

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



“Propuesta de mejora a la línea de envasado de jugos en polvo sin azúcar de planta 2 de empresa Tresmontes Lucchetti S.A, ubicada en la ciudad de Valparaíso, mediante el método de rediseño de procesos”

Por

Nathalia Dennisse Navarrete Figueroa

Trabajo de Título Para Optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y
Título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Augusto Vargas Schüler

Diciembre, 2018

Con la finalización de esta etapa, no puedo dejar de agradecer a quienes han estado a mi lado durante todo este camino, donde he podido alcanzar importantes metas y cumplir grandes sueños.

En primer lugar, quisiera agradecer a mi familia, son mi apoyo más grande, mi cable a tierra, gracias a su amor y dedicación he llegado a ser lo que soy. A mi mamá, Miriam Figueroa y a mi papá, Ricardo Navarrete, reconozco y valoro el sacrificio y esfuerzo de años por darnos lo mejor a mi hermana y a mí, por levantarnos en los momentos de desaliento, por darnos el pequeño empujón que necesitábamos para salir adelante, sin ustedes, nada habría sido posible, gracias por ser el mejor ejemplo y modelo a seguir. A mi hermana Bárbara Navarrete Figueroa, gracias por estar conmigo siempre, por compartir noches de estudio, por tu paciencia y comprensión en momentos de estrés, por enseñarme que cuando uno hace lo que realmente ama, puede triunfar en cualquier lugar. Gracias por amarme a tu especial manera.

Amigos, gracias por acompañarme, por la camaradería y complicidad. A quienes me han acompañado desde el colegio, hemos crecido juntos tanto a nivel personal como profesional, han estado siempre dándome su apoyo incondicional. A mis amigos de universidad, que han visto más de cerca este proceso, que han estado para ayudar y escuchar, para dar el ánimo necesario, por ser una guía y un apoyo. Gracias a todos ustedes por ser parte de mi día a día.

De manera especial agradezco a mi profesor guía Augusto Vargas, por haberme brindado su importante ayuda y orientación para que se haga realidad este trabajo.

A todos quienes ya no se encuentran en mi vida, pero de alguna forma han contribuido a la realización de este trabajo y a mi crecimiento personal, gracias.

Gracias a la Universidad de Valparaíso, pero en especial a todos quienes forman parte de la carrera Ingeniería Civil Industrial. A los profesores por entregarme los conocimientos y herramientas necesarias para mi formación profesional, y a los compañeros que han formado parte de este proceso.

Nathalia D. Navarrete Figueroa.

A mis padres, Ricardo y Miriam

A mi hermana Bárbara

S.K.M

Índice

Capítulo 1 Antecedentes	19
1.1 Antecedentes generales de la empresa	20
1.1.1 Reseña histórica.....	20
1.1.2 Misión.....	21
1.1.3 Visión	21
1.1.4 Estrategia	21
1.1.5 Distribución de Plantas.....	21
1.2 Descripción de la empresa: planta de bebidas instantáneas frías BIF, Valparaíso.....	22
1.2.1 Descripción planta BIF.....	22
1.2.2 Estructura jerárquica planta BIF	24
1.2.1 Descripción procesos de la planta	25
1.3 Selección del proceso productivo	27
1.3.1 Selección del producto.....	27
1.3.2 Selección de máquina envasadora	27
1.4 Descripción del proceso seleccionado.....	37
1.4.1 Descripción de producto	37
1.4.2 Descripción del proceso de envasado para el producto seleccionado.....	37
1.4.3 Descripción de máquina envasadora.....	39
1.4.4 Descripción de la mano de obra actual	40
1.4.5 Descripción actual del sistema de mantenimiento.....	41
1.4.6 Descripción de puntos de control de producción.....	42
1.5 Planteamiento del problema	43
1.5.1 Causas y consecuencias del problema	45
1.5.2 Diagrama de Ishikawa.....	53
1.5.3 Diagrama Causas – Problema – Impacto.....	54
1.6 Elección de metodología	55
1.6.1 Reingeniería de procesos	55
1.6.2 Rediseño de procesos.....	56
1.6.3 AMFE: análisis modal de fallos y efectos.....	57
1.7 Objetivos 59	
1.7.1 Objetivo General.....	59
1.7.2 Objetivos Específicos	59
1.8 Estado del arte	60

1.8.1	Caso 1	60
1.8.2	Caso 2	61
1.8.3	Caso 3	63
1.9	Alcances	65
1.10	Limitaciones	65
1.11	Resultados esperados.....	66
Capítulo 2 Metodología		67
2.1.	Rediseño de procesos productivos	68
2.2.	Las dimensiones de optimización en el rediseño son:.....	69
2.3.	Ámbitos en que influye el rediseño	69
2.4.	Valor del rediseño de procesos.....	70
2.5.	Ventajas del rediseño de procesos	70
2.6.	Desventajas del rediseño de procesos	70
2.7.	Filosofías del rediseño: tres ejes de rediseño	71
2.8.	Herramientas de rediseño.....	73
2.8.1	Metodología de levantamiento de procesos basado en norma ISO 9001	73
2.8.2	TPM, mantenimiento productivo total.....	76
a.	Indicadores clave de rendimiento KPI.....	80
b.	Eficiencia general de los equipos OEE.....	82
2.8.3	Administración del recurso humano (ARH).....	86
2.9.	Pasos de la metodología propuesta.....	88
2.9.1.	Definir escenario actual.....	88
2.9.2.	Analizar, diagnosticar y planificar.	88
2.9.3.	Elaborar propuestas de rediseño.....	88
2.9.4.	Evaluar propuestas de rediseño.....	88
2.9.5.	Seleccionar propuesta final mediante evaluación comparativa.	88
Capítulo 3 Aplicación de la metodología		90
3.1.	Definir escenario actual.....	91
3.1.1	Supuestos de producción	92
3.1.2	Producción actual estimada.....	93
3.1.3	Indicadores de desempeño de producción.....	94
3.1.4	Cálculo de OEE: eficiencia general de los equipos.....	97
3.2	Analizar, diagnosticar y planificar.	98
3.2.1	Resultados indicadores de producción.....	98

3.2.2	Análisis de KPI	100
3.3	Elaborar propuestas de rediseño.....	106
3.3.1	Propuesta A: adquisición de nuevas tecnologías que se adecúen a los equipos existentes	106
3.3.2	Propuesta B: adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras	114
3.3.3	Propuesta C: reemplazo de equipos.....	120
3.4	Evaluar propuestas de rediseño.....	124
3.4.1	Evaluación propuesta A.....	127
3.4.2	Evaluación propuesta B.....	129
3.4.3	Evaluación propuesta C.....	131
3.4.4	Recomendaciones	133
Capítulo 4	Análisis de resultados	134
5.	Conclusiones y recomendaciones	143
6.	Bibliografía.....	145
7.	Anexos	147
7.5	ANEXO A: inspección de la producción	148
7.5.1	Resultados de ensayo #1.....	149
7.5.2	Resultados de ensayo #2.....	163
7.5.3	Resultados ensayo #3	171
7.6	ANEXO B: encuestas	175
7.6.1	Diseño encuesta operarios.....	175
7.6.2	Análisis y resultados de encuesta a operarios	176
7.6.3	Diseño encuesta operadores	180
7.6.4	Análisis y resultados de encuesta a operadores	182
7.6.5	Diseño encuesta mecánicos.....	186
7.6.6	Análisis y resultados de encuesta a mecánicos.....	187
7.7	ANEXO C: síntesis de datos de producción para MH12, MH15 y MH16	189
7.7.1	Datos de producción máquina envasadora MH12	189
7.7.2	Datos de producción máquina envasadora MH15	191
7.7.3	Datos de producción máquina envasadora MH16	193
7.7.4	Datos de producción máquina envasadora MH14	195
7.7.5	Datos de producción máquina envasadora MH38	197

Glosario

B

Beneficio económico: hace referencia a la diferencia entre los costos en los que se incurre durante la producción de un bien y el ingreso total que se obtiene por su venta. Cuando esta diferencia es positiva, es decir, está en favor del ingreso que se obtuvo por su venta entonces estamos hablando de beneficio económico. (Laeconomía, s.f.)

C

Calidad: hace referencia a que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos determinados por una entidad o persona. (NormalISO9000)

Canister: recipiente de metal delgado o plástico usado para guardar alimentos secos o condimentos, tales como harina o azúcar. (Thefreedictionary, s.f.)

Capacidad de producción: capacidad de producción teórica, muestra la máxima tasa de producción que puede obtenerse de un proceso, se mide en unidades de salida por unidad de tiempo. (Crecenegocios, s.f.)

Clientes externos: consumidor del bien o servicio, en el que se incluyen las personas, las empresas o el mercado en general y que tiene la característica de ser independiente a la organización. Es el destinatario del producto o servicio producido. (NormalISO9000)

Clientes internos: representan el área, departamento, sección o personal que emplean o consumen los productos obtenidos, pero con la característica particular de pertenecer al conjunto de la organización. De este modo, dentro de la organización todos se convierten

en clientes y proveedores a la vez. (NormalISO9000)

Complejo: rollo de papel film flexible sellable mediante calor, utilizado para formar los sobres de jugo. (Morchio, 2014)

Corrección: acción tomada para eliminar una no conformidad detectada. Una corrección puede realizarse junto con una acción correctiva. Una corrección puede ser por ejemplo un reproceso o una reclasificación. (NormalISO9000)

Costos de producción: o también llamados costos de operación, son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. (FAO, s.f.)

