



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



TRABAJO DE PASANTÍAS

DESTILERIAS UNIDAS, S.A (DUSA)

Departamento de Operaciones de Envasado y Logística

Autor: Andrea Del Valle Rojas Rivero

Cédula de Identidad: 19.945.991

Tutor Empresarial: Ing. Eloy Meléndez

Tutor Académico: Ing. Yasmery Urdaneta

Ingeniería de Producción

17/03/2014 – 04/07/2014

Barquisimeto, Octubre 2014

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Con todo mi cariño a mis padres y hermano, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

En especial a mi prima Patricia Mercedes, se que donde estas, celebras conmigo. Gracias por ser tan especial y única. Marcaste mi vida como nunca nadie lo ha hecho. Este trabajo es para ti, Pachi.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios primeramente por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

Le doy gracias a mis padres, Raúl y Milagros por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por un excelente ejemplo de vida a seguir. LOS AMO

A mi hermano Raúl Andrés, por ser lo más importante en mi vida y llenarme de alegría y amor cuando más lo he necesitado.

Le agradezco a todos los profesores que durante la carrera fueron de mucha ayuda, gracias por regalarme su conocimiento para que hoy día pueda decir soy INGENIERO DE PRODUCCIÓN.

Gracias Ingeniero Eloy Meléndez por haberme brindado su apoyo durante todo el desarrollo de mis pasantías. Igualmente a Destilerías Unidas S.A. por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mis amigas: Gabriela y Sholanda, por ser parte significativa en mi vida y por apoyarme siempre, las quiero un mundo. A todos mis amigos y familiares infinitas gracias por creer en mí y por su apoyo incondicional.

A mi Pachi hermosa que aunque no te encuentres con nosotros físicamente, siempre estarás presente en mi corazón, por haber creído en mí hasta el último momento. ¡YA SOY INGENIERO! Ahora si colegas. TE AMARE POR SIEMPRE.

INDICE GENERAL

Contenido	pp.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCION	1
INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	2
Descripción de la Empresa.....	2
Objetivos de la Empresa	2
Reseña Histórica	3
Organigrama General.....	6
Visión.....	7
Misión	7
Valores	7
Diagrama General del Proceso de Manufactura	8
Departamento donde se realizó la pasantía.	8
Descripción del Departamento	8
Diagrama del Departamento	15

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES.....	17
Descripción del Trabajo Asignado.....	17
Actividades Realizadas	17
Resultado de las Actividades Ejecutadas.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
GLOSARIO	53
REFERENCIAS	55
ANEXOS.....	56

INDICE DE TABLAS

Tabla	pp.
1. Manifestación de las Seis Grandes Pérdidas.....	20
2. Tiempos Obtenidos en el Cálculo de las 6 Grandes Pérdidas	25
3. Impacto de los coeficientes en la EGE.....	27
4. Proyecto de Mejora Enfocado a Disminuir las Paradas en Línea 6 Asociadas al Departamento de Mantenimiento.....	36
5. Proyecto de Mejora Enfocado a Disminuir las Paradas en Línea 6 Asociadas al Departamento de Producción.	41
6. Proyecto de Mejora Enfocado a Disminuir las Paradas Asociadas a Áreas Externas de la Línea 6.	44
7. Resultado de los Tiempos Operativos	47
8. Resultado del cálculo de Disponibilidad, Rendimiento y Tasa de Calidad.....	47
9. Actividades ejecutadas y pendientes para cada una de las Mejoras Enfocadas en Áreas Involucradas.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura	pp.
1. Organigrama General de Destilerías Unidas S.A.....	7
2. Diagrama General del Proceso de Manufactura	8
3. Alimentación de cajas y envases	10
4. Llenado	10
5. Etiquetado	11
6. Codificación.....	13
7. Sellado	14
8. Diagrama del Departamento de Envasado y Logística	16
9. Formato de Tiempo De Paradas	18
10. Códigos de los Equipos.....	18
11. Relación coeficientes y 6 pérdidas.....	21
12. Tiempos que intervienen en el indicador EGE.	23
13. Reducción del tiempo disponible.....	23
14. Ecuaciones para el cálculo de coeficientes.....	24
15. Pareto para cada una de las 6 Grandes Pérdidas.	25
16. Resultado de los Tiempos Operativos	26
17. Impacto de cada coeficiente en la EGE	27
18. Diagrama de Pareto del impacto en el Tiempo perdido para las 6 Grandes Pérdidas	28
19. Impacto de las 6 grandes pérdidas en cada una de sus manifestaciones.	31
20. Pareto de Downtime asociado al Departamento de Mantenimiento..	32
21. Diagrama de Pareto de Fallas Registradas en la Encajonadora.....	33

22. Diagrama de Pareto de Fallas Registradas en Robot KUKA	34
23. Diagrama de Pareto de Fallas Registradas en Etiquetadora	35
24. Pareto de Downtime Asociado al Departamento de Producción.....	40
25. Pareto de Downtime Asociado a Áreas Externas de Línea 6.....	43
26. Pareto de resultados de tiempos perdidos para cada una de las 6 Grandes Pérdidas.....	46

INTRODUCCION

El presente informe nace de un convenio de colaboración Universidad-Empresa, a través del cual el estudiante tiene la oportunidad de llevar a la práctica un proyecto propuesto por la empresa durante sus pasantías profesionales. De este modo, mediante una mutua colaboración se busca un doble objetivo; por un lado, la elaboración de un proyecto necesario para finalizar la carrera y por otro, que tenga una aplicación real en la empresa.

El objetivo principal del presente proyecto de pasantías fue incrementar la eficiencia de la línea 6 de envasado de licores, en el cual se utilizó como indicador de productividad de los equipos una métrica básica del TPM: la “Efectividad Global de los Equipos” (EGE), que representa la producción real frente a la potencial (la obtenida en condiciones óptimas) para un período determinado. La EGE mide las pérdidas que se producen en el sistema productivo. Este indicador está asociado a tres elementos: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad, que en conjunto cubren las Seis Grandes Pérdidas de productividad: Averías, preparación y ajuste, Funcionamiento a velocidad reducida, Paradas cortas, Defectos de calidad y Puesta en marcha.

Tras su posterior análisis se buscó minimizar cada una de estas pérdidas. Diseñando, formulando y ejecutando un plan de acción.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Descripción de la Empresa

La planta industrial Destilerías Unidas S.A., se encuentra ubicada en la Hacienda Saruro, sector La Miel, carretera Barquisimeto-Acarigua Km. 44, dentro de la jurisdicción del Municipio Simón Planas del Estado Lara. Adyacente a los terrenos de la Planta se encuentran:

- Por el Norte, sur y oeste la Hacienda Saruro.
- Por el Este el Río Sarare.

A su vez las Bodegas de Envejecimiento limitan:

- Por el sur y el oeste con la Hacienda que era de la familia Vegas.
- Por el norte con el pueblo de La Miel.
- Por el este con la Hacienda Pozo Claro.

La zona está rodeada por cañaverales y abundante vegetación ofreciendo condiciones especiales que propician la calidad de los productos elaborados; la temperatura media durante el año es óptima, al igual que la altitud.

Objetivos de la Empresa

Destilerías Unidas S.A. tiene como objetivo principal: “Desarrollar, distribuir y comercializar alcoholes y bebidas alcohólicas de la más alta calidad para satisfacer las expectativas de nuestros clientes”. La empresa sigue ciertas directrices que la hacen merecedora del logro de sus objetivos específicos.

- Proteger al ambiente y beneficiar a las comunidades en las cuales desempeñamos operaciones.
- Lograr una máxima rentabilidad y óptima calidad en nuestros productos.
- Contar siempre con avanzada tecnología que permita ofrecer las mejores condiciones a los trabajadores.

Reseña Histórica

Los orígenes de Destilerías Unidas, S.A. (DUSA), se derivan de la reciente adquisición del Complejo Industrial de la empresa Licorerías Unidas S.A., lo cual se remontan hacia los años 1932 cuando es fundado en Caracas Licores Ibarra por Don Tomas Sarmiento, donde se producían licores y vinos.

En los años 1946 y 1947, Don Gustavo Vegas León adquiere hacienda “Saruro” en la Miel, estado Lara, donde se instaló un trapiche del cual se obtenía azúcar “La Miel, aguardiente “Mulita” y papelón.

A la muerte de Don Tomas Sarmiento, la planta fue trasladada a la hacienda Saruro en los años 1955 y 1956. Para ese momento se continuaba produciendo el aguardiente “Mulita”, a la vez que se iniciaba la elaboración de nuevos productos. La planta contaba con un personal aproximado de sesenta personas, trece cubas de madera con una capacidad de 20.000 litros c/u, un laboratorio de destilación y maquinarias manuales, todo bajo un proceso muy rudimentario, con lo que se alcanzaba una producción de 2.500 litros de licor diarios. En 1959, se establecen los contactos entre firmas del ramo de licores que imprimirían a la industria nacional un impulso acorde con las circunstancias.

El señor Samuel Bronfman, presidente de Distillers Corporation Seagram Limited, venía gestionando la adquisición de una participación en una destilería en Venezuela. Esta importante firma del exterior, además de tener destilerías propias en numerosos países, contaba con una larga experiencia y gran prestigio internacional.

El señor Benjamín Chumaceiro, presidente de la distribuidora Chumaceiro, en aquel tiempo agentes de Venezuela de varios productos de “Distillers Corporation Seagram Limited”, gestionó el contacto entre Seagram y sucesores de Tomas Sarmiento y luego logró la participación de Morris Curiel & Son y Benedetti e hijos C.A. De esta manera, Seagram a través del señor Benjamín Chumaceiro invito a los socios venezolanos a participar en el proyecto, integrándose así la iniciativa, la confianza, la visión y el entusiasmo de los hombres de empresa que hace mas de 30 años fundaron Licorerías Unidas para producir en Venezuela bebidas de primera calidad.

El intercambio de conocimientos haría posible la introducción de nuevos productos en que sería factible la utilización de cereales y frutos nacionales como materia básica de producción.

La planta industrial comenzó a producir y envejecer ron en Noviembre de 1959 y no es sino hasta el 7 de Diciembre de 1961, al cabo de dos (2) años que se logra el primer vaciado de barriles, mezclas y embotellado del “RON AÑEJO CACIQUE”, de fama nacional.

En 1960 el gobierno nacional, enfrentando una grave crisis económica decreto un considerable aumento en los derechos de importación de licores y otros productos de lujo. Esta medida generó una tendencia a fabricar en Venezuela grandes marcas mundiales en el ramo de licores. Evidencia de ellos, es que Licorerías Unidas, en su planta de La Miel, el 15 de Septiembre

de 1960, empezó la producción de Brandy Hennessy, los licores dulces Cointreau, Bols, Pernod, Cherry Heering, los vinos Vermouth Gancia, Noilly Prat, las ginebras Gordon, Clavert, Tour Roses, Beefeater, Silver Fizz, todas ellas marcas de renombre mundial y que exitosamente se ubicaron en el mercado.

En los planes previstos estaba incluido, además, la fabricación de Whisky Nacional en virtud de la importancia que representaba para la economía del país. Así, siendo consecuente con sus criterios y venciendo muchas dificultades, Licorerías Unidas S.A, concluye su planta destiladora de granos y la pone en producción desde el 10 de Abril de 1.961, haciendo realidad la producción de Whisky Nacional de alta calidad, consono con el sabor tradicional venezolano, el 07 de noviembre de 1.963.

En 1.967, el Ron Añejo Cacique ocupa el primer lugar en ventas en el mercado nacional, el 15 de julio de 1.992, Seagram adquiere la totalidad de las acciones, asumiendo el control de las actividades. En 1994, se obtiene el sello Norven para los Ronces: Cacique, Dinastía, Diplomático, Cacique 500 y Silver.

En mayo de 1995 se obtiene la certificación ISO-9002, la cual certifica el sistema de calidad, destacándose por ser la primera industria licorera certificada en América Latina.

El 22 del Diciembre 2001, Seagram vende la división de Licores SSWG, quedando la operación de Licorerías Unidas, S.A. en DIAGEO.

En Noviembre del 2002 se obtiene la certificación ISO-9001 Versión año 2000, siendo nuevamente una de las primeras empresas licorera en certificarse a nivel latinoamericano.

Posteriormente, la firma DIAGEO, decide según su metodología de trabajo, vender sus instalaciones industriales a un grupo de inversionistas venezolanos categorizados por su alta trayectoria en el ámbito licorero y quienes crean la empresa Destilerías Unidas, S.A, la cual compra todos los activos industriales de la ya conocida Licorerías Unidas, S.A. Es entonces, el 19 de Marzo del 2003 cuando se finaliza el proceso de venta de Licorerías Unidas S.A (LUSA) y se firma el Contrato de Co-Packing para la producción de Ron Cacique tanto para el mercado local como de exportación., conformándose así DESTILERIAS UNIDAS S.A (DUSA).

Actualmente, entre las diversas empresas del ramo de bebidas alcohólicas D.U.S.A. se encuentra de primer lugar en producción de rones, en la posición número 69 dentro de las primeras 100 marcas Premium del mundo y en la posición número 3 entre las primeras 15 marcas con mayor crecimiento porcentual en el Mundo.

