **Amarillo:** $50\% \leq \% \text{ de Cumplimiento} \leq 89\%$.
- ◆ **Rojo:** $\% \text{ de Cumplimiento} \leq 50\%$.

La duración de los proyectos de mejora dependen del alcance que cada uno de ellos tenga, con ellos se resuelven problemas a largo plazo y generalmente requieren de una mayor inversión económica, mientras que los planes de acción lo hacen a corto plazo y su inversión no es muy significativa.

Según cual sea el estado de los equipos y las necesidades y oportunidades de mejoras establecidas, los proyectos de mejora pueden extenderse durante un período bastante prolongado (de 6 a 18 meses).

Es importante destacar que esta etapa nunca se detiene, puesto que los equipos o procesos siempre requieren mejoramientos constantes, por esta razón, generalmente existe al menos un proyecto de mejora dentro de las áreas, y más de un plan de acción con el objetivo de realizar mejoras en cada una de ellas.

II.8. Verificar los resultados y continuar según sea necesario.

El objetivo de esta etapa es probar la efectividad de las soluciones y además observar y definir factores para lograr la permanencia de los resultados. Esta etapa, es una combinación de los dos últimos pasos de la metodología de los *Siete pasos del TPM*.

En relación al paso número 6 de dicha metodología⁵⁴, se debe hacer el seguimiento a las actividades programadas evaluando el avance a la fecha. Se reajustan o reasignan actividades si es necesario. Además, se hacen mediciones y se gráfica el cumplimiento del indicador y por último, se evalúa el impacto de las soluciones en el proyecto comparándolo con la situación inicial.

En el último paso⁵⁵ (7), se deben realizar acciones de garantía para evitar retrocesos y asegurar que la ganancia obtenida en los pasos anteriores sea permanente. En este paso se recomienda normalizar las prácticas operativas, entrenar al personal en cuanto a los nuevos métodos de trabajo, incorporar al control y gestión del/las áreas involucradas, así como, reconocer y difundir los resultados obtenidos.

Como se mencionó anteriormente, una de las herramientas que se utilizan en todas las áreas para lograr acciones de garantía de las mejoras en los indicadores son las TDE y BSC, las cuales están relacionadas con el comportamiento directo de los indicadores que se manejan dentro de cada una de las áreas, incluyendo las de envasado y mantenimiento, involucrando al personal en todos los niveles (operación, supervisión, jefatura).

⁵⁴ Ver Figura 34.

⁵⁵ Ver Figura 34.

Por otro lado, siempre que se diseñe un nuevo procedimiento de gestión dentro de las áreas, este se incorpora al sistema ISO debiendo ser aprobado previamente por el jefe del área y el jefe de ISO. Una vez que entra en vigencia, estos pueden ser encontrados en la página oficial del sistema de gestión de la calidad conocida como Intranet ó ISO.

Hoy en día, y como parte la de la implementación de la metodología del TPM, existe un término particular: *Gerencia visible* definida como la acción de informar a través de los murales de cada área, todos los avisos relacionados con el desarrollo de dicha metodología. Dentro de la información mostrada pueden detallarse el comportamiento de los indicadores (índice de efectividad global, rendimiento, calidad, disponibilidad, aspectos de seguridad, resultados de la puesta a punto, algunos aspectos de planificación tales como los cambios de turnos, los días y horas de las capacitaciones para los operarios, entre otros).

Básicamente, la renovación de estos reportes se encuentra a cargo del supervisor asignado a evaluar cada tipo de información, esto le facilita al personal del área, mantenerse informado sobre las actividades internas y externa a la misma.

Capítulo III

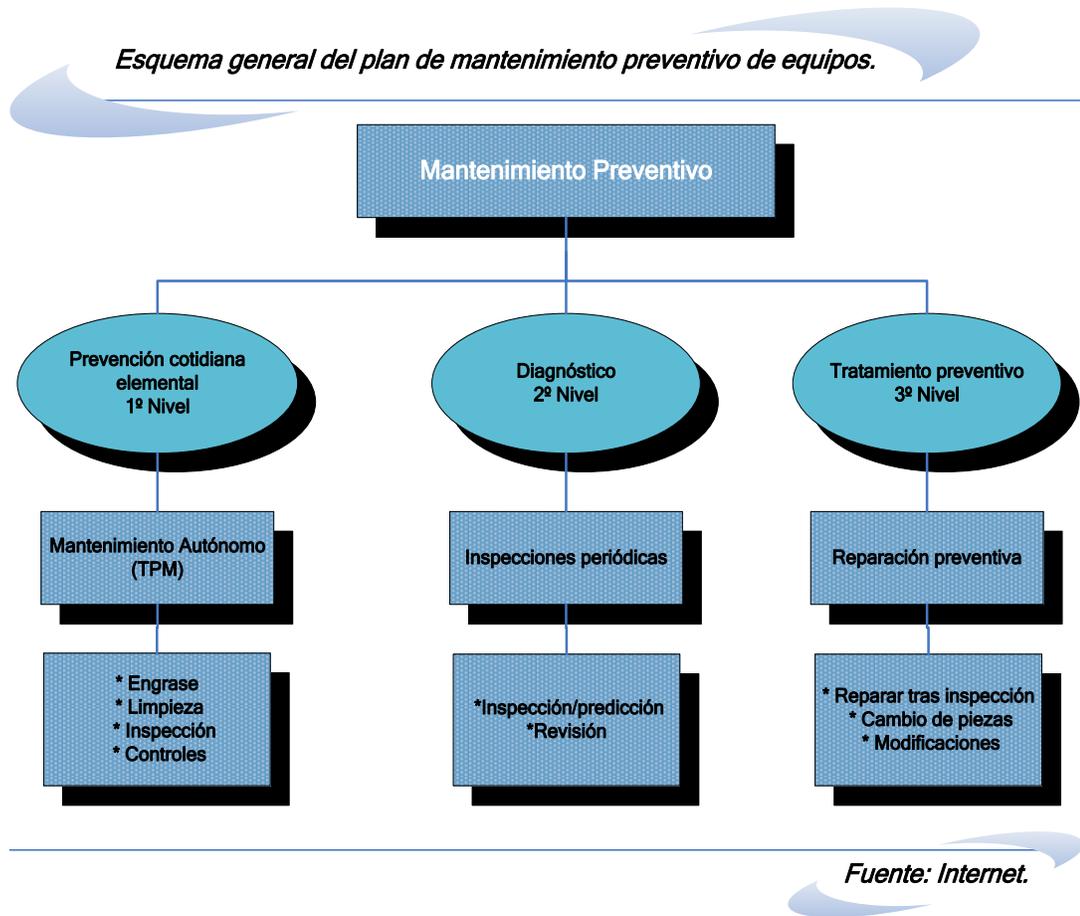
Verificación del cumplimiento de la gestión de equipos Fase II: “Mantener los equipos en su nivel máximo requerido de Mantenimiento y Disponibilidad”.

El hacer mantenimiento no implica reparar los equipos tan pronto como se pueda, sino mantenerlos en operación a los niveles especificados. En consecuencia, la prioridad de un buen mantenimiento, es prevenir fallas y de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas. Estas actividades corresponden al mantenimiento de tipo preventivo y se realizan no sólo por el departamento encargado de esto, el operador también debe y ha sido concientizado, a mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas y maquinarias, lo que permite una mayor responsabilidad del trabajador y además la prevención de accidentes.

El mantenimiento preventivo considera dentro de sus gestiones: el mantenimiento autónomo, las inspecciones periódicas y las reparaciones preventivas, que ocupan el primer, segundo y tercer nivel respectivamente del desarrollo de este tipo de mantenimiento (Ver Figura 37).

Para cumplir con estos tres niveles, se requiere de acciones que contribuyan con su ejecución y que deben contemplarse dentro de los planes de mantenimiento de cualquier equipo para que estos puedan conservarse en su nivel máximo de rendimiento y disponibilidad.

Figura 37.



La cantidad de mantenimiento que debe realizarse en los equipos, está relacionada con el uso en el tiempo, por la carga y el manejo de los mismos; además, el control del mantenimiento, debe basarse en el cuidado de condición de los equipos el cual se realiza mediante el uso de los sentidos complementado con el empleo de procedimientos técnicos. En su mayoría, estos procedimientos comprenden una actividad directa de medición o indirecta, lo que puede significar un ensayo de funcionamiento o la observación de una disfunción con el objetivo de implementar acciones que permitan mantenerlos en marcha.

III.1. Verificar los requisitos de PM para cada máquina.

Cómo se explicó en el capítulo anterior (Etapa II.3), existe un procedimiento definido por el área de mantenimiento el cual, especifica la manera en que se llegan a establecer y desarrollar los planes de mantenimiento preventivo a cada una de las ubicaciones técnicas y equipos dentro de las distintas áreas a las que mantenimiento brinda servicios. Dicho procedimiento señala que, para establecer los planes preventivos se debe contar con la siguiente información:

- ✓ Ubicación técnica definida para el equipo dentro del sistema SAP-PM.
- ✓ Inventario del equipo o UT en el campo.
- ✓ Datos de placas del equipo y/o documentación técnica del fabricante.
- ✓ Categorización del equipo.
- ✓ Estrategia de mantenimiento.
- ✓ Instrucciones de mantenimiento en base a documentación técnica del fabricante, experiencia e información disponible.
- ✓ Lista de componentes para cada tipo de mantenimiento.
- ✓ Hoja de ruta.
- ✓ Plan de mantenimiento del equipo.

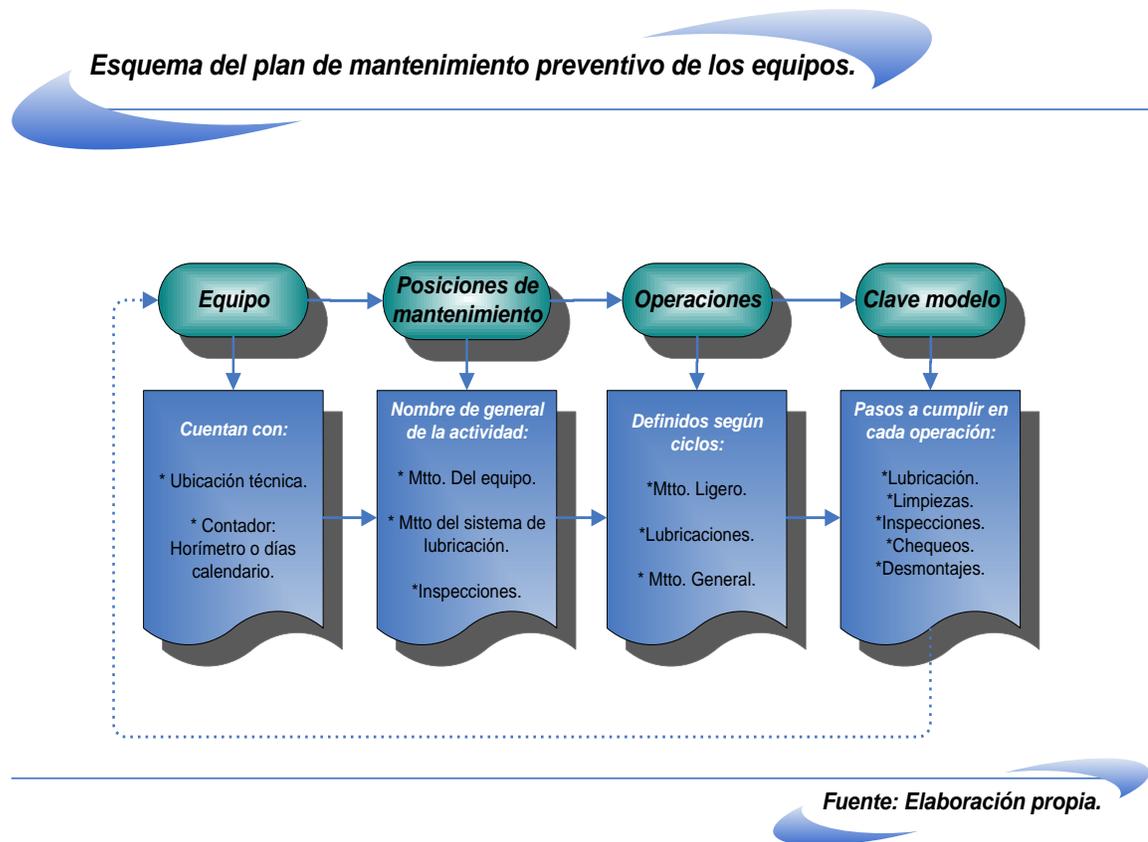
Cada uno de los ítems mencionados anteriormente, existen para todos y cada uno de los equipos de la línea Krones y se administran con el sistema SAP, por lo tanto partiendo de ello, se realizará la verificación respectiva, lo que permitirá conocer cuáles son los requisitos de mantenimiento preventivo que se toman en cuenta para cada uno de ellos.

En vista de que, la información necesaria es muy extensa y se necesita de mucho tiempo para extraerla del sistema, se seleccionó al “Robot despaletizador”, por ser el equipo para el cual se tenía la información necesaria a la mano para poder realizar la verificación respectiva.

Aunque se tomará un solo equipo para mostrar la información y realizar los análisis de esta etapa, los demás tienen similitud en cuanto a los *requisitos* que se consideran para los planes de mantenimiento preventivo, por lo que mostrar uno solo, no es una limitante para conocer el desarrollo de los planes de mantenimiento que a ellos se les ejecuta.

A partir de la visualización del plan de mantenimiento preventivo del *Robot despaletizador*, se obtuvo la información que el siguiente gráfico muestra de manera simplificada.

Figura 38.



Dicho gráfico demuestra que:

- ✓ Existen diferentes ciclos para la ejecución de las actividades que conforman el plan de mantenimiento preventivo, según estos ciclos se planifican dichas actividades, apoyándose del contador que cada uno posee dentro del sistema.
- ✓ Dentro de la visualización⁵⁶ del mantenimiento preventivo, existe una pestaña que a manera de listado muestra el “*Resumen de posiciones*” de los mantenimientos estipulado para el equipo. Además, cada posición tiene un código numérico definido y visualizando cada uno de ellos, se pueden observar los datos de cada posición al que hace referencia, por ejemplo: puesto de trabajo responsable (Ej.: mecánico, eléctrico, instrumentista), la prioridad de ejecución (alto, bajo), entre otros. Además, cada posición tiene un conjunto de operaciones (tareas de mantenimiento) que deben realizarse y que están en dependencia de los ciclos de mantenimiento establecido.
- ✓ Cada operación tiene una clave modelo con un código para cada equipo. Como parte de la visualización de las diferentes claves modelos, se confirma que existen una serie de requisitos que permiten el fortalecimiento del mantenimiento preventivo en los tres niveles que este considera. Las claves modelos están incluidas dentro de cada OT, así cuando el sistema SAP las genera, estas proveen a los ejecutores de mantenimiento de la información necesaria para realizar las tareas que le permitan cumplir con ella de acuerdo a la operación que cada una considere.

⁵⁶ Ver Anexo III.1: Ejemplo de visualización del plan de mantenimiento preventivo: Robot Despaletizador.

Por otro lado, existen actividades que deben realizarse con el involucramiento por parte de los operadores, ya que esta es una de las herramientas más poderosas para que las máquinas funcionen sin interrupción.

Como se mencionó en el capítulo anterior, para lograr dicho involucramiento, se han requerido de capacitaciones hacia ambas partes (operadores y ejecutores de mantenimiento), que están orientadas a desarrollar el *Mantenimiento Autónomo*. Con el desarrollo de este tipo de mantenimiento, se han establecido actividades de inspección cotidiana y de diagnóstico para los equipos, señalando a su vez al responsable así como, su respectiva frecuencia de ejecución.

En estas actividades conocidas como checklist, se involucran las tareas de limpieza e inspección. Para ambos casos, se han establecido formatos que permiten establecer controles de los trabajos que se realizan y además, dentro de las inspecciones se consideran aspectos generales sobre el cuidado de la lubricación del equipo por parte del operador y sobre el monitoreo de otros elementos que deben vigilarse periódicamente.

Con el objetivo de ejemplificar el tipo de actividades generales que se realizan en los diferentes equipos, se muestra a continuación el cuadro resumen de la máquina “*Llenadora*”, en el cual están enlistadas cada una de las actividades que han de realizarse en ella. Sin embargo, esta representación es válida para todos los demás equipos de la línea Krones⁵⁷, cuya diferencia radica en que cada uno de los checklist encierra actividades específicas que han de realizarse de manera particular, por lo que el código de los checklist presenta diferencias entre un equipo y otro.

⁵⁷ Ver Anexos III.2 al III.8: Resumen de actividades de limpiezas e inspecciones de cada uno de los equipos.

Tabla 13.

Resumen de actividades de limpieza e inspecciones.					
Nombre del Equipo: Llamadora					
Equipo N° 1					
ID	Tareas	Código	Programación Disponible	Realizado por	Observación
1	Checklist	FSC 005.05.005.03	Preparación, Arranque, Cambio de presentación y/o Marca.	Operador	
2	Checklist de Limpieza COLPA.	FSC 005.05.005.05	Diario/Semanal.	Operador	
3	Limpieza	FSC 005.05.005.08	Semanal.	Operador	
4	Reporte de parámetros de operación y calidad.	FSC 005.05.005.11	Cada hora.	Operador	
5	Checklist Estado original de la máquina.	FSC 005.05.005.13	Mensual.	Operador/Mecánico	
6	CIP	FSC 005.05.005.15	Arranques, Cambios de presentación.	Operador	
7	Checklist mecánico.	FSC 003.05.000.20	Semanal.	Mecánico	
8	Checklist de instrumentos.	FSC 003.05.000.25	Diario.	Instrumentación.	
9	Checklist de paneles eléctricos.	FSC 003.05.000.27	Cada 2,000 hrs.	Eléctrico.	Nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

Además de estas actividades de rutina, los operadores participan en el mantenimiento que se ejecuta semanalmente en la línea una vez que la producción finaliza, esto les permite adquirir conocimientos a través de la práctica apoyándose de la tutela de los ejecutores, con la idea de garantizar la ejecución calidad de los trabajos de mantenimiento. Por otro lado, aunque algunas de las actividades mostradas en la tabla anterior muestra como responsable a los ejecutores de mantenimiento, durante su labor, estos realizan entrevistas a los operadores con el objetivo de que ellos hagan sus observaciones respectivas en cuanto a algún desperfecto del equipo que talvez no está contemplado en esa verificación, pero que debe mejorarse.

La información mostrada, es una de las maneras en que se puede comprobar el hecho de que actualmente se está desarrollando el mantenimiento autónomo de manera que los niveles de especialización tanto de los operadores, así como de los ejecutores de mantenimiento van mejorando con las capacitaciones brindadas.

Al momento del cierre de esta etapa de verificación, existían algunos formatos nuevos que se han realizado con el objetivo de incluir, por parte de ambas áreas, actividades que antes no se consideraron dentro del sistema de mantenimiento, lo que demuestra que existe una preocupación constante por implementar mejoras en los equipos que garanticen su óptimo funcionamiento.

III.2. Verificar los requisitos de lubricación para cada máquina.

La lubricación es una actividad importante para preservar del desgaste las partes de las máquinas que están en contacto durante el funcionamiento de la misma. Dicha lubricación, evita el contacto metal-metal mediante una película de aceite o grasa que traen consigo una serie de aditivos que evita que las partes sean afectadas por las altas presiones, desgaste, corrosión y oxidación.

Las prestaciones del lubricante deben cumplir con los siguientes factores que se encuentran comúnmente dentro de los diferentes equipos:

- ✓ Carga.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Velocidad.
- ✓ Dimensiones geométricas.
- ✓ Duración necesaria.
- ✓ Materiales.
- ✓ Combinación de materiales.
- ✓ Compatibilidad con el medioambiente.

El requerimiento primario de los lubricantes es la capacidad de transmitir fuerzas bajo la condición de un mínimo desgaste, ya que de esto dependerá la vida útil del elemento de la máquina.

En función de los señalamientos anteriores, se han establecido los requisitos básicos de lubricación para cada máquina de la línea Krones, considerando como respaldo primario los manuales de sus respectivos fabricantes y además, la experiencia del personal de mantenimiento en esta materia.

Con la verificación dentro del sistema SAP, se observó que para cada máquina, los requisitos de lubricación que actualmente se toman en cuenta en cada una de ellas son:

- ❑ **Puntos de lubricación:** Hacen referencia al lugar de la máquina en donde deben realizarse las actividades de lubricación. Para esta actividad, aplican todos los equipos que la componen y que pueden ser: motores, bombas, cajas reductoras, ventiladores entre otros. Estos puntos, están contemplados dentro del mantenimiento predictivo, sin embargo hay algunos equipos que según su diseño tienen su propio sistema de lubricación por lo cual, realizan esta actividad automáticamente.
- ❑ **Trabajo a ejecutar:** Se muestra específicamente, el nombre de la actividad que debe realizarse en cada uno de los puntos de lubricación, por ejemplo: “*Lubricar manualmente con pistola de engrase*”.
- ❑ **Tipo de lubricante:** Se seleccionan basándose en las recomendaciones del fabricante, el cual, muestra dentro de cada manual de mantenimiento del equipo la “*Tabla de lubricante*” respectiva. Actualmente, se utiliza mayormente la marca ARAL por la variedad de aceites y grasas que poseen y además, porque sus opciones son más económicas. En el caso de que no haya referencia en los manuales, existe un instructivo utilizado por el departamento de mantenimiento predictivo para su selección, el cual se elaboró en consenso con todas las áreas. Actualmente está en el Netserver pero entró en vigencia hasta en el mes de Julio del presente año.
- ❑ **Frecuencia de lubricación:** Se establece tomando como referencia los manuales de los fabricantes de cada equipo y se ejecutan, según los

ciclos de mantenimiento definidos en SAP. Dichos ciclos pueden ir variando desde las 125 hasta 5,000 hrs.

Cada una de los requisitos mencionados, conforman procedimientos específicos de mantenimiento que deben realizarse, según los ciclos establecidos dentro del sistema SAP, conocidos como *Claves Modelo*.

Otra de las referencias que el área de mantenimiento utiliza, es una lista resumen de las actividades de lubricación para cada uno de los equipos⁵⁸, que parten de los manuales del fabricante, donde están considerados los requisitos que se mencionaron anteriormente. El objetivo de este listado, es facilitar las actividades de ejecución de la lubricación, así como de la supervisión de esta actividad, ya que ambas partes pueden consultarlo por efectos de aclaración y porque en el mismo documento, aparecen gráficamente los puntos de lubricación que deben ser tratados.

Con el objetivo de tener una idea clara de cómo se están cumpliendo todos los requisitos de lubricación mencionados anteriormente, se muestra a continuación un cuadro en donde se compara la información de los manuales de cada equipo versus los mantenimientos establecidos en el sistema SAP. Esta comparación solamente aplica para los ciclos de 125 hrs.

⁵⁸ Ver Anexo III.9: Ejemplo del listado de lubricación del EBI.

Tabla 14. Comparación de las actividades de lubricación: Manuales de equipos Vs. Ciclo de mto. de 125 hrs.

Equipo	Total de actividades		% de coincidencia				Observaciones
	Manual	Clave M.	Punto de lubricación	Trabajo a ejecutar	Tipo de lubricante	Frecuencia	
EBI	6	7	83%	100%	80%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 10 y 50 hrs. (200hrs).
Empacadora	10	10	100%	100%	80%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 20 y 100 hrs. (500 hrs.)
Etiquetadora	7	8	86%	100%	67%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 50 y 200 hrs. (500hrs).
Llenadora	17	17	65%	100%	82%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 10, 24, 25 y 200 hrs. (500 hrs.).
Pasteurizador F.	---	---	---	---	---	---	* Sin referencia.
Robot P.	7	7	100%	100%	100%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 20 y 100 hrs. (2,000 hrs.).
Transporte.	3	16	67%	100%	0%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 50 y 200 hrs. (1,000 hrs.).

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados mostrados en la tabla anterior, indican que existen ciertas diferencias entre las actividades de lubricación que contienen los manuales del fabricante de los equipos en relación a las distintas operaciones contenidas en los ciclos de mantenimiento de 125 horas ejecutados en cada uno de ellos.

En relación a la columna que indica los “*Puntos de lubricación*”, puede notarse que los equipos que cumplen en su totalidad con este requisito son la Empacadora y el Robot paletizador, sin embargo, en el resto de equipos existe cierta diferencia lo cual indica, que existen algunos puntos de lubricación que aún no están contempladas dentro de las ejecuciones de los mantenimientos.

Según la comparación realizada, de los puntos de lubricación cumplidos en cada equipo, todos ellos coinciden con requisito de “*Trabajos a ejecutarse*”.

En la columna referente al “*Tipo de lubricante*”, puede notarse que solamente el Robot cumple completamente con las especificaciones del fabricante, en el resto de equipos se utiliza en menores porcentajes los lubricantes señalados. En el caso específico de los transportes, la clave modelo no hace referencia del lubricante que debe utilizarse en las operaciones que contiene, aunque de hecho el fabricante sí los detalla.

Finalmente, en la columna de “*Frecuencia*”, se advierte que en ninguno de los casos la ejecución de las claves modelos coinciden con las recomendaciones del fabricante de los equipos, puesto que, en ninguno de los manuales existe referencia de actividades de lubricación que deban ejecutarse cada 125 hrs., por esta razón, las claves incluyen actividades que según dichos manuales deben ejecutarse con mayor o menor frecuencia, esto se especifica en la columna “*Observaciones*”.