D

Defecto: incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado. (NormalISO9000)

Depósito: parte de la máquina envasadora donde se depositan los sobres de jugo que han sido rechazados por los palpadores. (Morchio, 2014)

Desecho: acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto (reciclaje, destrucción). (NormalISO9000)

Display: caja de cartón donde se agrupan sobres de jugo en diferentes cantidades, dependiendo del formato. (Thefreedictionary, s.f.)

E

Eficacia: extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. (NormalISO9000)

Eficiencia de producción: en economía el término eficiencia (o eficiencia económica) significa que los recursos están a ser usados de la mejor manera posible para satisfacer las necesidades de la población. En otras palabras, la existencia de eficiencia es sinónimo de ausencia de desperdicio. (knoow.net, s.f.)

F

Falla mecánica con asistencia: todo problema que presenta una maquinaria a la cual el operador no puede dar solución por sus propios medios debiendo acudir al departamento de mantención para resolverlos. (Morchio, 2014)

Fallas mecánicas sin asistencia: dificultades de pequeña magnitud que puede ser solucionadas sin problema por el operador de máquina (Morchio, 2014)

I

Inspección: evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones. (NormalISO9000)

Insumos: conjunto de elementos que toman parte en la producción de otros bienes (RAE)

ISO 9000: acrónimo de Internacional Standards Organization. Conjunto de normas que certifican que una organización dispone de un sistema de calidad acorde a una serie de requerimientos y recomendaciones definidas por la misma. (NormalISO9000)

M

Materias primas: son los recursos naturales que utiliza la industria en su proceso productivo para ser transformados en producto semielaborado, en bienes de equipo o de consumo. (Thefreedictionary, s.f.)

N

No conformidad: incumplimiento de un requisito. (NormalISO9000)

O

Objetivo de la calidad: algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad. (NormalISO9000)

Optimización de recursos: optimizar hace referencia a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizada, por lo tanto, la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia. (Laeconomía, s.f.)

P

Premix: fórmula de variadas materias primas e insumos, caracterizado por estar formado por partículas muy pequeñas. (Morchio, 2014)

Proceso: un proceso es un conjunto de actividades que están interrelacionadas y que pueden interactuar entre sí. Estas actividades transforman los elementos de entrada en resultados, para ello es esencial la asignación de recursos. (NormalISO9000)

Productividad: relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Por lo tanto, a mayor cantidad de bienes o servicios producidos, con menos recursos utilizados, se habla de un trabajo productivo. (Laeconomía, s.f.)

Producto: Resultado de un proceso. (NormalISO9000)

R

Recursos: elementos que serán utilizados en la producción de bienes o servicios, o que serán transformados en éstos. Los recursos pueden ser financieros, información, materiales, servicios, humanos. (Crecenegocios, s.f.)

Reproceso: acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. (NormalISO9000).

Revisión: actividad emprendida para asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar unos objetivos establecidos. (NormalISO9000)

S

Satisfacción del cliente: percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos. (NormalISO9000)

Sinfín 1, Sinfín 2: dispositivo que transmite el movimiento entre ejes que son perpendiculares entre sí, mediante un sistema de dos piezas: el "tornillo" (con dentado helicoidal), y un engranaje circular denominado "corona". Este tornillo forma parte de la máquina y facilita el descenso del polvo desde las tolvas hacia dosificadores, de aquí que en la planta de envasado se identifique a la tolva de dosificación del lado izquierdo de la máquina

como Sinfín 1 y a tolva del lado derecho como Sinfín 2. (Morchio, 2014)

Sobres por minuto (spm): medida de velocidad de producción de la máquina, indica la cantidad de sobres que son producidos por minuto. (Morchio, 2014)

T

Tolvas de mezclado: corresponde a un recipiente en forma de pirámide o cono invertido, en el cual se realiza el proceso de mezclado, una vez finalizado se pasa el contenido de la tolva al proceso de envasado mediante la abertura en la parte inferior de esta, que permite hacer pasar el contenido poco a poco a la tolva de llenado de la máquina envasadora. (Morchio, 2014)

V

Verificación: Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados. (NormalISO9000)

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de procesos planta BIF.....	23
Figura 2. Estructura jerárquica planta BIF	24
Figura 3. Diagrama de flujo: descripción proceso productivo planta BIF	25
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de envasado.....	38
Figura 5. Posición de vainas en los sobres. Ingreso de vaina al sobre (izquierda). Sin ingreso de vaina al sobre (Derecha).....	46
Figura 6. Abertura ideal de sobres (izquierda) y apertura atípica de sobres (derecha).....	46
Figura 7. Diagrama de Ishikawa	53
Figura 8. Diagrama causas-problema-impacto.....	54
Figura 9. Diagrama de metodología propuesta para levantamiento de procesos basado en norma ISO 9001	73
Figura 10. Diagrama de flujo de la metodología de rediseño de procesos	89

Lista de Tablas

Tabla 1. Total reclamos asociados a jugo en polvo sin azúcar	28
Tabla 2. Frecuencia reclamos por sobres vacíos por máquina.....	29
Tabla 3. Mayor frecuencia de reclamos por sobres vacíos.....	30
Tabla 4. Reclamos por sobres con bajo contenido	30
Tabla 5. Mayor frecuencia de reclamos por sobres con bajo contenido.....	31
Tabla 6. Resultado análisis ficha control de peso.....	32
Tabla 7. Tiempos de detención máquina MH12	33
Tabla 8. Tiempos de detención máquina MH 14	33
Tabla 9. Tiempos de detención máquina MH 15	34
Tabla 10. Tiempos de detención máquina MH16	34
Tabla 11. Tiempos de detención máquina MH38	34
Tabla 12. Resumen fallas mecánicas y fallas del proceso para la muestra en estudio	35
Tabla 13. Resultados encuesta de percepción de trabajadores y expertos	36
Tabla 14. Resultado encuesta mecánicos.....	45
Tabla 15. Resultado encuesta operadores	45
Tabla 16. Resultados encuesta	48
Tabla 17. Resultados encuesta.....	48
Tabla 18. Resultados encuesta.....	48
Tabla 19. Resultados encuesta.....	49
Tabla 20. Resultados encuesta.....	49
Tabla 21. Resultados encuesta.....	49
Tabla 22. Resultados encuesta.....	50
Tabla 23. Resultados encuesta.....	50
Tabla 24. Resultados encuesta.....	50
Tabla 25. Resultados encuesta.....	51
Tabla 26. Tabla de valores para asignación de riesgo.....	58
Tabla 27. Matriz de selección.....	58
Tabla 28. Planteamiento del problema: caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ”, por Isabel Cruz y Jorge Burbano.....	62
Tabla 29. Tabla comparativa: reingeniería, rediseño, mejora de procesos.....	68
Tabla 30. Ejemplo de criterios de evaluación para matriz de habilidades.....	71
Tabla 31. <i>Ejemplo de matriz de habilidades</i>	72
Tabla 32. Distribución de tiempos en planta para el cálculo de OEE.....	83
Tabla 33. Producción máquinas envasadoras para situación original	93
Tabla 34. KPI I de aseguramiento de la calidad de producción: "producción efectiva".....	94
Tabla 35. KPI II de aseguramiento de la calidad de producción: "producción de sobres vacíos"	95
Tabla 36. KPI III de aseguramiento de la calidad de producción: "producción sobres fuera de especificación"	95
Tabla 37. KPI IV de aseguramiento de la calidad de producción: "tiempos de detención de envasadoras"	96
Tabla 38. Fórmulas para el cálculo del OEE	97
Tabla 39. Resultados indicadores de producción para envasadora MH12.....	98
Tabla 40. Resultados indicadores de producción para envasadora MH14.....	98
Tabla 41. Resultados indicadores de producción para envasadora MH15.....	99