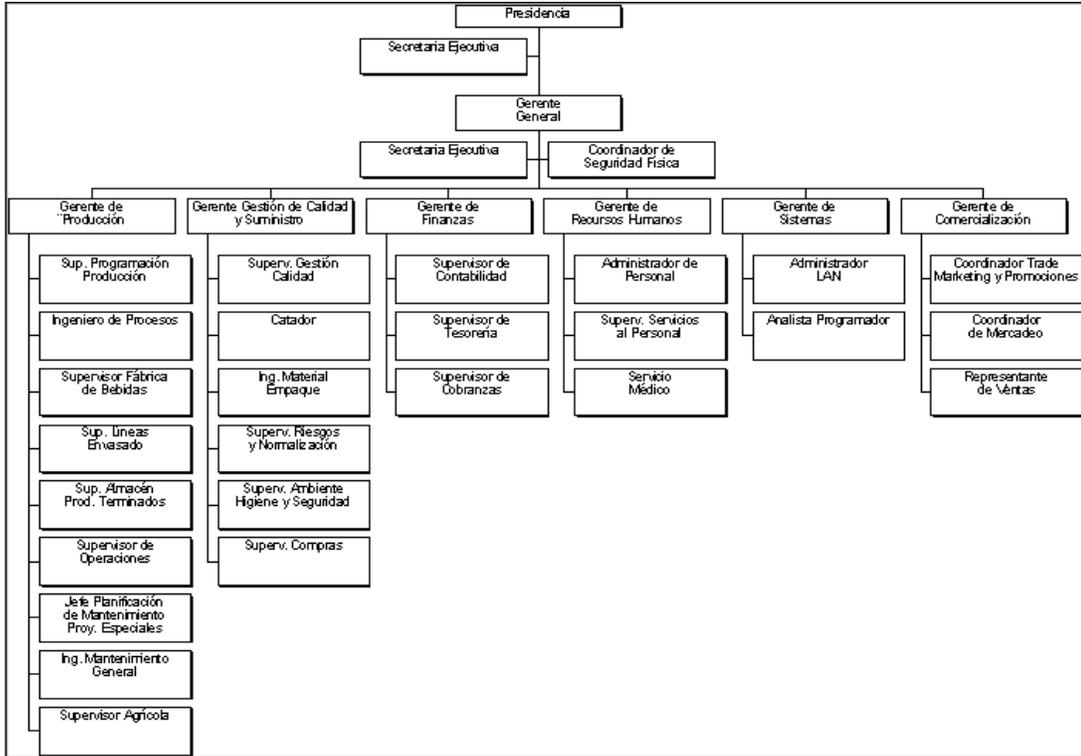
Este posicionamiento en el mercado es gracias a las estrategias que ha venido desarrollando D.U.S.A (antiguamente LUSA) a través de los años y en gran parte es debido a la motivación que existe dentro de la planta y a su vez a los valores organizacionales de la misma.

El gran reto de Destilerías Unidas S.A. es continuar fortaleciendo el crecimiento de sus marcas propias (Chemineaud, Manager's, Diplomático y Cinco Estrellas) y así como también marcas de los principales clientes como lo es Diageo con su marca Cacique.

Organigrama General

A continuación en la Figura 1, se muestra el Organigrama General de Destilerías Unidas S.A.

Figura 1. Organigrama General de Destilerías Unidas S.A.



Fuente: Datos suministrados por la empresa

Visión

Ser los mejores en rones Premium del mundo.

Misión

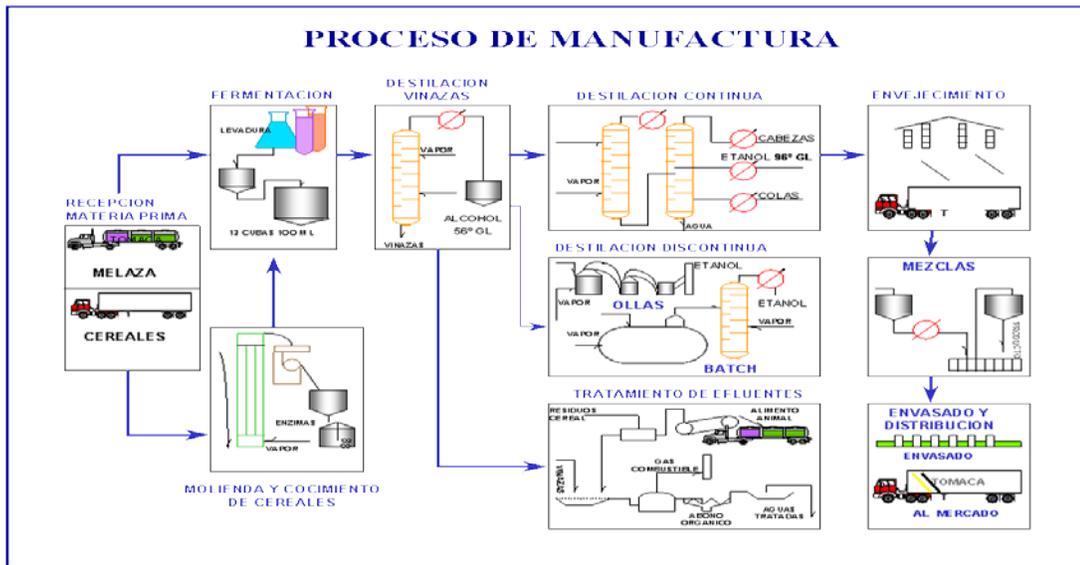
Desarrollar un portafolio de productos con los más altos estándares de excelencia.

Valores

Integridad, Compromiso y Excelencia.

Diagrama General del Proceso de Manufactura

Figura 2. Diagrama General del Proceso de Manufactura



Fuente: Datos suministrados por la empresa

Departamento donde se realizó la pasantía.

Departamento de Envasado y Logística.

Descripción del Departamento

En el Departamento de Envasado y Logística existen seis líneas de producción con velocidades de procesamiento de 60 bpm (botellas por minuto) a 240 bpm y una línea de RTD con velocidades entre 300 y 516 bpm. Trabajando con una velocidad promedio por línea de:

Línea 1: 120 bpm

Línea 2: 120 bpm

Línea 3: 180 bpm

Línea 4: 60 bpm

Línea 6: 200 bpm

Línea 7: 150 bpm

Línea RTD: 516 bpm

Cabe resaltar que las velocidades reales varían dependiendo del producto que se está corriendo en el momento ya que mientras más detalles tengan las botellas más lento será el proceso.

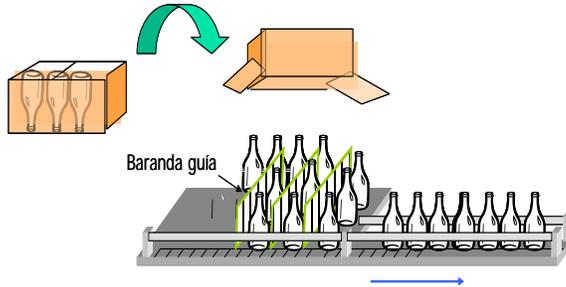
El proceso de Envasado y Embalado de las líneas 1, 2, 3, 4, 6, 7, consta de las siguientes operaciones:

1. Alimentación de cajas y envases

La alimentación es el proceso de incorporación de las cajas y envases vacíos a la línea de envasado con el fin de proceder con el proceso de llenado, como se muestra en la Figura 3.

La alimentación se hace de forma manual desde las paletas y luego desde las cajas (con la solapa abierta y las botellas invertidas), el operador toma 1 o 2 cajas dependiendo de su habilidad o experiencia en el área y vierte las botellas contenidas en la caja en la alimentadora de botellas para darle entrada a las mismas en la línea

Figura 3. Alimentación de cajas y envases



Fuente: Datos suministrados por la empresa

La empresa cuenta con alimentadoras Feed Cleaner y Pneumatic Scale. Todas las botellas usadas para el llenado son de vidrio no retornable de color transparente, ámbar, verdes y/o azules. (Actualmente también se cuenta para embotellar botellas plásticas)

2. Soplado y limpieza de botellas

El soplado es el proceso de inyección de aire al interior de las botellas vacías con el propósito de eliminar impurezas (cartón, insectos, polvo).

3. Llenado

El llenado es el proceso de trasiego de líquido por vacío desde una llenadora volumétrica hacia los envases, a través del uso de válvulas (Ver Figura 4). En esta estación se controla el punto de llenado de los envases según la capacidad correspondiente. El líquido que entra a la llenadora es previamente filtrado usando un filtro de mangas.

Figura 4. Llenado

Fuente: Datos suministrados por la empresa

El sistema de llenado por vacío es cuando se recibe el producto en una columna o tanque desde el cual se envía el líquido hasta un “manifold” donde se distribuye por absorción usando presión negativa hasta el envase. Las llenadoras existentes son HORIX, US BOTTLE y PGC.

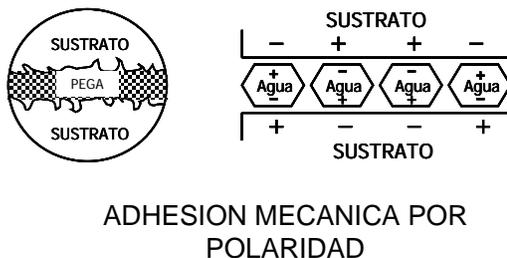
4. Tapado

El tapado es el proceso de incorporación de las tapas a las botellas con líquido con el propósito de preservar su contenido. En planta generalmente se utilizan tapas de plástico de rosca, a presión, y/o tamper evident (con cierre de garantía). El cierre de garantía consiste, por ejemplo, en una tapa roscada con una banda fina (anillo o precinto de garantía) del mismo material unido a la tapa por cortos segmentos que se rompen al girar ésta por primera vez, adicionalmente se está llevando a cabo el tapado de algunos productos con tapas de corcho. La empresa cuenta con Tapadoras ZALKIN, CAPEM, PNEUMACAP, PNEUMATIC SCALE. Un operario al final de la estación verifica que estén colocadas correctamente.

5. Etiquetado

El etiquetado es el proceso de colocación de las etiquetas en los envases a través del uso de la adhesión (asentamiento con pega) con el fin de rotular el producto.

Figura 5. Etiquetado



Fuente: Datos suministrados por la empresa

Los equipos tienen la capacidad de colocar etiquetas en el frente, respaldo, talón y cuello de las botellas y operan a diferentes velocidades de acuerdo a la forma y tamaño de los envases.

Se cuenta con etiquetadoras rotativas como la de la línea 6 (Krones), que trabaja a 240 bpm, y de platos para el resto de las líneas (Meyer World CM). La CM-7 opera a 60 bpm, la CM-14 a 120 bpm y la CM:-21 a 180 bpm.

La rotativa trabaja con pega Non Casein y las CM's con Jelly Gum. En ambos caso la pega se usa a temperatura ambiente.

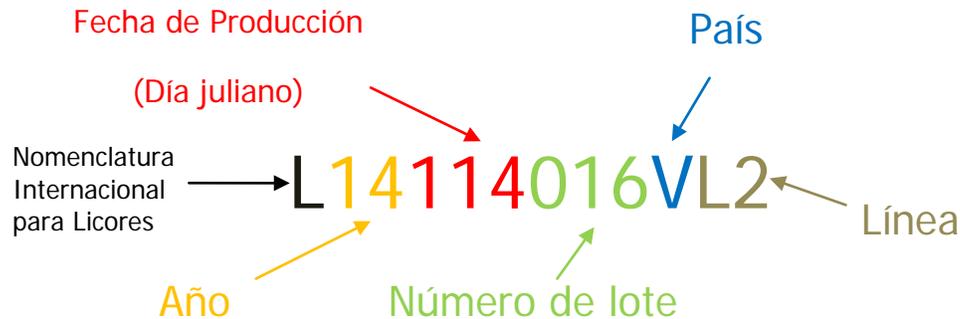
6. Estampillado

El estampillado es el proceso de colocación de las bandas de garantía en los envases a través del uso de la adhesión (asentamiento con pega en caliente) para cumplir con los requisitos legales del producto. Esta operación se realiza con máquinas STRIP STAMP PHIN en las cuales se usa la pega Hot Melt entre 270° y 320°F. Entran a la máquina PHIN y a través de un rodillo y presión de aire permiten asentar la estampilla a la botella.

7. Codificado

La codificación se hace a inyección de chorro de tinta con una VIDEO JET cuando es para Envases y con una MARSH cuando es en cajas. El objetivo de la codificación es la identificación del producto y viene reflejado como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Codificación



Fuente: Datos suministrados por la empresa

8. Control Espejo

Un operador ubicado en un último punto de inspección se encarga de verificar que los productos posean todos los componentes que amerite el producto envasado en ese momento mediante un Control de Espejo que a su vez le permite visualizar las condiciones traseras del producto como código y respaldo.

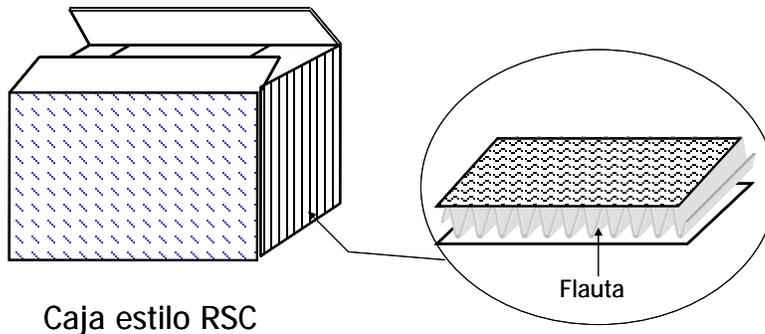
9. Encajonado de Botellas

El Encajonado de Botellas es el proceso de colocación de las botellas llenas con el producto dentro de las cajas correspondientes. Esta operación comúnmente se hace de manera manual, sin embargo actualmente en la línea 6 se cuenta con una máquina encajonadora que realiza el proceso de embalaje de forma automática, con un operador controlando las de posibles fallas.