III.3. Verificar los requisitos de limpieza para cada máquina.

La limpieza exhaustiva de las instalaciones, equipos y todos los elementos que intervienen en el proceso de producción, es condición “sine qua non” para la obtención de un buen producto tanto en la calidad intrínseca como en las condiciones higiénicas.

Así pues, dentro de la rutina diaria, el área de envasado da un lugar prioritario a los procedimientos de limpieza y desinfección convirtiéndolos en el principal hábito, teniendo en cuenta además, que los planes para su ejecución deben mantenerse en estrecha coordinación con, los ejecutores de mantenimiento del área y desde luego, con los proveedores de las sustancias utilizadas en las operaciones de limpieza ya que el principio de la obtención de los alimentos, es hacerlo de una forma higiénica y sin peligro para la salud del consumidor.

A continuación se describen los requisitos de limpieza que el área de envasado ha establecido para los equipos de la línea Krones, considerando los manuales de los fabricantes y la experiencia del personal interno en esta materia.

- ❑ **Trabajo a ejecutar:** Hace referencia al lugar de la máquina y los puntos de la misma en donde deben realizarse las actividades de limpieza. Además, incluyen sectores aledaños a la maquina y áreas utilizadas por la misma.

- ❑ **Frecuencia:** Las actividades de limpieza se realizan en su mayoría por los operadores del equipo, las frecuencias están dadas diaria y semanalmente. Otras de estas actividades están a cargo de los ejecutores de mantenimiento, pero están incluidas y se realizan según los ciclos de mantenimiento de la máquina.

- **Tipo de materiales:** Dentro de cada checklist de limpieza, se ha definido el uso de las sustancias y materiales para las diferentes actividades que deben realizarse en cada uno de los equipos. De manera general, se puede afirmar que las sustancias que se utilizan comúnmente para llevar a cabo esta actividad son: jabón líquido, soda cáustica 2.5%, limpiador de acero inoxidable, alcohol, esterbac y TOPAX 17. Actualmente, el principal proveedor de estas sustancias es la empresa ECOLAB, quienes además brindan asesoría técnica al área de envasado en cuanto al uso de sus productos.

Los materiales se han incluido con el objetivo de ayudar a los operadores en la realización de sus respectivas actividades, optimizando y garantizando a su vez, la calidad de la limpieza efectuada y el uso correcto de las respectivas sustancias. Dentro de los materiales utilizados se pueden encontrar: cepillos, hilazas, mangueras, guantes, entre otros.

Todos los requisitos anteriores, se han establecido en base a los manuales del fabricante de los equipos conjugado con la experiencia de los operadores y el personal de envasado en cuanto a la ejecución de este tipo de actividad.

En el caso específico de la “*Llenadora y Pasteurizador flash*” existe una actividad conocida como CIP, con la cual se realiza la limpieza interna de los equipos principales del sistema de llenado, es decir, tuberías por donde circula la cerveza proveniente del área de filtración. Para el desarrollo de esta actividad, se utilizan las *Recetas de CIP*, las cuales definen paso a paso el procedimiento de limpieza que a su vez han sido incluidas dentro del sistema automático de la *Llenadora*, a partir del cual se controla su respectiva ejecución. Para el establecimiento de estas recetas, cada una de ellas se comprueba microbiológicamente garantizando así, la inocuidad del producto envasado, aunque de hecho, esto se garantiza a lo largo de todo el proceso.

Como se ha mencionado en la “Etapa III.1” de este mismo capítulo, cada equipo dentro de la línea tiene su propia lista de actividades de limpieza. A manera de ejemplificación, puede observarse en el Anexo III.10 un ejemplo puntual del *Checklist de limpieza semanal de la Llenadora*, dentro del cual se han incluido cada uno de los requisitos de limpieza mencionados anteriormente. Con ello, queda demostrado que realmente existen formatos con actividades orientadas a garantizar la limpieza tanto de los equipos, así como de las zonas de trabajo de cada puesto analizado.

Sin embargo, es importante verificar si dentro de dichos checklist están incluidos todos los puntos de limpieza que el fabricante considera, por lo que la tabla siguiente, muestra el porcentaje de relación que existe entre los checklist de limpieza actual y las sugerencias que establecen los fabricantes para la ejecución de dicha actividad. Esta comparación, es válida solamente para los checklist de limpieza semanal de cada uno de los equipos.

Tabla 15. Comparación de actividades de limpieza: Manuales de equipos Vs. Checklist semanales.

Equipo	Total de actividades		% de coincidencia				Observaciones
	Manual	Clave de	Punto de fabricación	Trabajo a ejecutar	Tipo de fabricante	Frecuencia	
EBI	6	7	83%	100%	80%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 10 y 50 hrs. (200hrs.)
Empacadora	10	10	100%	100%	80%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 20 y 100 hrs. (500 hrs.)
Etiquetadora	7	8	88%	100%	87%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 50 y 200 hrs. (500hrs.)
Llenadora	17	17	85%	100%	82%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 10, 24, 25 y 200 hrs. (500 hrs.)
Pasteurizador F.	---	---	---	---	---	---	* Sin referencia.
Robot P.	7	7	100%	100%	100%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 20 y 100 hrs. (2,000 hrs.)
Transporte.	3	16	67%	100%	0%	0%	* Las frec. Corresponden a ciclos de 50 y 200 hrs. (1,000 hrs.)

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla anterior, para algunos equipos (EBI, etiquetadora, transportes) no existe referencia sobre las actividades de limpieza operativas, por lo que no puede establecerse un porcentaje de relación específica para cada uno de ellos. Para estas máquinas, el área de envasado ha elaborado indicaciones de estas actividades tomando como referencia equipos similares o en base a sus propias experiencias en cuanto a ese tipo de equipos, con el objetivo de garantizar que esta actividad se lleve a cabo.

En el caso de la “Empacadora” y el “Robot”, no están definidas dentro de su manual respectivo, actividades de limpieza que deban ejecutarse específicamente de manera semanal por lo cual, tampoco puede establecerse un porcentaje de relación en ellos.

En el caso de la “Llenadora”, el checklist respectivo no tiene incluido el total de actividades básicas que recomienda el fabricante por esa razón, este equipo no alcanza un valor igual al 100% en la columna de “Trabajos a ejecutar”, sin embargo, en relación a ese mismo porcentaje de cumplimiento, el checklist utilizado para ese equipo cumple totalmente con la “Frecuencia” con que estas actividades deben ejecutarse.

La asignación de las limpiezas se desarrollan fortaleciendo el principio del mantenimiento autónomo de manera que deben desarrollarse en su mayoría por los operadores con el objetivo de que los ejecutores de mantenimiento puedan ejercer otro tipo de actividades de mayor trascendencia, sin embargo, existen dentro de los ciclos de mantenimiento preventivo, actividades de limpiezas de las maquinarias a un nivel más técnico o profundo, por esta razón, se realizan por los ejecutores de mantenimiento, según los ciclos de mantenimiento establecidos para cada máquina. Cada uno de los checklist que se utilizan para los diferentes equipos, así como los formatos respectivos se encuentran disponibles dentro del Netserver.

III.4. Verificar los procedimientos de PM, Lubricación y Limpieza.

El programa de mantenimiento preventivo incluye procedimientos detallados (listado de rutinas) que deben ser completados en cada ciclo. Dichos procedimientos, insertan detalles del trabajo por hacer, diagramas a utilizar, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranques y pruebas, reporte de condiciones, y recomendaciones del fabricante. Toda esta información está contenida dentro de las OT que incluyen la ejecución de los mantenimientos preventivos y predictivos.

A manera de ejemplificación, puede observarse en el Anexo III.11. el ejemplo de una OT, que hace referencia al mantenimiento preventivo de la “Etiquetadora” para un ciclo de 125 horas y 500 horas. En ella, están conjugadas las actividades de prevención, lubricación y limpieza, las cuales contemplan cada uno de los requisitos respectivos que se mostraron en las etapas anteriores.

Como se ha mencionado, tanto los requisitos como los procedimientos de mantenimiento preventivo, lubricación y limpieza se establecen y desarrollan en base a los manuales de los fabricantes y la experiencia de los ejecutores u operadores de los equipos. El desarrollo para el establecimiento de cada uno de los procedimientos que hacen referencia a estas actividades se mostró en el Capítulo 2: Etapa II.3, este procedimiento permite el establecimiento de las claves modelos que debe realizarse para cada operación definida.

III.5. Verificar los procedimientos de inspección para cada máquina.

La inspección es una actividad a través de la cual, pueden descubrirse los defectos y evitarse posibles problemas.

Tal como se mencionó en el tópico II.5, las actividades de inspección se apoyan de la ejecución de los checklist de estado original de los equipos, el cual tiene como objetivo conocer el estado actual en que se encuentra este a lo largo de su funcionamiento. Este tipo de actividades dentro del sistema SAP, forma parte de los mantenimientos ligeros.

Además de los checklist del EOE, existen otros dos checklist que mantenimiento diseñó para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos y por ende de la línea Krones, estos son:

- ❑ Checklist de paneles eléctricos (Ejecutados cada 2,000 hrs.)
- ❑ Checklist de instrumentos (Ejecutados semanalmente)

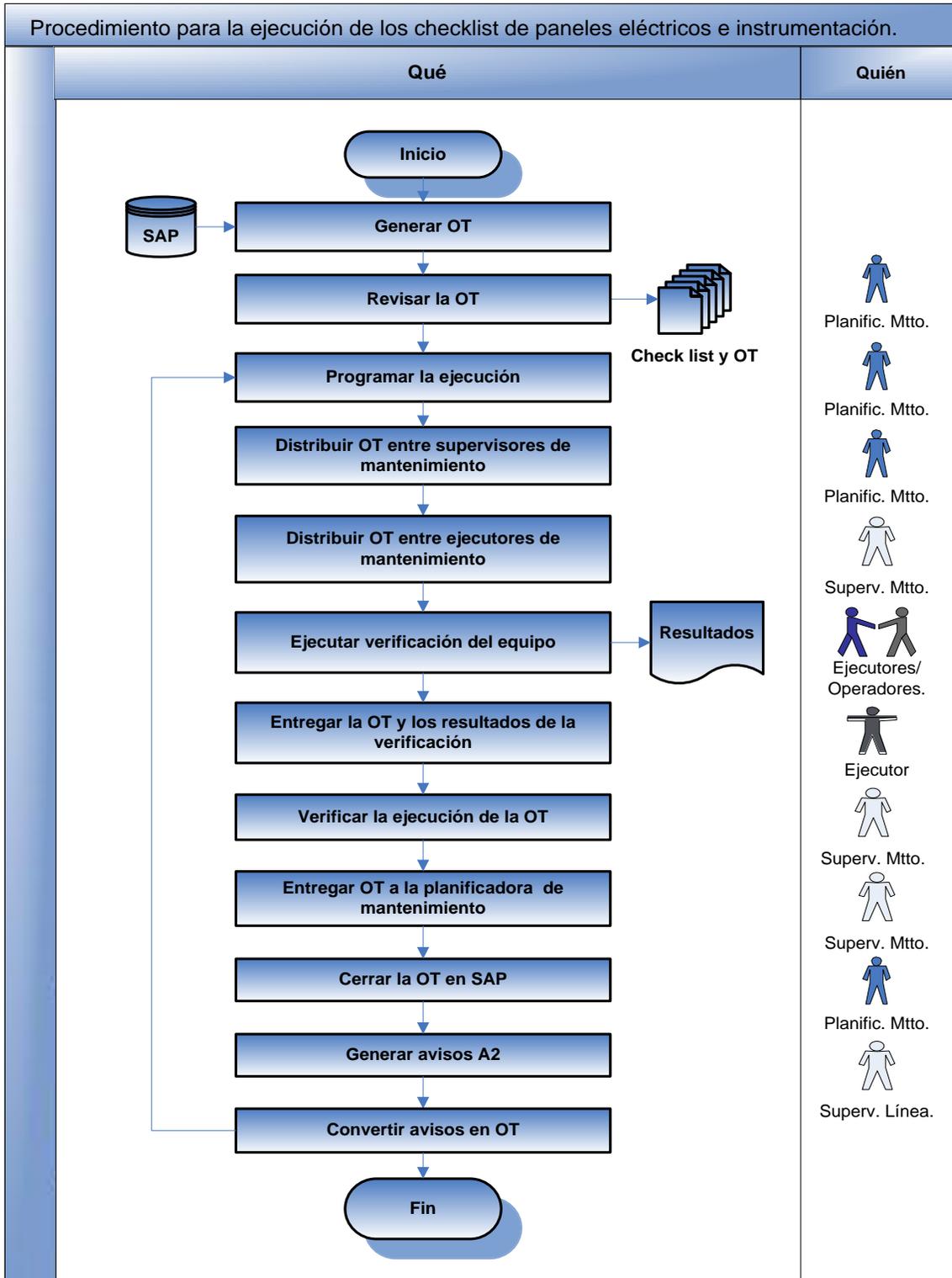
La actividad del checklist de paneles eléctricos es nueva y no se había considerado dentro de las actividades cotidianas de los ejecutores porque las condiciones climáticas y de infraestructura con las que cuenta la línea Krones en particular, los conserva en mejor estado en comparación a las demás líneas, sin embargo esta actividad no puede ser obviada dentro del mantenimiento, razón por la cual, se diseñó este checklist para prevenir su deterioro o un fallo dentro del sistema que podría llegar a afectar a toda la línea o parte de ella. Al momento del cierre de investigación de esta etapa, el sistema SAP aún no había generado la OT correspondiente a la primera ejecución de esta actividad.

Cada uno de los dos checklist anteriores, están diseñados para la línea en general, durante la verificación se necesita que la línea este operando y no requieren de la participación directa de los operadores, sin embargo, cada vez que el ejecutor de mantenimiento lleva a cabo la actividad, solicita la retroalimentación de los operadores para que, al igual que el checklist del EOE, se anoten las deficiencias que ellos han notado en cuanto al funcionamiento normal de sus propios equipos.

Una de las particularidades para la ejecución de cualquiera de estos dos checklist es que su planificación y ejecución no requieren de la participación del área de envasado, porque la verificación considera aspectos meramente técnicos.

Para una mejor ilustración del desarrollo de estas acciones, se muestra a continuación un solo diagrama que define las actividades que se realizan para obtener los resultados de la verificación independientemente del checklist que deba ejecutarse.

Figura 39.



Fuente: Elaboración propia.

Para el cumplimiento de estos checklist, una vez preparadas las OT, se entregan a los supervisores de mantenimiento según sea la ejecución (eléctrica o instrumentista). Estos supervisores se dividen entre sí las actividades de inspección, con el objetivo de garantizar que el trabajo sí se ejecutó.

Para el caso de estos checklist, la planificadora de mantenimiento es quien se encarga de generar los avisos, producto de las observaciones establecidas por el ejecutor de mantenimiento en el formato de verificación.

Los resultados de dichas verificaciones no son mostrados al área de envasado, solamente se manejan a nivel interno del área de mantenimiento quienes son los que definen la prioridad de las mejoras que deban ejecutarse en relación a las verificaciones realizadas.

Las ejecuciones de estos checklist, se han diseñado y desarrollado por el área de mantenimiento como actividades de rutina que permiten retroalimentar la administración de esta actividad, con esta implementación se han podido prevenir problemas en los equipos que pueden llegar a afectar en mayor medida la disponibilidad de la línea Krones.

Según el área de mantenimiento, la mayoría de las fallas que ellos reportan de los equipos, provienen de los diferentes checklist que se utilizan para verificar las condiciones de operación. Además, existe un gran aporte por el área de envasado mediante las reuniones que se realizan en conjunto a ellos para tratar los problemas de los mismos equipos.

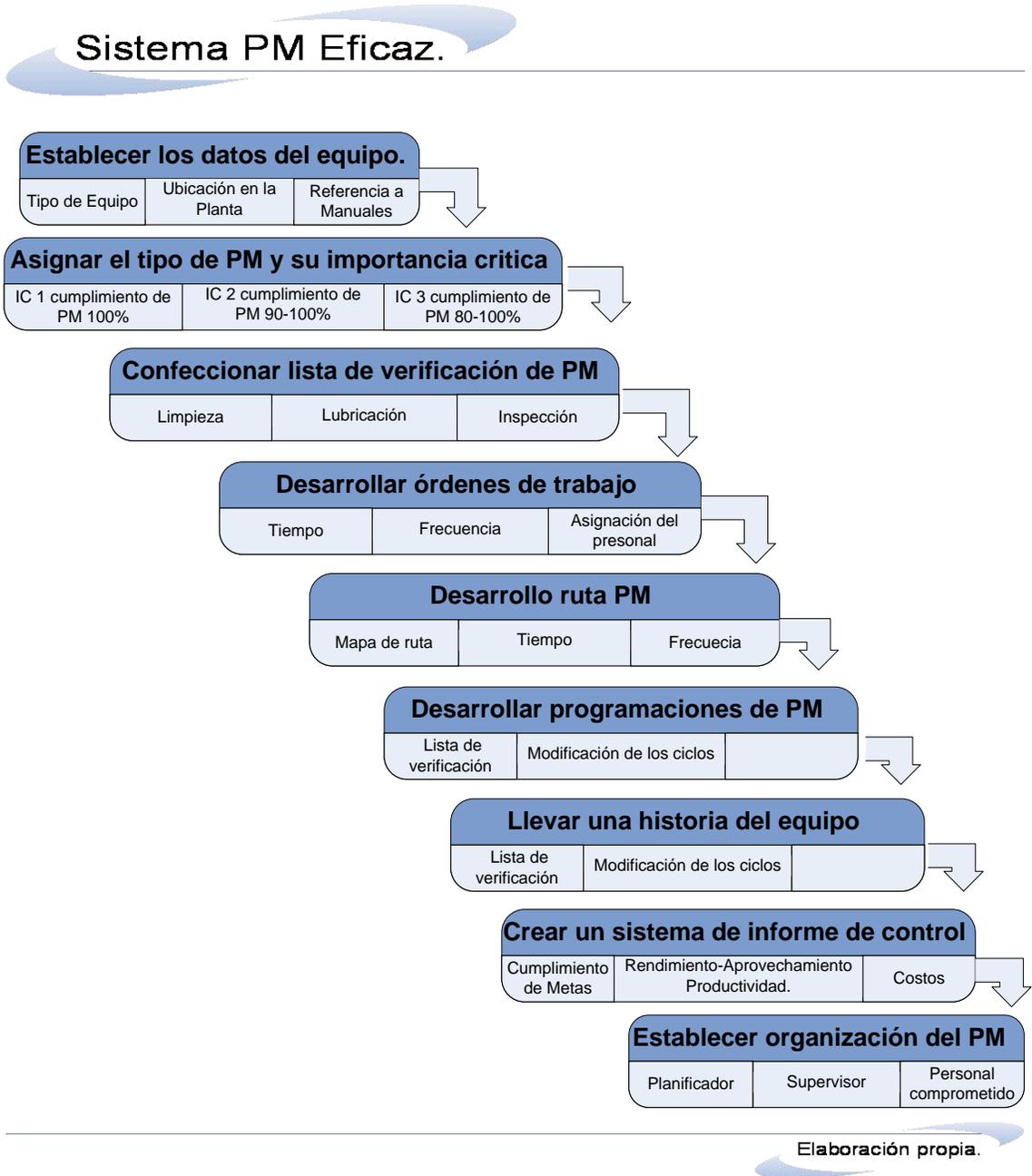
III.6. Verificar el desarrollo del sistema de PM, lubricación, limpieza e inspección incluyendo todos los formularios y controles.

Para mantener los equipos en su máximo nivel de rendimiento, las actividades de limpieza, lubricación e inspección realizada por los operadores de línea y ejecutores de mantenimiento juega un rol fundamental. Para ello, la planificación, realización y su respectivo control, serán los factores que determinarán el éxito del sistema PM.

Con el desarrollo de este sistema se conjuga la ejecución de las actividades, de manera que normalmente existe un número fijo de tareas cotidianas, semanales o mensuales de PM, realizadas de la misma forma en momento repetidos y predeterminados, todo ello está incluido dentro de los ciclos de mantenimiento de SAP.

Para conocer mejor los elementos que componen el sistema PM, en el siguiente diagrama se detallan los elementos con los cuales este se desarrolla, de manera que cada uno de ellos brinda información necesaria para que las brigadas de trabajo de mantenimiento puedan tomar las acciones correspondientes para la realización de mejoras en el sistema, y por ende en las máquinas que conforman la línea.

Figura 40.



Cada uno de los elementos que conforman el sistema PM, se han venido explicando a lo largo del estudio, de manera que se comprueba la existencia de cada uno de ellos como parte de las gestiones que se realizan actualmente por el área de mantenimiento.

III.7. Verificar cómo se desarrolla el manual de PM.

El primer paso para definir cómo se desarrolla el manual de PM, es verificar si realmente existe un manual que haga referencia a este tipo de actividades, para ello se realizó la respectiva investigación y los hallazgos fueron los siguientes:

- ❑ El área de mantenimiento tiene establecido para cada uno de sus departamentos procedimientos e instructivos, los cuales consideran las funciones de cada integrante desde la planificación de sus actividades, la de supervisión, hasta las tareas asignadas a los ejecutores de mantenimiento.
- ❑ En los procedimientos se detallan: las definiciones, conceptos y/o abreviaturas, el desarrollo de cada procedimiento, notas aclaratorias y diagramas de flujo si aplica.
- ❑ En cada instructivo se especifica: el propósito, alcance, procedimientos relacionados y otros documentos que apoyan los reportes elaborados por los supervisores o formatos que hacen uso los ejecutores de mantenimiento para detallar las observaciones al finalizar sus actividades.
- ❑ Cada uno de los documentos está elaborado con su código correspondiente, la versión y la fecha de vigencia del formato aprobado.

En relación específica del Manual de PM, este aún no se ha elaborado por parte del área de mantenimiento, lo que implica que ellos se guíen únicamente con los manuales de cada equipo, los cuales definen la frecuencia de cada actividad a realizarse, y sus respectivas instrucciones de mantenimientos preventivos que deben ejecutarse, estas instrucciones son las que se encuentran establecidas como clave modelo en SAP.

III.8. Verificar cómo se lleva a cabo el PM, la limpieza y lubricación según lo planificado y programado.

Para llevar a cabo la verificación de esta etapa, se toma en consideración, el hecho de que el área de mantenimiento realiza las actividades planificadas y programadas a través de ciclos establecidos en SAP con frecuencia de 125 hrs., 500 hrs., 1,000 hrs., 2,000 hrs., y 5,000 hrs., respectivamente y que además, realizan la programación de las mejoras en base a los avisos enviados tanto por los supervisores del área de envasado, así como por los ejecutores del mantenimiento predictivo y preventivo.

Actualmente, para dar el seguimiento respectivo de las actividades programadas versus las actividades ejecutadas, existen una serie de indicadores del área de mantenimiento que brindan referencia específica sobre el cumplimiento de los planes establecidos para lograr las ejecuciones de dichas actividades.

A continuación se brinda una tabla resumen de los indicadores de cumplimiento de los planes de mantenimiento que deben ejecutarse en tiempo y forma según el período establecido por el sistema SAP, del cual proviene toda la información necesaria para realizar los cálculos respectivos y las acciones necesarias para garantizar su debido cumplimiento.

Figura 41. Indicadores de cumplimiento del plan de mantenimiento de envasado.

Indicador	Expresión Conceptual	Expresión Matemática	Definición de variables	Metas		
				Cumplido	Bajo control	No Cumplido
Cumplimiento Plan de Mto. Predictivo Envasado	El indicador expresa la efectividad del cumplimiento del plan de monitoreo predictivo programado. Es el porcentaje de órdenes de trabajo predictivas ejecutadas, programadas en un periodo determinado relacionada a las órdenes programadas en SAP para ese periodo.	$N.MPP = \frac{\text{Total OT PREDIC PROG EJE}}{\text{Total OT PREDIC PROG SAP X100}}$	Total OT PREDIC PROG EJE = Total de órdenes predictivas programadas, cuya fecha de cierre técnico está en el periodo de fecha de inicio sistema especificada, con un tiempo de cierre de siete días. Total OT PREDIC PROG SAP = Total de órdenes predictivas programadas para un periodo determinado.	≥ 80%	60% ≤ X ≤ 80%	= 60%
Cumplimiento Plan de Mto. Programado de Planta (Zorroado)	Es el porcentaje de órdenes de trabajo ejecutadas en un periodo determinado con respecto a las órdenes programadas por SAP para ese periodo.	$N.CP = \frac{\text{Total OT PROG EJE}}{\text{Total OT PROG en SAP}}$	Total OT PROG EJE = Total de órdenes programadas, en las cuales la fecha de cierre técnico está en el periodo de fecha de inicio sistema especificada, con un tiempo de cierre de siete días. Total OT PROGRAMADAS SAP = Total de órdenes programadas para un periodo determinado.	≥ 80%	60% ≤ X ≤ 80%	= 60%
Indicador % de cumplimiento de avisos (Zorroado)	Es el porcentaje de avisos cumplidos versus los avisos solicitados a través de SAP en un plazo de 30 días.	$\%CI = \frac{\sum \text{avisos}_\text{cumplidos}}{\sum \text{avisos}_\text{solicitados}} * 100 = \%$	AVISOS CUMPLIDOS = Sumatoria del número de avisos diagnosticados AVISOS SOLICITADOS = Sumatoria del número de avisos solicitados, a los que no se cumplió	≥ 90%	90% ≤ X ≤ 80%	= 80%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior establece una clara referencia sobre la implementación de indicadores sobre porcentajes de cumplimiento de los planes de mantenimiento.