Tabla 42. Resultados indicadores de producción para envasadora MH16.....	99
Tabla 43. Resultados indicadores de producción para envasadora MH38.....	99
Tabla 44. Costos asociados a la adquisición de piezas críticas para 5 envasadoras.....	107
Tabla 45. Costos asociados a maquinaria adicional línea envasado	109
Tabla 46. Costos por adquisición de extractores de polvo	109
Tabla 47. Descripción plan capacitación y costos asociados	111
Tabla 48. Actividades de mantención	112
Tabla 49. Niveles de producción promedio para propuesta A	113
Tabla 50. Costos asociados a la adquisición de piezas críticas para 3 envasadoras.....	114
Tabla 51. Costos asociados a maquinaria adicional línea envasado	115
Tabla 52. Costo por adquisición de extractores de polvo.....	115
Tabla 53. Costo por adquisición de envasadora.....	115
Tabla 54. Descripción plan capacitación y costos asociados	116
Tabla 55. Actividades de mantención.....	117
Tabla 56. Plan de mantención	118
Tabla 57. Niveles de producción promedio para propuesta B	119
Tabla 58. Costos asociados a maquinaria adicional línea envasado	120
Tabla 59. <i>Costo por adquisición de extractores de polvo</i>	120
Tabla 60. <i>Costo por adquisición de envasadora</i>	120
Tabla 61. <i>Descripción plan capacitación y costos asociados</i>	121
Tabla 62. Actividades de mantención.....	122
Tabla 63. Niveles de producción promedio para propuesta C	123
Tabla 64. Tabla de depreciación.....	125
Tabla 65. Tabla depreciación máquina envasadora.....	125
Tabla 66. Depreciación chequeadora de peso	126
Tabla 67. <i>Flujo de caja propuesta A</i>	128
Tabla 68. Flujo de caja propuesta B	130
Tabla 69. Flujo de caja propuesta C	132
Tabla 70. Orden de propuestas de inversión para comparación	136
Tabla 71. Resultados comparación de propuestas A y C	137
Tabla 72. Resultados comparación de propuestas B y C	138
Tabla 73. Comparación de niveles de producción en escenario sin rediseño y un escenario con rediseño.	139
Tabla 74. Comparación de resultados OEE para escenario actual y escenario con rediseño.....	139
Tabla 75. Resultados OEE promedio obtenido para propuestas de rediseño y escenario actual	142
Tabla 76. Resultados ensayo #1. 70 sobres por minuto	150
Tabla 77. Resultados ensayo #1. 72 sobres por minuto	157
Tabla 78. Resultados ensayo #2. Izquierda. 70 sobres por minuto.....	163
Tabla 79. Resultados ensayo #2. Derecha. 70 sobres por minuto	165
Tabla 80. Resultados ensayo #2. Izquierda. 72 sobres por minuto.....	167
Tabla 81. Resultados ensayo #2. Derecha. 72 sobres por minuto	169
Tabla 82. Resultados ensayo #3. 65 sobres por minuto	172
Tabla 83. Resultados ensayo #3. 71 sobres por minuto	173
Tabla 84. Escala de evaluación y ponderación de gravedad	176
Tabla 85. Niveles de riesgo.....	177
Tabla 86. Resultados seccion 1 encuesta operarios.....	178
Tabla 87. Resultados sección 2 encuesta operarios.....	179

Tabla 88. Asignación de riesgos	182
Tabla 89. Valor de riesgo para piezas críticas de envasadora Bossar	183
Tabla 90. Resultados pregunta 2. Encuesta Operadores	184
Tabla 91. Resultados encuesta operadores.....	185
Tabla 92. Resultados encuesta mecánicos	186
Tabla 93. Resultados encuesta mecánicos	187
Tabla 94. Datos de producción máquina envasadora MH12	189
Tabla 95. Sobres fuera especificación.....	189
Tabla 96. Niveles de producción en base al tiempo empleado.....	190
Tabla 97. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación	190
Tabla 98. Datos de producción máquina envasadora MH15	191
Tabla 99. Sobres fuera especificación.....	191
Tabla 100. Niveles de producción en base al tiempo empleado.....	192
Tabla 101. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación	192
Tabla 102. Datos de producción máquina envasadora MH16	193
Tabla 103. Sobres fuera especificación.....	193
Tabla 104. Niveles de producción en base al tiempo empleado.....	194
Tabla 105. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación	194
Tabla 106. Datos de producción máquina envasadora MH14	195
Tabla 107. Sobres fuera especificación.....	195
Tabla 108. Niveles de producción en base al tiempo empleado.....	196
Tabla 109. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación	196
Tabla 110. Datos de producción máquina envasadora MH14	197
Tabla 111. Sobres fuera especificación.....	197
Tabla 112. Niveles de producción en base al tiempo empleado.....	198
Tabla 113. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación	198

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Frecuencia reclamos por sobres vacíos por máquina.....	29
Gráfico 2. Reclamos por sobres con bajo contenido	31
Gráfico 3. Resultados KPI producción efectiva.....	100
Gráfico 4. Resultados KPI producción de sobres vacíos.....	101
Gráfico 5. <i>Resultados KPI producción sobres fuera de especificación</i>	102
Gráfico 6. Resultados KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras.....	102
Gráfico 7. Resultados de OEE para máquinas envasadoras.....	104
Gráfico 8. Comparación de valores de disponibilidad obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección.....	140
Gráfico 9. Comparación de valores de rendimiento obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección.....	140
Gráfico 10. Comparación de valores de calidad obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección.....	141
Gráfico 11. Comparación de valores de OEE obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección.....	141
Gráfico 12. Control de variación de peso: muestra 1	151
Gráfico 13. Control de variación de peso: muestra 2	151
Gráfico 14. Control de variación de peso: muestra 3	152
Gráfico 15. Control de variación de peso: muestra 4	152
Gráfico 16. Control de variación de peso: muestra 5	153
Gráfico 17. Control de variación de peso: muestra 6	153
Gráfico 18. Control de variación de peso: muestra 7	154
Gráfico 19. Control de variación de peso: muestra 8	154
Gráfico 20. Control de variación de peso: muestra 9	155
Gráfico 21. Control de variación de peso: muestra 1	158
Gráfico 22. Control de variación de peso: muestra 2	158
Gráfico 23. Control de variación de peso: muestra 3	159
Gráfico 24. Control de variación de peso: muestra 4	159
Gráfico 25. Control de variación de peso: muestra 5	160
Gráfico 26. Control de variación de peso: muestra 6	160
Gráfico 27. Control de variación de peso: muestra 7	161
Gráfico 28. Control de variación de peso: muestra 8	161
Gráfico 29. Control de variación de peso: muestra 9	162
Gráfico 30. Resultados ensayo #2. Izquierda. 70 sobres por minuto.....	163
Gráfico 31. Control de variación de peso ensayo #2-Izquierda. 70 sobres por minuto.....	164
Gráfico 32. Resultados ensayo #2. Derecha. 70 sobres por minuto	165
Gráfico 33. Control de variación de peso ensayo #2 - Derecha. 70 sobres por minuto	166
Gráfico 34. Resultados ensayo #2. Izquierda. 72 sobres por minuto.....	167
Gráfico 35. Control de variación de peso ensayo #2 – Izquierda. 72 sobres por minuto	168
Gráfico 36. Resultados ensayo #2. Derecha. 72 sobres por minuto	169
Gráfico 37. Control de variación de peso ensayo #2 - Derecha 72 sobres por minuto	170
Gráfico 38. Resultados ensayo #3. 65 sobres por minuto	172
Gráfico 39. Resultados ensayo #3. 65 sobres por minuto	173
Gráfico 40. Resultados ensayo #3, 71 sobres por minuto	174

Gráfico 41. Resultados ensayo #3. 71 sobres por minuto	174
Gráfico 42. Resultados sección 1 encuesta a operarios.....	178
Gráfico 43. Resultado índices de gravedad sección 2	179
Gráfico 44. Resultados encuesta operadores.....	185
Gráfico 45. Índices de gravedad.....	187

Resumen

La empresa nacional Tresmontes Lucchetti S.A, dedicada por más de 100 años a la industria de alimentos, cuenta con la planta BIF en la ciudad de Valparaíso, la cual está destinada al mezclado y envasado de bebidas instantáneas frías, de las cuales la elaboración de jugos en polvo sin azúcar representa su principal y mayor producción.

En esta planta se ha identificado un problema correspondiente a una ineficiencia del proceso de envasado de dicho producto, el cual consiste en una producción que no se encuentra dentro de los límites aceptables de peso exigidos por la empresa correspondiente a un +/- 0,2 gramos del peso indicado en el envase, además de altos tiempos de detención no planificado de las envasadoras, ineficiencias que conducen a un aumento de un 21% en los costos de producción, lo que excede a lo aceptado por la empresa, los cual no debe superar el 5%.

Para ello, se propone una mejora a la línea de envasado de jugos en polvo sin azúcar de la planta BIF de la empresa Tresmontes Lucchetti S.A aplicando el método de rediseño de procesos. La metodología de rediseño de procesos corresponde a una técnica de reorganización aplicable en empresas ya sea dedicada a la prestación de servicios o productivas, sirviéndoles como una herramienta que les permita incrementar su competitividad.

Para llevar a cabo lo anterior se realizará un análisis del actual proceso de envasado que permita realizar un diagnóstico donde se identifiquen los puntos críticos que puedan ser rediseñados, que son en cuestión los causantes de la producción ineficiente, dando como resultado la elaboración de un set de propuestas de rediseño económicamente viables. Por lo tanto, se espera ofrecer una herramienta cuyos resultados se traduzcan en beneficios económicos que reduzcan los costos de producción.

La presente investigación apunta a mejorar el grado de competitividad de la línea de envasado de la planta de bebidas instantáneas frías de la empresa Tresmontes Lucchetti S.A en Valparaíso atendiendo a las dimensiones de reducción de costos de producción mediante una reestructuración de sus procesos.

Palabras Clave: rediseño de procesos productivos, líneas de envasado, costos de producción, optimización de recursos, optimización de procesos productivos, productividad, propuestas de mejora, beneficio económico, industria de alimentos, eficiencia de producción, indicadores clave de rendimiento, eficiencia general de los equipos, estudios de capacidad de producción.

Abstract

The national company Tresmontes Lucchetti S.A, dedicated for more than 100 years to the food industry, places the BIF plant in the city of Valparaíso, which is intended for the mixing and packaging of cold instant beverages, where the preparation of sugar free powdered juices represents its main and largest production.

In this plant has been identified a problem corresponding to an inefficiency of the process of packaging of this product, which consists in a production that is not within the acceptable weight limits required by the company corresponding to a +/- 0.2 grams of the indicated weight in the package, in addition, a high unplanned stopping times of the packing machines, inefficiencies that lead to a 21% increase in production costs, which exceeds what is accepted by the company, which should not exceed 5%.