10. Sellado

El sellado es el proceso de colocación de una cinta autoadhesiva para juntar las solapas de la caja con el propósito de preservar el producto. Esta operación se hace con un equipo 3M. Mostrado en la Figura 7.

Figura 7. Sellado



Fuente: Datos suministrados por la empresa

11. Transporte hasta PT

Por último la caja pasa al almacén de producto terminado donde se paletiza dependiendo su presentación, se fleja y se les colocada el ticket de aprobación, retenido o rechazado según sea el caso.

12. Embotellado de productos carbonatados

La línea comienza por una despaletizadora por empuje de envases Kronen, la cual empuja las botellas nuevas por capas sobre una mesa de acumulación. Los transportadores de envases transportan las botellas a una enjuagadora (Rinser), la cual está vinculada a una llenadora Kronen Filler de 88 válvulas. La capacidad de llenado es 600 bpm.

El concentrado del producto es diluido con agua hasta el grado de embotellado a través de un mezclador de jarabe (Flo-Mix Mojonnier) el cual consta de tres tazas de acero inox. Un reservorio para el agua, una para el jarabe y el otro para la mezcla agua-jarabe. Previo al llenado, el producto o jarabe diluido es enfriado y carbonatado a través de un Carbo-Cooler intermix Mojonnier el cual tiene una capacidad de 4800 L.

La llenadora y el posterior coronador de tapas conforman un sistema de transferencia Monotec. Todos los productos RTD usan una tapa corona girable (Twist-off) para botellas de vidrio de 0,275 l.

Después de tapado, el producto es pasteurizado a través de un horno-túnel que opera a 64°C con el objeto de prevenir contaminaciones microbianas e incrementar la vida útil del producto final.

Las botellas separadas ingresan a la etiquetadora Taxomatic con cuatro conjuntos de etiquetado con adhesivo a temperatura ambiente para etiqueta de frente, contra-etiqueta o respaldo, talón y cuello.

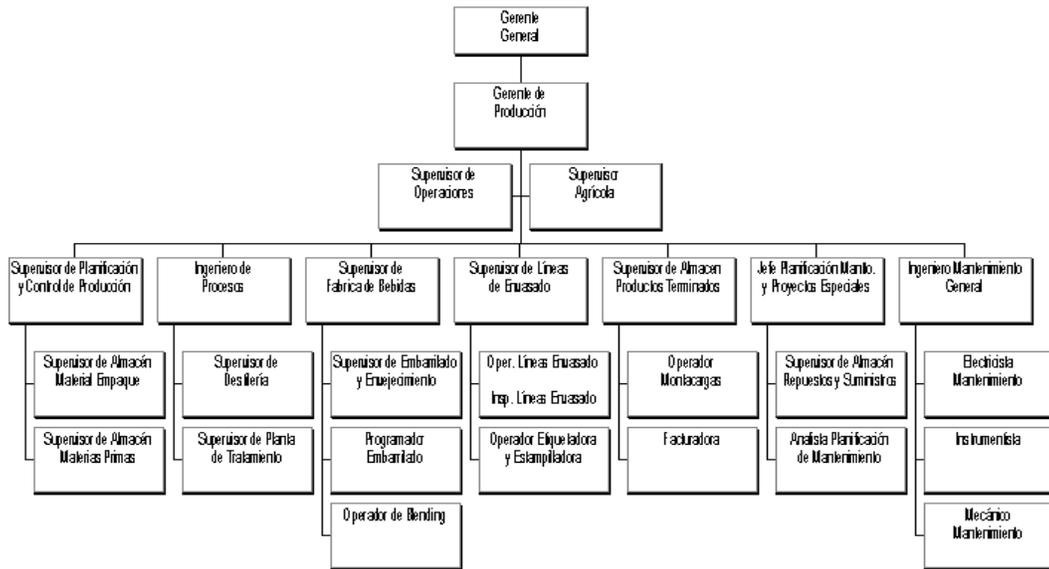
El embalaje se hace con material termoencogible a través de una envolvente marca Rodighero modelo ER-2000 la cual se usa para embalar cajas de 24 unidades con una capacidad de operación de 1800 unidades por hora.

Como estación final de proceso, se cuenta con una paletizadora la cual permite hacer arreglos de 112 cajas por paleta.

Diagrama del Departamento

A continuación se presenta en la Figura 8, el Diagrama del Departamento de Envasado y Logística de DUSA.

Figura 8. Diagrama del Departamento de Envasado y Logística



Fuente: Datos suministrados por la empresa

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Descripción del Trabajo Asignado

Se realizó un estudio de Eficiencia Global de los Equipos para determinar los factores que afectan en gran medida la eficiencia de la Línea 6 de licores y con los resultados se estableció un plan de acción que nos permitió aumentar estos parámetros.

Actividades Realizadas

1. Bienvenida a la empresa por parte del departamento de recursos humanos:

Se realizó un taller de inducción de seguridad, higiene y ambiente industrial y posteriormente la entrega de todos los implementos de higiene y seguridad (botas, protectores auditivos, lentes y gorro). Luego al conocer formalmente al tutor empresarial se hizo el recorrido por todas las Instalaciones de la empresa (Proceso Productivo), incluyendo el área de operaciones de envasado donde se llevó a cabo las pasantías.

2. Presentación de las actividades a realizar durante las pasantías:

El Tutor empresarial describió el proyecto, el cual tuvo como objetivo principal incrementar la Eficiencia de la línea 6 de envasado de licores, en el cual se utilizó como indicador de productividad de los equipos una métrica básica del TPM: la “**Efectividad Global de los Equipos**” (EGE).

3. Realización de formatos para el estudio en la línea de envasado:

Se realizaron los formatos de tiempo de paradas, en los cuales se dispone para cada parada la información mostrada en la Figura 9.

Figura 9. Formato de Tiempo De Paradas

HORA	MODO DE FALLO	COD/EQ	Tiempo de Parada (min)	COMENTARIO
7:00 am	Parada de Obreros (sindicato)		60	Baños sucios y sin puertas PARADA SINDICATO
8:00am	Falla de cadena que pasa las cajas	15	50	Varilla fuera de eje

A continuación se define cada uno de los campos.

- **Hora:** Momento en el que se ocasiona la falla.
- **Modo de fallo:** Forma en que se produce el fallo
- **Código del Equipo:** Código de la máquina en la cual se produce el fallo, los cuales se muestran en la Figura 10.
 - **Tiempo de Parada (Downtime):** Tiempo durante el cual se produce el fallo (en minutos).
 - **Comentarios:** Un campo opcional donde el operador puede añadir información adicional sobre el suceso.

Figura 10. Códigos de los Equipos

CÓDIGO	EQUIPO	CÓDIGO	EQUIPO
00	Sensor de nivel	08	PHIN
01	Alimentadora	10	Selladora
02	Transportador Aéreo de Cajas Vacías	11	Codificador de Envases
03	Limpiadora	12	Codificador de Cajas
04	Llenadora	13	Transportador Aéreo de Cajas Llena
05	Tapadora	15	Encajonadora
06	Surtidor de Tapas	16	Robot KUKA
07	Etiquetadora		

4. Entender cómo se manifiestan las seis grandes pérdidas en la línea 6 de envasado de licores.

En la Tabla 1, se presenta de qué modo se manifiestan las seis grandes Pérdidas en la línea de envasado, así como su descripción y el efecto que provocan.

Tabla 1. Manifestación de las Seis Grandes Pérdidas.

Pérdida	Manifestación	Efecto
1. Averías	1.1 Fallo de Equipo	Tiempo perdido cuando el proceso se detiene porque un equipo pierde repentinamente sus funciones específicas, y se requiere una reparación.
	1.2 Fallos Externos	Cuando el Proceso se detiene por factores externos a la línea de empaque. Puede ser por falta de mezcla, o falta de energía eléctrica, etc.
2. Preparación y ajustes.	2.1 Preparación en la arrancada	Estas pérdidas consisten en ajustes de las máquinas para la puesta a punto en la línea.
	2.2 Cambio de código/marca	Tiempo de paro durante el cual se realiza un cambio de código de producción, por el cambio de lote, o un "Cambio de Destino" (Tierra Firme, Zona Libre (Paraguaná y Margarita) y Dutty Free), el cual implica cambio de etiquetas y estampillas.
3. Paradas Cortas	3.1 Paradas Menores	Son interrupciones menores a 10 minutos, debido a problemas relacionados
	3.2 Falta de Alimentación	Son paradas causadas por falta de suministro de material: Etiquetas, estampillas, tapas, botellas, entre otros (que son los únicos suministrados de forma manual).
	3.3 Paros Operacionales	Son intervenciones necesarias para alimentar un equipo y continuar con la producción.
4. Reducción de la velocidad	4.1 Reducción de la velocidad	Producción pérdida debido a que se opera a una velocidad inferior a la velocidad estándar.
5. Productos Defectuosos	5.1 Producción de Defectos	Son causadas por los productos fabricados que resultan defectuosos o fuera de especificaciones, y utilizan un tiempo determinado del equipo para su producción.
6. Puesta en marcha	6.1 Transición de cambio de marca	Tiempo de transición en los cambios de marca, durante el cual se produce un determinado número de paletas que serán posteriormente eliminados. Según el cambio de marca que se realice, está establecido cuantas paletas se deben romper para alcanzar el nivel estándar de calidad. (No aplica para esta línea)

5. Analizar el nivel actual de efectividad global de los equipos, cuantificando con precisión cada una de las seis grandes pérdidas.

La Efectividad Global de los Equipos (EGE) es entendida como el producto de tres coeficientes:

Ecuación 1

$$\text{EGE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}$$

- **Coefficiente de Disponibilidad (D):** Índice que expresa el porcentaje de tiempo en que el equipo está operando.
- **Coefficiente de Rendimiento (R):** Es una medida que expresa el rendimiento del equipo durante el tiempo en que funciona. Indicara si se logran los niveles de producción máximos o teóricos
- **Tasa de Calidad (C):** Fracción de la producción obtenida que cumple con las especificaciones.

Como puede deducirse, cada uno de estos coeficientes hacen referencia directa a una de las seis grandes pérdidas. En el cuadro de la Figura 11, se muestra dicha relación.

Figura 11. Relación coeficientes y 6 pérdidas.

Coefficiente	Tipo de pérdidas asociadas
Disponibilidad (D)	1. Averías
	2. Preparaciones y ajustes
Rendimiento (R)	3. Paradas cortas
	4. Velocidad reducida
Calidad (C)	5. Productos defectuosos
	6. Puesta en marcha

Fuente: Tomado de Mejora de la productividad y la calidad en una línea de envasado. (P. 39)

Por lo tanto, la eficiencia Global de los Equipos se puede calcular determinando la fracción de tiempo que el equipo funciona, una vez deducida las pérdidas derivadas de un funcionamiento incorrecto o incompleto, y deducidas también las que resultan de la obtención de productos defectuosos.

Con respecto a la Clasificación de la EGE tenemos:

“EGE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65% < EGE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

75% < EGE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

85% < EGE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.

EGE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad”
(Nakajima, 1988 p.37)

Determinación de los tiempos que intervienen en el indicador EGE

El tiempo real para operar a plena eficiencia se puede obtener a partir del tiempo total disponible deduciendo los tiempos asociados a todas las pérdidas. El cuadro de la Figura 12, detalla la obtención de dichos tiempos.

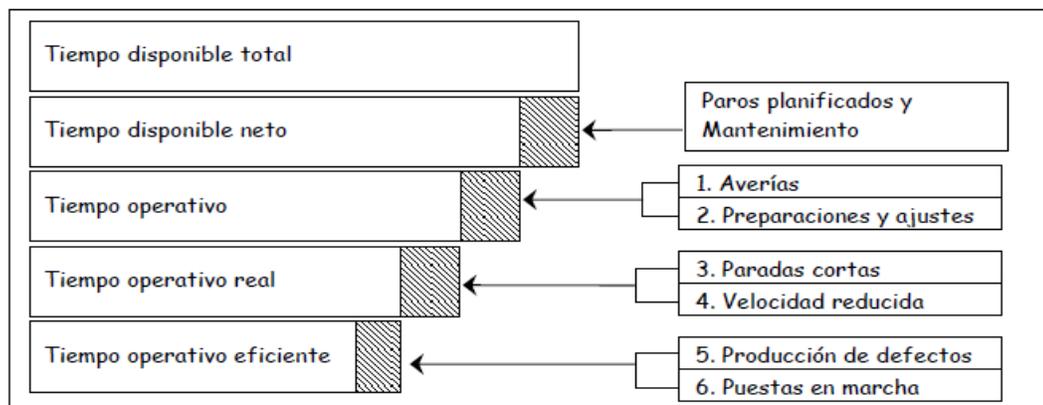
Figura 12. Tiempos que intervienen en el indicador EGE.

Tiempo	Siglas	Tiempos obtenidos deduciendo del anterior los tiempos de:
Tiempo disponible total	TDT	Tiempo previsto que el equipo se pueda utilizar
Tiempo disponible neto	TDN	Tiempo muerto para: <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento (preventivo/ productivo) • Paros previstos
Tiempo operativo	TO	Tiempo de paro por: <ol style="list-style-type: none"> 1. Averías 2. Preparaciones y ajustes
Tiempo operativo real	TOR	Tiempo perdido debido a: <ol style="list-style-type: none"> 3. Paradas cortas 4. Reducción de velocidad
Tiempo operativo eficiente	TOE	Tiempo perdido por la producción de defectos (posteriormente rechazados): <ol style="list-style-type: none"> 5. Defectos de calidad 6. Puestas en marcha

Fuente: Tomado de Mejora de la productividad y la calidad en una línea de envasado. (P. 40)

En la Figura 13 adjunta, se puede apreciar cómo se va reduciendo el tiempo disponible para la producción, a medida que se deducen las pérdidas y sus tiempos asociados.