Al igual que los indicadores de envasado, cada uno de los indicadores de mantenimiento tiene establecida su definición conceptual, matemática, la definición de cada una de las variables que los conforman, así como las metas establecidas para cada uno de ellos.

Claramente puede observarse que estos indicadores están diseñados de manera tal que evidencia el comportamiento de las actividades preventivas, predictivas y el cumplimiento de los avisos que se ingresan en el sistema SAP como parte de las gestiones que las distintas partes realizan.

Además de los indicadores mostrados anteriormente, existen otros, los cuales dan soporte al seguimiento que establece el área de mantenimiento en función de sus principales actividades, el comportamiento de cada uno de ellos durante el segundo semestre del año 2007, puede observarse en el Anexo III.12.

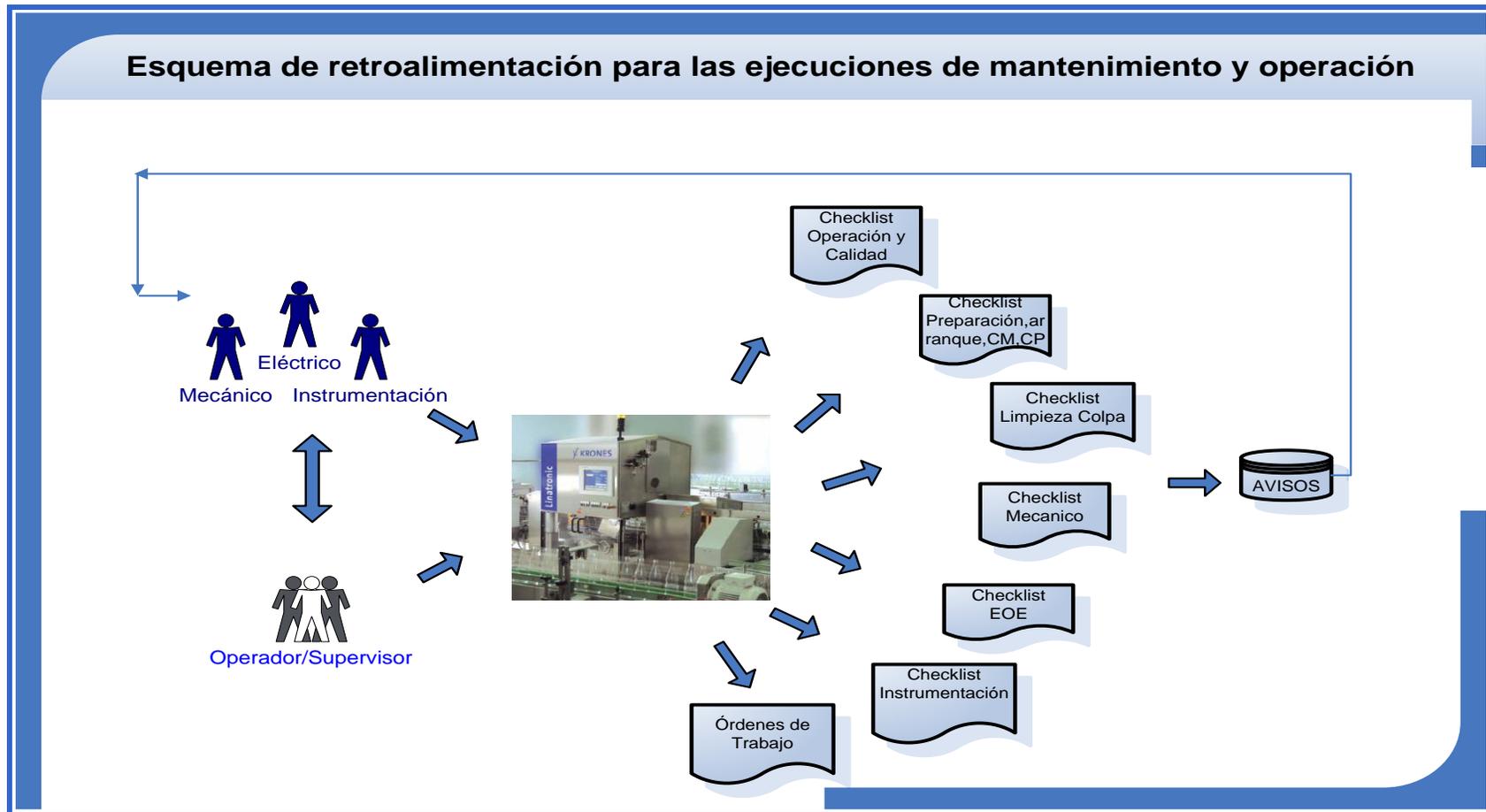
III.9. Verificar los resultados y corregir lo que sea necesario.

Las actividades ejecutadas por mantenimiento son reflejadas en cada uno de los indicadores de cumplimiento tal como se mencionó en la etapa anterior.

Es importante considerar que las actividades de los supervisores de cada área es vital para garantizar el seguimiento de cada una de las acciones que aseguren el óptimo funcionamiento de los equipos.

En el siguiente esquema, se muestra cómo cada una de las actividades realizadas por el personal de ambas áreas, permiten la obtención de información que les permite tomar acciones para retroalimentar el sistema de mantenimiento y operación.

Figura 42.



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como puede observarse en la Figura 42, cada una de las inspecciones, realizadas tanto por el personal de mantenimiento, así como por los operadores de los equipos, resulta de mucha importancia por el hecho de que cada una de ellas retroalimenta al sistema de mantenimiento y operación. Con la información obtenida a partir de la ejecución de cada una de ellas, se diseñan planes y/o acciones que contribuyen a la realización de las mejoras correspondientes.

Para lograr la retroalimentación de ambas áreas, la comunicación fluida entre el personal que conforman cada una de ellas, es el factor fundamental para establecer mejoras del funcionamiento de los equipos, lo que impacta directamente en el indicador de Eficiencia Global de Equipo (E.G.E).

Capítulo IV.

Evaluación del desarrollo del modelo de gestión de equipos TPM.

El sistema de gestión de equipos considera primordialmente al área de mantenimiento y envasado como un conjunto de áreas interrelacionadas entre sí que conforman un todo único, de manera que cada una de ellas tiene una función específica bien definida⁵⁹. El objetivo de este sistema, es disponer y organizar los recursos existentes en cada área, para alinear los esfuerzos y recursos que permitan alcanzar la mejora del indicador E.G.E

Como parte de las actividades incluida para el presente estudio se realizaron observaciones dentro de la línea de producción Kronos durante el período comprendido entre los meses de Enero y Febrero. Esta exploración, permitió conocer y familiarizarse con el sistema de gestión de equipos y obtener así una mejor base de análisis y evaluación de todo su desarrollo.

Considerando cada uno de los elementos que se han venido desarrollando a lo largo del estudio con la verificación de las Fase I y II de gestión de equipos, y con toda la información obtenida durante ese mes de observación, se sustentará la evaluación desarrollada a continuación.

⁵⁹ Ver anexo IV.1: Cuadro explicativo de la función y alcance de cada área.

IV.1. Objetivo de evaluación.

Como parte del seguimiento que CCN establece con respecto a la implementación del TPM, han desarrollado con la ayuda de consultores externos, una matriz de evaluación de los procesos claves y soportes de esta metodología.

Esta matriz, es de uso exclusivo de CCN y con ella, anualmente se realiza una auto-evaluación en la que participan exclusivamente los “*Jefes de Área*” de manera que estos, puedan dar su apreciación en cuanto a los avances que cada una de ellas ha tenido a lo largo del año en el desarrollo de esta metodología y de la gestión que cada una de ellas deben integrar para lograr las mejoras correspondientes.

Con el objetivo de profundizar en los aspectos que los consultores externos evalúan cada año dentro de las áreas que se han venido incluyendo como parte del estudio, y de preparar a estas últimas a definir con más claridad las fortalezas y debilidades que se tienen en cada proceso, se realiza la siguiente evaluación en donde de igual manera se respeta la metodología que la empresa ha implementado.

Pero, para entender mejor en que consiste esta evaluación y conocer sobre los puntos que cada uno de los procesos incluye, se explica a continuación en que consiste el procedimiento de evaluación.

IV.2. Matriz de evaluación.

Dentro del marco teórico, se explicó en que consiste cada uno de los elementos claves y soportes de la metodología del TPM, dejando claro que si bien es cierto que cada uno de ellos incluyen aspectos que los difieren a uno de otros, estos procesos son los que contribuyen a obtener mejores resultados de la implementación de la metodología del TPM y por ende del indicador E.G.E.

La matriz empleada para la evaluación, permite obtener de manera cuantitativa y cualitativa datos sobre la situación actual del desarrollo de la gestión de las áreas involucradas.

Para lograr establecer la puntuación respectiva, se utiliza un formato de referencia⁶⁰ brindado por los consultores, para la asignación del puntaje correspondiente en cada uno de los aspectos dentro de cada proceso clave y soporte. Una vez que se tiene esta referencia, se procede a realizar la evaluación respectiva teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- A cada uno de los elementos evaluados como parte de los procesos claves o soportes, se asignará un puntaje de los mostrados en la escala de evaluación para cada uno de los criterios denominados como: *Enfoque y Despliegue*.
- Ambos criterios, evalúan tres aspectos específicos, el objetivo del **enfoque** es determinar la existencia, la estructura y las referencias que las áreas tienen para comparar cada uno de los puntos evaluados. Por otro lado, el **despliegue** define el alcance, la madurez y las mejoras que se efectúan según los puntos incluidos en la evaluación.

⁶⁰ Ver anexo IV.2: Formato de referencia sobre la escala de evaluación.

- El porcentaje que puede asignarse está dentro de un intervalo del 0 al 100, con conteo de 10 en 10 de manera que no pueden existir valores intermedios. Según la escala asignada, el valor hará referencia a una situación específica del desarrollo del aspecto evaluado. Así, por ejemplo, si uno de los procesos obtiene un valor de 50 se dirá que este mismo, se encuentra en una etapa de Ascenso.
- Debido a que tanto el enfoque, como el despliegue obtendrán valores individuales, el valor resumen será el mínimo de estos dos.

Teniendo en cuenta cada una de las consideraciones anteriores, se muestra a continuación la matriz de evaluación con los resultados obtenidos para cada uno de los aspectos que forman parte de los diferentes procesos de la metodología del TPM y que se han venido explicando a lo largo del desarrollo del estudio como parte de la verificación de las Fases I y II de la gestión de equipos.

IV.3. Evaluación del desarrollo del modelo de gestión TPM.

Tabla 16. Evaluación del proceso clave: “Corrección de fallas”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PFMEA												n Observado	Puntaje Observado	Fortalezas	Oportunidades de mejora		
		SE	OE	PE	DE	TE	LE	AE	EE	PE	DE	TE	LE						
I.- Procesos Claves	400													78%	318				
II.- Corrección de Fallas	80													30%	24				
11.a. Existe un control donde se lleva la hora inicio y cierre de cada falla, en cada turno. Este control es llevado por el operador y es revisado por el supervisor.	16	E														40%	8	<ul style="list-style-type: none"> * Existe un formato de partes por cada línea, donde se especifica su respectiva información. * Se han estandarizado en todos los equipos los formatos para el reporte de fallas. * Se cuenta con un catálogo de fallas para mejorar los análisis de sus causas. 	<ul style="list-style-type: none"> * Revisar a los supervisores de línea en los datos que se reportan. * Garantizar la consistencia de los datos reportados entre los diferentes equipos.
11.b. Las fallas son analizadas y se toman acciones correctivas y preventivas por el equipo de trabajo.	20	E														20%	8	<ul style="list-style-type: none"> * Actualmente la información de fallas está centrada en SAP. * Ambos áreas participan en el análisis de fallas y de su impacto directo del indicador de disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> * Entre los hábitos de trabajo existentes. * Mejorar los análisis de causas que permitan abordar mejoras a largo plazo. * Aprovechar el uso del sistema SAP.
11.c. Se usa metodología AMEF para las fallas mayores o menores de 30 min.	16	E														20%	8		<ul style="list-style-type: none"> * Incrementar su aplicación en las partes menores a 30 minutos. * Evaluar el destino de información de la causal AMEF. * Ponerse a trabajar en el diseño del catálogo de fallas.
11.d. Existe comité para el análisis de fallas conformado por: Operarios, mantenimiento, supervisor, técnico. En las reuniones se buscan causas más responsables y reales.	16	E														20%	8	<ul style="list-style-type: none"> * Reuniones periódicas para el análisis de partes. 	<ul style="list-style-type: none"> * Garantizar que en cada reunión estén presentes todos los involucrados.
11.e. Existe un sistema que permita medir la eficacia del análisis de fallas.	8	E														20%	8		<ul style="list-style-type: none"> * Establecer métricas para medir el MTBF y MTTR.

Fuente: Elaboración Propia.

Como puede verse en la tabla anterior, la “Corrección de fallas”, representa uno de los procesos claves dentro de la gestión de equipos, por el hecho de que es a partir de este proceso de donde proviene toda la información necesaria que permite reconocer cuáles son las causas por las que los equipos no funcionan correctamente durante cierto período. Sin embargo el desarrollo de este proceso, es afectado por algunas debilidades existentes, dentro de los cuales podemos encontrar como debilidad principal, el hecho de que el catálogo utilizado para efectuar el control de cada una de las fallas, no sólo considera problemas genéricos de las máquinas y su respectiva sección de transportes, por ello, el registro respectivo se complica al no poder asociarse la situación real dentro de la línea con una de las fallas codificadas que forman parte de dicho catálogo.

Además, esta misma debilidad afecta directamente el desempeño del comité de fallas, debido a que sus integrantes utilizan como recurso primario los registros de fallas para realizar los análisis que les permita definir las causas del problema y tomar las acciones a corto plazo que les permita obtener soluciones factibles a largo plazo, según la tipificación obtenida en cada una de ellas y el alcance que cada uno de los integrantes posee para ejecutar las mejoras correspondientes.

Otro debilidad notoria dentro del proceso de “Análisis de fallas” es que a pesar de todas las acciones que se implementan, aún no se utilizan indicadores que permitan tener una referencia más puntual de la eficacia de estos análisis, aunque actualmente se registra dentro del sistema SAP la información necesaria para realizar los cálculos que permitan tener un indicador que haga referencia a esa actividad.

Además, existen otras debilidades que dependen en muchos de los casos de la actitud del personal para ejecutarlos, pero es posible que con la mejora de los dos puntos señalados anteriormente, estas otras debilidades sean mejoradas de manera inherente.

Tabla 17. Evaluación del proceso clave: “Mantenimiento preventivo”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PERFIL												% Deseado	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora		
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%							
1.2- Preventivo:	60															60%	60		
1.2a	Existencia de un sistema de mantenimiento "Hoja de Ruta" por equipos importantes y críticos.	40	E													60%	24	* Actualmente a cada año de los equipos han sido clasificados de acuerdo a su nivel de importancia dentro del proceso y por lo tanto uno de ellos están siendo monitoreados que deben ejecutarse según su condición (holístico o días calendario).	* Mejorar la disponibilidad de equipos para la ejecución de este tipo de mantenimiento. * Incluir todas las indicaciones técnicas de los fabricantes de los equipos para elaborar las tarjetas.
1.2b	Existencia de un sistema de mantenimiento preventivo de los equipos.	20	E													50%	10	* Se cuenta con la herramienta tecnológica SAP donde se carga la información de todos los trabajos de mantenimiento en cada equipo. Esta información se actualiza diariamente.	* Explorar el diseño de la herramienta SAP para obtener un control más eficiente. * Mejorar los tiempos de entrega de las OT para su cierre respectivos.
1.2c	Existencia de un plan de mantenimiento donde se tiene en cuenta las tarjetas y la carga de trabajo del personal.	30	E													50%	15		* Actualizar los tiempos de ejecución de las OT. * Incrementar la supervisión de los trabajos de mantenimiento.
1.2d	Existencia de un historial por equipo de todos los mantenimientos correctivos, preventivos y modificaciones efectuadas a los mismos.	10	E													60%	6	* Sistema SAP	* Analizar la carga de trabajo del personal de mantenimiento.
1.2e	Las tarjetas son actualizadas en función del estado de fallas y modificaciones de los equipos.	10	E													60%	7	* También la ejecución de los checklist sirven como criterio para actualizar las tarjetas de mantenimiento.	* Mejorar la eficiencia de los análisis de fallas.
1.2f	Se tiene un sistema de medición donde se mide la eficiencia del sistema de mantenimiento preventivo.	10	E													30%	3	* Existen indicadores para las actividades del área de mantenimiento preventivo.	* Diseñar un indicador de eficiencia para este tipo de mantenimiento.
1.2g	El sistema de mantenimiento se evalúa y se mejora (PDCA).	10	E													50%	5		

Fuente: Elaboración Propia.

Otro de los procesos claves considerados para la gestión de equipos es el “Mantenimiento preventivo”. Para este proceso, una de las debilidades principales, es que a pesar de que se tiene el soporte del sistema SAP para la administración de todo el mantenimiento, la falta de disponibilidad de línea limita a esta área a realizar sus respectivas intervenciones. En este aspecto cabe mencionar que la mejora de esa debilidad, depende en gran medida del área de planificación, que es la que al final posee la autorización para establecer los planes de producción y realizar los cambios oficiales en él cuando el caso lo amerite.

Por otro lado, existen ciertas debilidades que el área de mantenimiento debe mejorar internamente, tales como incluir todas y cada una de las indicaciones básicas de mantenimiento reflejados en los manuales de los fabricantes en los ciclos de mantenimiento establecidos en SAP para cada máquina, actualización de los tiempos de ejecución de las OT, además de la supervisión de cada una de las ejecuciones, así como implementar al máximo el uso del sistema SAP para la generación de reportes, que permitan mejorar el desarrollo de sus gestiones.

Además, en la tabla de evaluación del proceso “Mantenimiento preventivo”, puede observarse que este proceso está vinculado con el proceso de “Análisis de fallas”, ya que es a partir de este último que el sistema de mantenimiento se retroalimenta de manera que se pueden realizar las actualizaciones de los ciclos de mantenimientos establecidos para los equipos. Por lo tanto se considera que las mejoras implementadas en este último proceso, también tendrá un impacto directo en las ejecuciones del mantenimiento preventivo.

Tabla 18. Evaluación del proceso clave: “Mantenimiento predictivo”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PERFIL													% Obtenido	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13							
1.1. Predictivo	88																	47%	87		
1.1.a	Se posee un listado de los equipos con sus puntos de medición que están dentro del sistema de mantenimiento predictivo.	12	E															50%	6	Existe un procedimiento que define los puntos de medición que este departamento debe tener en los equipos.	
			D																		
1.1.b	Existen cartillas de mantenimiento predictivo que especifique las actividades a realizar: mediciones, análisis de vibraciones, inspecciones, etc.	12	E															50%	6	Existe actividad que debe realizarse está definida claramente dentro del plan de mantenimiento, según los índices definidos para los equipos.	
			D																		
1.1.c	Existe sistema de cómputo (Software de mantenimiento) donde se cargue todo el sistema de mantenimiento predictivo de los equipos.	8	E															50%	6	SAP contiene toda la información que corresponde a esta área y en la ejecución de sus actividades respectivas.	
			D																		
1.1.d	Se posee un plan de mantenimiento predictivo en la planta.	8	E															50%	6	Proveen y utilizan instrumentos de medición especializados para la realización de los diagnósticos.	Incrementar la disponibilidad de los equipos para la realización de los diagnósticos.
			D																		
1.1.e	El reporte de predictivo abarca al preventivo, correctivo y mantenimiento.	8	E															40%	6	El departamento predictivo genera reportes para cada uno de los diagnósticos en donde se detallan sus recomendaciones.	Facilitar la ejecución de los trabajos de los equipos por parte de los ejecutores del preventivo.
			D																		
1.1.f	Se tiene sistema de calibración para los equipos de medición utilizados en el mantenimiento predictivo.	12	E															50%	6	Proveen con un laboratorio de metrología en donde se inspeccionan periódicamente los equipos y además se realizan pruebas en laboratorios externos.	
			D																		
1.1.g	Se tiene sistema de medición donde se mida la eficacia del sistema de mantenimiento predictivo.	8	E															30%	2	Existe un indicador que mide la eficacia de este tipo de mantenimiento.	
			D																		
1.1.h	El mantenimiento predictivo se realiza y se mejora (PDCA).	8	E															40%	2	Actualmente se han mejorado e integrado formatos y procedimientos que ayudan a optimizar el trabajo. Se preparan reportaciones constantes a los ejecutores del preventivo para que logren la realización de los trabajos predictivos.	
			D																		

Fuente: Elaboración Propia.

Otro de los procesos claves para la gestión de equipos incluye al “Mantenimiento preventivo”, este tipo de actividades se orienta a detectar las fallas en los equipos antes de que ocurran y tal como se mencionó en el Capítulo II, es el proceso más reciente implementado por CCN. A pesar de esto, los resultados de la evaluación reflejan que el departamento a cargo de este tipo de mantenimiento, se ha preocupado por mejorar el desarrollo de cada una de sus actividades de manera que el enfoque y el despliegue alcanzado en cada uno de los aspectos evaluados demuestra que en la mayoría de las casos, estas se encuentran en ascenso.

Sin embargo, este proceso también presenta debilidades que deben ser atacadas con el objetivo de mejorarlo. Dentro de las debilidades ligadas directamente con su ejecución se pueden mencionar, al igual que con el proceso de “Mantenimiento preventivo”, la falta de disponibilidad de los equipos de la línea para que este departamento pueda ejecutar las OT y diagnósticos que le confieren. Esto limita a que los técnicos puedan prevenir la fallas dándole a los ejecutores del mantenimiento preventivo las pautas para atacar las debilidades.

Al mismo tiempo, otra de las limitantes para el buen desarrollo de este proceso, radica en que una vez que los técnicos del mantenimiento predictivo realizan los diagnósticos correspondientes e ingresan los avisos en el sistema SAP con el objetivo de retroalimentar la ejecución de la parte preventiva, en algunos casos estos no se atacan a tiempo debido a la carga de trabajo de los ejecutores del preventivo. Por otro lado en algunas ocasiones, algunos de los ejecutores del preventivo, no demuestran las habilidades requeridas para realizar las mejoras planteadas, por lo que al final, el área de envasado considera que la ejecución de la parte predictiva no es totalmente efectiva.

Tabla 19. Evaluación del proceso clave: “Mantenimiento autónomo”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Frecuencia	FUMS												% Oportuno	Puntaje Oportuno	Fortalezas	Oportunidades de mejora		
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%							
14	Autónomo	88														88%	88		
14.a	Operarios y Supervisores de producción ejecutan limpiezas y lubricación.	II	E													40%	4,00	* Existe conocimiento sobre estándares, defectos y parámetros de calidad del producto.	* Involucrar a los supervisores de línea para que participen activamente en la ejecución de estas actividades.
14.b	Reporte de fallas tiene calidad donde se explique claramente el problema.	II	E													40%	4,00		* Eliminar las deficiencias del catálogo de fallas. * Existe inconsistencias de información entre el operador de la línea y el del equipo en paralelo.
14.c	Reuniones regulares por línea entre producción y mantenimiento.	I	E													60%	4,00	* Agenda de reuniones periódicas entre ambas áreas.	
14.d	Operarios y Supervisores realizan pequeños ajustes, fallas y control y conocen las herramientas básicas.	II	E													40%	4,00	* Se ha desarrollado el hábito de trabajo en equipo (entre operadores).	* Promover el liderazgo en todas las áreas del área de producción.
14.e	Operarios y Supervisores han sido capacitados en diagnóstico de fallas, inspecciones básicas y lo realizan.	II	E													60%	3,30	* Existe capacitación técnica generalista. * Capacitaciones constantes.	* Capacitar a los operadores en el uso de los sensores para realizar diagnóstico del equipo. * Incrementar la participación de los supervisores en el diagnóstico de equipos.
14.f	Evidencia de sugerencias de mejora por operador.	II	E													60%	3,00		* Establecer una gestión clara para recopilar y considerar las sugerencias del personal.
14.g	Participan activamente en preparación, limpieza y reparación de equipo.	II	E													40%	4,00	* Generalmente los técnicos participan en actividades de mantenimiento en conjunto a los operadores. * Los operadores participan en las actividades de preparación de los equipos, de los trabajos de mantenimiento y en la ejecución de los checklist de C.O.E.	* Promover el liderazgo entre todos los operadores de cada línea. * Seguir promoviendo el entrenamiento de los operadores en el uso del equipo.
14.h	El indicador de efectividad es analizado en sus reuniones con mantenimiento y proponen acciones y proyectos.	I	E													60%	4,00		* Trabajar la organización en la ejecución de los proyectos planteados.

Fuente: Elaboración Propia.