For this, an improvement to the sugar-free powdered juices packaging line of the BIF plant of the company Tresmontes Lucchetti S.A is proposed by applying the method of process redesign. The methodology of process redesign corresponds to a reorganization technique applicable in companies, whether dedicated to the provision of services or production, serving as a tool that allows them to increase their competitiveness.

To carry out the above, an analysis of the current packaging process will be carried out to allow a diagnosis where the critical points that can be redesigned are identified, which are the cause of inefficient production, resulting in the preparation of a set of economically viable redesign proposals. Therefore, it is expected to offer a tool whose results translate into economic benefits that reduce production costs.

The present investigation aims to improve the competitiveness level of the packaging line of the cold instant drink plant of the company Tresmontes Lucchetti S.A in Valparaíso, taking into account the dimensions of reduction of production costs through a restructuring of its processes.

Key words: redesign of production processes, packaging lines, production costs, resource optimization, production processes optimization, productivity, improvement proposals, economic benefit, food industry, production efficiency, key performance indicators, overall efficiency of equipment, studies of production capacity.

Introducción

En un mercado tan exigente y cambiante, las industrias enfrentan constantemente la necesidad de optimizar el uso de sus recursos en función de poder aumentar su productividad. En un escenario, donde aumenta cada vez más la presión competitiva, se hace necesario producir a una mayor velocidad, aumentando a su vez la calidad de los productos y disminuyendo los costos de producción en virtud de poder mantenerse en el mercado y ser una opción válida para los clientes.

Para toda empresa, el poder llegar a cumplir con sus metas organizacionales y poder generar los productos y/o servicios que ofrece al mercado, implica asumir diversos gastos y costos inherentes a las actividades realizadas. Mientras más bajos sean dichos costos, más alto será el beneficio bruto obtenido. Muchas veces los costos implicados en un proceso son demasiado elevados para las actividades que se realizan, afectando el beneficio económico que pueda percibir la empresa por sus actividades. Su disminución, es posible mediante la detección, prevención y eliminación de las variables críticas de los procesos.

El rediseño de proceso surge como una reestructuración a los procesos de una empresa y que puede ser aplicado a una parte del proceso productivo, teniendo como objetivo mejorar el grado de competitividad mediante la implementación de técnicas de optimización de procesos. No corresponde a una actividad radical como lo es la reingeniería, sino que establece cambios que deberán efectuarse a una determinada situación con el propósito de mejorar los resultados de las operaciones, definiendo nuevas formas de actuar. Este método, permite ofrecer una solución integral al comprender la compleja interacción entre acciones y personas de una forma sistémica.

La presente investigación contempla una propuesta de mejora al proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar de la planta BIF de la empresa nacional de alimentos Tresmontes Lucchetti S.A ubicada en la ciudad de Valparaíso mediante un rediseño de procesos. Los procesos asociados a este producto poseen gran relevancia dentro de la planta, ya que este producto posee los mayores índices de producción, alcanzando una producción anual total de 11,06% de kilogramos, posicionándolo como el producto que abarca la mayor cantidad de operaciones que se realizan en la planta BIF.

Como se mencionaba, es dentro del proceso de envasado de dicho producto que se ha detectado un problema de ineficiencia de producción que conduce a un aumento de sus costos. Ineficiencia definida por la empresa como toda la producción que no se encuentre dentro de los límites aceptables de peso, situación que se busca revertir mediante una reestructuración de los procesos mediante el método de rediseño de procesos, que permita mejorar su grado de competitividad.

El presente trabajo de título está organizado en cuatro capítulos principales. Se exponen en primer lugar los antecedentes generales de la investigación, donde se presentan descripciones generales de la empresa y la identificación del problema a ser estudiado junto a sus causas y consecuencias. El segundo capítulo presenta la metodología seleccionada para dar solución a dicho problema la cual será aplicada en el tercer capítulo de donde se obtendrá un set de propuestas de rediseño los que serán presentados como posibles soluciones. En el cuarto capítulo se realiza un análisis a los resultados obtenidos del capítulo 3, aquí finalmente se procederá a escoger una solución final.

Capítulo 1

Antecedentes

1.1 Antecedentes generales de la empresa

Tresmontes Lucchetti S.A es una empresa chilena dedicada al rubro de la alimentación, actividad que desarrolla mediante gran variedad de marcas con las cuales cubre una amplia variedad de productos. Entre los más renombrados cuenta con la producción de bebidas frías y calientes, cereales, pastas y snacks. Posee gran presencia tanto a nivel nacional como internacional, con plantas productivas en la región metropolitana y zona centro del país, además de países como México y Colombia.

1.1.1 Reseña histórica

Tresmontes Lucchetti S.A nace en el año 2004 luego de la fusión de dos empresas, Tresmontes y Lucchetti, ambas presentes por más de 100 años en la industria alimentaria del país, estando ligada a la familia del empresario Pedro Ibáñez Santa María a través de la empresa Córpora S.A. Poseedoras de una gran trayectoria y tradición, dan a Tresmontes Lucchetti S.A un legado de emprendimiento e innovación, acompañado de una estrategia diseñada *“para tender al desarrollo sustentable de sus actividades, con preocupación por todos los impactos que de ellos derivan, y por hacer aportes relevantes a la comunidad”* (TMLUC1, 2016)

En el año 2013, reforzando su presencia internacional, Tresmontes Lucchetti S.A pasa a formar parte del conglomerado empresarial Grupo Nutresa, mayor productor de alimentos en Colombia y de gran relevancia a nivel mundial. Mientras que en Chile satisface las necesidades de una cartera de clientes que incluye pequeños almacenes, distribuidores, mayoristas y grandes supermercados.

“Grupo Nutresa agrupa 6 negocios del sector de alimentos en los segmentos de carnes frías, chocolates, galletas, café, helados y pastas, y es la cuarta compañía más grande de América Latina en términos de capitalización bursátil con un portafolio de más de 70 marcas, con presencia en 12 países y con plantas en 8 de éstos. Sus productos están presentes en 65 países de los cinco continentes”. (TMLUC2, 2016)

La relevancia de la empresa a nivel nacional queda de manifiesto al posicionarse como una de las empresas más reputadas de Chile en la 14ª versión del Ranking de Reputación Corporativa que realiza GFK Adimark –empresa especializada en investigación de mercado y opinión pública- y Hill & Knowlton Strategies. Basado en la percepción de 4.500 consumidores, hombres y mujeres, entre 18 y 60 años, en las 10 principales ciudades de Chile, el estudio evaluó a 70 compañías de distintas industrias. Además, la compañía obtuvo una destacada posición en el Ranking de Responsabilidad y Gobierno de Merco, el cual evalúa a las 100 entidades más responsables y con mejor Gobierno Corporativo, ubicándose en el puesto Nº 31. (TMLUC3, 2016)

Dentro de las marcas trabajadas por Tresmontes Lucchetti S.A se encuentran Zuko, Livean, Gold, Cocoa Raff, Coronado, Monterrey, Natureza, Protal, Raff MiVita, Té Orjas, Tempo y Van Cook.

La empresa cuenta con plantas en las ciudades de Santiago, Casablanca y Valparaíso. Es en esta última donde se encuentra la planta 2 o planta BIF, de bebidas instantáneas frías. Planta que incluye líneas de elaboración de bebidas instantáneas frías, postres y cremas, además de envasado de café y café sabor, modificadores de leche y premix de exportación.

1.1.2 Misión

“Nuestra misión es hacer que tu vida sea cada día mejor con la ayuda de nuestras marcas. Ellas reflejan lo mejor de nuestro trabajo y compromiso con la generación de valor y desarrollo sostenible para nuestros accionistas y la sociedad”. (TMLUC4, 2016)

1.1.3 Visión

“Aspiramos a ser una empresa de excelencia en marcas y productos de consumo masivo en Latinoamérica”. (TMLUC4, 2016)

1.1.4 Estrategia

“Creamos valor con foco en el crecimiento rentable a través de marcas valoradas y diferenciadas que ofrecen productos innovadores de máxima calidad; alta productividad basada en equipos humanos de alto rendimiento y formas de trabajar, procesos y equipos técnicos orientados al mercado. Todo ello, con el propósito de satisfacer a nuestros consumidores y clientes en un enfoque de desarrollo regional en Latinoamérica”. (TMLUC4, 2016)

1.1.5 Distribución de Plantas

La empresa Tresmontes Lucchetti S.A cuenta con las siguientes plantas productivas:

- Planta1: planta de bebidas instantáneas calientes (BIC)
- Planta2: planta de bebidas instantáneas frías (BIF)
- Planta3: planta de té
- Planta4: planta de néctar
- Planta6: planta de snacks
- Planta7: planta de canister
- Planta8: planta de salsas
- Planta12: planta de galletas
- Planta Santiago: planta de pastas

Las plantas 1 y 2 se encuentran en la ciudad de Valparaíso. Las plantas 3, 4, 6, 7, 8, 12 se encuentran ubicadas en la ciudad de Casablanca y finalmente, la planta Santiago se encuentra ubicada en la ciudad de Santiago.