Figura 13. Reducción del tiempo disponible



Fuente: Tomado de Mejora de la productividad y la calidad en una línea de envasado. (P. 40)

El cálculo de los coeficientes se efectúa según las expresiones mostradas en la Figura 14:

Figura 14. Ecuaciones para el cálculo de coeficientes

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible neto}} = \frac{TO}{TDN}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo operativo real}}{\text{Tiempo operativo}} = \frac{TOR}{TO}$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Tiempo operativo eficiente}}{\text{Tiempo operativo real}} = \frac{TOE}{TOR}$$

Fuente: Tomado de Mejora de la productividad y la calidad en una línea de envasado. (P. 40)

El análisis de cada uno de ellos por separado permitió ver donde se presentaba la menor eficiencia y así evaluar el potencial de mejora.

6. Cálculo de las seis grandes pérdidas

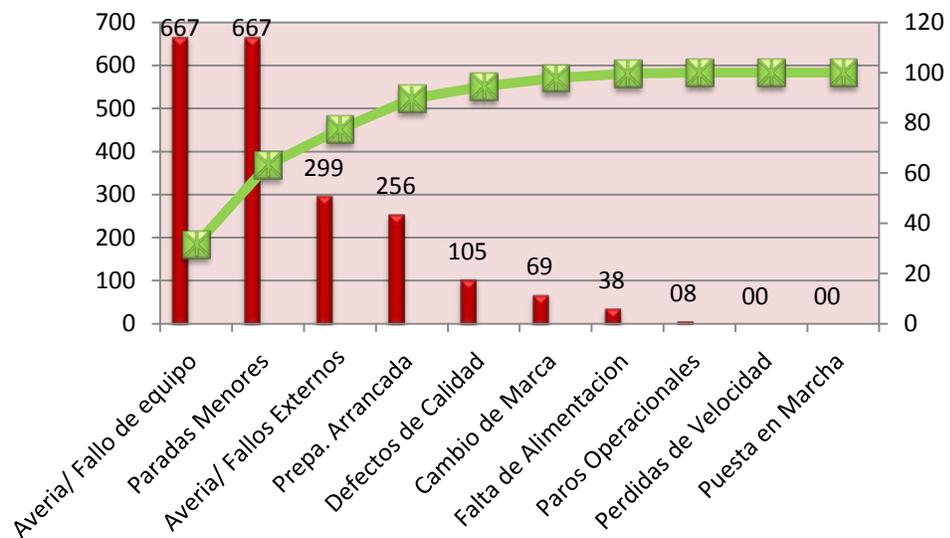
En este punto se determinaron las Seis Grandes Pérdidas y sus coeficientes de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Se calcularon midiendo el tiempo perdido en cada una de ellas en un período de 17 días, en el cual se trabajaron 8 horas diarias (Tiempo Disponible Neto=8160min). En el Anexo 1, se presentan los datos registrados para cada una de las 6 Grandes Pérdidas.

En la Tabla 2, se muestran los tiempos obtenidos y seguidamente, en la Figura 15 se tiene el gráfico de Pareto para estos Datos.

Tabla 2. Tiempos Obtenidos en el Cálculo de las 6 Grandes Pérdidas

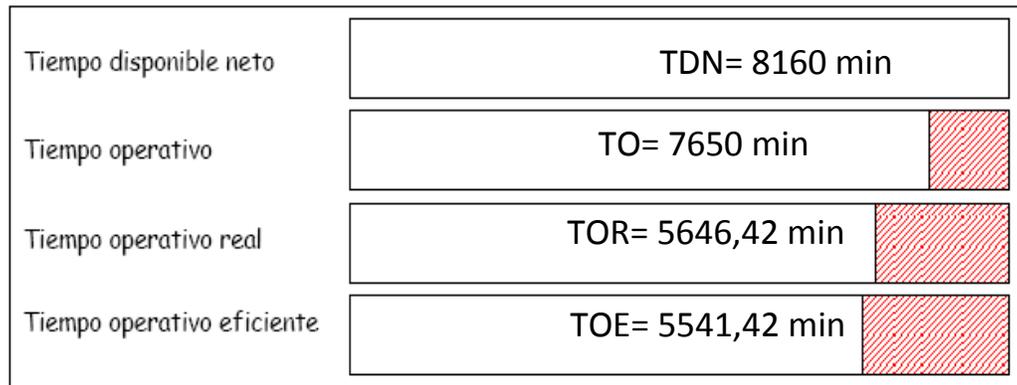
MODO DE FALLO	TIEMPO PERDIDO (MIN)	MÉTODO UTILIZADO PARA EL CALCULO
1.1 Avería /Fallo de Equipo	666.65	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
1.2 Fallos externos a la línea	299.47	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
2.1 Preparación en la arrancada	256	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
2.2 Cambio de Cod./ Marca	69.03	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
3.1 Paradas Menores	666.63	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
3.2 Falta de Alimentación	37.93	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
3.3 Paros Operacionales	7.87	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
4. Reducción en la Velocidad	0	
5. Producción de defectos	105	Cálculo exacto a partir de las paradas registradas
6. Transición de cambio de marca	0	

Figura 15. Pareto para cada una de las 6 Grandes Pérdidas.



La Figura 16, muestra el resultado Total de los tiempos operativos.

Figura 16. Resultado de los Tiempos Operativos



Cálculo de Disponibilidad, Rendimiento y Tasa de Calidad.

Según las ecuaciones mostradas en la figura 6, los coeficientes de Disponibilidad, Rendimiento y Tasa de calidad son:

- **Disponibilidad**= 83,12%
- **Rendimiento** = 88,79%
- **Tasa de Calidad** = 98,14 %

La efectividad global de los equipos (según la Ec.1) es entonces:

- **EGE** = 83,12% * 88,79% * 98,14% = **72,4%**

Este resultado de 72,4% de EGE es regular según la clasificación de dicho parámetro y solo es aceptable porque se está en proceso de mejora.

Ahora bien, la relación entre los factores (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad) y el indicador de EGE no es lineal, por lo tanto la pérdida total de productividad (27,56%) no representa la suma de las pérdidas de cada factor

(16,88%, 11,20%, 1,86%). De este modo, se atribuirá el porcentaje de impacto de cada una de ellas proporcionalmente al total (27,56%).

Tabla 3. Impacto de los coeficientes en la EGE.

	Pérdida	% que representa	Impacto en EGE
Pérdida de Disponibilidad	16,88	56,37	15,54
Pérdida de Rendimiento	11,20	37,41	10,31
Pérdida de calidad	1,86	6,21	1,71

Veamos como ejemplo el cálculo del impacto de pérdida de Disponibilidad:

$$\text{Pérdida de Disponibilidad} = 56,37 * 27,56 = 15,54$$

Por lo tanto, el impacto de cada coeficiente en la Efectividad Global queda reflejado en la Figura 17.

Figura 17. Impacto de cada coeficiente en la EGE



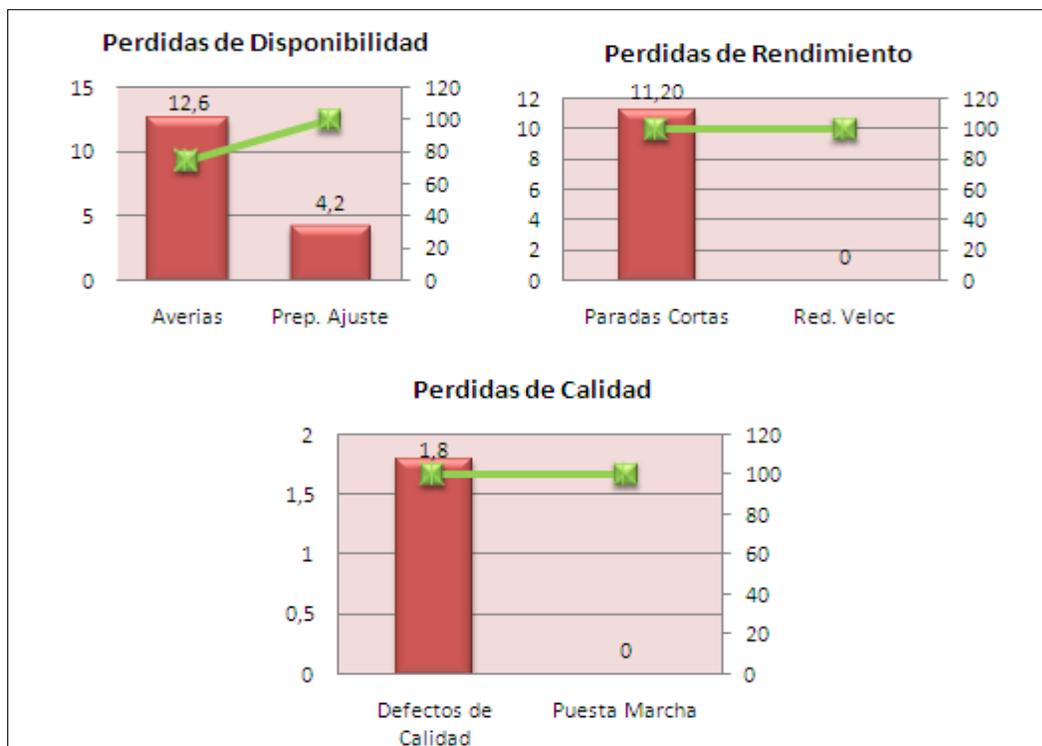
Se entiende entonces que las pérdidas de productividad más significativas son de Disponibilidad (representa un 16%) y de Rendimiento (10%), mientras que la Tasa de Calidad (tasa de defectos) supone una pérdida mucho menor (2%).

7. Análisis e identificación de oportunidades de mejora.

Una vez calculado los tiempos operativos y los distintos coeficientes, se analizaron los resultados para identificar áreas de mejora.

A continuación en la Figura 18, se presenta el diagrama de Pareto del impacto en el tiempo perdido para las 6 grandes pérdidas.

Figura 18. Diagrama de Pareto del impacto en el Tiempo perdido para las 6 Grandes Pérdidas



En el Diagrama de Pareto podemos observar que del total de pérdidas de Disponibilidad, casi un 80% corresponde a Averías, y sólo un 20% a Preparaciones y Ajustes. En el caso de las pérdidas de Rendimiento, las

paradas cortas (paradas menores a 10 minutos) representan un 100%, frente a las pérdidas por Velocidad reducida (0%), al igual que en las pérdidas de Calidad, se tiene un 100% para Defectos de Calidad.

Describiendo el impacto de las 6 grandes pérdidas en cada una de sus manifestaciones tenemos:

a) Averías.

Las Averías representan un 8,7%; resultado que se considera no satisfactorio. Se recomienda mayor efectividad del Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual consiste en supervisar regularmente el estatus de la vida de las piezas de todos los equipos críticos, para reemplazarlas antes de que se rompan o averíen, Es importante también tomar en cuenta las observaciones de los operarios de cada máquina debido a que, se observó que estos dan a conocer la falla que presenta el equipo y en ocasiones no se toman en cuenta ocasionando así la repetición de la misma los siguientes días que la línea está planificada para su producción. Los Fallos externos a la línea constituyen un 3,9%. En este caso, lo único que se puede hacer es comunicar a las áreas responsables de las pérdidas ocasionadas, para que se tomen las contramedidas oportunas.

b) Preparaciones y ajustes.

La preparación en la arrancada representa un 3,4%; esto es debido a que se observan fallas en los equipos o falta de personal a la hora de arranque de la línea ocasionando que esta se realice minutos después de la hora planificada.

El cambio Código/Destino está representado por 0,90%. Estos cambios pueden implicar una o varias de las siguientes acciones:

- Cambio de etiquetas (Este se ocasiona siempre que hay cambio de Destino). Se recomienda al supervisor buscar las etiquetas minutos antes del cambio y al operario de la etiquetadora sacar las etiquetas y doblarlas antes de la parada.

- Cambio de Código (Siempre que hay cambio de lote). El personal que se encarga de esto no se encuentra en la línea, se recomienda al supervisor buscar al electricista minutos antes del cambio o en su defecto enseñar a los operarios a realizar dicha acción.