El último de los procesos claves, hace referencia al “Mantenimiento autónomo”, para este proceso, se requiere de la participación activa de los operadores y supervisores de línea con el objetivo de apoyar en las tareas de mantenimiento, luego de que estos reciben las capacitaciones necesarias para conocer y aprender sobre las actividades que deban desarrollarse.

Como puede observarse en la Tabla 19, en la mayoría de los casos los resultados de los diferentes aspectos evaluados para este proceso, no alcanzan ni el 50% del valor meta, esto indica que existen múltiples factores que deben considerarse para lograr mejoras que permitan un avance en este proceso. Dentro de las debilidades, se puede mencionar el hecho de que los supervisores de línea participan muy poco en las actividades asignadas como parte de este proceso y además, falta rigurosidad por parte de los mismos, para llevar a cabo los proyectos planteados. Por otro lado, a pesar de la preparación que los operadores han recibido para el desarrollo de este proceso, aún falta que estos puedan realizar diagnósticos de los equipos, sin necesidad de recurrir al personal de mantenimiento, y además de que se promueva dentro del área de envasado el liderazgo en todos los niveles, es decir involucrando tanto a los operadores de cada uno de los turnos, así como a sus respectivos supervisores.

Otro de los aspectos fundamentales para el desarrollo de este proceso, son las sugerencias planteadas por parte del personal operativo, los cuales retroalimentan a los supervisores de línea y al área de mantenimiento para establecer acciones que les permita implementar mejoras en los equipos. Una vez más, el proceso de “Corrección de fallas” está ligado con otro de los procesos claves, de manera que la calidad de los reportes generados por los operadores de línea debe garantizar que la información sea útil para realizar las gestiones pertinentes a partir de ellos.

Tabla 20. Evaluación del proceso soporte: “Gestión de repuestos”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PERFIL												% Obtenido	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
2- PROCESOS DE SOPORTE	500													46%	230					
2.1- Gestión de Repuestos	50													47%	24					
2.1.4	Criterios claros para clasificar repuestos críticos (CR), repuestos de consumo más alto (ME), Repuestos sobre demanda (PO), Repuestos sin planificación (AC)	5	E															50%	5	* Realizar una lista de repuestos que garantice su respectivo establecimiento dentro del sistema SAP.
2.1.5	Existe un MRP de repuestos y un sistema de devolución de repuestos legít.	5	E															40%	4	* Línea Cross debe su respectiva línea de repuestos así como su respectivo gráfico de actividad. * Toda la información referente al MRP de repuestos se maneja dentro de SAP. * SAP genera un reporte de existencia por centro y ubicación para del cual se realizan las transferencias de los materiales. * Realizar el procedimiento de actualización de reservas de materiales por parte de los equipos de mantenimiento. * Mejorar la disponibilidad de materiales para realizar los cambios respectivos.
2.1.6	Gestión de tiempo, Factor de Servicio, Inventario, COUPA en situaciones, Programas de Mejora	5	E															30%	3	* Se han mejorado los tiempos de entrega de los materiales propuestos para trabajos más críticos. * Existen indicadores relacionados a la gestión de repuestos. * Se garantiza la especificación de datos de los repuestos para que puedan ser fácilmente encontrados.
2.1.8	Condición y Estandarización Coherente con datos de Contabilidad	5	E															30%	3	* Los materiales son manejados a través del número de partes, cuya estandarización hace más efectiva la gestión dentro del sistema SAP.

Fuente: Elaboración Propia.

El primero de los procesos soportes evaluados, hace referencia a la “Gestión de repuestos”, en la ejecución de este proceso, existen ciertas debilidades que deben ser mejoradas para lograr un puntaje superior al obtenido actualmente. Dentro de las principales debilidades, se pueden mencionar el hecho de que a pesar de que existe una clara clasificación de los repuestos y materiales que se mantienen en inventario para cada uno de los equipos, aún existen algunos repuestos que no se conocen por parte de los ejecutores y supervisores de mantenimiento, por lo que no existe stock para ellos, por lo tanto cuando estos componentes fallan, se pierde mucho tiempo en lograr que el equipo recupere su funcionamiento normal, ya que hasta en ese momento se empieza a gestionar su adquisición.

Como se ha mencionando, toda gestión referente a la ejecución de los mantenimientos está ligada al uso del sistema SAP, en este sentido, se incluye la realización de las reservas de materiales por parte de los ejecutores de mantenimiento de cualquiera de los departamentos, de manera que ellos mismos deben realizar las reservas de los materiales para cumplir con las OT que lo ameriten, pero en este aspecto existen algunos de los ejecutores que no realizan sus reservas a tiempo, lo que esta ligado al hecho de que no existe un procedimiento específico dentro del Netserver que les guíe para la realización correspondientes de las reservas de materiales y de que hasta hace poco tiempo, no se les había brindado una capacitación general para realizar esta actividad. Otro aspecto que puede destacarse, es el hecho de que no existe una referencia precisa para medir la calidad de los repuestos que se utilizan por parte de los ejecutores de mantenimiento, lo cual es un factor preponderante para evitar pérdidas que impacten en el indicador E.G.E.

Tabla 21. Evaluación del proceso soporte: “Indicadores”.

EVALUACION DEL MODELO DE GESTION DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PERFE.												n Observado	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
2.2.- Indicadores	100														47%	29		
2.2.a	5	E													40%	2	* Los TCE y BOC han involucrado a los colaboradores de las áreas en el cumplimiento de los indicadores y además representa un estímulo para todo el personal.	
	D																	
2.2.b	5	E													60%	4	* Está disponible toda la información sobre "Indicadores por definición" dentro del Mánager, en donde se han incluido todos estos aspectos. * Los indicadores por definición son los que dan luz verde de cuándo desarrollar planes de acción o proyectos de mejora.	* Define para cada indicador su respectivo porcentaje de desviación aceptable.
	D																	
2.2.c	5	E													50%	3	* Cada uno de los indicadores contiene de manera particular esta información.	
	D																	
2.2.d	3	E													50%	2	* Los jefes de área realizan visitas a otras empresas para establecer comparaciones de los indicadores principales, ellos mismos son los responsables de establecer las metas y sus respectivos actualizaciones cada 3 meses.	
	D																	

Fuente: Elaboración Propia.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

Práctica	Puntaje	PERFIL												% Obtenido	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12						
11a	El reporte de análisis de los indicadores en cada nivel, se ha programado con una secuencia lógica de agregación de información que permita un reporte y análisis de los mismos que brinde un adecuado nivel de profundidad y la toma de decisiones oportuna. Los indicadores son visibles según la necesidad y en cualquier nivel de su estructura.	4	E													50%	2	<ul style="list-style-type: none"> Se ha centralizado en el Nivel 1 la información sobre la definición y el reporte de cada uno de los indicadores de las áreas. SAP permite aplicar herramientas estadísticas para analizar los problemas de las áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se espera que las actualizaciones de cada indicador estén listas y con errores en el período establecido. Explorar al máximo las herramientas SAP para generar reportes que sean útiles para realizar los análisis del comportamiento de cada indicador.
11b	Todo el personal hasta el nivel operativo conoce y maneja los conceptos de pensamiento estadístico, tipos de causas que originan variaciones, árboles de factores, teoría de paros, etc. para comprender y analizar adecuadamente los problemas.	0	E													50%	0		<ul style="list-style-type: none"> Realizar el conocimiento de los conceptos estadísticos en todos los niveles de cada área.
11c	Se definen y articulan acciones de mejora de los indicadores sistemáticamente y con un método riguroso de enfoque preventivo y de eliminación de causas raíces. El método utilizado es homogéneo y está extendido a todas las áreas (Proyectos de Mejora).	0	E													40%	0	<ul style="list-style-type: none"> Siempre se utiliza la metodología de los 7 pasos del TPM para implementar mejoras en los indicadores. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar el enfoque de la prevención y eliminación de causas raíces, evitando que los problemas se vuelvan a presentar en un corto plazo.
11d	Se practica el control visible con gráficos y tableros, que alerten sobre la situación o sucesos que deben tomar acciones correctivas o preventivas en sustitución de las tablas y datos. Se actualizan en forma continua los gráficos de control y gráficos.	3	E													40%	1	<ul style="list-style-type: none"> En todos los niveles se conoce sobre la importancia de los indicadores y su respectivo significado. En la mayoría de los casos, los indicadores están actualizados en los 1^{er} días del mes. 	

Fuente: Elaboración Propia.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PERFIL											% Obtenido	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora		
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%						
2.2) Se practica el control por excepción, se talleros y agendas predefinidas para focalizar el esfuerzo y la atención en los temas críticos e importantes. Existen generales y compartidas de control por excepción y periodicidad del reporte. Utilización de paneles de control.	3	E													50%	3	En cada uno de los indicadores reporte se establece la prioridad de ejecución de las actividades de acuerdo a la urgencia en el siguiente período.	
2.2) Se cuenta con facilidades para integrar la información y reportar al sistema integrado, software de indicadores y control de gestión funcionando, ingreso único de datos, almacenamiento de data histórica, registro de análisis efectuado, procesamiento de datos y reportes.	5	E													50%	3	* Cada área es responsable de la actualización de sus indicadores, y solamente altas tienen acceso a cambiar datos en el sistema.	* Mantener y analizar registros históricos de cada indicador con información de atención y efectos.
2.2) El sistema de información e indicadores es evaluado y mejorado periódicamente (PDCA). Se mejoran y desarrollan nuevas tecnologías que facilitan el manejo y confiabilidad de los datos. Se identifican los procesos para los cuales es prioritario tener nivel.	5	E													40%	2	* Los indicadores se actualizan manual y automáticamente en todo y forma por el gerente de producción y el ejecutivo de IQC. * Además, anualmente se actualizan los indicadores por acciones externas, los cuales realizan evaluaciones del desempeño de cada uno de ellos.	* Integrar medios tecnológicos (software) para realizar los análisis estadísticos.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el desarrollo de cualquier sistema de gestión, uno de los requerimientos más importantes es la medición por ello, se requiere del diseño estratégico de una serie de indicadores que reflejen datos cuantitativos sobre el desarrollo de ese sistema.

A pesar de que se cuenta con un sistema de indicadores definidos de manera rigurosa para medir las principales actividades de cada una de las áreas (mantenimiento y envasado), existen algunas debilidades que limitan los resultados del enfoque y el despliegue de este proceso soporte. Dentro de las debilidades más evidentes pueden mencionarse, que durante las diferentes etapas de verificación de los indicadores de ambas áreas, existían algunos de ellos que (a pesar de existir un responsable asignado y un plazo definido para mostrarlos oficialmente dentro del Netserver), no estaban correctamente mostrados en tiempo y forma de manera que al tener acceso a ellos, la información se mostraba incompleta o presentaba errores evidentes.

A pesar de que cada uno de los indicadores tiene su respectivo “Indicador por definición” en el caso de algunos de ellos, no se tienen definido rangos que definan la estabilidad de estos. Además, si bien es cierto que para cada uno de los indicadores se han establecidos metas claras, no existe un procedimiento estadístico bien fundamentado que oriente sobre cómo se deben establecerlos. Además, existen algunas debilidades en cuanto al conocimiento del personal en todos los niveles sobre los principales conceptos estadísticos, por lo que muchas veces las gestiones en función de ellos, no tienen una interpretación sólida suficiente.

Aún hace falta integrar un software estadístico para la realización de los análisis de indicadores de manera que se puedan realizar correctamente las gestiones en función de cada uno de ellos.

Tabla 22. Evaluación del proceso soporte: “COLPA”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PUNTO												n. Observado	Puntaje Observado	Fundamentación	Oportunidades de mejora	
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	0%					
2.3 - COLPA	30														87%	26		
2.3.a	20	E													70%	14	* Los resultados de este proceso tienen un impacto directo en las TCE y EJC de las áreas. * Fomenta el trabajo en equipo por parte del personal del área.	* Trabaja en mejoras orientadas a la disposición y el empleo del personal para alcanzar la meta establecida por la metodología.
2.3.b	10	E													100%	10		
		D																

Fuente: Elaboración Propia.

COLPA representa el tercer proceso soporte evaluado dentro del sistema de gestión equipos, esta actividad consiste en realizar acciones que permitan tener un lugar de trabajo con todas las herramientas clasificadas, en orden, limpias de manera que, todos colaboren con estas acciones desde su puesto de trabajo respectivo.

Este proceso soporte, fomenta el trabajo en equipo en cada una de las áreas, ya que se obtiene un puntaje único que afecta directamente la evaluación de cada operador, supervisor o ejecutor de mantenimiento en su TDE o BSC, según sea el caso.

Como puede verse en la tabla anterior, para este proceso tanto el enfoque como el despliegue, obtuvieron un puntaje destacado. Esto se debe a que el personal a cargo de ejecutar esta actividad utiliza un procedimiento riguroso para efectuar sus evaluaciones mensualmente de manera que cada una de las áreas están comprometidas en respetar las exigencias que COLPA impone en cada una de ellas.

Sin embargo, existe una debilidad que debe ser mejorada, y radica en el hecho de que aun falta mejorar la disposición y el empeño de cada uno de los trabajadores en el logro de la meta establecida para esta actividad, aunque durante el periodo de estudio, pudo verificarse que las áreas han implementado acciones que permiten mejorar los resultados de este tipo de evaluación y que generalmente el personal colabora en la ejecución respectiva.

Tabla 23. Evaluación del proceso soporte: “Proyectos de mejora”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Porcentaje	PERFIL												% Oportunidades	Porcentaje Oportunidades	Fortalezas	Oportunidades de mejora	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
2.4. Proyectos de Mejora	40														100%	10		
2.4.a	20	E													100%	10	* Se ha establecido como norma en todas las áreas, trabajar con la metodología de los siete pasos del TPM tomando como referencia al menos información técnica de 6 meses atrás. ** Establecer el porcentaje de derivación aceptable para cada indicador. *** Incentivar al alientos hasta las acciones preventivas.	
		D																
2.4.b	20	E													20%	3	* Cada área es responsable de dar seguimiento al desarrollo de los proyectos de mejora y de participar activamente según su alcance.	
		D																

Fuente: Elaboración Propia.

Otro de los procesos soportes incluido dentro de esta evaluación se refiere a los “Proyectos de mejora”.

Tal y como se ha mencionado en la etapas de verificación de la gestión de equipos, existe por parte de la empresa una metodología definida para llevar a cabo este tipo de actividad, la cual está vinculada de manera significativa con el comportamiento de los indicadores de los cuales, se retoman los datos históricos de seis meses anteriores para efectuar los análisis respectivos.

Generalmente, este tipo de proyectos requiere de la participación conjunta del área de mantenimiento y envasado, para lograr el impacto esperado de las mejoras que se han de ejecutar.

Sin embargo, cabe mencionar un aspecto que debe mejorarse en función de este proceso soporte y radica en el hecho de que el análisis realizado, debe enfocarse tal y como la metodología lo establece, en implementar mejoras que permitan a largo plazo prevenir que los problemas vuelvan a repetirse o que se manifiesten en una manera que antes no se había considerado.

Con todo lo explicado anteriormente, puede notarse claramente que este es otro de los procesos que se encuentra enlazado con el proceso de corrección de fallas, por el hecho de que la información histórica utilizada para los análisis parte como ya se ha venido mencionando de este proceso clave.

Tabla 24. Evaluación del proceso soporte: “Gerencia visible”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PEPFL												S. Obtenido	Puntaje Obtenido	Fondos de	Oportunidades de mejora		
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%	100%						
2.3.- Gerencia Visible	20															100%	10		
2.3.a Se muestran los índices de efectividad global, rendimiento, calidad, disponibilidad	5	E														50%	5	* Los resultados de estos indicadores se dan a conocer en todos los niveles de cada área.	
		D																	
2.3.b Se muestran los avances de los procesos clave y propios. Se hacen comparaciones entre procesos.	5	E														40%	4		* Dar a conocer los avances de cada proceso de la metodología en todos los niveles, independientemente del avance que tenga cada uno de los procesos.
		D																	

Fuente: Elaboración Propia.

Otro de los procesos soportes que forma parte de la gestión de equipos, corresponde al proceso “Gerencia visible” el cual, consiste en dar a conocer a todo el personal, cuál es el comportamiento que presenta cada uno de los indicadores que rigen las actividades en cada una de las áreas, además de mostrarles cuál es el avance que se logra en cuanto al modelo TPM.

Sin embargo, como parte de las ejecuciones de este proceso, pudo confirmarse que los avances en función de la metodología (procesos claves y soportes) no se dan a conocer en todos los niveles dentro de las áreas, hecho que debe mejorarse para lograr el pleno conocimiento de todos y cada uno de los resultados obtenidos ya que es una manera de retroalimentar completamente al personal sobre la ejecución de todas las actividades desarrolladas.

Un factor positivo que existe para el proceso “Gerencia visible” es que de hecho cada una de las áreas muestra al personal en todos los niveles los resultados de los indicadores, ya que como se ha mencionado anteriormente es a partir de ellos que se tiene definido la ejecución de planes de acción o proyectos de mejora que se realizan.

Tabla 25. Evaluación del proceso soporte: “Funcionamiento eficaz”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PERFIL											% Obtenido	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
2.4. Funcionamiento Eficaz	40														80%	32		
2.4.a	30	E													80%	6	<ul style="list-style-type: none"> Existe una agenda definida que establece la frecuencia y patrones de discusión de las reuniones internas y externas de las áreas. Existe evidencia de los acuerdos que se generan entre ambas áreas para implementar las acciones correspondientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer mayor rigurosidad en el cumplimiento de los acuerdos que se generan entre las áreas. Mejorar la calidad de las reuniones a nivel operativo.
2.4.b	10	E													40%	4	<ul style="list-style-type: none"> Existe un formato para realizar las auditorías correspondientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Despegar las auditorías a las reuniones de los niveles operativos, ingeniería y gestión.

Fuente: Elaboración Propia.

El proceso soporte “Funcionamiento eficaz”, consiste de manera general en la realización de reuniones que permitan a las áreas ejercer un seguimiento continuo sobre las diferentes actividades que se ejecutan en cada una de ellas.

Como se ha mencionado anteriormente, cada vez que se lleva a cabo una reunión interna o externa a las áreas, se establecen acuerdos sobre cada una de las acciones que deben ejecutarse para implementar mejoras en los equipos y procesos, sin embargo, pudo confirmarse que existen algunos casos incumplimiento de estos acuerdos de manera que la ejecución de las mejoras no se ejecutan tal y como se habían programado.

Por otro lado, la calidad de las reuniones realizadas a nivel de operación y supervisión no se auditan periódicamente, esto genera que en algunas ocasiones, no se discutan o presenten de manera específica los puntos más importantes de la reunión y que se evalué además, la manera en que la información es presentada a los demás participantes.

Como puede observarse, este proceso está directamente relacionado con el proceso de “Gerencia visible” de manera que para llevar a cabo el “Funcionamiento eficaz” se necesita retomar la información para implementar las mejoras respectivas.

Tabla 26. Evaluación del proceso soporte: “SMED”.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS TPM

PRÁCTICA	Puntaje	PCP/PL												% Obtenido	Puntaje Obtenido	Fortalezas	Oportunidades de mejora	
		1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8					
2.7 - SMED	20														30%	6		
2.7.a	20	E													30%	6,00		* Ampliar el despliegue para incluir las actividades consideradas como PP. * Aplicar la metodología en el área de mantenimiento.
2.7.b	10	E													40%	4,00		
		D																

Fuente: Elaboración Propia.

El último de los procesos soportes, pero no de menor importancia, es la herramienta SMED, la cual se utiliza para la reducción de los tiempos de preparación o recambio en cada una de las máquinas.

Como puede observarse en la tabla de evaluación anterior, si bien es cierto que ambos puntos juzgados obtuvieron un enfoque destacado, el puntaje total esta limitado por el despliegue de manera que el alcance de este proceso y su madurez aun requiere de esfuerzo por parte del área de envasado para que su ejecución sea mejorada constantemente de manera que se logre ampliar su aplicación no solo en las actividades de envasado, sino incluso en las de mantenimiento.

Con esta misma técnica pondrían mejorarse los tiempos de la ejecución de los trabajos de mantenimiento, ya que actualmente, el área de mantenimiento no la aplica a nivel interno, para ejecutar sus respectivas actividades.

IV.4. Resultados de la evaluación.

Ahora que se ha obtenido el puntaje respectivo para cada elemento que conforman los procesos claves y soportes, se muestra a continuación una tabla resumen del porcentaje asignado para cada uno de ellos. Según el diseño de la evaluación, se debe mostrar una alerta visual, que contempla lo siguiente:

➤ % Obtenido \geq 60%	Alerta: Verde.	Puntaje destacado.
➤ 30% < % Obtenido < 60%	Alerta: Amarilla.	Puntaje promedio.
➤ % Obtenido \leq 30%	Alerta: Roja.	Puntaje bajo.

Tabla 27.

Resultados de la evaluación del modelo de gestión TPM.

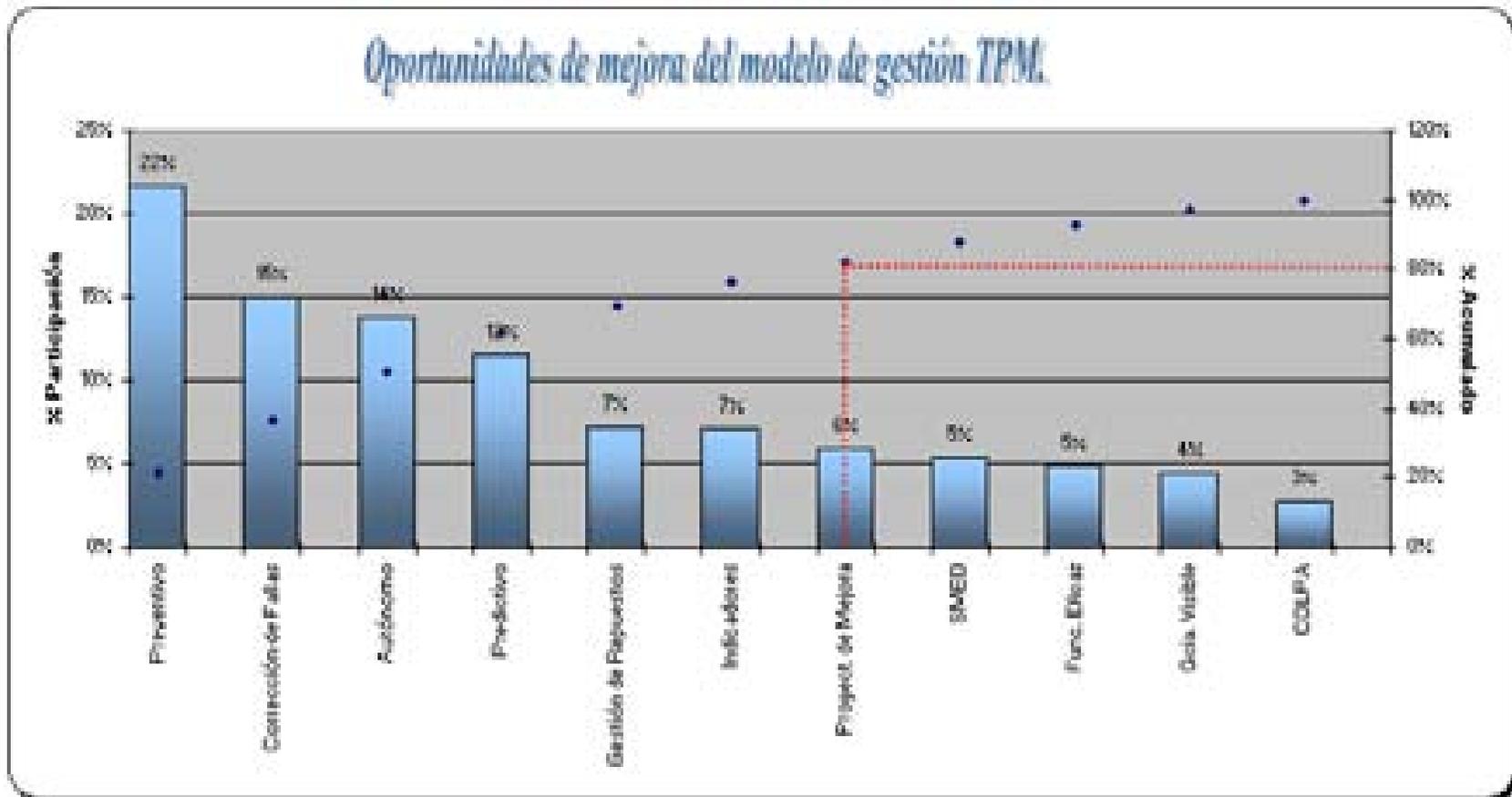
PRÁCTICA	PUNTAJE	PERFIL											% Obtenido	Puntaje Obtenido		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Modelo Completo	670														45%	302
1.- Procesos Claves	400														43%	171
1.1.- Corrección de Fallas	80														31%	25
1.2.- Preventivos	100														50%	50
1.3.- Predictivo	80														47%	37
1.4.- Autónomo	80														38%	30
2.- Procesos Soporte	270														49%	133
2.1.- Gestión de Repuestos	50														47%	24
2.2.- Indicadores	50														47%	24
2.3.- COLPA	30														87%	26
2.4.- Proyectos de Mejora	40														45%	18
2.5.- Gestión Visible	30														45%	14
2.6.- Funcionamiento Eficiente	40														55%	22
2.7.- SMED	30														33%	10

Fuente: *Elaboración Propia.*

Como puede observarse de la tabla anterior, el porcentaje general para los procesos claves así como los de soporte, no alcanzan ni la mitad de la puntuación meta, por lo que ambos procesos deben mejorarse teniendo en cuenta, las debilidades que existe en el desarrollo de cada uno de ellos y que son reflejados de manera específica dentro de la matriz de evaluación. De manera general, según la puntuación obtenida, puede observarse que el proceso “Corrección de fallas” representa el proceso más débil, y el proceso “COLPA” es el más destacado. Según la evaluación del modelo de gestión del TPM, este obtuvo el 45% del puntaje total, de manera que el 55% restante se distribuye⁶¹ según la Figura 43.