1.2 Descripción de la empresa: planta de bebidas instantáneas frías BIF, Valparaíso

Tresmontes Lucchetti S.A posee nueve plantas distribuidas entre la quinta región y la región metropolitana. El desarrollo de esta memoria de título se enfocará en los procesos de la planta 2, ubicada en la ciudad de Valparaíso, planta que se encarga de la elaboración de bebidas instantáneas frías, que le da el nombre a la planta BIF.

1.2.1 Descripción planta BIF

La planta de bebidas instantáneas frías, corresponde a la planta 2 de Tresmontes Lucchetti S.A, ubicada en la ciudad de Valparaíso. Los principales procesos llevados a cabo en ella corresponden a los de mezclado y envasado de productos. El proceso de mezclado está dirigido únicamente a la elaboración de bebidas instantáneas frías, mientras que en el proceso de envasado se reciben además productos desde la planta BIC, principalmente productos de café, los cuales son envasados de acuerdo al formato correspondiente. Los principales procesos llevados a cabo en la planta se estructuran en un mapa de procesos en la figura 1.

Es importante mencionar la configuración estructural que posee la planta, ya que la conexión entre el proceso de mezclado y envasado se da de manera vertical. Estructuralmente la planta cuenta con cuatro pisos. En los pisos segundo y cuarto se llevan a cabo procesos de mezclado, mientras que en los pisos primero y tercero se llevan a cabo procesos de envasado. De esta manera, el cuarto piso abastece al tercer piso mientras que el segundo piso abastece al primero, lo que otorga a la planta un grado de inflexibilidad para cambios drásticos en sus procesos.

Los tipos de productos que se obtienen de estos procesos se indican a continuación.

Productos planta BIF

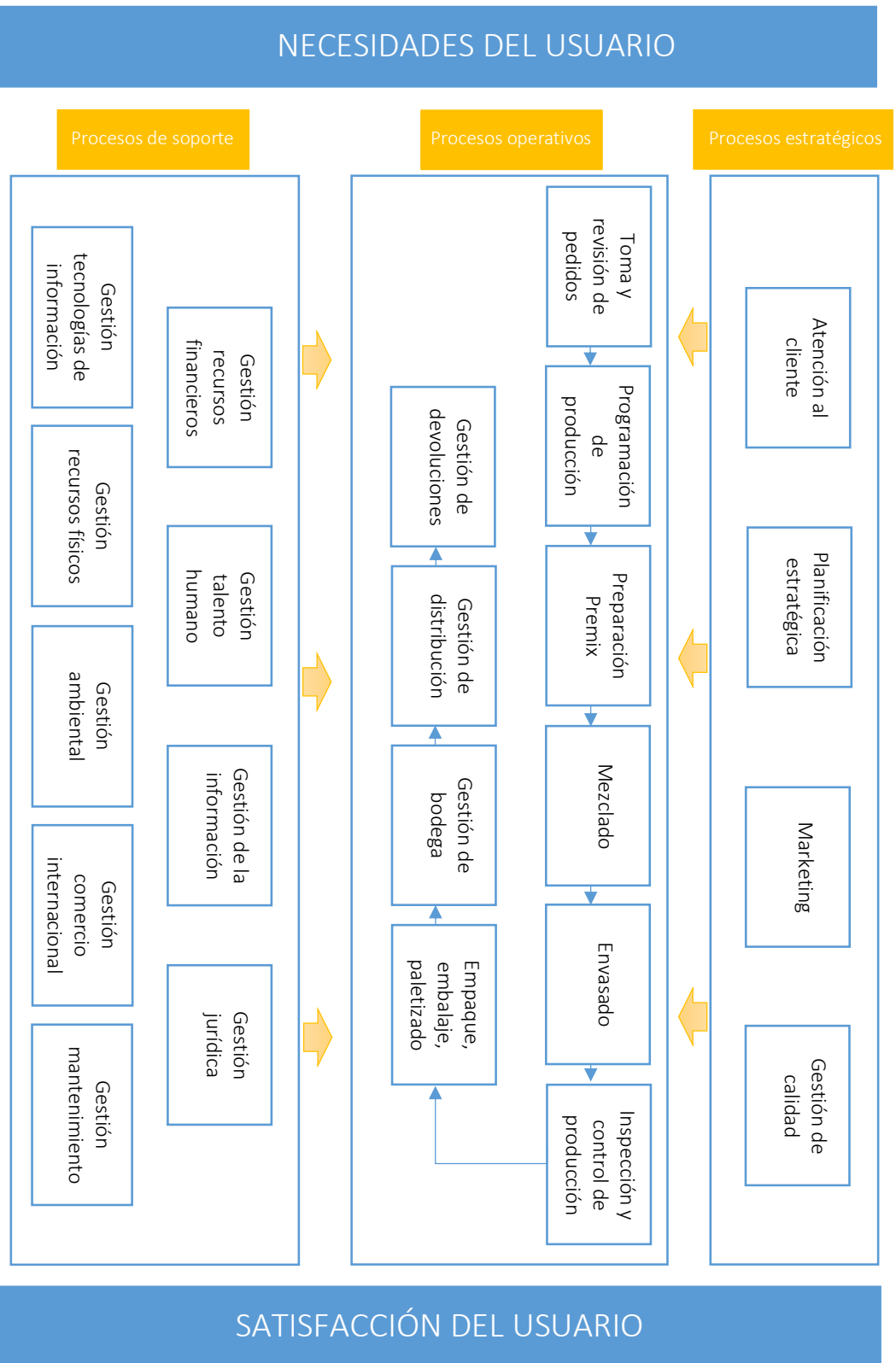
1. Bebidas instantáneas en polvos saborizadas que contienen azúcar y edulcorantes.
2. Bebidas instantáneas en polvo saborizadas que contienen edulcorante.
3. Flanes, gelatinas y cremas instantáneas en polvo para la preparación de postres.
4. Alimentos para deportistas, como bebidas instantáneas en polvo con adición de electrolitos.
5. Mezcla de materias primas en polvo para reconstitución de bebidas instantáneas en polvo.
6. Producción de confitería de azúcar para saborizar leche.

Además, se realiza sólo proceso de envasado para los siguientes productos:

1. Café instantáneo
2. Café descafeinado
3. Sucedáneo de café instantáneo
4. Mezcla de sucedáneo de café instantáneo saborizado con y sin azúcar.

La mezcla de estos proviene de la planta de bebidas instantáneas calientes, planta 1 BIC.

Figura 1. Mapa de procesos planta BIF

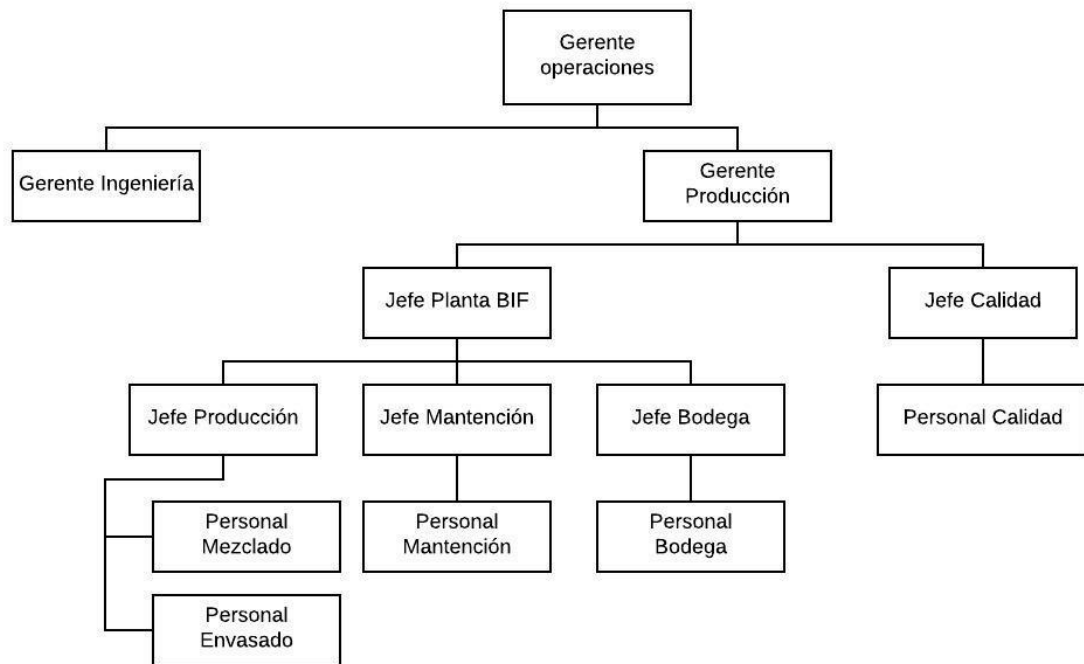


Fuente: elaboración propia

1.2.2 Estructura jerárquica planta BIF

Se presenta a continuación la estructura jerárquica de la planta de bebidas instantáneas frías de la empresa Tresmontes Lucchetti S.A ubicada en la ciudad de Valparaíso.