En cualquier caso, las pérdidas ocasionadas por los Cambios de código son consideradas “Pérdidas normales de producción”, debido a que son necesarias para continuar con la producción. Sin embargo, el objetivo debe ser minimizarlas, de forma que el sistema presente la máxima flexibilidad posible.

c) Paradas cortas

Las Paradas cortas (menores a 10 min.) son la causa principal de pérdida de Rendimiento, causando una pérdida de tiempo de producción del 10.48 %, en total. El 0,6% representa la Falta de alimentación, ocasionado cuando se cambia la cinta adhesiva en la selladora y por último el 0.12% (Paros Operacionales) se origina en la Phin.

d) Pérdidas de velocidad

No se observaron pérdidas de este tipo.

e) Defectos de calidad

La producción de productos defectuosos representa el 1.8% del total de tiempo perdido, esto no significa en absoluto que estas pérdidas no sean importantes, sino todo lo contrario; la calidad de los productos es prioritaria. Sin embargo, su importancia no se mide a través del tiempo que se pierde en

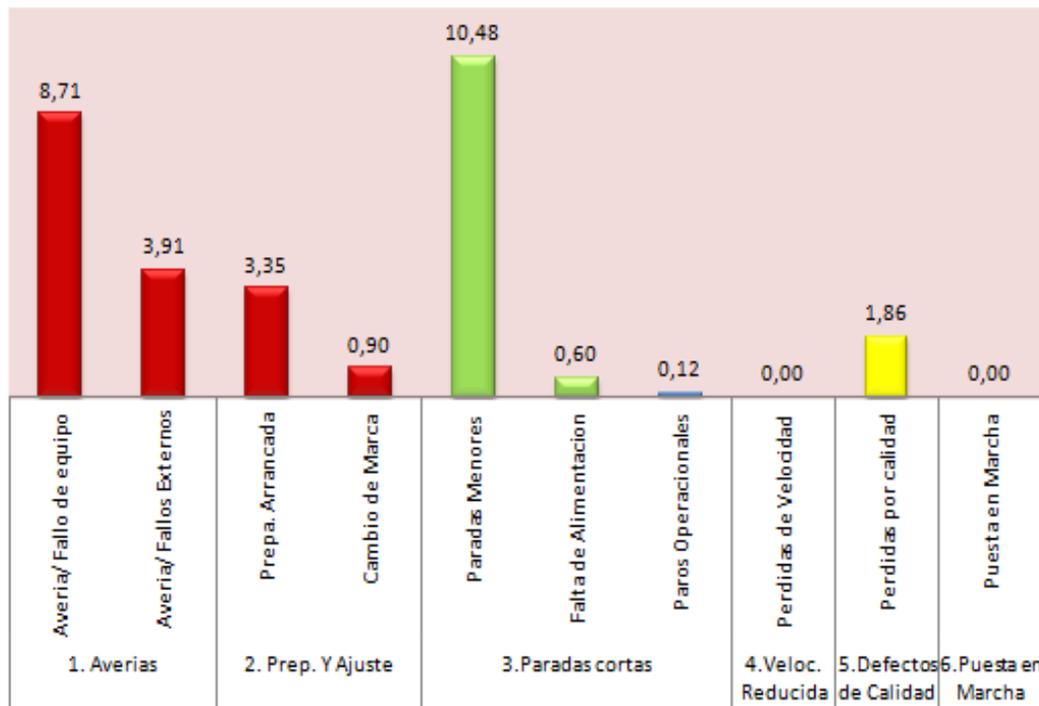
la fabricación de productos defectuosos, sino en el impacto que puede tener que esos productos lleguen al consumidor, y afecten negativamente en la compra del consumidor. Por lo tanto, las pérdidas de Calidad cuentan por sí mismas con una estrategia de eliminación de defectos, sin necesidad de realizar el presente estudio de pérdida de tiempo.

f) Transición en los cambios de marca

Esta pérdida es el tiempo de transición en los cambios de marca, durante el cual se produce un determinado número de paletas que será posteriormente eliminado, el cual no se observa en dicha línea por lo que representa 0% .

En la Figura 19, se muestra el impacto de las 6 grandes pérdidas en cada una de sus manifestaciones.

Figura 19. Impacto de las 6 grandes pérdidas en cada una de sus manifestaciones.



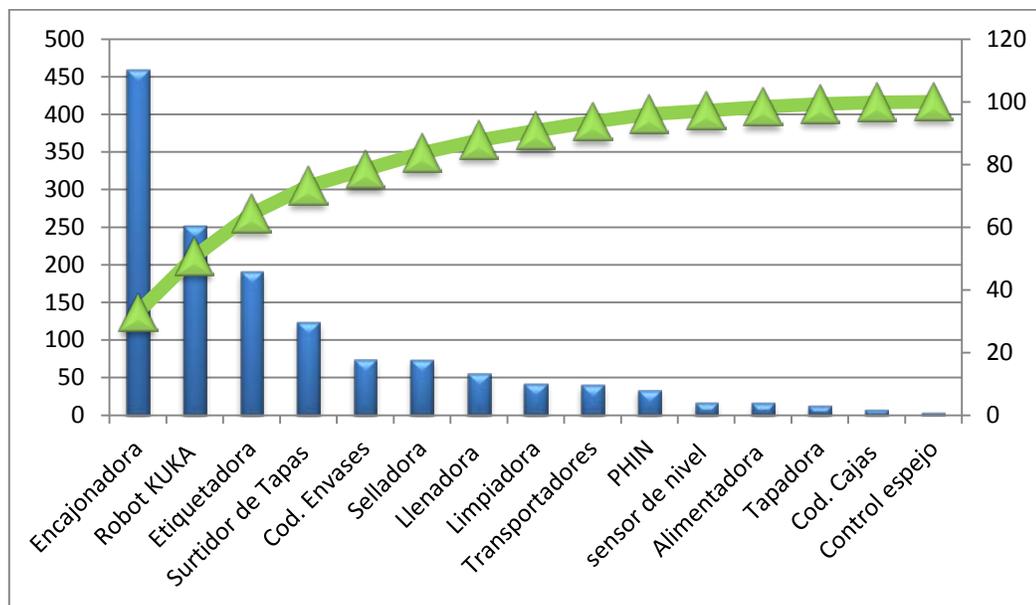
8. Mejoras de Eficiencia

De lo descrito anteriormente, se determinan las siguientes áreas de mejora:

8.1 Mejoras asociadas al Departamento de Mantenimiento

En el Diagrama de Pareto mostrado en la Figura 20, se observan los Equipos que se deben atacar en cuanto a los Downtime.

Figura 20. Pareto de Downtime asociado al Departamento de Mantenimiento



Ahora bien, aplicando la metodología del diagrama de Pareto se sabe que los equipos a estudiar son: Encajonadora, Robot KUKUA y Etiquetadora.

Seguidamente, se muestra el Diagrama de Pareto para cada uno de estos equipos, y así determinar cuáles son las fallas más frecuentes y a las cuales se les debe crear un plan de mantenimiento. (Ver Figura 21, Figura 22 y Figura 23).