⁶¹ Ver anexo IV.3: Distribución de las pérdidas de puntaje de evaluación.

Figura 43.



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica anterior indica que, el 80% de las pérdidas de puntaje del modelo de evaluación corresponden a los procesos: Mantenimiento preventivo, Corrección de fallas, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento predictivo, Gestión de repuestos, Indicadores y Proyectos de mejora, de manera que las mejoras deben dirigirse mayormente hacia estos procesos, sin omitir acciones hacia el 20% de las pérdidas restantes.

Por otro lado, en el caso de los procesos soporte, según la puntuación que muestra la gráfica siguiente, solamente el proceso “COLPA”, alcanza un puntaje destacado (67% de la puntuación requerida), sin embargo puede observarse que le sigue el proceso “Funcionamiento eficaz” el cual alcanzo al menos una cifra un poco mayor al 50% de la puntuación requerida.

Para la mayoría de los procesos, su puntaje se limita por el criterio de despliegue, por lo que este aspecto debe ser mejorado con mayor interés por parte de las áreas, mediante el seguimiento que cada uno de los responsables de cada proceso asignado debe ejercer en ellos.

Cada uno de los mejoramientos ejecutados como parte de los diferentes procesos claves y soportes incidirán unos en otros, logrando que, de manera general el modelo de gestión evaluado alcance un mejor desarrollo reflejándose a través de los indicadores principales de dicha metodología, dentro de los cuales obviamente no podría faltar el E.G.E.

Capítulo V

Estrategias de mejora según los resultados de la evaluación.

V.1. Catálogo de fallas.

Todos los procesos pueden mejorarse eliminando sus defectos, para ello el primer punto es hacer visibles estos defectos para posteriormente eliminarlos, manteniendo en mente reducir a cero las pérdidas de producción.

Actualmente una de las principales debilidades que existe dentro del desarrollo de la metodología TPM en cuanto a la gestión de equipos, es el proceso de “Análisis de fallas” el cual, está ligado con el registro del “Formato de paros” que a su vez depende del “Catálogo de fallas” que posee cada uno de los equipos.

Dentro del diseño de dicho catálogo, la principal debilidad radica en que su estructura, no contempla únicamente fallas genéricas, por lo que al ocurrir una falla, el mayor problema que existe es que esta no puede ser asociada a ninguna de las contempladas dentro de dicho catálogo. Por esta razón, se ha definido una codificación señalada como “Falla sin código”.

Sin embargo, con la centralización de toda la información de paros en el sistema SAP, este no permite ingresar al usuario del sistema un paro con esta codificación, por lo que al final los supervisores de línea deben asociar forzosamente la falla ocurrida con una de las ya existentes dentro del catálogo.

Como se ha explicado a lo largo del estudio, el catálogo de fallas es una herramienta fundamental para realizar los cálculos de E.G.E, así como los análisis de sus pérdidas respectivas en relación a la línea de envasado y además, por ende es el punto de partida para lograr mejoras que reduzcan las fallas en los equipos.

Para lograr mejoras de los análisis de falla, se sugiere la siguiente propuesta la cual tiene como objetivo los siguientes señalamientos:

- Facilitar el registro de paros de la línea Krones, estableciendo problemas genéricos de cada equipo.
- Eliminar la tipificación de “Falla sin código”.
- Apoyar en los cálculos y análisis de la metodología AMEF debido a la simplicidad de los registros.

Debido al período de estudio y del alcance que tiene el mismo, se muestra a continuación la propuesta general del esquema que debe contemplar el catálogo de fallas utilizada en cada equipo de manera que los involucrados en los análisis puedan llegar a establecer una exploración más profunda de los problemas presentados en cada uno de ellos, así como las acciones que deben implementarse para su respectiva solución.

V.1.1. Estructura para el diseño del catálogo de fallas.

Como parte de la presente propuesta, se ha tomado en cuenta el principio de que todas y cada una de las máquinas que conforman la línea de envasado Krones están compuestas de diferentes sistemas:

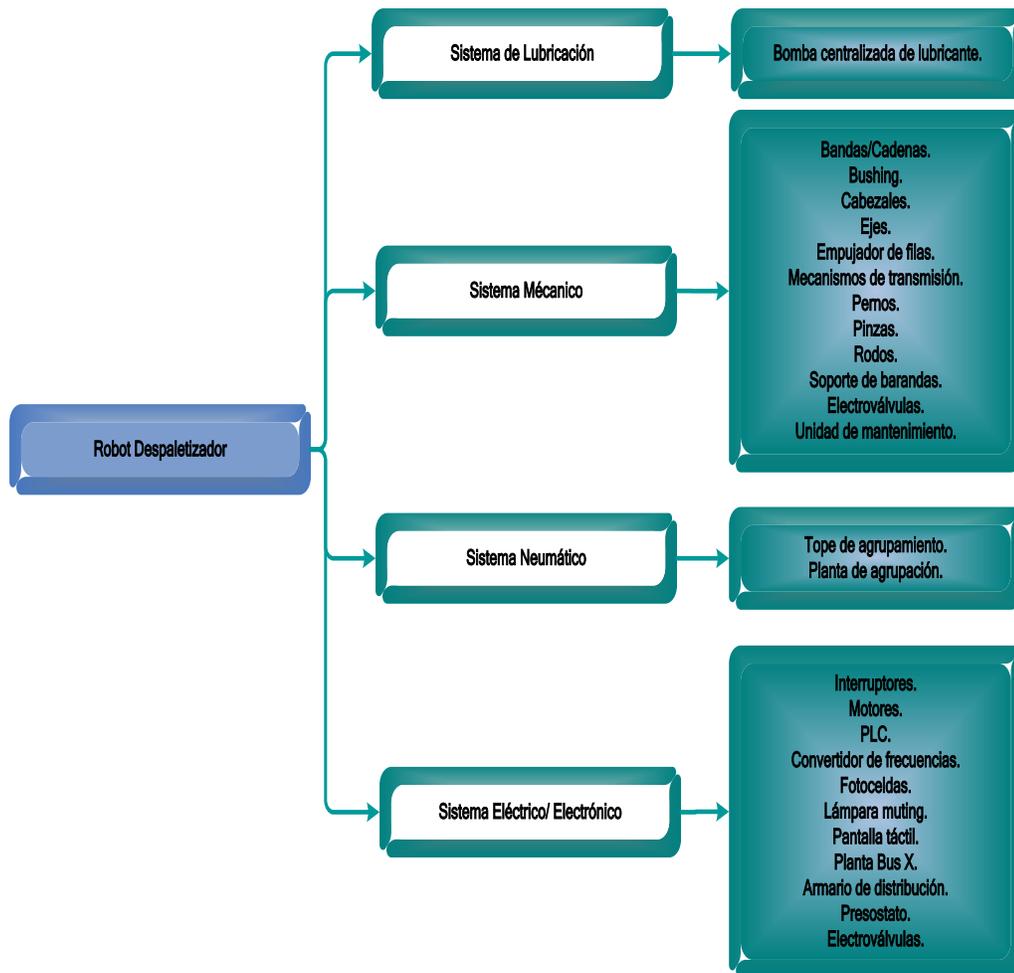
- ❑ Sistema Mecánico.
- ❑ Sistema Eléctrico/Electrónico.
- ❑ Sistema Hidráulico.
- ❑ Sistema de Lubricación.
- ❑ Sistema Neumático.

Para cada uno de ellos, existen diversos componentes que los conforman y son los que deben ser tomados en cuenta para el reporte respectivo de las fallas.

Por lo tanto, tomando en cuenta una pequeña representación de los componentes del “Robot paletizador” se muestra a continuación una ejemplificación gráfica de la división de esta máquina según los sistemas antes mencionados.

Figura 44.

Esquema del equipo para la realización del catálogo de fallas.



Elaboración propia.

Tomando como referencia la estructura anterior, la manera en que será presentado el nuevo catálogo de fallas se muestra en la figura siguiente, la cual establecerá tan solo, una codificación de fallos genéricos de manera que las mismas puedan ser asociadas al los distintos elementos que conforman cada sistema de la máquina.

Figura 45. Ejemplo del nuevo catálogo de fallas.

NP	Código	Tipo	Falla
1	KRP001	BPT	Atrascamiento de paleta
2	KRP002	BPT	Falla de montacargas
3	KRP003	M	Falla de Bandas/Cadenas
4	KRP004	M	Falla de Bumping
5	KRP005	M	Falla de Cabezales
6	KRP006	M	Falla de Ejes
7	KRP007	M	Falla de Mecanismo de transmisión
8	KRP008	M	Falla de Perno
9	KRP009	M	Falla de Pines
10	KRP010	M	Falla de Rodos
11	KRP011	M	Falla de Soportes de barandas
12	KRP012	M	Falla de Electroválvulas
13	KRP013	M	Falla de Unidad de mantenimiento
14	KRP0401	N	Falla de Tope de agrupamiento
15	KRP0402	N	Falla de Plante de agrupación
16	KRP0501	ELE	Falla de Interruptores
17	KRP0502	ELE	Falla de Motores
18	KRP0503	ELE	Falla de PLC
19	KRP0504	ELE	Falla de Convertidor de frecuencias
20	KRP0505	ELE	Falla de Focos/LEDs
21	KRP0506	ELE	Falla de Lámpara mating
22	KRP0507	ELE	Falla de Placa de I/O
23	KRP0508	ELE	Falla de Placa Bus I/O
24	KRP0509	ELE	Falla de Armario de distribución
25	KRP0510	ELE	Falla de Presostato
26	KRP0511	ELE	Falla de Electroválvulas
27	KRP0601	Mat	Caja fuera de especificaciones
28	KRP0701	O	Error de operación
29	KRP0801	PP	Prueba de máquina
30	KA	PP	Arranque
31	KCM	PP	Cambio de marca
32	KCP	PP	Cambio de presentación
33	KI	PP	Sanear
34	KRP0901	SI	Falla de alimentación eléctrica
35	KRP0902	SI	Falla suministro de aire
36	KRP0903	SI	Falla suministro de vapor
37	KRP0904	SI	Falla de alimentación eléctrica
38	KRP0905	PA	Paro por máquina ajena

Tipo de paro	
BPT	KRP01
Filtración	KRP02
M Mecánico	KRP03
N Neumático	KRP04
ELE Eléctrico/Controlador	KRP05
Materiales	KRP06
Operación	KRP07
Servicios Industriales	KRP08
Máquina ajena	KRP09
Paros programados	

El formato utilizado para presentar las fallas, es similar al que se utiliza actualmente para los equipos, de manera que se muestra en la primera columna una numeración ascendente para cada una de las posibles fallas, en la segunda

columna un código único que identifica a cada uno de los paros según los campos que deberán utilizarse en el sistema SAP para su respectivo registro. La tercera columna, muestra el tipo de paros al que se hace referencia y que generalmente al mismo tiempo hacen alusión al área a la que cada falla pertenece.

En esta columna empiezan a reflejarse los cambios que deberán realizarse con respecto al formato actual, ya que con esta propuesta en vez de seccionar los paros de acuerdo al departamento de mantenimiento al que pertenecen (instrumentación, eléctrico, mecánico), se subdivide según el sistema al que pertenecen.

Finalmente, en la última columna, se realiza la descripción sobre el elemento de la máquina en la que ocurre la falla genérica, de manera indiferentemente de lo ocurra en ese elemento, este podrá asociarse a un solo código dentro del catálogo, lo que permite suprimir el uso del actual “Falla sin código”.

Sin embargo, con estas nuevas modificaciones del catálogo, se hace necesario que el “Formato de paros” utilizado para el registro de cada uno de ellos, sufra una pequeña modificación que consiste en agregar una columna de “Observaciones” en la que se podrá orientar de manera general la posible causa por la cual ocurre el paro en la máquina. Para ello deberá colocarse en una sola palabra el síntoma que se presenta en el equipo utilizando adjetivos tales como: desalineación, desbalance, aflojamiento, atascamiento, daño, perturbación, entre otros.

De manera que, para llevar a cabo los registros, se deberán realizar la llena del formato de paros tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 46. Ejemplo de la llena del formato de paros.

FECHA INICIO: 9/07/2008	HORA INICIO: 10:35 am.	Línea: Krones
FECHA FIN: 9/07/2008.	HORA FIN: 20:45 pm.	Presentación: Toña Regular
HOJA # <u>1</u>		Máquina: Robot Paletizador.

FORMATO DE PAROS

ID	Operador	Hr. Inic.	Hr. Fin.	Min. Paro	Código del paro	Observación	Equipo en paro	Operador en paro	Supervisor
PAROS PROGRAMADOS									
1	R.S	23:15	23:40	25	KCM	Vict. a Toña Reg.	----	-----	E.M
2									
3									
⋮									
n									
PAROS NO PROGRAMADOS									
1	R.S	10:40	10:56	16	KRP0303	Desajuste.	Robot P.	R.S	E.M
2	R.S	12:20	12:25	5	KRP0309	Dañado.	Robot P.	R.S	E.M
3	A.M	3:05	3:10	5	KRP0301	Desajuste.	Robot P.	A.M	J.G
4	A.M	18:45	18:51	6	KRP0505	Desenfocado.	Robot P.	A.M	J.G
5									
6									
7									
8									
9									
10									
⋮									
n									

Nota: Esta hoja es válida únicamente para una llena por presentación.

Fuente: *Elaboración propia.*

Esta propuesta permitirá obtener un sistema de recolección de datos confiables que retroalimente a los involucrados para alcanzar mejoras de los equipos y del procesos en sí a largo plazo y además permitirán que los operadores puedan brindar una referencia precisa al área de mantenimiento sobre cual elemento de la máquina es en la que ocurre cada uno de los paros.

De esta manera se obtendrá la información necesaria para que el área de mantenimiento pueda realizar los análisis de AMEF tomando en cuenta la experiencia de todos los involucrados, esbozando así las causas que generan determinado efecto en la máquina y a su vez el personal de envasado podrá superar la limitante que existe actualmente para asociar al catálogo existente los “Códigos sin falla”.

V.2. Indicador de MTBF y MTBR.

Los criterios del comportamiento de un sistema de producción están dados por:

- ❑ **Fiabilidad:** Es un indicador que proporciona el tiempo promedio en que un equipo, máquina, línea o planta cumplen su función sin interrupción debido a una falla funcional (MTBF).

- ❑ **Mantenibilidad:** Es el tiempo promedio necesario para restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional (MTTR). Incluye el tiempo para analizar y diagnosticar la falla, tiempo para conseguir el repuesto, entre otros.

- ❑ **Disponibilidad:** Es una relación entre el MTBF de la máquina, línea o equipo y su tiempo total (MTBF+MTTR) de manera que, está en completa dependencia de la frecuencia con que estos fallen y del tiempo que tome regresarlos a sus condiciones y funciones de trabajo.

Estos conceptos implican que la “seguridad de funcionamiento” y la “facilidad” de mantener el sistema de producción, pueden ser cuantificados por los indicadores ya mencionados y a partir de ellos, se puede obtener la disponibilidad del sistema. Actualmente ni la *Fiabilidad* ni la *Mantenibilidad* del sistema se miden, sin embargo la recolección de los datos necesarios para efectuar sus cálculos se están registrando por lo tanto, únicamente se requiere del establecimiento de estos nuevos indicadores (Ver figura 47 y 48), para realizar acciones que permitan tener una referencia más precisa sobre ambos valores para poder así obtener mejoras en la variable de “Disponibilidad” de línea y por ende del indicador E.G.E.

Figura 47.

Ficha de indicador.

Confiabilidad (MTBF).

Expresión conceptual.

Es un indicador que proporciona el tiempo promedio en que la línea Krones cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional en los equipos. Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número paros por fallas.

Expresión matemática.

$$MTBF = (TTO / \#F)$$

MTBF: Tiempo medio entre fallas. TTO: Tiempo total de operación en el período. #F: Número total de fallas.

Objetivos.

→ Conocer el tiempo promedio de operación normal entre fallas.

Consideraciones de gestión.

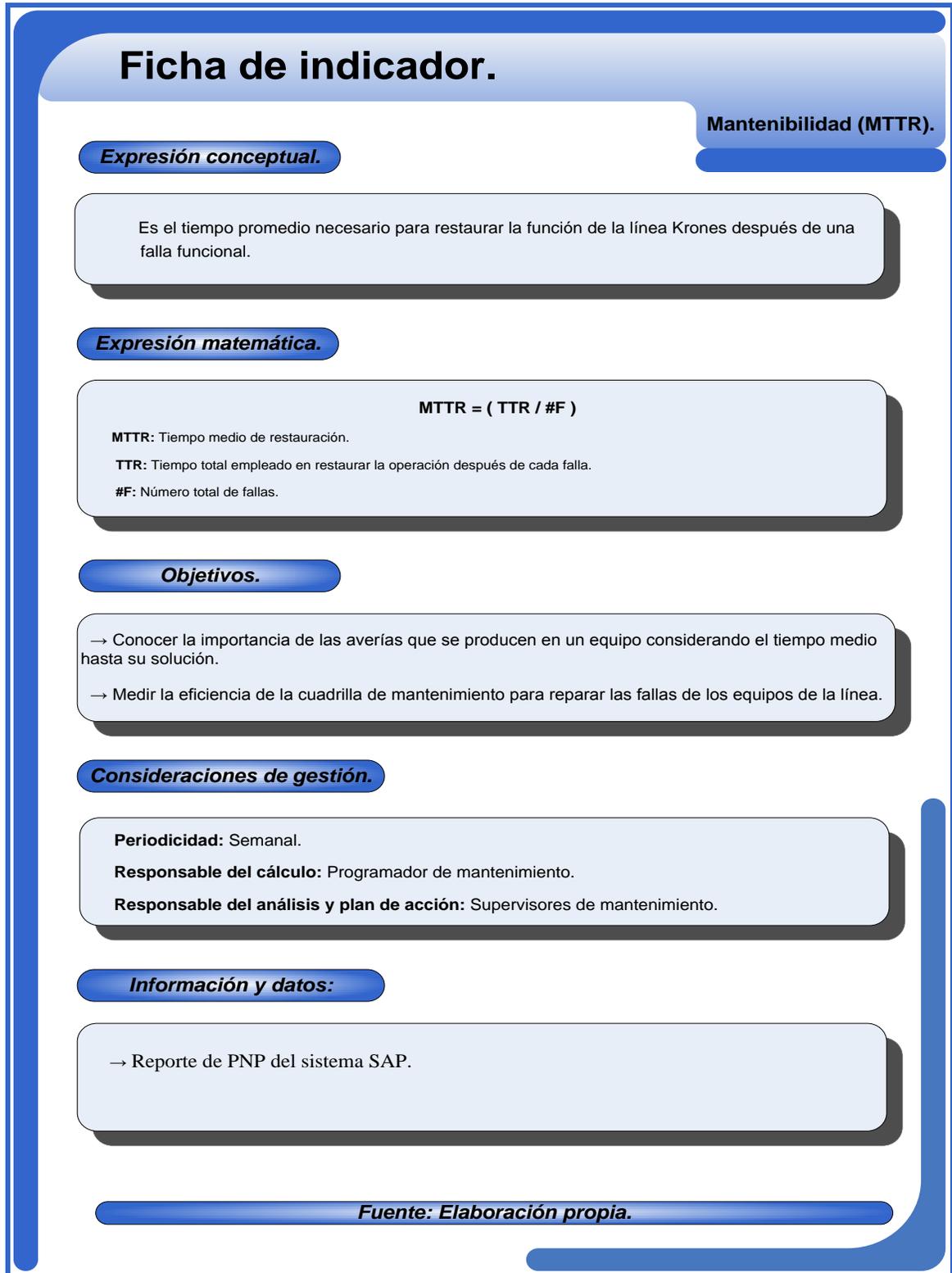
Periodicidad: Semanal.
Responsable del cálculo: Programador de mantenimiento.
Responsable del análisis y plan de acción: Supervisores de mantenimiento.

Información y datos:

→ Reporte de PNP del sistema SAP.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 48.



V.3. Entrega y recepción de equipos a mantenimiento.

Como se mencionó a lo largo del estudio, cada fin de semana el área de mantenimiento realiza trabajos de mejoras en los equipos de la línea Krones, con el objetivo de realizar ajustes, cambios o inspecciones que le permitan a esta funcionar sin interrupción durante las horas de producción planificadas para la siguiente semana.

Para la realización de estos trabajos de mantenimiento, se toman en cuenta las órdenes generadas por SAP a partir de los ciclos de mantenimiento establecidos y además, los avisos que envían semanalmente los supervisores del área de envasado cuya intervención, será realizada según los acuerdos establecidos en la reunión de los días viernes entre ambas áreas.

Sin embargo, luego de esos períodos de mantenimiento existen ocasiones en las cuales el área de envasado manifiesta, que no existen mejoras en el desempeño de las máquinas y que las razones se desconocen por esta área, debido a que no existe retroalimentación por parte de los ejecutores y supervisores de mantenimiento. Este tipo de situación, se refleja de manera directa en el indicador de “Disponibilidad” y en el de “Rendimiento puesta a punto”.

En vista de esta situación, se establece la siguiente propuesta cuyo objetivo, es que tanto el personal de envasado como el de mantenimiento tengan una referencia de la línea antes/después de los trabajos de mantenimientos del fin de semana.

V.3.1. Base de la propuesta.

La presente propuesta toma como referencia la medición del “Rendimiento puesta a punto”. Tal y como se explicó en el desarrollo de capítulos anteriores, esta medición consiste (como su nombre lo indica), en obtener el rendimiento de la línea durante los primeros 60 minutos luego de que se realiza un CM, CP o calentamiento de equipos al inicio de semana.

Para el caso específico de esta propuesta, este mismo indicador sería utilizado para los últimos 60 minutos de producción de la última llena semanal y el valor obtenido, deberá compararse con el primero de la semana siguiente de manera que se refleje si los equipos mejoraron o no luego de las intervenciones de mantenimiento.

Figura 49.

Ficha de Indicador

Puesta a Punto.

Expresión conceptual

El valor respectivo, se obtiene estableciendo la relación existente entre la velocidad nominal de la *Llenadora* (con respecto a la presentación que se está envasando) y la cantidad de botellas que salen de este equipo durante los primeros 60 minutos luego de que se efectúa un *Arranque*, *Cambio de presentación* o *Cambio de marca*.

Expresión matemática

% Rend.
$$(Puesta\ a\ Punto) = \left(\frac{Producción\ en\ Cajas\ Según\ Presentación}{Valor\ Nominal\ Según\ Presentación\ (Cja/hr) * Una\ Hora\ de\ Producción} \right) * 100$$

Objetivo

Medir la calidad de las actividades realizadas por mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

La comparación de ambos valores, permitirá establecer una clara referencia de cómo el área de envasado entrega los equipos al área de mantenimiento y de cómo los recibe luego de que estos últimos realicen las mejoras respectivas.

- 209 -

V.5. Indicador de lubricación.

El indicador de Efectividad Total de Lubricante (OLE), se propone con el objetivo de que sea útil al sistema de mantenimiento, sobre todo a la parte de ejecución del mantenimiento predictivo, ya que como pudo observarse a lo largo del estudio en lo referente a los requisitos de lubricación, existen algunas debilidades que deben mejorarse para establecer un mejor control sobre su ejecución ya que además, teniendo los indicadores de mantenimiento como referencia, pudo observarse que no existe ningún indicador relacionado con este tipo de actividad.