Figura 2. Estructura jerárquica planta BIF



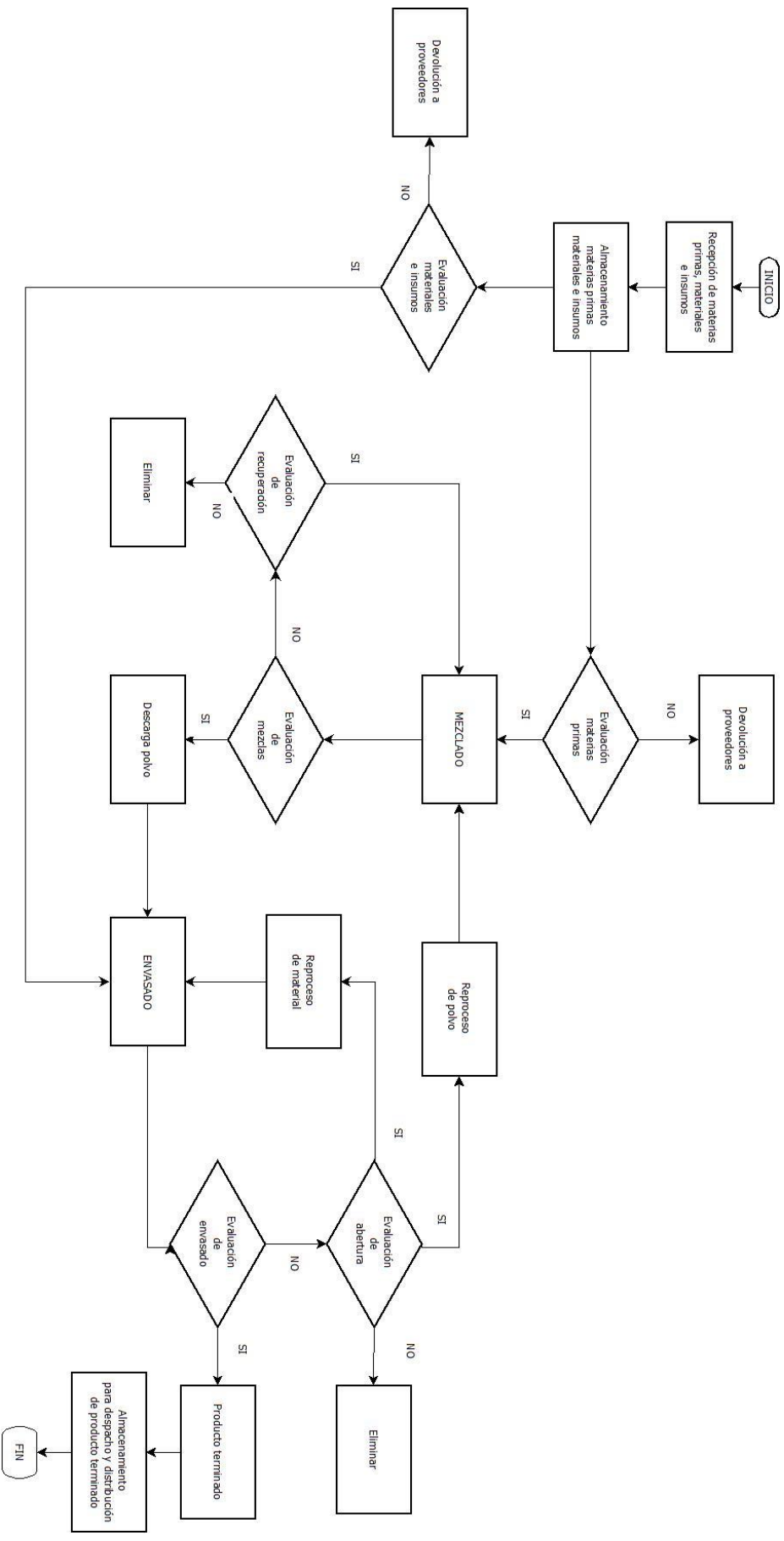
Fuente: elaboración propia

La figura 2 muestra un extracto de la estructura jerárquica de la planta de bebidas instantáneas frías de la empresa Tresmontes Lucchetti S.A, la cual indica específicamente el área de producción. Esta corresponde a una estructura funcional que es encabezada por el Gerente de operaciones, máxima autoridad, dentro de sus funciones se encuentran la gestión y dirección de la planta. Manejando diferentes divisiones, se encuentran en un segundo lugar el Gerente de ingeniería y Gerente de producción, quienes reportan directamente al Gerente de operaciones. A un nivel técnico, se posicionan el jefe de planta junto al jefe de calidad, quienes vinculan la alta dirección con el nivel operativo. Es en este último nivel donde se encuentran las áreas de producción, mantenimiento y bodega, las cuales son dirigidas por el jefe de planta, mientras que el personal de calidad responde ante el jefe de calidad. De esta forma se busca dar cumplimiento a los niveles de producción óptimos para esta planta, velando por el buen funcionamiento y administración de ella.

1.2.1 Descripción procesos de la planta

En la figura 3 se describe la forma en que se llevan a cabo los procesos principales de la planta. Se ha hecho uso de un diagrama de flujos para tales efectos.

Figura 3. Diagrama de flujo: descripción proceso productivo planta BIF



Fuente: elaboración propia

El diagrama de flujos permite representar de manera gráfica los procesos llevados a cabo en la planta, así como las relaciones existentes entre los departamentos. Se describen a continuación los elementos que componen al diagrama de flujo de la figura 3.

1. Recepción materias primas, materiales, insumos: recepción y registro de materias primas, materiales e insumos para control interno de la empresa.

2. Almacenamiento materias primas, materiales, insumos: se verifica, ordena y distribuyen las materias primas, materiales e insumos para las siguientes etapas del proceso. Para ello, deben entrar a un proceso de evaluación, si son rechazados, estos son devueltos a los correspondientes proveedores. Si son aceptados, quedan libres para ser utilizados en la siguiente etapa.

3. Mezclado: etapa donde se combinan diversas materias primas a nivel macro y premix según las especificaciones y requerimientos de los diferentes productos. El producto obtenido en esta etapa es evaluado por el departamento de control de calidad, si es aprobada pasa a la etapa de envasado. Si es rechazado, se realiza una evaluación de recuperación, donde se estudia la posibilidad de reintegrar la mezcla al proceso o eliminarlo.

4. Descarga de polvo a envasado: cuando la mezcla es aprobada, pasa al proceso de envasado, donde la mezcla proveniente de las tolvas es descargada en máquinas envasadoras.

5. Envasado: la mezcla aprobada por el departamento de calidad es envasada en sobres para posteriormente ser dispuestos en display y cajas de acuerdo al formato establecido. El producto envasado es evaluado, si cumple con las especificaciones de producción se dispone como producto terminado. Si es rechazado, entra a una evaluación de abertura. En esta evaluación se estudia la posibilidad de reincorporar el material y/o mezcla al proceso, ya sea al envasado o mezclado. De lo contrario, si son rechazados, son eliminados del proceso.

6. Almacenamiento para despacho y distribución de producto terminado: el producto terminado se notifica y almacena en bodega para ser despachado a los destinos de requerimiento. (Morchio, 2014)

1.3 Selección del proceso productivo

La selección del proceso productivo constituye una decisión estratégica que permite acotar el campo de estudio enfocándose a un cierto tipo de producto, maquinarias y tecnologías a las cuales se puedan orientar las decisiones futuras de acuerdo a las soluciones propuestas.

Para la selección del proceso se ha consultado vía encuesta a los encargados y expertos del departamento de producción acerca de las dificultades que existen en la planta, aquellas que repercutan de manera negativa a su normal funcionamiento. Como resultado de esto, el proceso que ha sido seleccionado corresponde al proceso de envasado, debido a que es en el cual existe mayor número de trabajadores, máquinas en uso y donde más operaciones se llevan a cabo. Es además en este proceso donde se generan mayores costos de producción debido a detenciones de maquinaria, reproceso de producto, generación de productos fuera de la especificación.

1.3.1 Selección del producto

La selección del tipo de producto con el cual se debe trabajar corresponde a una decisión del departamento de producción. La decisión se respalda con la importancia que posee este producto en las actividades que se llevan a cabo en la planta, además es el producto que posee mayor índice de producción, alcanzando el 11,06% de la producción anual (referencia, producción año 2015).

El producto seleccionado corresponde a las bebidas instantáneas frías en polvo saborizadas que contienen edulcorante, al cual se hará referencia en adelante como jugo en polvo sin azúcar.

1.3.2 Selección de máquina envasadora

Para llevar a cabo los procesos de envasado de todos sus productos, la planta cuenta con 28 máquinas envasadoras, de las cuales, 5 se encuentran destinadas al uso exclusivo con jugo en polvo sin azúcar. Estas envasadoras se identifican como: MH12, MH14, MH15, MH16 y MH38.

De manera de poder estudiar el comportamiento de la producción, y comprobar si se cumplen los requerimientos preestablecidos por la empresa, se realizará un estudio de capacidad de producción en una máquina envasadora. Por instrucciones de la empresa, el estudio será realizado en sólo una de las cinco máquinas, ya que su ejecución implica remover un gran volumen de sobres de jugo de la línea de envasado, lo que ocasiona retrasos en la producción.

De forma adicional, la realización de este estudio permitirá comprobar la cantidad y tipo de errores que se generan en el proceso, las que constituyen algunas de las causas del problema a ser estudiado. La selección de esta máquina se realizará bajo 4 criterios, por lo tanto, la máquina que mayor rango de errores presente en base a ellos será seleccionado como modelo para realizar los estudios de capacidad. Cabe señalar que el método de selección de máquina envasadora para los estudios, fue indicado por el departamento de producción.