Figura 21. Diagrama de Pareto de Fallas Registradas en la Encajonadora

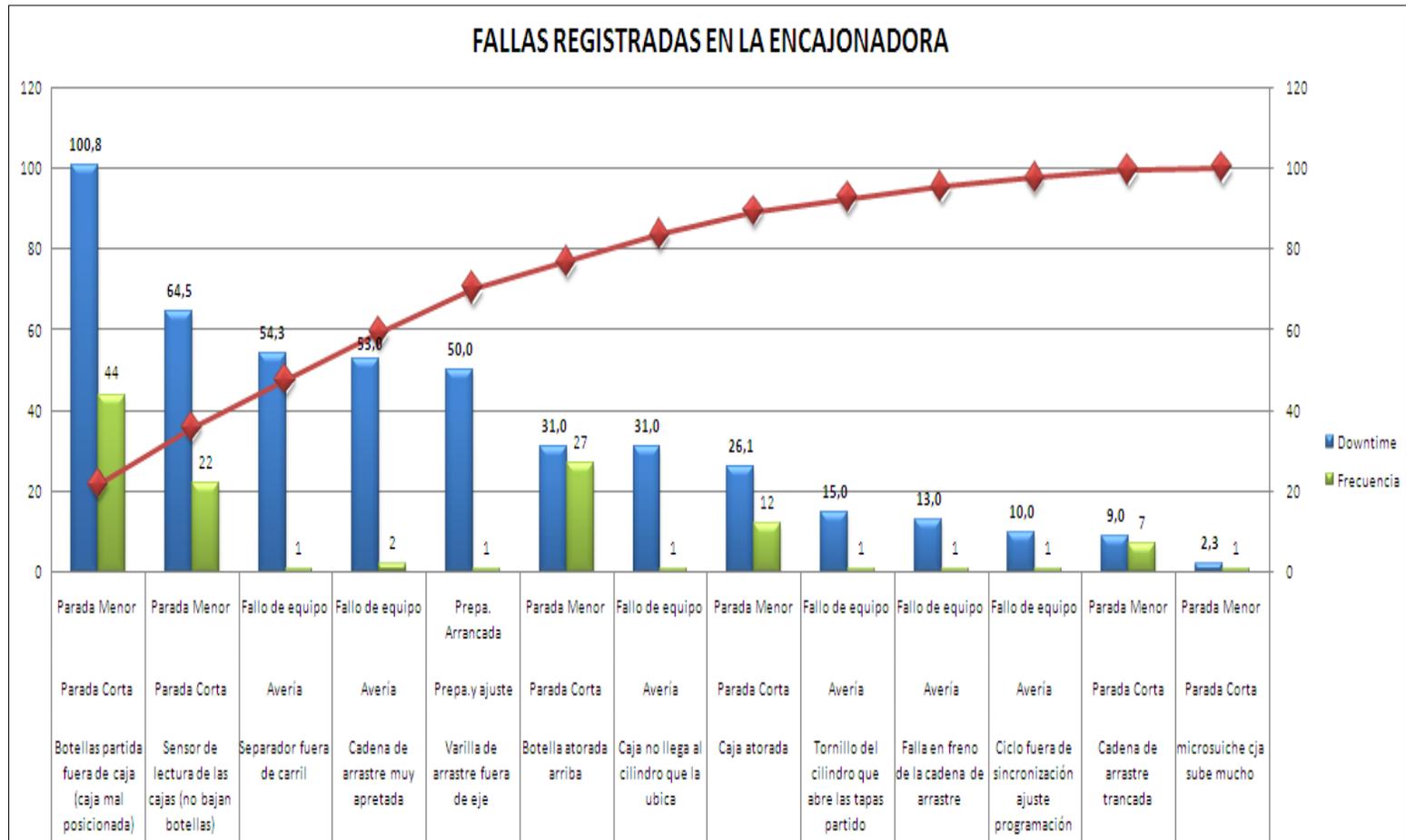


Figura 22. Diagrama de Pareto de Fallas Registradas en Robot KUKA

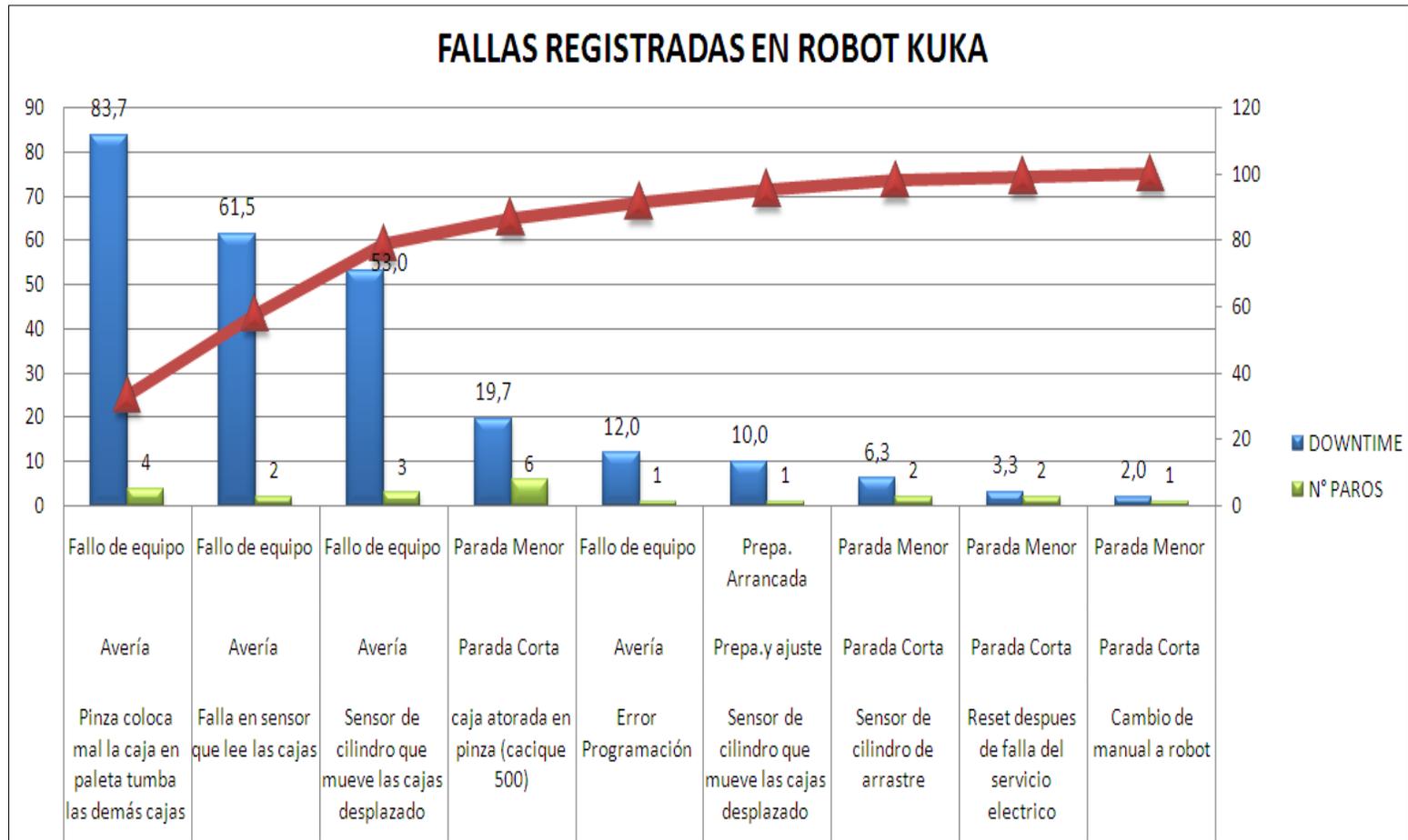
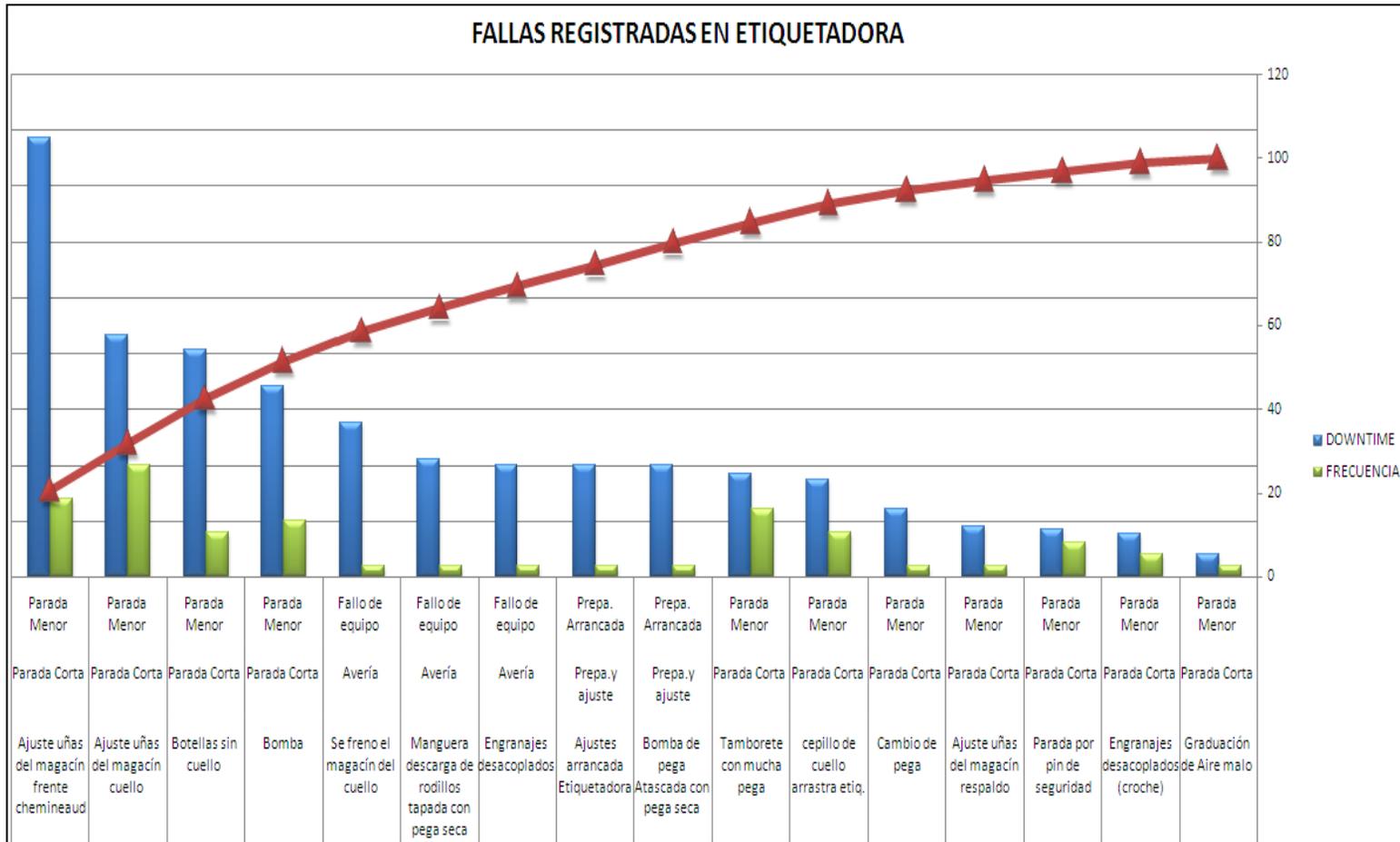


Figura 23. Diagrama de Pareto de Fallas Registradas en Etiquetadora



De acuerdo a lo observado en dichos diagramas se toma la decisión de generar el siguiente proyecto (Ver Tabla 4):

Tabla 4. Proyecto de Mejora Enfocado a Disminuir las Paradas en Línea 6 Asociadas al Departamento de Mantenimiento.

DISMINUIR LAS PARADAS ASOCIADAS AL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
LINEA/EQUIPO/PRODUCTO(S):		ÁREA:
6/Encajonadora, Etiquetadora, Robot Kuka/Cacique Añejo, Cacique 500,Chemineaud		Envasado y Logística
EQUIPO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMA:		
NOMBRE:	PUESTO:	DPTTO:
Ing. Guian Guido Arditti	Gerente	Gerencia
Ing. Ender Martínez	Jefe de Mantenimiento	Mantenimiento
	Mecánico	Mantenimiento
	Electricista	Mantenimiento
Ing. Eloy Meléndez	Ingeniero de Procesos	Ingeniería de Procesos
Andrea Rojas	Pasante	Ingeniería de Procesos

Tabla 4. (Cont.)

TIPO/S DE PÈRDIDA:					
* Averías		* Paradas Cortas			
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:					
Encajonadora	• Botellas partida fuera de caja (caja mal posicionada)				
	• Sensor de lectura de las cajas (no bajan botellas)				
	• Separador fuera de carril				
Etiquetadora	• Ajuste uñas del magacín frente chemineaud				
	• Ajuste uñas del magacín cuello				
	• Botellas sin cuello				
Robot KUKA	• Pinza coloca mal la caja en la paleta y tumba las demás cajas				
	• Falla en sensor que lee las cajas				
	• Sensor de cilindro que mueve las cajas desplazado				
PLAN DE ACCIÓN:					
EQUIPO	QUE	COMO	CUANDO	INICIO	FIN
ENCAJONADORA	Sensor de lectura de las cajas (no bajan botellas)	1. Mantenimiento a sistema neumático a cilindro de movimiento de caja. 2. Mantenimiento a sistema eléctrico de ajuste de altura de caja	Acciones a corto y mediano plazo.	23/06/2014	28/06/2014
	Separador fuera de carril	Ajuste de sensor de movimiento de carril	Acciones a corto y mediano plazo.	23/06/2014	28/06/2014

Tabla 4. (Cont.)

ENCAJONADORA	Botellas partida fuera de caja (caja mal posicionada)	<p>Esta falla se puede presentar por falla en sistema eléctrico y neumático de sistema de freno de caja en encajonadora:</p> <p>1- Se modificará el tamaño el tornillo que manda la señal de detención del freno.</p> <p>2- Se efectuara un mantenimiento profundo a sistema neumático y de embrague además de la modificación de la frecuencia de mantenimiento de este sistema.</p> <p>3- Se procederá a sustituir el cilindro que se encarga de detener la caja en su posición.</p> <p>Cilindro neumático de accionamiento de cuchilla de caída de botella al cual se debe ajustar a descarga de aire.</p>	Acciones a corto y mediano plazo.	23/06/14	28/06/14
ROBOT KUKA	Pinza coloca mal la caja en paleta tumba las demás cajas	Ajuste electrónico para armado de paletas.(cero mecánico y cero electrónico)	Acciones a corto y mediano plazo.	23/06/14	02/07/14

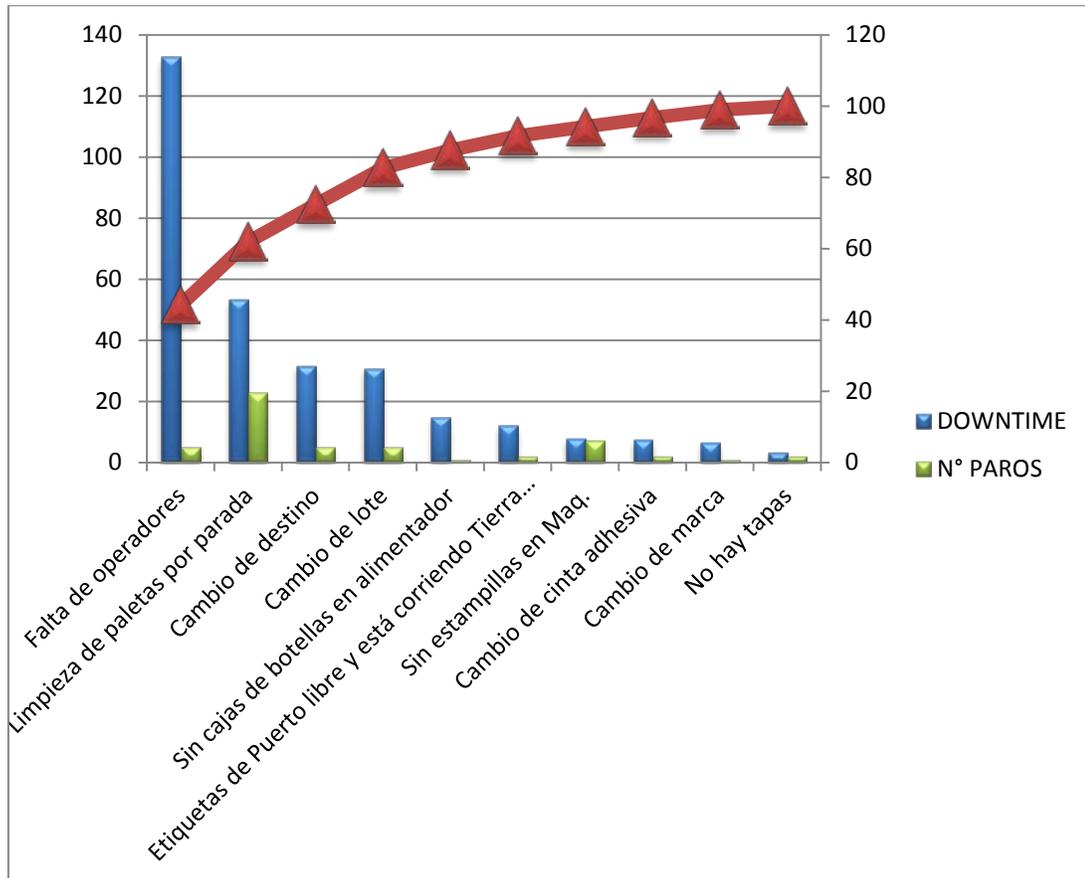
Tabla 4. (Cont.)

ROBOT KUKA	Sensor de cilindro que mueve las cajas desplazado	Sustitución de cilindro.	Mediano plazo	23/06/2014	25/07/2014
ROBOT KUKA	Falla en sensor que lee las cajas	Mantenimiento a sistema eléctrico de entrada de cajas	Acciones a corto y mediano plazo.	03/07/2014	03/07/2014
ETIQUETADORA	Ajuste uñas del magacín cuello	Modificación de frecuencia para el mantenimiento de las pieza de cambio	Largo Plazo		
	Botellas sin cuello	Mantenimiento a sistema neumático y eléctrico de equipo	Largo Plazo		
	Ajuste uñas del magacín frente chemineaud	Modificación de frecuencia para el mantenimiento de las pieza de cambio	Largo Plazo		
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO:					
Fecha Inicio:		Fecha Fin Planificada:		Fecha Fin:	
09/06/2014		04/07/2014			

8.2 Mejoras Asociadas al Departamento de Producción.

En el Diagrama de Pareto mostrado en la Figura 24, se observan Tiempos perdidos en cuanto a errores o debilidades operacionales, y se concluye que la falta de operadores en la arrancada, la limpieza de paletas por paradas y el Cambio de Destino representan el 80/20 del diagrama, por ende, el plan de acción se enfocara en estos parámetros.

Figura 24. Pareto de Downtime Asociado al Departamento de Producción



A continuación, en la Tabla 5. Se muestra una propuesta para obtener los resultados esperados en el estudio de este Departamento.

Tabla 5. Proyecto de Mejora Enfocado a Disminuir las Paradas en Línea 6 Asociadas al Departamento de Producción.