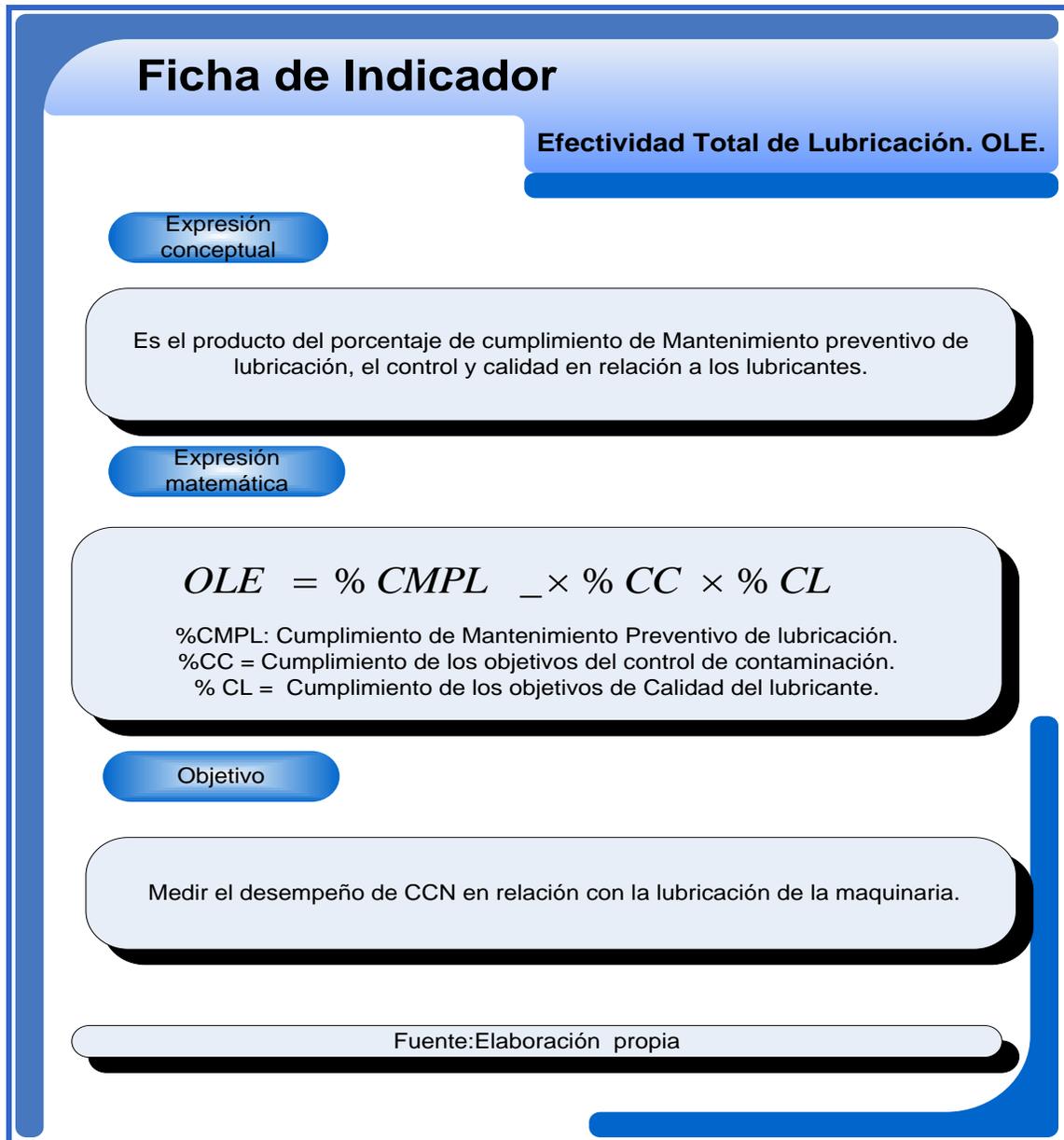
El E.G.E es un poderoso indicador que proporciona a la gerencia una visión global de la efectividad de la producción y elimina la práctica de ocultar los defectos de confiabilidad mediante paros programados. El indicador OLE emplea una estructura similar a la del EGE, pero enfocada hacia variables que conforman una lubricación efectiva de la maquinaria.

La realización de esta propuesta, referencia los siguientes criterios generales tomados en cuenta para el diseño de cualquier indicador:

- ❑ Validez, es decir que mida lo que se pretende medir.
- ❑ Fácil de medir.
- ❑ Alineado con la misión de la organización
- ❑ Entendible por quienes lo usan.

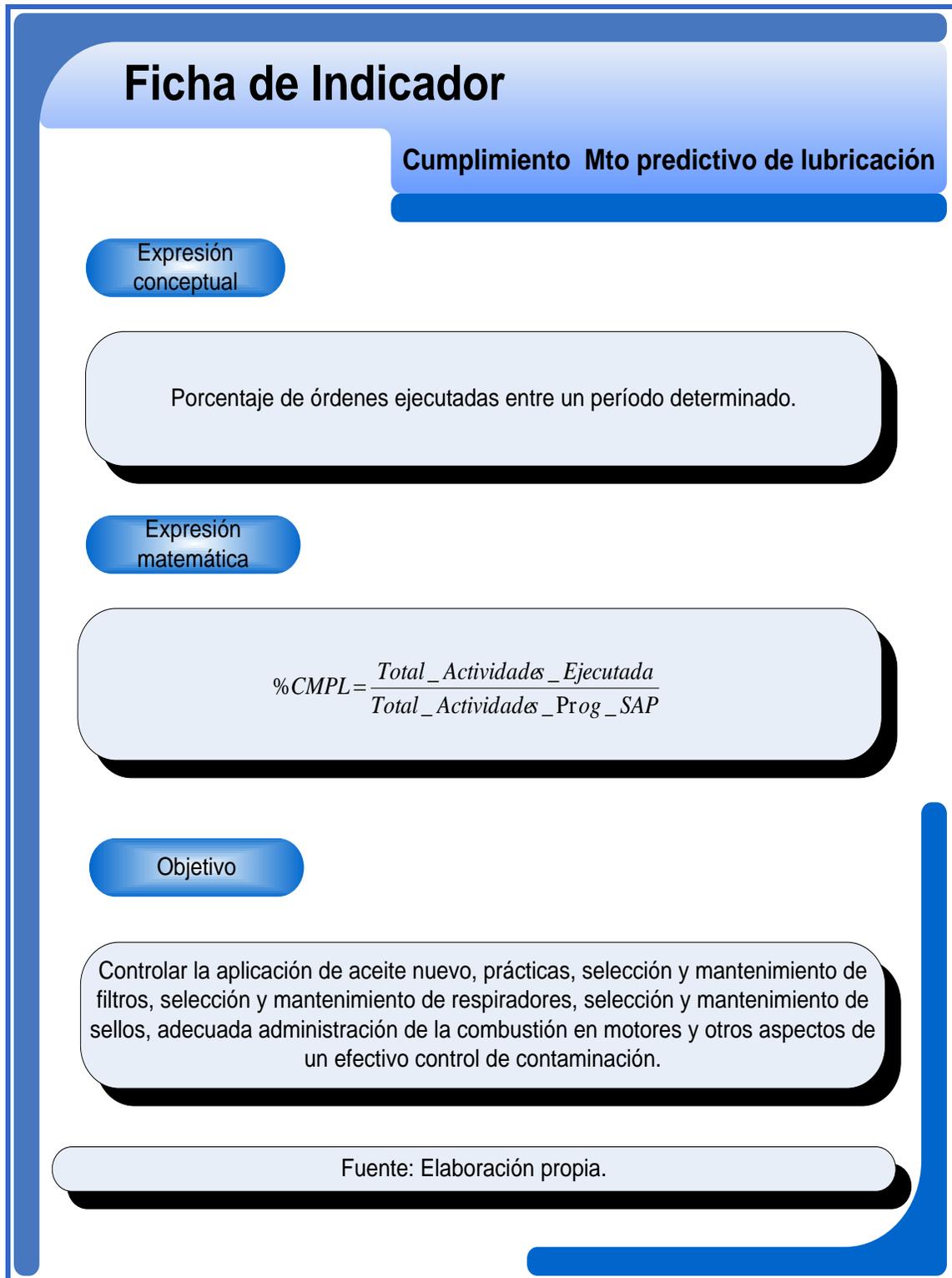
La siguiente figura muestra los aspectos que el diseño del indicador debe contener para llevar a cabo sus cálculos y análisis respectivos.

Figura 51.



Como puede observarse en la figura anterior, el indicador OLE, es la relación de tres variables que relacionan las actividades de lubricación, de manera que se necesita obtener información de cada una de ellas para ejecutar los cálculos correspondientes. Para ello, a continuación se define la ficha para cada una de las variables que lo conforman.

Figura 52.



Como puede observarse en la ficha anterior, el objetivo principal de dicha variable, es medir el “Cumplimiento de mantenimiento predictivo de lubricación”, de manera que si la actividad se programó y completó, la tarea estará dentro del porcentaje de cumplimiento, y si no se completó por cualquier razón, la tarea es no-conforme.

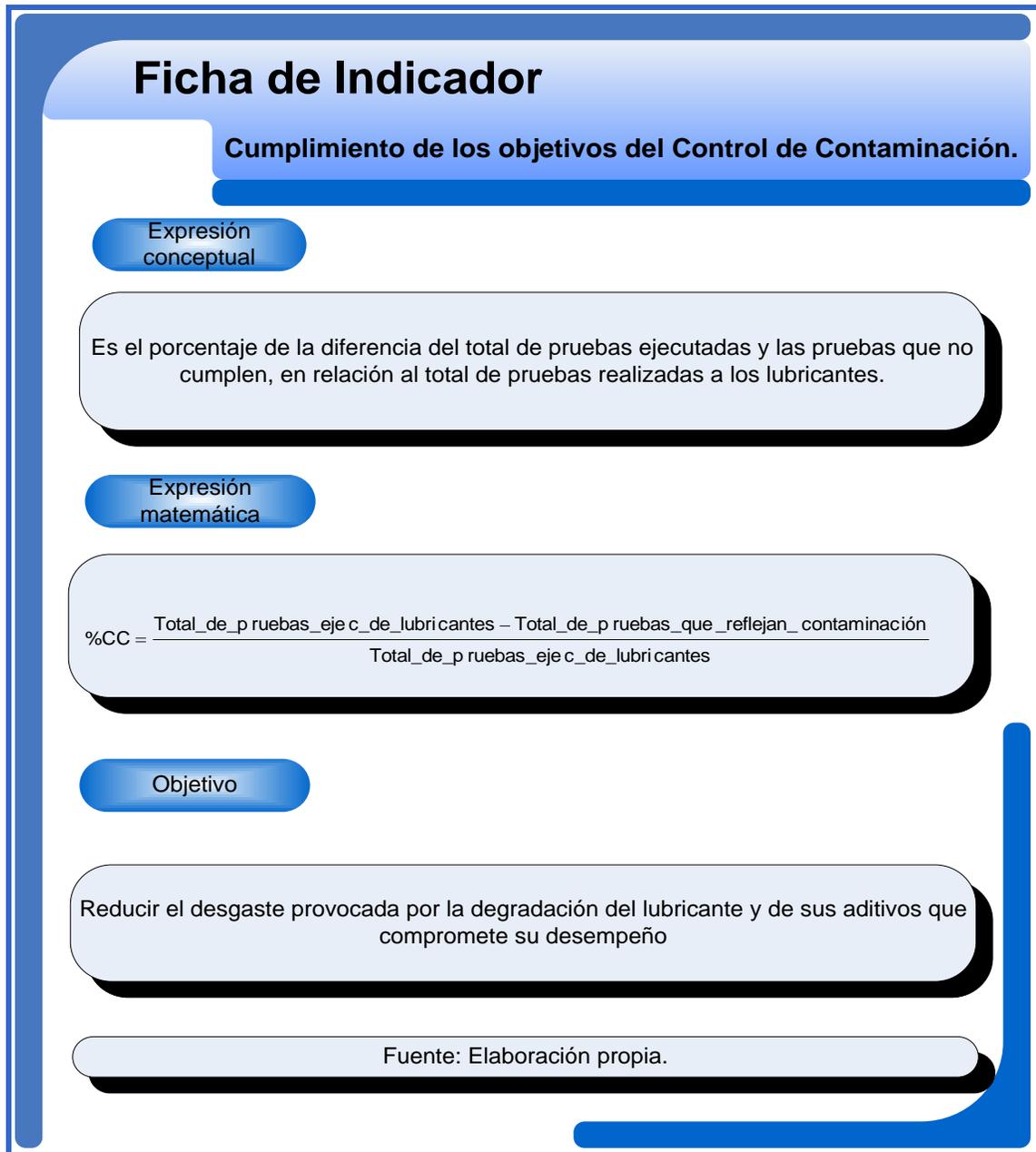
La segunda variable relacionada directamente al indicador OLE es el “Cumplimiento de los objetivos de control de contaminación”. Esta variable permite gestionar los niveles de contaminantes para que estén en o por debajo de los objetivos pre-establecidos, con el objetivo de ayudar a asegurar la confiabilidad del equipo mecánico puesto que, la contaminación en cualquiera de sus formas genera desgaste, promueve la degradación del lubricante y de sus aditivos y compromete su desempeño.

Los contaminantes más comunes son:

- Partículas.
- Humedad.
- Hollín –una categoría especial de partículas generadas en motores de combustión interna.
- Combustible (para motores de combustión interna).
- Glicol (refrigerante para motores de combustión interna).

A continuación, se muestra la ficha para establecer el cálculo de esta variable.

Figura 53.



El éxito para esta variable, descansa en la habilidad de la organización para enfocar sus esfuerzos en controlar el ingreso de contaminantes desde su origen y posteriormente en remover lo que no pueda ser excluido.

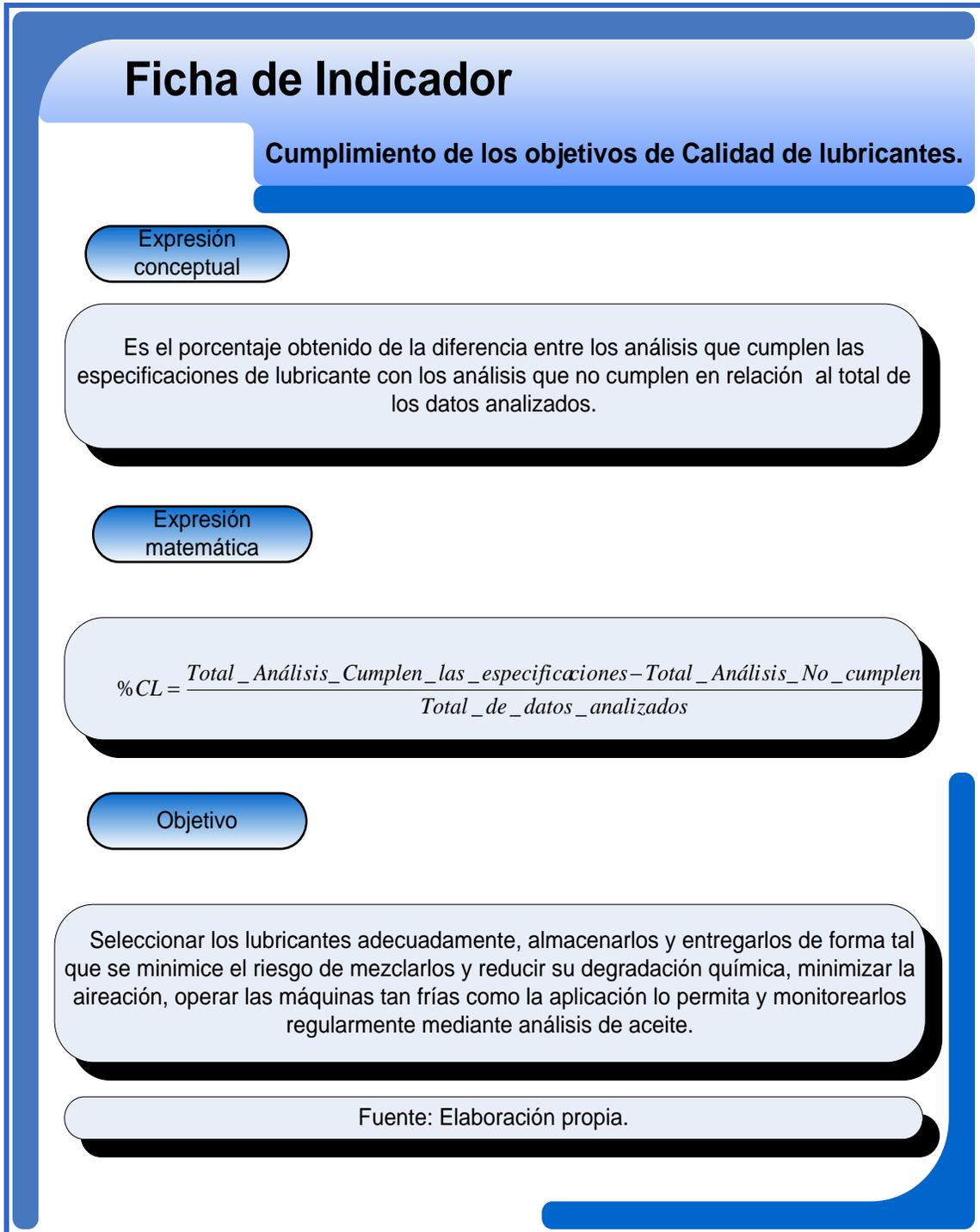
La tercera y última variable que conforma al indicador OLE, es la de “Cumplimiento de la calidad del lubricante”.

Para operar confiablemente, la máquina debe contener el lubricante correcto, este lubricante debe estar en buenas condiciones y debe contenerse dentro de la máquina. Aplicar un lubricante incorrecto, o permitir que el lubricante quede inservible debido a su degradación química y/o agotamiento de aditivos, puede resultar en un incremento de las tasas de desgaste mecánico y/o corrosión. Las fugas de lubricante pueden comprometer la máquina y crear riesgos de lesiones y/o sanciones por incumplimiento a la gestión ambiental.

Como en el control de la contaminación, monitorear el cumplimiento a los objetivos de calidad del lubricante depende en gran parte del análisis de aceite y factores en la tendencia de la tasa de consumo (reposición), para ello, se debe establecer la “línea de base” (propiedades de un aceite nuevo) y establecer los límites o alarmas para propiedades tales como la viscosidad y otros.

A continuación se muestra la ficha relacionada a esta última variable del OLE.

Figura 54.



El indicador OLE tal como otros indicadores globales, está diseñado para dar a la gerencia una visión de qué tan bien se está lubricando los equipos. El trabajo real para los ingenieros y técnicos de lubricación está en cada uno de los factores señalados. Como es el caso con otros indicadores globales, se puede trabajar para mejorar su programa o simplemente, trabajar para mejorar el número.

Un buen OLE no hace nada por la organización a menos que sea inclusivo, basado en verdaderas mejores prácticas y reportado honestamente.

V.6. Propuesta para estructura del manual de mantenimiento.

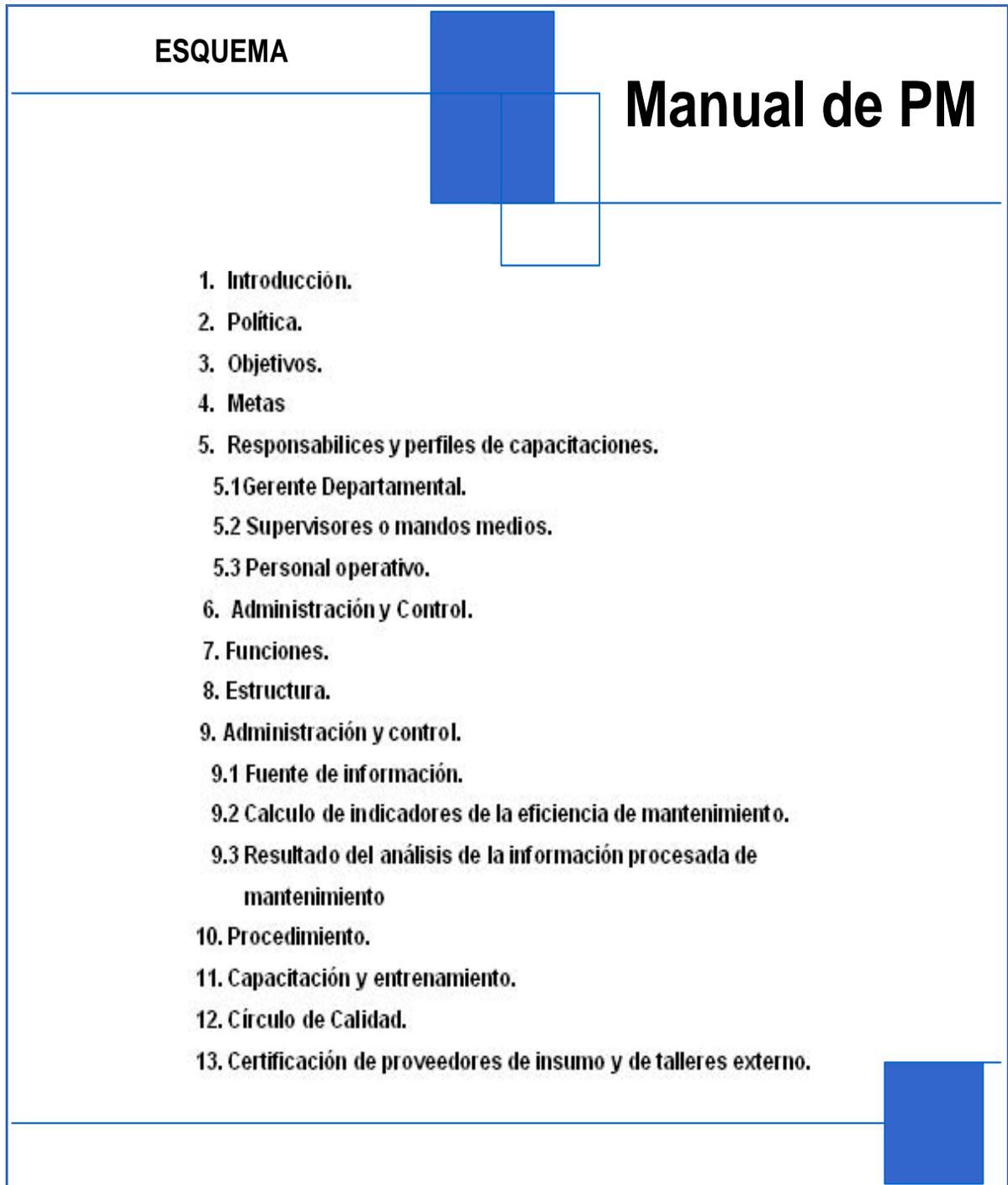
El manual de mantenimiento es un documento indispensable para el sistema de gestión de equipos, en el se debe indicar la Misión y Visión de la empresa, las políticas y objetivos de mantenimiento, los procedimientos de trabajo, de control y acciones correctivas.

La importancia de un manual de mantenimiento para CCN, radica en que:

- ❑ Constituirá el medio que facilite una acción planificada y eficiente del mantenimiento.
- ❑ Será la manifestación a clientes, proveedores, autoridades competentes y al personal de la empresa del estado en que se encuentra actualmente los equipos.
- ❑ Permitirá la información al personal nuevo.
- ❑ Inducirá al desarrollo de un ambiente de trabajo adecuado, establecerá una conducta responsable y participativa del personal y al cumplimiento de los deberes establecidos.

A continuación se muestra el esquema propuesto para la realización del manual de mantenimiento de la empresa.

Figura 55.



Fuente: Elaboración propia.

V.6.1. Elementos a considerarse para la estructura del Manual PM.

1. Introducción.

Este capítulo del manual permite conocer la empresa y su posición con respecto a la Excelencia Gerencial y Empresarial, paralelamente facilita que su personal asuma el compromiso colectivo de desarrollar en ella una actividad en equipo en la que se conjugan la responsabilidad, capacidad y eficiencia para lograr productos o servicios de calidad al menor costo y optimizar sus beneficios económicos y su prestigio en el mercado demandante.

2. Políticas.

Las políticas deben incluirse en el manual en forma concisa y clara.

3. Objetivos.

Estos deben redactarse de manera que indiquen una acción concreta, no vaga o indeterminada.

4. Metas.

Las metas constituyen los logros cuantitativos a alcanzar en períodos de tiempo razonables. Son imprescindibles para motivar al personal involucrado en su alcance y para medir los resultados operativos del área de mantenimiento. Se recomienda establecer las metas para períodos trimestrales y someterlas a revisión al concluirse cada uno de ellos.

5. Responsabilidades y perfiles de capacitaciones.

5.1. Gerente Departamental.

Es el responsable del cumplimiento de los objetivos de este sistema, teniendo entre otras funciones:

- Definir las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas previamente acordadas con la alta gerencia de la empresa y con su personal.
- Establecer los procedimientos para encarar el mantenimiento y para la recopilación, procesamiento, divulgación de datos y formulación de los informes correspondientes:
- Analizar los datos e informes y formular recomendaciones y/o modificaciones a los programas y "modus operandi" establecidos.
- Definir los programas de entrenamiento y capacitación del personal.
- Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento.
- Establecer presupuesto y costos de mantenimiento.
- Establecer un registro y análisis de fallas de los equipos e instalaciones y desarrollar y/o ajustar procedimientos para su control o eliminación efectivos.
- Actualizar el Manual de Gestión de Mantenimiento.
- Definir y administrar los recursos físicos y humanos para cumplir satisfactoriamente con los objetivos y metas fijadas.
- Representar a este sistema frente a la Gerencia General y/o su staff gerencial, a los demás departamentos de la empresa y a las autoridades nacionales con competencia en las temáticas propias del ámbito de actividad de mantenimiento en cada empresa en particular.

El Gerente de Mantenimiento debe responder a un perfil de capacitación preferentemente universitaria con formación básica que cubra, por lo menos, la mayoría de las técnicas de trabajo departamental. Paralelamente, es recomendable que tenga conocimiento general de la tecnología involucrada en los procesos productivos, así como conceptos de limpieza, higiene y seguridad industrial.

Por último, pero no por ello menos importante que los requisitos anteriores, debe contar con aptitudes para dirigir y motivar la ejecución de los trabajos, es decir, debe ser "líder".