Los 4 criterios de selección utilizados para la elección de máquina envasadora corresponden a:

Criterios de selección:

- a. Mayor cantidad de reclamos de clientes (análisis de reclamos).
- b. Mayor cantidad de productos fuera de especificación, identificados en los puntos de control del proceso (análisis de ficha control de peso).
- c. Mayor cantidad de tiempos de detención de máquinas por fallas.
- d. Percepción de trabajadores y expertos.

a) Análisis de reclamos

En servicio al consumidor ubicado en la planta BIF, se reciben y registran todos los reclamos a nivel nacional obtenidos vía telefónica, correo electrónico y redes sociales asociados a los productos que se generan en esta planta. Para efectuar el registro de reclamos, el encargado debe completar la ficha de reclamos de consumidores, para tales efectos, el cliente debe proporcionar un código alfanumérico que se encuentra ubicado a un costado del sobre de jugo, este permite identificar la máquina en la cual el producto fue envasado, el operador a cargo, el turno de trabajo además de la fecha de vencimiento.

Se ha analizado el total de reclamos recibidos desde enero de 2012 hasta diciembre de 2015 asociados a jugos en polvo sin azúcar. Se han seleccionado los tipos de reclamo asociados a la adquisición de sobres vacíos y adquisición de sobres con bajo contenido. Ambos tipos de reclamos han sido seleccionados ya que son producto de alteraciones que se asocian directamente al proceso de envasado, actual proceso en estudio.

De acuerdo a los datos otorgados por servicio al consumidor, en la tabla 1 se indica el total de reclamos asociados al producto jugo en polvo sin azúcar, tanto por concepto de adquisición de sobres vacíos y sobres con bajo contenido de producto.

Tabla 1. *Total reclamos asociados a jugo en polvo sin azúcar*

Reclamos por sobres vacíos	Reclamos por sobres con bajo contenido	Total reclamos
419	33	452

Fuente: elaboración propia

Se puede observar de la información contenida en la tabla 1, que se presenta una mayor frecuencia de reclamos en la adquisición de sobres vacíos. Se entiende a su vez que, dadas las características del producto, el cual es de un formato pequeño de 7 gramos, es más fácil para el cliente detectar un sobre vacío que un sobre con bajo peso. Esto explicaría la gran diferencia entre los valores obtenidos para ambos reclamos. Por otro lado, se debe considerar que no todos los clientes que adquieren un producto defectuoso proceden a realizar el reclamo directamente a servicio al consumidor de la empresa, muchos realizan el reclamo directamente a su proveedor (cadenas de supermercados, mayoristas, almacenes, otros.), o simplemente no realizan el reclamo.

A pesar de la incertidumbre que pueda generar el análisis de reclamos, para la empresa es fundamental que esta información sea considerada, ya que para evitar que este tipo de productos fuera de especificación salgan al mercado, el proceso cuenta con 3 puntos de control de producción, por lo

tanto, al recibir tan solo un reclamo queda demostrado que existen fallas importantes en alguno de estos, y el proceso no funciona correctamente.

A continuación, se muestra un detalle del análisis realizado para ambos tipos de reclamos.

I. Análisis de reclamos por concepto de sobres vacíos

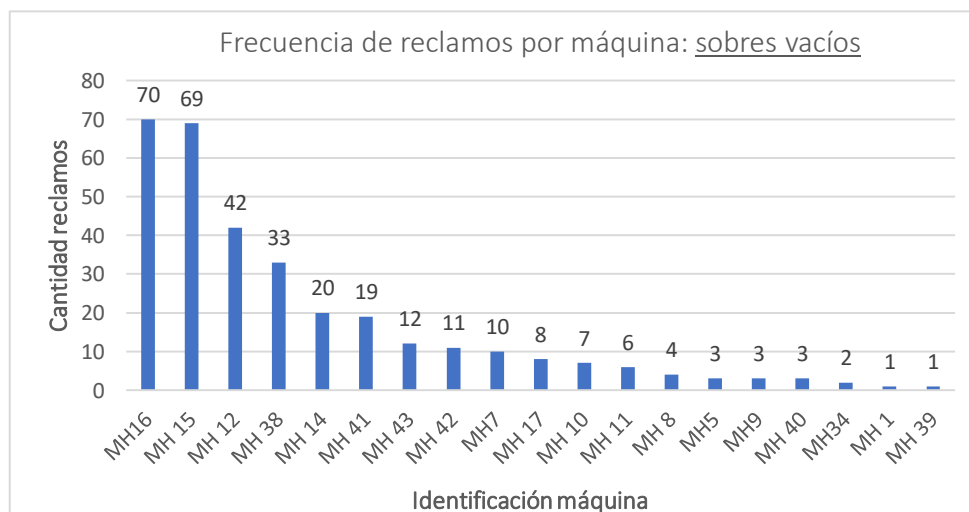
En la tabla 2 y gráfico 1, se indican todas las máquinas de las cuales se ha recibido un reclamo por concepto de sobres vacíos, acompañado de la frecuencia de reclamos.

Tabla 2. Frecuencia reclamos por sobres vacíos por máquina

Máquina	Frecuencia	Máquina	Frecuencia
MH16	70	MH 10	7
MH 15	69	MH 11	6
MH 12	42	MH 8	4
MH 38	33	MH5	3
MH 14	20	MH9	3
MH 41	19	MH 40	3
MH 43	12	MH34	2
MH 42	11	MH 1	1
MH7	10	MH 39	1
MH 17	8		

Fuente: elaboración propia

Gráfico 1. Frecuencia reclamos por sobres vacíos por máquina



Fuente: elaboración propia

La tabla 3 muestra un extracto de la tabla 2, donde se indican las cinco máquinas que poseen mayor frecuencia de reclamos, correspondientes a las máquinas de uso exclusivo para los jugos en polvo sin azúcar.

Tabla 3. *Mayor frecuencia de reclamos por sobres vacíos*

Máquina	Frecuencia
MH 16	70
MH 15	69
MH 12	42
MH 38	133
MH 14	20

Fuente: elaboración propia

Si bien son 5 máquinas las que trabajan principalmente en el proceso de envasado del jugo en polvo sin azúcar, se puede ver en la información precedente que se ha utilizado un número mayor de envasadoras, esto se debe a que en el caso de que alguna de las cinco principales se vea obligada a detener su funcionamiento por un período de tiempo prolongado, se recurre a alguna de las otras 23 máquinas de la planta, esto ya que se prioriza la producción de jugos en polvo sin azúcar.

II. Análisis de reclamos por concepto de sobres con bajo contenido

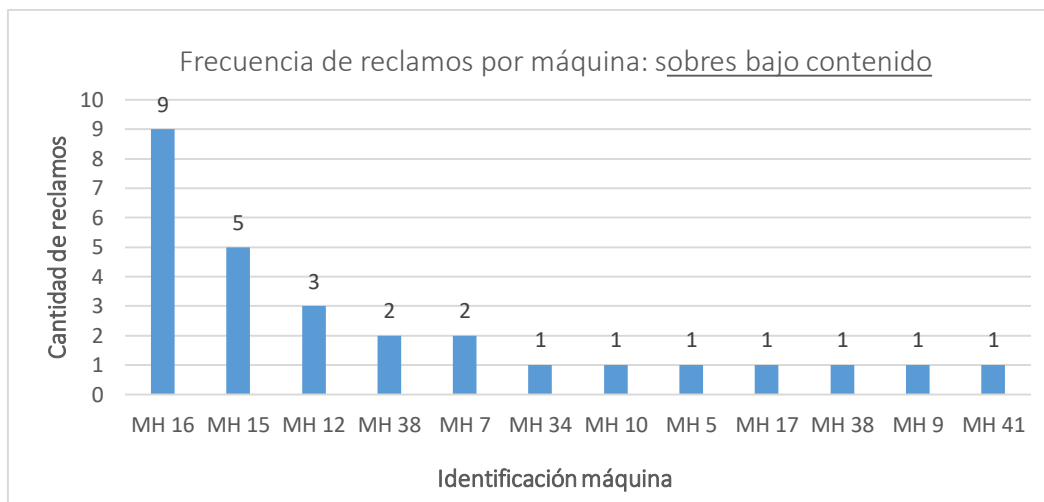
En la tabla 4 y gráfico 2, se indican todas las máquinas de las cuales se ha recibido un reclamo por concepto de sobres con bajo contenido, acompañado de la frecuencia de aparición de reclamos.

Tabla 4. *Reclamos por sobres con bajo contenido*

Máquina	Frecuencia
MH 16	9
MH 15	5
MH 12	3
MH 38	2
MH 7	2
MH 34	1
MH 10	1
MH 5	1
MH 17	1
MH 38	1
MH 9	1
MH 41	1

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Reclamos por sobres con bajo contenido



Fuente: elaboración propia

La tabla 5 muestra un extracto de la tabla 4, donde se indican las cinco máquinas que poseen mayor frecuencia de reclamos.

Tabla 5. Mayor frecuencia de reclamos por sobres con bajo contenido

Máquina	Frecuencia
MH 16	9
MH 15	5
MH 12	3
MH 38	2
MH 7	2

Fuente: elaboración propia

b) Análisis ficha control de peso

La ficha de control de peso corresponde a un registro de productos defectuosos que son identificados en dos puntos de control dentro del proceso de envasado: palpadores y chequeadoras de peso.