DISMINUIR LAS PARADAS ASOCIADAS AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		
LINEA/EQUIPO/PRODUCTO(S):	ÁREA:	
6/OPERACIONAL /CACIQUE AÑEJO, CACIQUE 500,CHEMINEAUD	Envasado y Logística	
EQUIPO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMA:		
NOMBRE:	PUESTO:	DEPARTAMENTO:
Ing. Guian Guido Arditti	Gerente	Gerencia
Ing. Marco Pisani	Jefe de Producción	Producción
	Supervisor	Producción
Ing. Eloy Meléndez	Ingeniero de Procesos	Ingeniería de Procesos
Andrea Rojas	Pasante	Ingeniería de Procesos
TIPO/S DE PÉRDIDA:		
* Paradas Cortas	*Preparación y Ajustes	

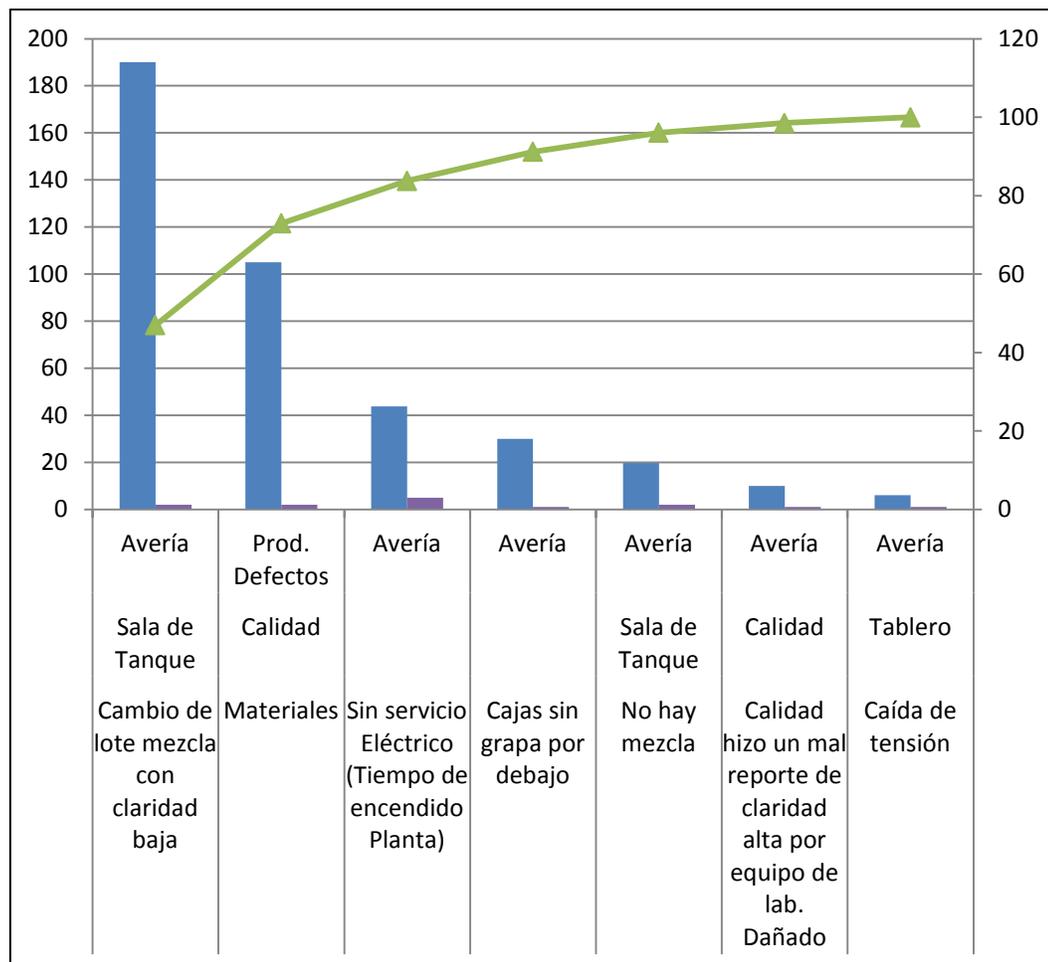
Tabla 5. (Cont.)

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:		
FALLA	EQUIPO	
Falta de operadores	Operador	
Limpieza de paletas por parada	Etiquetadora	
Cambio de destino	Etiquetadora	
PLAN DE ACCIÓN:		
Falla	Acción Correctiva	
Falta de Operadores	Tratar en lo posible de tener a los operadores listos en la línea a las 7:00am para iniciar la corrida	
Limpieza de paletas por paradas	Notificarle al operador que inmediatamente ocurra una parada mayor debe limpiar las paletas antes de iniciar la corrida nuevamente. Se le recomienda al supervisor estar pendiente de dicha acción.	
Cambio de Destino	Cambio de etiquetas (Este se ocasiona siempre que hay Cambio de Destino). Se recomienda al supervisor buscar las etiquetas minutos antes del cambio y al operario de la etiquetadora sacar las etiquetas y doblarlas antes de la parada.	
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO:		
Fecha Inicio:	Fecha Fin Planificada:	Fecha Fin:
09/06/2014	04/07/2014	

8.3 Mejoras Asociadas a Áreas Externas:

En el Diagrama de Pareto mostrado en la Figura 25, se observan Tiempos perdidos en áreas externas a la línea de producción en estudio, el plan de acción se enfocara en los primeros tres parámetros que representan el 80/20 de Pareto.

Figura 25. Pareto de Downtime Asociado a Áreas Externas de Línea 6.



A continuación, en la Tabla 6. Se muestra una propuesta para obtener los resultados esperados en el estudio, de esta área.

Tabla 6. Proyecto de Mejora Enfocado a Disminuir las Paradas Asociadas a Áreas Externas de la Línea 6.

DISMINUIR LAS PARADAS ASOCIADAS A ÁREAS EXTERNAS A LA LINEA 6		
LÍNEA/EQUIPO/PRODUCTO(S):	ÁREA(S):	
Cacique añejo, cacique 500,chemineaud	Envasado y logística Calidad Blending Ingeniería	
EQUIPO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMA:		
NOMBRE:	PUESTO:	DEPARTAMENTO:
Ing. Guian Guido Arditti	Gerente	Gerencia
	Jefe de Calidad	Calidad
	Jefe de Blending	Blending
	Jefe de Ingeniería	Ingeniería
Ing. Eloy Meléndez	Ingeniero de Procesos	Ingeniería de Procesos
Andrea Rojas	Pasante	Ingeniería de Procesos
TIPO/S DE PÉRDIDA:		
* Averías *Producción de defectos		

Tabla 6. (Cont.)

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:		
FALLA	EQUIPO	
Cambio de lote mezcla con claridad baja	Sala de Tanque	
Materiales	Calidad	
Sin servicio eléctrico (Tiempo de encendido planta)	Ingeniería	
PLAN DE ACCIÓN:		
Comunicar a las áreas responsables de las pérdidas ocasionadas, para que se tomen las contramedidas oportunas y así lograr de alguna manera el objetivo propuesto.		
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO:		
Fecha Inicio:	Fecha Fin Planificada:	Fecha Fin:
09/06/2014	04/07/2014	

Resultados posibles de lograr los objetivos en cada área:

DISPONIBILIDAD= 91,63%

RENDIMIENTO= 94,11%

TASA DE CALIDAD= 100%

%EGE= 86,24

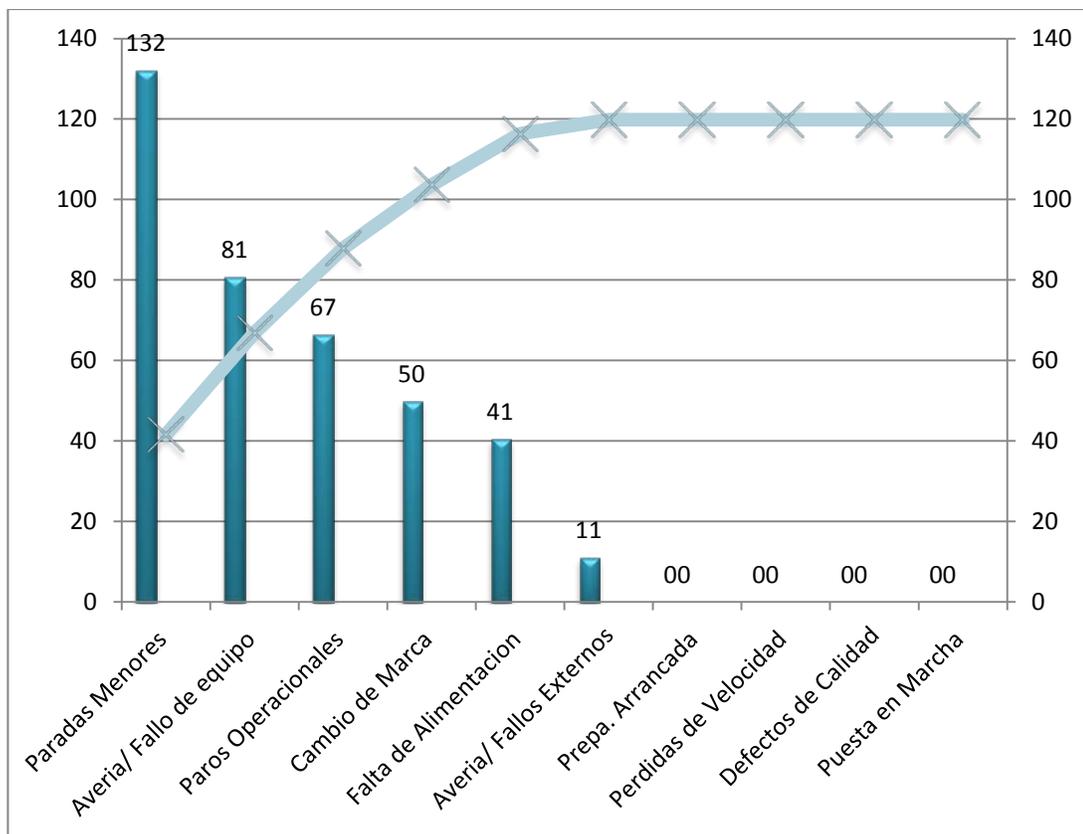
Estos son resultados supuestos, pues se obtienen al presumir que cada una de las fallas expuestas en el plan de acción, sean atacadas y eliminadas al 100%, es decir que su tiempo de Downtime sea igual a cero.

Resultado de las Actividades Ejecutadas

Luego de presentadas las propuestas a cada una de las áreas involucradas, se realizó un nuevo estudio de tiempo perdido de 5 días en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

En la Figura 26, se muestra el diagrama de Pareto de resultados de tiempos perdidos para cada una de las 6 Grandes Pérdidas, seguidamente se observan los resultados obtenidos para la Efectividad Global de los equipos.

Figura 26. Pareto de resultados de tiempos perdidos para cada una de las 6 Grandes Pérdidas.



Ahora bien, observemos en la Tabla 7 el resultado Total de los tiempos operativos, luego de realizadas las mejoras.

Tabla 7. Resultado de los Tiempos Operativos

TIEMPO DISPONIBLE TOTAL	2400
TIEMPO DISPONIBLE NETO	2250
TIEMPO OPERATIVO	2118
TIEMPO OPERATIVO REAL	1932,07
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE	1932,07

Seguidamente, pasamos al cálculo de Disponibilidad, Rendimiento y Tasa de Calidad según las ecuaciones mostradas en la figura 6, los resultados de estos coeficientes son mostrados en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultado del cálculo de Disponibilidad, Rendimiento y Tasa de Calidad.

	Disponibilidad	Rendimiento	Tasa de calidad
%	93,7	88,6	100

La efectividad global de los equipos (según la Ec. 1) es entonces:

- **EGE = 93,7% * 88,6% * 100% = 83%**

Estos resultados se vieron influenciados por la aplicación de los proyectos o planes de acción para cada una de las áreas involucradas, es importante resaltar que para la fecha de este estudio aun faltaban actividades por realizar, en la Tabla 9 se indican cuales fueron las actividades ejecutadas y las pendientes para la fecha.

Tabla 9. Actividades ejecutadas y pendientes para cada una de las Mejoras Enfocadas en Áreas Involucradas.

ÁREA: PRODUCCIÓN			
PLAN DE ACCIÓN			
FALLA	ACCIÓN CORRECTIVA		ESTADO
Falta de Operadores	Tratar en lo posible de tener a los operadores listos en la línea a las 7:00am para iniciar la corrida		PENDIENTE
Limpieza de paletas por paradas	Notificarle al operador que inmediatamente ocurra una parada mayor debe limpiar las paletas antes de iniciar la corrida nuevamente. Se le recomienda al supervisor estar pendiente de dicha acción.		EJECUTADO
Cambio de Destino	Cambio de etiquetas (Este se ocasiona siempre que hay cambio de Destino). Se recomienda al supervisor buscar las etiquetas minutos antes del cambio y al operario de la etiquetadora sacar las etiquetas y doblarlas antes de la parada.		EJECUTADO
ÁREA: MANTENIMIENTO			
PLAN DE ACCIÓN			
EQUIPO	QUE	COMO	ESTADO
ENCAJONADORA	Sensor de lectura de las cajas (no bajan botellas)	1. Mantenimiento a sistema neumático a cilindro de movimiento de caja. 2. Mantenimiento a sistema eléctrico de ajuste de altura de caja	EJECUTADO
	Separador fuera de carril	Ajuste de sensor de movimiento de carril	EJECUTADO

Tabla 9. (Cont.)

ENCAJONADORA	Botellas partida fuera de caja (caja mal posicionada)	<p>Esta falla se puede presentar por falla en sistema eléctrico y neumático de sistema de freno de caja en encajonadora:</p> <p>1- Se modificara el tamaño el tornillo que manda la señal de detención del freno.</p> <p>2- Se efectuara un mantenimiento profundo a sistema neumático y de embrague además de la modificación de la frecuencia de mantenimiento de este sistema.</p> <p>3- Se procederá a sustituir el cilindro que se encarga de detener la caja en su posición.</p> <p>Cilindro neumático de accionamiento de cuchilla de caída de botella al cual se debe ajustar a descarga de aire.</p>	EJECUTADO
ROBOT KUKA	Pinza coloca mal la caja en paleta tumba las demás cajas	Ajuste electrónico para armado de paletas.(cero mecánico y cero electrónico)	EJECUTADO

Tabla 9. (Cont.)

ROBOT KUKA	Sensor de cilindro que mueve las cajas desplazado	Sustitución de cilindro.	EJECUTADO
ROBOT KUKA	Falla en sensor que lee las cajas	Mantenimiento a sistema eléctrico de entrada de cajas	EJECUTADO
ETIQUETADORA	Ajuste uñas del magacín cuello	Modificación de frecuencia para el mantenimiento de las pieza de cambio	PENDIENTE
	Botellas sin cuello	Mantenimiento a sistema neumático y eléctrico de equipo	PENDIENTE
	Ajuste uñas del magacín frente chemineaud	Modificación de frecuencia para el mantenimiento de las pieza de cambio	PENDIENTE
ÁREA: EXTERNAS			
PLAN DE ACCION			ESTADO
Comunicar a las áreas responsables de las pérdidas ocasionadas, para que se tomen las contramedidas oportunas y así lograr de alguna manera el objetivo propuesto			EJECUTADO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de pérdidas en un proceso productivo es una herramienta indispensable, que puede aportar una visión general de la situación en que se encuentra y al mismo tiempo ayudar a señalar oportunidades de mejora. Para ello, es fundamental definir qué pérdidas se consideran, establecer un indicador para cada una de ellas y disponer de datos precisos de los indicadores. Este debe ser el punto de partida para entender la situación existente de pérdidas en la línea.