5.2. Supervisores o mandos medios.

Enlace natural entre la gerencia y los trabajadores encargados de realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas, operación de los servicios a la producción, etc. Su capacitación debe ser preferentemente técnica que cubra también y como mínimo, la mayoría de las técnicas del trabajo requeridas en el Área de Mantenimiento. También debe contar con un conocimiento general de la tecnología de los procesos productivos y de los servicios a atender, así como conocer los conceptos básicos de limpieza, higiene y seguridad industrial. También en este nivel se requiere que sean líderes, cuenten con aptitudes para dirigir y motivar al personal a su cargo en la correcta y eficiente ejecución de las tareas.

5.3. Personal operativo.

-Taller: Se requiere de capacitación técnica básica, preferentemente bi o multivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular.

- *Zonas:* Para este segmento del Área de Mantenimiento se requiere que además de capacitación técnica básica como mecánicos montadores, dispongan de conocimiento de la tecnología de los procesos productivos cuyos equipos e instalaciones atienden, así como de un buen ejercicio de las relaciones humanas y, paralelamente, un acatamiento exclusivo al Área de Mantenimiento.
- *Servicios:* Deben contar con formación técnica básica y con un buen conocimiento de la tecnología de los procesos a atender.

Algunas veces se requiere también, superar algunas pruebas de capacitación para habilitarlos como operadores idóneos. Ejemplos, operadores de generadores de vapor, de equipos de refrigeración, etc, en estos casos, se incluirán en el manual los requisitos a satisfacer y los lineamientos de capacitación a tener en cuenta.

6. Administración y Control.

Esta tarea comprende las siguientes fases:

- Disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación.
- Generar el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y para cada una de ellas, la orden de revisión correspondiente. El plan debe incluir herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y autorización para su ejecución.
- Controlar la ejecución de plan y captar la información generada.

- Analizar técnicamente las revisiones, estudiando el comportamiento de los componentes críticos de los equipos para determinar la probabilidad de las posibles roturas.
- Generar el plan de reparaciones coordinándolo con los departamentos involucrados, es decir, las órdenes de reparación. Éstas indican información general similar a las órdenes de revisión, así como qué personal las ejecutará y los materiales y repuestos a consumir.
- Controlar la ejecución del plan de reparaciones y captar la información correspondiente, tanto técnica como de los costos de su ejecución.
- Analizar el comportamiento de los equipos.
- Disponer y procesar la información requerida para controlar la gestión de mantenimiento. La información surge de los documentos anteriores (órdenes de revisión y de reparación) y comprende tiempos de parada de los equipos, costo de las reparaciones efectuadas, rendimiento de la mano de obra ocupada (propia o contratada), trabajos realizados en talleres propios o contratados, etc.
- Este conjunto de tareas, en su mayoría de naturaleza administrativa, pueden realizarse fácilmente mediante el empleo de sistemas computarizados. Para ello, se requiere que el personal necesario cuente con nivel de formación administrativo-contable y con conocimientos de manejo computarizado de la información.

7. Funciones.

Están relacionadas con el uso eficaz de los recursos de los que dispone el área de mantenimiento, según las características particulares de cada empresa. Están definidas con precisión y consignadas por escrito con el objeto de asegurar su total cumplimiento.

Se distinguen, distintas áreas y dentro de ellas pueden enumerarse acciones prioritarias.

- Inventario actualizado de los materiales de mantenimiento (piezas de repuestos, insumos varios).
- Aportación de los medios específicos para desarrollar los trabajos de mantenimiento (útiles, herramientas, instrumentos de medida y de control de operación y/o de regulación).
- Capacitación de recursos humanos.
- Programación de las tareas a desarrollar.

En el manual, deberán detallarse los procedimientos vigentes, por escrito, para cada uno de los puntos señalados. Estos procedimientos se mantendrán actualizados. En cada caso se indicará los responsables de su ejecución, la frecuencia y procedimiento de inspecciones, de informes y de acciones correctivas a tomar en caso de verificarse en cada departamento respecto a lo normado.

8. Estructura.

La estructura de este sistema debe considerarse dinámica y en consecuencia, en el manual debe preverse su cambio organizativo en recursos humanos y en máquinas-herramientas, en virtud de la posible incidencia de distintos factores.

Se sugiere proceder de la siguiente manera:

- Definir las características de los recursos disponibles.
- Analizar la distribución de planta y estimar la posible cantidad de personal y sus perfiles de capacitación para atender todos los equipos e instalaciones de acuerdo a los requerimientos de producción y de calidad.
- Acordar el nivel de respuesta aceptable por producción frente a las intervenciones de emergencia.
- Consecuentemente definir la estructura mínima de recursos para atender éstas (número, ubicación, turnos, etc.).
- Establecer las tareas de mantenimiento preventivo que puedan ser realizadas por el equipo arriba definido.
- Estimar una estructura complementaria para atender el mantenimiento preventivo, pero no paradas ni desarmes totales.
- Definir los requerimientos mínimos para encarar estos trabajos.
- Esbozar una estructura básica de partida confeccionando el correspondiente organigrama, etc.

9. Administración y control.

Toda planta, sin importar su tamaño, debe contar con un sistema de control de mantenimiento. En este numeral, el Manual de Mantenimiento hará referencia a los siguientes aspectos.

9.1 Fuentes de información:

- *Datos relativos a los equipos e instalaciones.*

- a) Características constructivas de los mismos.
- b) Problemas surgidos durante su operación.
- c) Repuestos.
- d) Programación mantenimiento preventivo.
- e) Mantenimiento de emergencia.

- *Datos relativos a la gestión de mantenimiento:*

- a) Definir procedimientos normalizados para trabajos repetitivos.
- b) Analizar las causas de desviación de los presupuestos.
- c) Determinación de costos unitarios del mantenimiento (por hora, por unidad de producto, por departamento o sector, etc.).

- *Datos relativos a las averías.*

- a) Clasificación y consecuencias.
- c) Causas (seguras o probables).

c) Efecto sobre los programas de mantenimiento.

d) Efectos en el tiempo.

- *Datos relativos a las intervenciones de mantenimiento:*

a) Procedimientos de solicitud y de autorización de trabajos,

b) Resultados técnicos y económicos de los anteriores,

c) Rendimiento.

9.2 Cálculo de indicadores de la eficiencia de mantenimiento.

Se recomienda incluir en los manuales los siguientes cálculos:

- Estimación de disponibilidad: Se aplica a una línea, un departamento o una planta productiva. El método de cálculo se basa en detectar la línea, departamento que mayores problemas de mantenimiento tiene. Permite poner en evidencia qué porcentaje del tiempo nominal de producción de esa área está afectado por paradas debidas a roturas y/o reparaciones.
- Costo mantenimiento/Unidad producida en un período dado: Costo incluye mano de obra propia o contratada, materiales, repuestos, modificaciones, administración, gestión y capacitación del Área de Mantenimiento.

9.3 Resultado del análisis de la información procesada de mantenimiento.

Proviene de las órdenes de trabajo, salida de materiales de almacenes, registros de fallas y paradas de equipos (ver parte de averías) y del historial de los equipos y se resume con una frecuencia mensual constituyéndose en un informe a la Gerencia de Área. El análisis de la información procesada permite detectar los siguientes aspectos:

- Costos de mantenimiento por período discriminados en mano de obra directa e indirecta y materiales clasificados por equipo, línea de producción y globales para la planta.
- Tiempos de parada por mantenimiento, volúmenes de producción y disponibilidad discriminados por equipo, línea de producción, etc.

Con base es estos dos aspectos:

- Se identificarán las unidades, líneas con los mayores costos de mantenimiento y/o tiempos de parada más prolongados.
- Se verificará la evolución de estos indicadores.
- Se seleccionan las tres (3) unidades y/o líneas con mayores costos de mantenimiento y/o menor disponibilidad a efectos de priorizar las acciones tendientes a optimizar rápidamente su comportamiento.
- Se compararán los costos de mantenimiento de unidades, líneas y plantas similares ubicadas en distintos lugares y/o pertenecientes a otras empresas.
- Se compararán los costos del mantenimiento programado contra los costos del no programado y de la disponibilidad alcanzada para los equipos en cuestión.
- Se compararán los costos de mano de obra y materiales por equipo y/o línea productiva.

10. Procedimiento.

Esta parte del manual contendrá los diagramas de flujo operacionales que aplican en la empresa para desarrollar las intervenciones no planificadas (emergencias) y planificadas, en particular Mantenimiento Preventivo.

11. Capacitaciones y entrenamiento.

Toda Gerencia de Mantenimiento debe considerar estas actividades como prioritarias para lograr así el desarrollo y desempeño profesional de su planilla, independientemente de su posición y nivel educativo. En consecuencia, en el Manual deberá incluirse una particular mención a estas actividades.

A estos efectos, deberán definirse sus objetivos, metodología a emplear para su desarrollo e incentivos a aplicar para estimular al personal en su capacitación y entrenamiento continuo, de manera que se puedan lograr los siguientes puntos:

- Facilitar una ejecución más eficiente de sus tareas específicas.
- Introducir nuevas tecnologías y/o equipos.
- Insistir en los conceptos básicos de seguridad e higiene industrial.
- Adiestrarlos en el control preventivo de siniestros y en su combate en caso de que estos se desarrollen.
- Mejorar la capacidad profesional y de gestión del personal y de sus supervisores.
- Inducir la introducción de un manejo computarizado de la información del Departamento.

Estos programas se desarrollarán periódicamente bajo el control del área responsable de Recursos Humanos y la participación de mantenimiento. La capacitación será en grupo o individual tanto en la empresa como en los institutos técnicos privados o públicos que mejor ameriten para los fines propuestos.

12. Círculo de Calidad.

Su consideración debe ser incluida en los manuales como una herramienta importante para motivar al personal, manteniendo abiertos los canales de comunicación entre todos los niveles de mando, asegurando la participación de todos en el proceso de toma de decisiones relacionadas con la mejora de la disponibilidad de los equipos e instalaciones de la planta. La coordinación de los círculos estará a cargo de un facilitador, fijándose en acuerdo con la gerencia de recursos humanos su frecuencia, los participantes y la duración.

En el manual se hará referencia, también, a las políticas que aplicará al respecto la gerencia.

13. Certificación de proveedores de insumo y de talleres externo.

El Área de Calidad de la empresa proporcionará las especificaciones al respecto de los proveedores de insumos, de modo que esta Área asuma la responsabilidad de la aceptación/rechazo de los insumos y de evaluación de los mismos, en trabajo coordinado con el Área de Mantenimiento.

Es importante señalar que para el diseño de este manual deben incluirse sólo los procedimientos que se aplican y las instrucciones deben ser redactadas en un lenguaje afirmativo.

Capítulo VI

Análisis Costo Beneficio.

El análisis costo/beneficio es una forma practica para dar a conocer la factibilidad de las propuestas presentadas en el estudio. Para ello, es necesario realizar un resumen de los principales costos y beneficios generados en el caso de llevar a la práctica real de la empresa, la ejecución de cada una de ellas.

Como puede observarse en el capítulo anterior, existen seis propuestas cuyo objetivo fundamental consiste en hacerle frente a las principales debilidades de la gestión de equipos de la línea Krones y que se han generado como parte de los resultados de la evaluación respectiva.

Para dar inicio a este análisis es primordial mostrar cada uno de los elementos obtenidos de cada una de las propuestas, por lo que a continuación, se muestra una tabla que define los requerimientos necesarios para realizarlas.

Tabla 28. Especificación de los Costos y Beneficios de cada propuesta.

Propuesta.	Elementos necesarios para la implementación.	Costo u\$.	Beneficios.
1. Catálogo de falla	Diseñador del catálogo y de la hoja de registro de paros.	3,000	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Establecer problemas genéricos de los equipos, lo que facilitará el registro de fallas. ▼ Integración de ambas áreas al efectuar el registro de paros. ▼ Prescindir del uso de "Falla sin código". ▼ Mejora de la base de información para efectuar los análisis de AMEF. ▼ Fiabilidad de información para establecer el reporte de PNP del sistema SAP. ▼ Actualización de las cartillas de mantenimiento por tener una mejor base de análisis de falla.
	Información de Manuales.	0	
	Capacitación del personal de envasado y mantenimiento.	0	
2. Indicador MTBF- MTTR	Diseño de indicador reporte e indicador por definición.	0	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Medir la eficacia del análisis de falla. ▼ Conocer y mejorar el tiempo promedio de operación normal entre fallas. ▼ Conocer y mejorar el tiempo promedio de reparación de las fallas. ▼ Medir la eficiencia de la cuadrilla de mantenimiento para reparar las fallas. ▼ Establecer un mejor seguimiento de la Disponibilidad de los equipos.
	Reporte de PNP del sistema SAP.	0	
3. Entrega y recepción de equipo.	Calcular el "Rendimiento puesta a punto del fin de semana".	0	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Mejorar el seguimiento de los avisos de mantenimiento generados por envasado. ▼ Obtener una referencia numérica que permita comparar la eficacia de los trabajos de mantenimiento del fin de semana. ▼ Mejorar las gestiones de mantenimiento en función de la línea de envasado. ▼ Mejorar la Disponibilidad de línea desde el inicio del período de producción.
	Establecer las comparaciones y seguimiento respectivo.	0	

Propuesta.	Elementos necesarios para la implementación.	Costo u\$.	Beneficios.
4. Cambio de turno	Elaborar el reporte en cada cambio de turno.	0	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Permite tener información necesaria para dar seguimiento a las fallas durante los turnos. ▼ Respaldar los avisos enviados a mantenimiento. ▼ Fortalecer la comunicación interna del área de envasado.
5. Indicador de Lubricante (OLE)	Diseño de indicador reporte e indicador por definición.	0	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Mayor control sobre las actividades de lubricación. ▼ Permite gestionar los niveles de contaminante de los lubricantes. ▼ Ayuda a asegurar la confiabilidad del equipo mecánico.
	Base para almacenar datos.	0	
6. Manual del PM	Diseñador del manual PM.	3,000	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Facilitará acciones planificadas y eficientes del mantenimiento. ▼ Será la manifestación a clientes, proveedores, autoridades competentes y al personal de la empresa del estado en que se encuentran actualmente los equipos. ▼ Permitirá la información al personal nuevo. ▼ Inducirá al desarrollo de un ambiente de trabajo adecuado, establecerá una conducta responsable y participativa del personal y al cumplimiento de los deberes establecidos.
Total (u\$)		6,000	

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla anterior, el costo requerido para llevar a cabo la implementación de las estrategias de mejora requiere de una inversión aproximada de 6,000 u\$, ya que están dadas la mayoría de las condiciones para ejecutar su implementación respectiva.

Según la valoración realizada por el personal de la empresa, se considera que con la implementación de todas estas propuestas, el indicador E.G.E obtendrá una mejora de aproximadamente el 5% con respecto al valor promedio del semestre tomado como referencia de estudio, el cual representa el valor mínimo tomado como referencia en la empresa para la realización de cualquier proyecto de mejora. Sin embargo, deberá reevaluarse a corto plazo (un año) el impacto real de las mejoras del indicador, de manera que se puedan mejorar o reestructurar, según las necesidades relacionadas con su ejecución real.

El impacto de las mejoras estarán distribuidas directa o indirectamente en cada una de las variables que conforman el indicador E.G.E, y para lograr el impacto esperado, las áreas involucradas deberán comprometerse en llevar a cabo su respectiva ejecución y análisis.

El impacto de estas mejoras, se reflejará directamente en los equipos de la línea Krones, y con ello se incrementará la utilización de su capacidad instalada, por lo cual el área de envasado podrá enfrentar la demanda creciente de cerveza para las presentaciones litro y regular.

A continuación se muestra una tabla que permite tener una referencia de los planes de envasado proyectado para los próximos años, de manera que permita realizar los análisis correspondientes.

Tabla 29. Requerimientos de los planes de envasado con un E.G.E del 65%.

	Crecimiento	Unidades	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2012
Volumen de Producción anual	5%	cajes	12.296.700	12.648.535	13.460.962	14.165.510	14.673.785
Volumen de Producción 11 meses	57%	cajes	10.645.920	11.178.225	11.737.137	12.323.994	12.940.193
Volumen asignado a cada línea	Producción						
Volumen asignable a L. Kronas							
Litro	100%	cajes	4.050.205	5.092.600	5.347.439	5.614.611	5.095.552
12 ozs	60%	cajes	2.744.695	2.681.299	3.025.364	3.176.633	3.335.464
Volumen asignable a L. Americana							
12 ozs	20%	cajes	686.024	720.325	796.341	794.158	833.666
Premium/CM/Exportación	100%	cajes	568.483	596.917	626.763	658.101	691.606
Volumen asignable a L. ICSA							
Lata	100%	cajes	1.750.181	1.837.700	1.929.595	2.026.065	2.127.368
Volumen asignable a L. Són							
Són	0,4%	unidades	46.642	49.104	51.643	54.226	56.637
Capacidad Horaria	Velocidad Nominal	E.G.E	Horas/año				
L. Kronas Litro	2.333	65%	3.198	3.358	3.526	3.702	3.887
L. Kronas 12 ozs	1.875	65%	2.252	2.384	2.492	2.606	2.737
L. Americana	1.683	50%	1.285	1.349	1.417	1.487	1.562
L. Latas	1.125	66%	2.397	2.475	2.599	2.729	2.865
Total Horas máquinas Kronas			6.450	6.727	6.998	6.399	6.624
Total Horas máquinas Americana			1.285	1.349	1.417	1.487	1.562
Total Horas máquinas ICSA			2.367	2.475	2.599	2.729	2.865
Total Horas Máquina Línea a 11 meses			9.992	9.548	10.024	10.525	11.051
Horas disponibles en base a 5 turnos			Horas/año				
Para 5 turnos en 46 semanas			10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
Horas aún disponibles			1.258	904	326	-175	-701
Horas necesarias de entrenamiento y capacitación			920	920	920	920	920
Disp. final incluyendo entrenamiento			338	-116	-594	-1.095	-1.621

Fuente: CCN.

En la tabla anterior, puede observarse que cada una de las líneas posee un volumen de producción definido de acuerdo a las distintas presentaciones que han de ser envasadas. Considerando el caso de la línea Krones, esta debe envasar únicamente presentaciones litro y regular abarcando el 100% y el 80% de los volúmenes de producción respectivamente, de manera que se ha asignado a la línea Americana para completar el porcentaje requerido para la presentación regular.

Como se ha mencionado en el estudio, la línea de envasado Krones, posee su velocidad nominal respectiva y un E.G.E promedio del 65%, de manera que con ambos datos y tomando en cuenta la cantidad de cajas que deben producirse durante el año, se obtienen las horas máquinas necesarias para responder ante dichas necesidades de producción.

Por otro lado, existen cinco turnos de envasado disponibles actualmente para realizar las labores del área, cada uno de los turnos trabaja aproximadamente 45 hrs/semana, trabajando 46 semanas/año, con estos valores se obtienen las horas disponibles que se tienen para enviar al personal a ejecutar actividades tales como, recibir capacitaciones de acuerdo al desarrollo del mantenimiento autónomo y para ello se ha establecido que se requieren aproximadamente 920 hrs/año. Dado que el valor del E.G.E es del 65%, se obtiene que para el periodo 2008-2009, los turnos no tendrán tiempo disponible para llevar a cabo las actividades de entrenamiento de manera que debe pensar en la posible inclusión de un nuevo turno.

Como se mencionó anteriormente, con las propuestas planteadas como parte de este estudio se lograra una mejora del 5% del indicador E.G.E, de manera que tomando en cuenta los mismos volúmenes de producción establecidos, el nuevo valor reflejará un comportamiento de acuerdo a la tabla siguiente.

Tabla 30. Requerimientos de los planes de envasado con un E.G.E del 70%.

	Crecimiento	Unidades	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2012
Volumen de Producción anual	5%	cajas	12.230.700	12.848.526	13.490.902	14.165.510	14.873.705
Volumen de Producción 11 meses	87%	cajas	10.645.928	11.178.226	11.737.137	12.323.994	12.940.183
Volumen asignado a cada línea	Producción						
Volumen asignable a L. Kronen							
Litro	100%	cajas	4.850.285	5.092.800	5.347.438	5.614.811	5.895.552
12 ozs.	80%	cajas	2.744.095	2.881.299	3.025.364	3.176.833	3.335.464
Volumen asignable a L. Americana							
12 ozs.	20%	cajas	608.024	720.326	756.341	794.158	833.886
Premium/DME/Exportación	100%	cajas	500.430	596.917	626.763	658.101	691.006
Volumen asignable a L. Lata							
Lata	100%	cajas	1.750.191	1.837.700	1.929.585	2.026.065	2.127.368
Volumen asignable a L. Sifón							
Sifón	0.4%	unidades	48.842	48.184	51.643	54.228	56.937
Capacidad Horaria	Velocidad Nominal cjs/hr	E.G.E	Horas/año				
L. Kronen Litro	2.333	70%	2.979	3.118	3.274	3.438	3.610
L. Kronen 12 ozs.	1.875	70%	2.091	2.195	2.305	2.420	2.541
L. Americana	1.683	58%	1.205	1.349	1.417	1.487	1.562
L. Lata	1.125	68%	2.357	2.475	2.599	2.729	2.865
Total Horas máquinas Kronen			5.668	5.913	6.179	6.658	7.161
Total Horas máquinas Americana			1.285	1.349	1.417	1.487	1.562
Total Horas máquinas KCSA			2.357	2.475	2.599	2.729	2.865
Total Horas Máquina Línea a 11 meses			9.702	9.938	10.594	10.874	11.578
Horas disponibles en base a 5 turnos			Horas/año				
Para 5 turnos en 48 semanas			10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
Horas aún disponibles			1.648	1.212	756	276	-220
Horas necesarias de entrenamiento y capacitación			920	920	920	920	920
Disp. final incluyendo entrenamiento			728	292	-164	-644	-1.140

Fuente: CCN.

Según la tabla anterior, logrando un valor del indicador E.G.E del 70%, el personal de envasado podrá posponer la contratación de un nuevo turno o de mano de obra subcontratada hasta para el periodo 2009-2010, ya que dichas mejoras en el indicador se podrán sumar al tiempo de operación de la línea.

El beneficio tangible que forma parte de las mejoras del indicador E.G.E, se obtiene estableciendo la diferencia de tiempos que existe el “Total de horas máquinas de la línea Kronos” de la tabla 29 y la tabla 30, de manera que el tiempo resultante asociado al costo de los paros por hora, serán los ahorros que se generarán. La siguiente tabla muestra dicha relación.

Tabla 31. Ahorros obtenidos en base a las propuestas realizadas.

		Horas/año				
Crecimiento		2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2012
Total horas máquina L. Kronos.	E.G.E=65%	5.450	5.722	6.008	6.309	6.624
Total horas máquina L. Kronos.	E.G.E=70%	5.060	5.313	5.579	5.858	6.151
Total horas máquinas ahorradas		389	409	429	451	473
Costo de paro/hora (u\$)		600	600	600	600	600
Ahorros (u\$) año		233.552	245.238	257.491	270.366	283.884

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla anterior, con la mejora del indicador E.G.E, se puede realizar la misma cantidad de producción en menor tiempo, esto debido a que los paros disminuyen ya sea en tiempo o en frecuencia.

Con la mejora del indicador E.G.E, el ahorro que la empresa obtendrá superará los 200,000 u\$ anuales, sin embargo, para lograrlo se requiere tan solo de una inversión de 6,000 u\$, la cual es mínima en comparación con los beneficios obtenidos.

Según la Figura 6, se establece a continuación la relación existente entre los costos y beneficios a partir de las mejoras propuesta.

Figura 56. Resultados de la relación Beneficio/Costo.

$$B/C = \frac{200,000 \text{ u\$/año}}{6,000 \text{ u\$/año}} = 33.33$$

Fuente: Elaboración propia.

Según el calculo anterior, la razón con la cual los beneficios de las estrategias de mejora proporcionadas superan a los costos es de 33.33 veces, por lo tanto, según las especificaciones señaladas en la Tabla 1., se considera totalmente factible que cada una de ellas sean llevadas a cabo como parte de las mejoras planteadas para el indicador de Eficiencia Global de Equipos (E.G.E).

5. CONCLUSIONES.

- Se determinó según los datos históricos del segundo semestre del año 2007, que la variable del indicador E.G.E que presenta las mayores oportunidades de mejora es la “Disponibilidad”, la cual depende directamente de los tiempos empleados para llevar a cabo las actividades conocidas como PP y PNP provenientes en su mayoría, de las áreas de Planificación y Mantenimiento/Envasado respectivamente.

- Se verificó el cumplimiento de la primera fase de gestión de equipos y como parte de la investigación respectiva se obtuvo que el mejoramiento de los equipos se lleva a cabo analizando el comportamiento de cada una de las variables que conforman al indicador E.G.E sin embargo, se comprobó que para ninguno de estos índices se ha establecido un porcentaje de desviación aceptable que permita definir el control o la falta de control en cada uno de ellos, por lo que para realizar el análisis respectivo es necesario incrementar la cantidad de datos que permitan efectuar el análisis de cada uno de ellos.

- ▼ Actualmente el análisis efectuado por CCN sobre la variable de “Disponibilidad” de equipos, no es totalmente confiable, dado que el catálogo que se emplea para registrar los datos que han de utilizarse, no presenta una estructura que permita asociar cualquier tipo de paro con una de las fallas codificadas dentro del mismo, por lo que al final dichos registros difieren de la situación real de equipo y limitan a su vez la retroalimentación hacia el área de mantenimiento para que estos últimos puedan llevar a cabo la ejecución de las mejoras en cada uno de ellos.

- ▼ Cada una de las intervenciones realizadas por el personal de mantenimiento en función de los equipos, están definidas bajo un procedimiento establecido de tal manera que les orienta cada una de las acciones que deben realizarse, sin embargo, aún no se han establecido procedimientos asociados a la gestión de repuestos, lo cual tiene un impacto directo en el indicador de “Disponibilidad”.
- ▼ Las intervenciones correctivas urgentes son la que impactan directamente en el indicador de “Disponibilidad”, para el 2º semestre del año 2007, estas representaron solamente el 1% del total de tiempos empleados para los trabajos del área de mantenimiento, pero su impacto en el indicador de Disponibilidad calculado por el área de Envasado fue del 6.3%.
- ▼ Para orientar los esfuerzos y acciones de cada una de las áreas, en función del mejoramiento de los equipos y del proceso en sí, existen dos tarjetas de evaluación del desempeño: TDE y BSC diseñadas para personal operativo y de supervisión/ jefatura respectivamente, de manera que se han incluido en ella los principales indicadores de la metodología TPM y según los resultados obtenidos con respecto a la meta establecida por la gerencia, el personal obtiene semestralmente un incentivo monetario, de manera que se pueda lograrse la participación activa del personal para lograr las mejoras que han de implementarse, además de acuerdo a la naturaleza de las mejoras, siempre que alguna de las áreas lo solicite, se pueden integrar instructivos (ISC), formatos (FSC) o procedimientos (PSC) al sistema de gestión de la calidad de la empresa o a las TDE o BSC con el objetivo de garantizar que dichas mejoras prevalezcan con el paso del tiempo.

- ▼ Para definir las necesidades y oportunidades de mejoramientos de los equipos, así como de los tiempos de preparación o recambios es necesario el desarrollo dinámico de los procesos claves y soportes de la metodología del TPM, dado que la fuente de fallas es múltiple y para cada una existen muchos factores escondidos y condiciones crónicas que se combinan cada vez en formas diferentes para producirlas y es a través de esos procesos en conjunto con la aplicación de los “Siete Pasos del TPM”, que se promueve la mejora continua, el aprendizaje y el trabajo en equipo del personal dentro de cada área involucrada en la implementación de las mejoras.

- ▼ Como parte del desarrollo del Mantenimiento Autónomo, los operadores han recibido capacitaciones sobre el principio de funcionamiento básico de sus equipos, además se ha delegado en ellos la ejecución de algunas de las actividades de mantenimiento tales como limpieza e inspecciones con el objetivo de que puedan detectar fallas a tiempo y retroalimenten al personal de mantenimiento, con este tipo de mantenimiento se ha logrado promover la responsabilidad de los operadores por sus máquinas, y pudo observarse el arduo trabajo en equipo ya que internamente ellos actúan como clientes y proveedores de los demás operadores.

- Se verificó la segunda fase de gestión de equipos y se obtuvo que para mantener los equipos en su nivel máximo requerido de “Mantenimiento” y “Disponibilidad”, se desarrolla una serie de elementos propios del mantenimiento en combinación con el sistema de gestión de la calidad, de manera que ambos brinden soporte a las gestiones que se realizan por cada una de las áreas, para retroalimentarse entre sí.

- ▼ Cabe destacar que según la verificación de los requisitos de lubricación y limpieza establecidos, se encontró que para ciertos equipos no se cumplen dichos requisitos tal y como se indica en los manuales del fabricante, lo cual está relacionado a las múltiples fallas registradas en los equipos.

- ▼ A pesar de todo el sistema de mantenimiento existente en CCN, no existe un manual de PM donde pueda encontrarse toda la información centralizada sobre la filosofía del PM incluida en el TPM, la política general de la planta con respecto al PM, y la organización del PM, entre otros elementos propios de este tipo de manual.

- Se evaluó el desarrollo del modelo de gestión de equipos y se obtuvo que, el modelo completo alcanzó tan solo 302 puntos de los 670 asignados, es decir el 45% del puntaje. En este sentido los procesos claves en general, obtuvieron un 43% y los procesos soporte un 49%, de manera que el 80% de las pérdidas de puntaje del modelo completo se atribuyen a los procesos de: Mantenimiento preventivo (22%), Corrección de fallas (15%), Mantenimiento autónomo (14%), Mantenimiento predictivo (12%), Gestión de repuesto (7%), Indicadores (7%), Proyectos de mejora (6%).

- Se realizó el análisis costo/beneficio en relación a las propuestas planteadas para establecer mejoras de la gestión de procesos, obteniendo que los costos que se generarán como parte de las implementaciones que las propuestas requieren (6,000 u\$), son mínimas en relación al beneficio obtenido por la empresa (Más de 200,000 u\$ anuales de ahorro y mejora de la capacidad instalada de manera que se deberá establecer un nuevo turno hasta para el año 2009), a partir de la relación entre ambos factores se demuestra que los beneficios esperados superan a los costos 33.33 veces por lo cual se obtiene que la realización de las propuestas resultan para la empresa económicamente aceptables.

6. RECOMENDACIONES.

- Establecer para el indicador E.G.E y cada una de sus variables los límites de desviación aceptable analizando como mínimo datos históricos de 5 años anteriores, lo que permitirá analizar en retrospectiva cómo se han ido desarrollando cada una de las variables del E.G.E de manera que puedan llegar a establecerse con una mejor base estadística los elementos que se especifican como parte de su gestión respectiva.
- Reestructurar el catálogo de fallas mediante la participación activa de las áreas de mantenimiento y envasado, capacitando al personal de ambas áreas de manera que, una vez que este entre en vigencia, se promueva la consulta técnica de los operadores hacia los ejecutores de mantenimiento, esto dará como resultado además de mejorar la fiabilidad de la información, garantizar los reportes que permitan aprovechar al máximo la información utilizada para el análisis de fallas y por ende para la implementación de mejoras de los equipos en función de los ciclos de mantenimiento establecidos y en el desarrollo del mantenimiento autónomo, además de permitir la implementación de los indicadores MTBF y MTTR los cuales, brindarán mayor información para orientar acciones sobre las pérdidas de “Disponibilidad” registradas.
- Establecer claramente cada una de las actividades orientadas a la gestión de repuestos de manera que se diseñe cada uno de los procedimientos que definan las actividades orientadas a este tipo de gestión, lo que dará como resultado minimizar el impacto de las pérdidas de “Disponibilidad” de equipos en función de estas actividades, ya que se podrá contar con orientaciones claras para llevarlas a cabo.

- Procurar que cada uno de los checklist de operación y ciclos de mantenimiento establecidos para los equipos incluyan los requisitos básicos señalados por sus fabricantes, sobre todo para la parte de lubricación que es la que presenta las mayores diferencias entre los ciclos de mantenimiento verificados y los manuales respectivos.
- Crear un clima de aprendizaje sobre el terreno para el personal de mantenimiento y envasado, logrando que ambas áreas se adapten a situaciones cambiantes, de manera que se dominen todos los procedimientos relacionados desde la redacción de los avisos que se envían al área de mantenimiento, hasta la realización de pruebas en los equipos luego los trabajos de mantenimiento para ello, deben incorporarse las capacidades individuales del personal de ambas áreas, logrando así implantar las mejoras necesarias para el sistema de gestión de equipos.
- Analizar la carga de trabajo de los ejecutores de mantenimiento y de los supervisores de esta área, de manera que ellos puedan brindar un mejor seguimiento de las actividades que se realizan lo que garantizará el cumplimiento, la calidad y el impacto esperado a partir de la ejecución de los ciclos de mantenimiento y de las correcciones realizadas.
- Completar la estructura del manual relacionado a las actividades de PM de manera que cada uno de los involucrados puedan conocer claramente y aplicar cada una de las consideraciones determinadas en él, de esta manera se logrará el desarrollo integral de las acciones de mantenimiento.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- ▼ *Baca Urbina Gabriel. “Evaluación de proyectos”. Editorial Mc Graw Hill. 4° Edición.*
- ▼ *Beltrán Sanz Jaime. “Guía para una gestión basada en procesos”. Editorial Instituto Andaluz de Tecnología (Sevilla). 1° Edición. 2002.*
- ▼ *Blank Leland y Tarquin Anthony. “Ingeniería Económica.” Editorial Mc Graw Hill. 5° Edición.*
- ▼ *Hartmann. H. Edward. “Como instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa”. TPM Press, Inc. 1992*
- ▼ *Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. “Norma ISO 9001- Versión 2000. Sistema de gestión de calidad. Requisitos.” Primera Edición. INTECO 2001.*
- ▼ *Piura López Julio. “Metodología de la investigación científica un enfoque integrador”. Managua, Nicaragua. Mayo 2002.*
- ▼ *Sapag Chain Nassir. Sapag Chain Reinaldo. “Preparación y evaluación de proyectos”. 4ª Edición. Editorial Mc Graw Hill.*

8. WEBGRAFÍA.

- ▼ http://209.85.173.104/search?q=cache:_qQyxtj3uTwJ:www.mantenimientoplano.com/tpm_archivos/TPM%2520IT%2520CONSOL.pdf+como+establecer+mejoras+para+el+programa+de+mantenimiento&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=ni
- ▼ <http://es.wikipedia.org/wiki/OEE>
- ▼ [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/2AD787F776004ACF062570F4005FB369?OpenDocument)
- ▼ <http://lubricaronline.blogspot.com/2008/05/un-nuevo-indicador-para-medir-el.html>
- ▼ <http://www.ceroaverias.com/archivoeditorial11/Archivo%2058.htm>
- ▼ http://www.confiableidad.net/art_05/TPM/tpm_06.pdf
- ▼ <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/48/amef.htm>
- ▼ <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm>
- ▼ <http://www.industrialtijuana.com/pdf/B-4.pdf>

9. GLOSARIO.

A.

Aceite: Cuerpo graso, de origen vegetal o animal que conserva su estado líquido a las temperaturas normales en nuestro país, siendo esta la única diferencia que le distingue de las grasas.

Acrónimo: Palabra formada por las iniciales, y a veces por más letras de palabras.

Activo: Conjunto de bienes y derechos reales y personales sobre los que se tiene propiedad. Término contable-financiero con el que se denomina al conjunto de recursos económicos con los que cuenta la empresa.

Aditivo: Nombre dado a diversas sustancias, que se agregan (Por ejemplo: al aceite lubricante) con el objetivo de mejorar sus cualidades.

Alcance: Seguimiento, persecución.

AMEF: Metodología de Análisis del modo y efecto de fallas.

Árbol: Eje metálico que sirve para transmitir o transformar un movimiento.

Aviso de mantenimiento: Es un documento electrónico en PM-SAP en que se reportan todas las fallas y solicitudes de trabajos que puedan existir para cada ubicación técnica o equipo. De los avisos surgen todas las ordenes de mantenimiento que no sean preventivas programadas.

B.

Bandas/Cadenas: Conjunto de piezas metálicas, iguales, articuladas entre sí, que forman un circuito cerrado.

BSC: Balance Score Card. Tarjeta de evaluación del desempeño que aplica para los supervisores de envasado y que los evalúa de manera individual, de acuerdo al comportamiento de los

indicadores del área y a ciertas actividades específicas que cada uno de ellos ejecuta.



Calibración: Comparación de un instrumento o dispositivo de medición con un patrón conocido y/o el ajuste de tal instrumento de manera que cumpla con una especificación de medición requerida.

Calidad intrínseca: Conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

Capacidad: Aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.

Carga: Peso y presión soportada por la película del lubricante cuando el equipo está en operación.

Categorización y/o clasificación de Equipos: Es el proceso de clasificar las máquinas de acuerdo a su nivel de criticidad en el proceso productivo.

Cerveza: Bebida con un porcentaje de alcohol mayor del 2.5% de alcohol por peso, resultante de un proceso de fermentación alcohólica controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, de un mosto elaborado con agua potable, cebada malteada sola o mezclada con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, adicionado de lúpulo o sus extractos y concentrados.

Checklist: Listas de control y/o lista de actividades.

Ciclos de aplicación: Conjunto de una serie de fenómenos u operaciones que se repiten ordenadamente.

Ciclos de mantenimiento: Frecuencias con las que se deben ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo/predictivo.

Cilindros: Cavidad cilíndrica en la que se mueve el émbolo de una máquina.

Clave modelo: Es un código SAP asignado a un texto modelo. El texto contenido es la instrucción de mantenimiento para la operación correspondiente.

Código de plano del equipo: Código que el fabricante asigna al momento de la compra del equipo.

Cojinete: Pieza cilíndrica y hueca en la que se apoya un eje, de manera que le permite girar con un rozamiento muy suave.

Componentes: Son los materiales y/o repuestos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento.

Confiabilidad: Se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico. Más sencillamente, Confiabilidad es la probabilidad de que un sistema o producto funcione.

Corrida: Cantidad de envase que debe ser llenado para satisfacer la demanda del mercado durante el período analizado.

Criticidad: La incidencia que tiene cada equipo o máquina dentro de la operación del área.

D.

Despliegue: Acciones que emprende una organización para implantar el enfoque. Representa la traducción a la práctica de lo que ha quedado definido en el enfoque.

Disponibilidad: Proporción de tiempo en que está dispuesta la línea Krones para la producción respecto al tiempo total de operación.

E.

Efectividad: Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados.

Efecto de falla: Información de los eventos secuenciales que ocurren cuando un Modo de falla hace perder la función.

Eficacia: es hacer las cosas debidas.

Eficacia: Extensión en la que se realizan las actividades planificadas se alcanzan los resultados planificados.

Eficiencia: es hacer las cosas bien.

EGE: Se refiere al indicador de la Eficiencia Global de Equipos. Se conforma por tres variables: Rendimiento, Disponibilidad y Calidad.

Ejecutores de Mantenimiento: Son todos aquellos trabajadores que realizan labores de mantenimiento industrial y pertenecen a los diferentes talleres (mecánico, soldadura, torno, eléctrico e instrumentación) Además aplica para ejecutores externos.

Ejecutores de Mantenimiento: Son todos aquellos trabajadores que realizan labores de mantenimiento industrial y pertenecen a los diferentes talleres (mecánico, soldadura, torno, eléctrico e instrumentación) Además aplica para ejecutores externos.

Enfoque: Se refiere a los objetivos y planteamientos de cada sub criterio, así como a la definición y desarrollo del proceso o procesos más efectivos para alcanzar dichos objetivos, es decir, los métodos que la organización emplea para la implantación de los diferentes criterios.

Engranajes: Sistema de ruedas provistas de dientes que encajan y permiten transmitir el movimiento de un árbol a otro.

Émbolo: Órgano de forma cilíndrica que se ajusta u corre con un movimiento de vaivén en el interior de un cilindro.

Equipo: Elemento que constituye el todo o parte de una máquina o instalación que, por sus características, tiene datos, historial y programas de reparación propios. Es todo aquel equipo auxiliar instalado en una ubicación técnica, por ejemplo: motores, bombas, válvulas de seguridad, etc.

Equipos críticos: Se considera así a aquellos equipos en los que se

generaron la las perdidas de Disponibilidad más significativas en la línea Krones durante los datos semestrales tomados como referencia de estudio.

Equipos de clase o categoría A:

Compuesta por máquinas fundamentales y/o críticas para el proceso o máquinas insustituibles en un determinado momento.

Equipos de clase o categoría B:

Compuesta por maquinas que son esenciales pero no críticas y generalmente tienen garantizada un stock de partes.

Equipos de clase o categoría C:

Compuesta por maquinas de propósito general (utilizadas para realizar operaciones auxiliares complementarias, de baja potencia y que al momento de un fallo no representa mucho costo en repararla o sustituirlas).

Estado General: Requerimientos básicos para operar su máquina tales como limpieza, facilidad de operación, seguridad y medio ambiente.

Estrategia de mantenimiento: Tipo de mantenimientos que se ejecutará en los equipos, en dependencia de la clasificación que estos posean.



Fiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso

determinadas en un período determinado.

Fortaleza: Defensa natural que tiene un lugar o puesto por su misma situación.



Gestión de Objetos técnicos: Base de datos donde se almacena los parámetros de ubicaciones técnicas y equipos.

Grasa: Sustancia sólida untuosa, de origen animal o vegetal, usado corrientemente para lubricar, altas temperaturas de fusión.

H.

Hoja de ruta: Base de datos donde se define puesto de trabajo, tiempo, paquete (la frecuencia) y componentes (materiales), para realizar una operación o clave modelo.

Horímetro: Contador que Indica la cantidad de horas que ha trabajado la máquina.

I.

Indicador: Instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados del proceso, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia de los mismos, así como la eficiencia.

Inspección preventiva: Son revisiones de rutina con la maquina en funcionamiento utilizando la vista, tacto y olfato, no se ejecuta ningún trabajo de mantenimiento. El intervalo de las rutinas puede ser desde diario hasta mensual.

Inspección: Tareas y/o servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizados por la alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos de medición electrónica, térmica y/o los sentidos humanos, normalmente sin provocar indisponibilidad del equipo.

Inspectores: Son aquellas personas que trabajan como personal auxiliar para los equipos tales como llenadora, etiquetadora, lavadora de cajas y empacadora.

Interruptor: Dispositivo que sirve para abrir y cerrar los circuitos eléctricos.

L.

LDS: Sistema que permite el monitoreo de los eventos en la línea productiva a lo largo del tiempo de operación.

Limpieza: Procedimiento para limpiar.

Liquidación de una OT: Es la finalización o cierre total de la instrucción detallada.

Llena: Cantidad de producción que se refiere a determinada marca y presentación.

Lubricación: La reducción de la fricción o desgaste entre dos superficies portadoras de carga en movimiento relativo, por aplicación de un lubricante.



Madurez: Estado de desarrollo completo de un fenómeno.

Maestro de materiales: El maestro de materiales es utilizado por todos los componentes de Logística SAP. En Logística SAP, los datos contenidos en el maestro de materiales es necesario, por ejemplo, para las siguientes funciones:

- ♦ En Gestión de compras, para la gestión de pedidos.

- ♦ En Gestión de stocks, para la contabilización del movimiento de mercancías y del inventario.
- ♦ En Verificación de facturas, para la contabilización de facturas.
- ♦ En Comercial, para la gestión de pedidos de cliente.
- ♦ En Planificación de la producción y Control para la planificación de necesidades de material, la programación y la planificación de trabajo.

Mantenibilidad: Probabilidad de que un sistema fallando se restaure en un tiempo específico, cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones determinadas.

Mantenimiento correctivo programado: Es cuando la falla detectada en el equipo no es de gravedad y permite la planificación de dicho mantenimiento para el próximo paro programado del equipo.

Mantenimiento correctivo urgente: Son mantenimientos correctivos de emergencia que ocasionan paros no

planificados en la producción y que requieren reparación inmediata.

Mantenimiento general-preventivo:

Revisión y chequeos generales, reparación de piezas o cambio de las mismas. Estas actividades son ejecutadas en intervalos de tiempo definidos según las frecuencias o ciclos de mantenimiento establecidos.

Mantenimiento ligero-preventivo:

Es un mantenimiento de corta duración con el equipo fuera de servicio, en el que intervienen actividades tales como: ajustes, limpieza externa, lubricación, etc.

Mantenimiento mayor:

Actividades que conllevan a aumentar la vida útil, el rendimiento y disponibilidad del equipo tales como: Modificación, instalación de equipos o dispositivos nuevos, rehabilitación.

Mantenimiento Predictivo:

Consiste en determinar la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la maquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un

programa sistemático de mediciones de los parámetros mas importantes del equipo. Tiene como objetivo disminuir las frecuencias de mantenimientos preventivos y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento.

Maquinas rotativas:

Están provista de partes giratorias como la dínamo, los alternadores, motores, etc. Tienen una parte fija llamada estator y otra móvil llamada rotor, entre ambas partes hay un espacio de aire llamado entrehierro.

Mecanismo de transmisión:

Se encargan de transmitir movimientos de giro entre ejes alejados.

Mejora continua:

Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir requisitos.

Metodología:

Del griego (metà "más allá" odòs "camino" logos "estudio"). Se refiere a los métodos de investigación que se siguen para alcanzar una gama de objetivos en una ciencia. Aún cuando el término

puede ser aplicado a las artes cuando es necesario efectuar una observación o análisis más riguroso o explicar una forma de interpretar la obra de arte. En resumen son el conjunto de métodos que se rigen en una investigación científica o en una exposición doctrinal

Modo de falla: Hecho físico que provoca la pérdida de la función total o parcial de un activo en su contexto operacional. El Mantenimiento está orientado a prevenir las consecuencias y ocurrencias de cada Modo de Falla.

Motores: Aparato que transforma en energía mecánica otras clases de energía.

MPS: Sistema de Planificación Maestra de Producción. Representa lo que la empresa planea producir y se expresa como una configuración con cantidades y fechas específicas.

MTBF: Intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor

sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

Mantenimiento: Tareas necesarias para que un equipo sea conservado

o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

MTTR: Tiempo medio de restauración. Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad.



Net Server: Sistema de trabajo en Red que utiliza la compañía a nivel interno, en donde se muestra

oficialmente el comportamiento de los indicadores que se evalúan dentro de cada área productiva.

O.

Operación de mantenimiento: Conjunto de tareas de mantenimiento (pasos) necesarias para el buen funcionamiento del equipo, equivale a una clave modelo en SAP.

Operación de mantenimiento: Conjunto de tareas de mantenimiento (pasos) necesarios para el buen funcionamiento del equipo, equivale a una clave modelo en SAP.

P.

Palets: Es un almacén de madera, plástico u otros materiales empleado en el movimiento de carga ya que facilita el levantamiento y manejo con pequeñas grúas hidráulicas, llamadas carretillas elevadoras.

Pantalla táctil: (Touch screen en inglés) es una pantalla que mediante un contacto directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo.

Perno: Clavo grueso de hierro con cabeza redonda por un extremo y un tornillo por el otro que se asegura con una tuerca.

Pinza: Tenacilla de metal que sirve para varios coger o sujetar cosas pequeñas.

Plan de acción: Desarrollo de actividades que se ejecutan para lograr mejoras a corto plazo en los indicadores, se desarrollan cuando una incidencia empieza a generarse repetitiva, posterior a los planes de acción se desarrollan los proyectos de mejora.

Plan de mantenimiento: Compuesto por una serie de hojas de ruta para una ubicación técnica o equipos.

PLC: Programmable logic controller o Controlador lógico programable.

PM: Mantenimiento Preventivo.

PM-SAP: Es el módulo de mantenimiento de planta dentro de SAP. En este modulo se lleva toda la base de datos de mantenimiento industrial, hojas de rutas y planes de mantenimiento.

Presostato: Conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

Procedimientos: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en elementos de salida.

Productividad: También conocido como eficiencia. Es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema

de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

Programador de Mantenimiento: Persona encargada de planificar y administrar los trabajos de mantenimiento preventivos, predictivos y correctivos.

Proyecto de mejora: Son actividades que se establecen para resolver problemas del proceso a largo plazo, pueden requerir de mayor inversión que los planes de acción.

R.

Reporte de Ilena: Conjunto de documentos que incluye básicamente los formatos de Informe de producción del LDS, cupón (entrega de cerveza de filtración a envasado) y los formatos de paros de todos los equipos de la línea.

Requisito: Condición necesaria para una cosa.



Saneo: Actividades de limpieza programada al final de cada semana de producción.

SAP: Es un sistema informático, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial, la información se comparte entre todos los usuarios de SAP que la necesiten y que pueden tener acceso a ella.

SAP-PM: Es el módulo de mantenimiento de planta dentro de SAP, en este módulo se lleva toda la base de datos de mantenimiento industrial, hojas de rutas y planes de mantenimiento.

Sine qua non: Es una locución latina originalmente utilizada como término legal para decir "condición sin la cual no". Se refiere a una acción, condición, o ingrediente imprescindible y esencial.

Sistema: Conjunto de elementos interrelacionados.

Sistemática: Que se realizan siempre con la frecuencia establecida y para tratar los puntos que se deben discutir.

SMED: Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito. Técnica de gestión de la producción utilizada para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos.



TDE: Tarjeta de evaluación del desempeño. Herramienta utilizada por el área de envasado para evaluar a los operarios en cuanto a la ejecución y el cumplimiento de los indicadores del área, a partir de la cual, se obtiene un incentivo monetario como estímulo ante el cumplimiento y mejora de dichos indicadores.

U.

Ubicación Técnica: Código de ubicación que define a un área, sistema o equipo principal. La estructura esta compuesta de cuatro letras, como máximo, seguida de tres dígitos y un sufijo opcional que identifica el área de ubicación.

Ubicación técnica: Es una ubicación que define a un área, sistema o equipo principal.

V.

Velocidades: Es la magnitud física que expresa la variación de posición de un objeto en función del tiempo, o distancia recorrida por un objeto en la unidad de tiempo.

Viscosidad: Es la resistencia del aceite a fluir y es la cualidad singular más importante a tener en cuenta para la selección del aceite para elementos de máquina diseñados para lubricación por película fluida.

10. Anexos.