Para el caso de pérdidas en las Máquinas (o pérdidas de “tiempo de producción”), el cálculo de las Seis Grandes Pérdidas y la Efectividad Global de los Equipos es fundamental para conocer cuáles deben ser las prioridades. En ocasiones, se tiende a dar importancia a los grandes problemas (averías), y se puede dejar de lado las pérdidas crónicas como las paradas corta. Este tipo de pérdidas suelen ser pequeñas desviaciones pero si se producen de forma frecuente pueden suponer una pérdida significativa de productividad, y por eso no deben menospreciarse.

Ahora bien en términos generales, se observó un incremento significativo en la Eficiencia Global de los Equipos, el cual paso de estar en 72,4% a 83%, sin embargo, a pesar de ser un resultado aceptable se debe continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia una empresa de Clase Mundial (World Class).

Por otro lado, sería muy beneficioso que todos los paros de la línea fueran asignados automáticamente y fueran fácilmente exportables a una hoja de

cálculo. De este modo, se evitaría mucho trabajo previo de preparación de datos y su posterior análisis.

El Departamento de Mantenimiento, debe finalizar el plan de acción en la etiquetadora y conservar un mantenimiento preventivo y correctivo constante en los equipos, es recomendable realizar un proyecto basado en el SMED (*Single-Minute Exchange of Die*: cambio de herramienta en un solo dígito de minutos), debido a que se observan considerables desperdicios de tiempo.

Ahora bien en el Departamento de Producción se observó mayor supervisión, sin embargo, debe aumentar para así detectar las pérdidas o desperdicios reales durante el día. Se recomienda mayor énfasis en la hora de salida y llegada de los operadores en el almuerzo.

Es indispensable la mejora continua y la finalización de los trabajos propuestos, al igual que, darle seguimiento a cada una de las mejoras logradas.

Por último, se puede destacar la gran ventaja competitiva que puede suponer la implantación del Mantenimiento Productivo Total en cualquier empresa. Consigue integrar todas las áreas de la organización a través de sus pilares fundamentales, y esto hace que todas ellas apunten a los mismos objetivos, sigan los mismos procedimientos y exista una colaboración interdisciplinar.

GLOSARIO

1.1 Términos:

- **Diagrama de Pareto:** Herramienta gráfica en la cual se representa la frecuencia para un conjunto de causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa. Está vinculado con el Principio de Pareto, que sugiere que la mayor parte de los problemas de calidad provienen de solamente algunas pocas causas.

- **Downtime:** Tiempo durante el cual un sistema está parado debido a un fallo.

- **Falla:** Condición que provoca que un elemento, componente, sistema o equipo pierdan la capacidad de realizar su función específica, provocando un paro o la reducción de velocidad del sistema.

- **Paleta:** Plataforma portátil de medidas normalizadas que permite agrupar varias cargas para su transporte y/o almacenamiento.

- **Parada corta:** Fenómeno donde no hay avería, pero la máquina para por un problema temporal. Se puede volver a arrancar mediante una intervención sencilla.

- **Productos de rechazo:** Producto que no pasa a través de los controles de calidad y especificaciones técnicas definidas.

- **Retrabajo:** Acción tomada sobre un producto no conforme de modo que satisfaga los requisitos especificados.

1.2 Acrónimos

- **EGE** (Efectividad Global de los Equipos): Es un indicador del rendimiento global de los equipos, que representa la producción real frente a la producción que se habría realizado en condiciones óptimas.

- **TPM** (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total): Sistema de trabajo orientado a la mejora permanente del rendimiento global de los equipos, basado en la optimización de las “6 grandes pérdidas”: Averías, Preparaciones y ajustes, Paradas cortas, Reducción de velocidad, Defectos de calidad y Puesta en marcha.

1.3 Abreviaturas

Bot. Botella.

bpm. Botellas por Minuto.

OEE. Overall Equipment Efficiency o Efectividad Global de los Equipos.

REFERENCIAS

- Cruelles Ruiz. (2010). La Teoría de la Medición del Despilfarro, 2ª Edición. Zaragoza, España
- Cuatrecasas, L., *TPM®*, *Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*, Ed. Gestión 2000. Barcelona, España.
- Nakajima Seiichi. (1988). Introducción al TPM.
- Rubio Díaz Mireira. (2005). Mejora de la productividad y la calidad en una línea de envasado. Trabajo de grado de maestría. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.

ANEXOS

Anexo 1. Datos registrados para cada una de las 6 Grandes Pérdidas.

Falla	Equipo	Pérdida	Manifestación	Downtime	N° paros
Problema con la mesa alimentadora a raíz del cambio a chemineaud	01	Avería	Fallo de equipo	14,2	1
Sistema de seguridad se activa con la vibración	03	Avería	Fallo de equipo	12,1	1
Válvula de llenado desviada	04	Avería	Fallo de equipo	28,4	3
Lámina al salir del cabezal muy corta	06	Avería	Fallo de equipo	69	2
Cambio de lamina por una más larga	06	Avería	Fallo de equipo	30	1
Engranajes desacoplados	07	Avería	Fallo de equipo	10	1
Se freno el magacín del cuello (material pegajoso)	07	Avería	Fallo de equipo	13,75	1
Manguera descarga de rodillos tapada con pega seca	07	Avería	Fallo de equipo	10,5	1
Programación (lectura del código deficiente)	11	Avería	Fallo de equipo	11	1
Botellas sin código problema en cabezal chorro desviad	11	Avería	Fallo de equipo	41,2	2
Baranda de desvió para Paletizado manual mal colocada cajas atascadas	13	Avería	Fallo de equipo	10	1
Cadena de transportador partida	13	Avería	Fallo de equipo	30	1
Cadena de arrastre muy apretada	15	Avería	Fallo de equipo	53	2
Separador fuera de carril	15	Avería	Fallo de equipo	54,3	1

Anexo 1. (Cont.)

Ciclo fuera de sincronización ajuste programación	15	Avería	Fallo de equipo	10	1
Tornillo del cilindro que abre las tapas partido	15	Avería	Fallo de equipo	15	1
Falla en freno de la cadena de arrastre	15	Avería	Fallo de equipo	13	1
Caja no llega al cilindro que la ubica	15	Avería	Fallo de equipo	31	1
Error Programación	16	Avería	Fallo de equipo	12	1
Sensor de cilindro que mueve las cajas desplazado	16	Avería	Fallo de equipo	53	3
Falla en sensor que lee las cajas	16	Avería	Fallo de equipo	61,5	2
Pinza coloca mal la caja en paleta tumba las demás cajas	16	Avería	Fallo de equipo	83,7	4
Calidad hizo un mal reporte de claridad alta por equipo de lab. Dañado	Calidad	Avería	Fallos Externos	10	1
Sin servicio Eléctrico (Tiempo de encendido Planta)		Avería	Fallos Externos	43,8	5
Cajas sin grapa por debajo		Avería	Fallos Externos	30	1
Cambio de lote mezcla con claridad baja	Sala de Tanque	Avería	Fallos Externos	190	2
No hay mezcla	Sala de Tanque	Avería	Fallos Externos	19,7	2
Caída de tensión	Tablero	Avería	Fallos Externos	6	1
Materiales	Calidad	Calidad	Defectos en calidad	105	2
Ajustes arrancada Sopladora	03	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	30	1
Ajustes arrancada Etiquetadora	07	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	10	1
Bomba de pega Atascada con pega seca	07	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	10	1
Manguera de vacío rota	08	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	13	1
Varilla de arrastre fuera de eje	15	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	50	1
Sensor de cilindro que mueve las cajas desplazado	16	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	10	1
Falta de operadores	Opera.	Prepa. y ajuste	Prepa. Arrancada	133	5
Cambio de lote	11/12	Prepa. y ajuste	Cambio de código	30,8	5
Cambio de destino	07	Prepa. y ajuste	Cambio de Destino	31,6	5
Cambio de marca	07	Prepa. y ajuste	Cambio de Marca	6,6	1
Limpieza de paletas por parada	07	Parada Corta	Parada Menor	53,3	23
Ajuste uñas del magacín cuello	07	Parada Corta	Parada Menor	21,7	10
Ajuste uñas del magacín frente chemineaud	07	Parada Corta	Parada Menor	39,3	7

Anexo 1. (Cont.)

Graduación de Aire malo	07	Parada Corta	Parada Menor	2	1
Bomba	07	Parada Corta	Parada Menor	17,1	5
Limpieza de cepillo por el tipo de cuello arrastra útil.	07	Parada Corta	Parada Menor	8,7	4
Tamborete con mucha pega	07	Parada Corta	Parada Menor	9,2	6
Ajuste uñas del magacín respaldo	07	Parada Corta	Parada Menor	4,5	1
Parada por pin de seguridad	07	Parada Corta	Parada Menor	4,2	3
Cambio de pega	07	Parada Corta	Parada Menor	6	1
Engranajes desacoplados (croche)	07	Parada Corta	Parada Menor	3,9	2
Cola en control espejo botellas sin cuello	07	Parada Corta	Parada Menor	20,3	4
Atasco de tapa en estrella de descarga	04	Parada Corta	Parada Menor	6	1
Cambio de oring	04	Parada Corta	Parada Menor	4,4	2
Estrella de alimentación perdió sincronismo	04	Parada Corta	Parada Menor	3,7	3
Botella partida en válvula	04	Parada Corta	Parada Menor	12,7	4
Botella atorada en válvula	04	Parada Corta	Parada Menor	1,1	1
Bota las tapas en algunas botellas	05	Parada Corta	Parada Menor	1	1
Botella atascada en estrella de carga	05	Parada Corta	Parada Menor	6,6	2
Botella partida	05	Parada Corta	Parada Menor	2,1	3
Ajuste en tapadora #6 (cambio a chemineaud)	05	Parada Corta	Parada Menor	3	1
Tapas Horizontales trancadas	06	Parada Corta	Parada Menor	10,5	7
Cabezal bota las tapas cambio de tapa (chemineaud)	06	Parada Corta	Parada Menor	7,1	5
Resorte fuera de lugar	06	Parada Corta	Parada Menor	6,6	1
Botellas caídas transportador	08	Parada Corta	Parada Menor	9	6
Botellas atascadas en la salida del transportador	08	Parada Corta	Parada Menor	2,4	4
Botellas sin estampilla (estampilla atravesada en pistola)	08	Parada Corta	Parada Menor	4,8	3
Ajuste cabezal flojo	08	Parada Corta	Parada Menor	4,9	2
Botella sin banda trancado el rodamiento del rodillo pega	10	Parada Corta	Parada Menor	17,5	8

Anexo 1. (Cont.)

Cajas sin cinta adhesiva (cinta trancada)	10	Parada Corta	Parada Menor	45,7	17
Caja atorada	10	Parada Corta	Parada Menor	7	3
Cinta adhesiva reventada	10	Parada Corta	Parada Menor	4	1
Caja atorada	15	Parada Corta	Parada Menor	26,1	12
Botellas partida fuera de caja (caja mal posicionada)	15	Parada Corta	Parada Menor	100,8	44
Cadena de arrastre trancada	15	Parada Corta	Parada Menor	9	7
Botella atorada arriba	15	Parada Corta	Parada Menor	31	27
Sensor de lectura de las cajas (no bajan botellas)	15	Parada Corta	Parada Menor	64,5	22
microsuiche caja sube mucho	15	Parada Corta	Parada Menor	2,3	1
Código borroso (cabezal)	11	Parada Corta	Parada Menor	6,7	2
Botella sin código botella golpea el cabezal	11	Parada Corta	Parada Menor	7,3	2
Chorro del cabezal desviado	11	Parada Corta	Parada Menor	8,3	1
Cambio de manual a robot	16	Parada Corta	Parada Menor	2	1
Reset después de falla del servicio eléctrico	16	Parada Corta	Parada Menor	3,3	2
caja atorada en pinza (cacique 500)	16	Parada Corta	Parada Menor	19,7	6
Sensor de cilindro de arrastre	16	Parada Corta	Parada Menor	6,3	2
Baranda de mesa de alimentación no deja Salir las botellas	01	Parada Corta	Parada Menor	2	1
Impresión borrosa	12	Parada Corta	Parada Menor	1	1
Decodificador dañado	12	Parada Corta	Parada Menor	6,5	1
Bombillo quemado (cambio)	17	Parada Corta	Parada Menor	3,05	1
Prob. Con el nivel bajo del sensor después de tapadora	00	Parada Corta	Parada Menor	16,6	4
Sin cajas de botellas en alimentador	01	Parada corta	Falta de Alimentación	15	1
Etiquetas de Puerto libre y está corriendo Tierra firme	07	Parada corta	Falta de Alimentación	12,2	2
Cambio de cinta adhesiva	10	Parada corta	Falta de Alimentación	7,5	2
No hay tapas	06	Parada corta	Falta de Alimentación	3,25	2
Sin estampillas en Maq.	08	Parada corta	Paro Operacional	7,9	7