La primera categoría en la ficha de control de peso corresponde a los sobres encontrados en depósito. Son sobres que son rechazados por la máquina al momento de ser palpados. El rechazo se produce cuando se identifica un sobre vacío. Sin embargo, cabe mencionar que en depósito se pueden encontrar sobres vacíos, sobres mal cortados/sin cortar, sobres mal sellados/sin sellar, sobres con contenido (sobres que se encuentran sellados y con jugo en polvo en su interior).

Las cuatro categorías restantes corresponden a irregularidades identificadas en el último control, cuando los display pasan por chequeadoras de peso. Aquí se identifica si estos poseen sobres vacíos, sobres bajo peso, sobres de más y sobres de menos en los display.

La tabla 6 muestra el análisis hecho a los datos obtenidos de la ficha de control de peso desde el 16 de junio de 2015 hasta el 8 de enero de 2016.

Tabla 6. Resultado análisis ficha control de peso

Máquina	Depósito (*)	Sobres vacíos (*)	Sobres bajo peso (*)	Sobres de menos en display (*)	Sobres de más en display (*)
MH 1	1.250	72	163	68	56
MH 6	1.290	105	88	54	34
MH 12	6.793	1.078	14.879	1.768	689
MH 14	6.510	1.043	7.517	1.544	564
MH 15	4.569	1.540	3.606	1.721	541
MH 16	7.552	1.371	7.457	2.106	778
MH 18	0	1	3	16	11
MH 28	0	2	7	19	11
MH 38	5.395	1.258	5.033	1.612	646
Máximo	7.552	1.540	14.879	2.106	778
Total	33.359	6.470	38.753	8.908	3.330

Fuente: elaboración propia

(*) Medido en unidades de sobres de jugo

De la tabla 6 se desprende que la mayor cantidad de sobres de jugo rechazados para las 5 categorías se producen en las máquinas MH 16, MH 15 y MH 12.

c) Tiempos de detención de máquinas por fallas mecánicas con asistencia (C/A) o fallas mecánicas sin asistencia (S/A)

Los datos proporcionados por el departamento de producción permiten conocer el número de fallas mecánicas con asistencia y fallas mecánicas sin asistencia que afectaron el normal funcionamiento del proceso de envasado. Junto con esto, se indica el tiempo durante el cual las máquinas se encontraban detenidas para que mecánicos y/u operadores pudiesen aplicar las medidas correctivas necesarias. Los datos corresponden a detenciones ocurridas durante cinco turnos, en las jornadas de trabajo AM, en días consecutivos de trabajo.

Se determina como falla mecánica con asistencia (C/A) a todo problema que presenta la maquinaria a la cual el operador no pueda dar solución por sus propios medios debiendo acudir al departamento de mantenimiento para resolverlos. Mientras que las fallas mecánicas sin asistencia (S/A) del proceso corresponden a dificultades de pequeña magnitud que pueden ser solucionadas sin problema por el operador de máquina.

La presentación de los datos de detención se presenta en las tablas 7, 8, 9, 10 y 11.

Tabla 7. *Tiempos de detención máquina MH12*

Máquina	Turno	Número de fallas mecánicas	Tiempo de detención por falla mecánica (C/A) (horas)	Número de fallas del proceso	Tiempo de detención por falla mecánica (S/A) (horas)
MH 12	A	0	0	4	0,98
	B	3	1	3	0,35
	C	2	0,33	0	0
	D	1	0,5	3	0,33
	E	1	0,75	5	0,75
Total MH12		7	2,58	15	2,41

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. *Tiempos de detención máquina MH 14*

Máquina	Turno	Número de fallas mecánicas	Tiempo de detención por falla mecánica (C/A) (horas)	Número de fallas del proceso	Tiempo de detención por falla mecánica (S/A) (horas)
MH 14	A	1	0,5	3	0,25
	B	1	0,42	2	0,17
	C	0	0	2	0,25
	D	0	0	2	0,42
	E	1	1	2	0,67
Total MH14		3	1,92	11	1,76

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. *Tiempos de detención máquina MH 15*

Máquina	Turno	Número de fallas mecánicas	Tiempo de detención por falla mecánica (C/A) (horas)	Número de fallas del proceso	Tiempo de detención por falla mecánica (S/A) (horas)
MH 15	A	0	0	3	0,42
	B	1	0,58	3	0,7
	C	0	0	2	0,33
	D	2	0,58	0	0
	E	1	0,17	2	0,67
Total MH15		4	1,33	10	2,12

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. *Tiempos de detención máquina MH16*

Máquina	Turno	Número de fallas mecánicas	Tiempo de detención por falla mecánica (C/A) (horas)	Número de fallas del proceso	Tiempo de detención por falla mecánica (S/A) (horas)
MH 16	A	2	0,5	5	0,75
	B	2	1,13	5	2,63
	C	3	0,37	6	0,92
	D	2	0,83	2	0,33
	E	1	0,92	1	0,5
Total MH16		10	3,75	19	5,13

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. *Tiempos de detención máquina MH38*

Máquina	Turno	Número de fallas mecánicas	Tiempo de detención por falla mecánica (C/A) (horas)	Número de fallas mecánicas (S/A)	Tiempo de detención por falla mecánica (S/A) (horas)
MH 38	A	0	0	3	0,47
	B	1	0,25	5	1,58
	C	0	0	3	0,33
	D	2	0,17	0	0
	E	1	0,42	3	0,5
Total MH38		4	0,84	14	2,88

Fuente: elaboración propia

La tabla 12 muestra un resumen de las tablas precedentes, donde se señala a la máquina MH16 como la envasadora que posee un mayor número de detenciones y tiempo para las mantenciones reactivas.

Tabla 12. *Resumen fallas mecánicas y fallas del proceso para la muestra en estudio*

Máquina	Número de fallas mecánicas	Tiempo de detención por falla mecánica[1] (C/A) (horas)	Número de fallas del proceso	Tiempo de detención por falla mecánica (S/A) (horas)	Total horas de detención[2]
Total MH16	10	3,75	19	5,13	8,88
Total MH38	4	0,84	14	2,88	3,72
Total MH15	4	1,33	10	2,12	3,45
Total MH14	3	1,92	11	1,76	3,68
Total MH12	7	2,58	15	2,41	4,99
Total de la muestra[3]	28	10,42	69	14,3	-

Fuente: elaboración propia

^[1] Es necesario señalar que el tiempo de detención por falla mecánica (C/A) está compuesto por el tiempo que tarda el operador en intentar reparar la falla y el tiempo que toma el departamento de mantención en acudir al llamado y realizar la reparación.

^[2] Corresponde a la sumatoria entre el tiempo de detención por falla mecánica (C/A) y al tiempo de detención por falla mecánica (S/A). Este dato se interpreta como la cantidad de horas que la máquina indicada se encontraba inactiva.

^[3] Para el caso de tiempos de detención, corresponde al total de horas en que la línea de envasado para el jugo en polvo sin azúcar se encontraba inactiva.

d) Percepción de trabajadores y expertos

Se ha aplicado una encuesta a cuatro operadores de maquinaria, dos mecánicos y dos jefes de línea, respecto de su percepción ante el trabajo con las máquinas envasadoras de la planta. Todos con diferentes años de experiencia en manipulación y operación de éstas.

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos de la encuesta realizada a trabajadores y expertos del departamento de envasado.

Tabla 13. *Resultados encuesta de percepción de trabajadores y expertos*

	MH16	MH38	MH15	MH14	MH12
Mayor cantidad de fallas mecánicas	X	-	-	-	-
Necesidad de mayor atención por parte de operadores	X	-	-	-	-
Mayor tiempo de detención de producción	X	-	-	-	-
Mayor índice de ocupación	X	-	-	-	-
Generación de mayores costos	X	-	-	-	-
Generación de mayor cantidad de productos con fallas	X	-	-	-	-
Mayor cantidad de pérdidas de insumos	X	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Se desprende de la tabla 13 que, en su totalidad, la máquina que presenta mayores problemas para su operación, desde la perspectiva de trabajadores y expertos, es la máquina MH 16.

Decisión de selección

En base a los criterios de selección, se concluye que la máquina seleccionada para realizar los estudios de capacidad de producción corresponde a la envasadora MH16. Como bien se mencionaba, esta máquina será utilizada para la realización de estudios de capacidad, que permitan medir el desempeño de esta envasadora, sirviendo de modelo y referencia para la producción obtenida de las otras envasadoras.

Los desarrollos de estos estudios pueden ser consultados en el anexo A.

1.4 Descripción del proceso seleccionado

Se describen a continuación los componentes del proceso seleccionado como elementos de estudio que permitan establecer las directrices y limitaciones de la memoria de título.

1.4.1 Descripción de producto

El producto corresponde a una bebida instantánea en polvo saborizada que contiene edulcorante, o también conocido como jugo en polvo sin azúcar. Este jugo es el más producido en la planta BIF de la empresa Tresmontes Lucchetti S.A. Consiste en una bebida instantánea que nace en el país hace 10 años, siendo comercializada además en países de Centro América, Caribe y Sudamérica, en diversos formatos y sabores. La importancia de este producto para la planta y para la empresa radica en el éxito que posee este tipo de productos en el mercado al ofrecer una bebida refrescante libre de calorías.

Corresponde a un producto que se presenta en formatos de 7 y 8 gr, en sobres de doble laminación, de dimensiones de 11x7 cm.

1.4.2 Descripción del proceso de envasado para el producto seleccionado

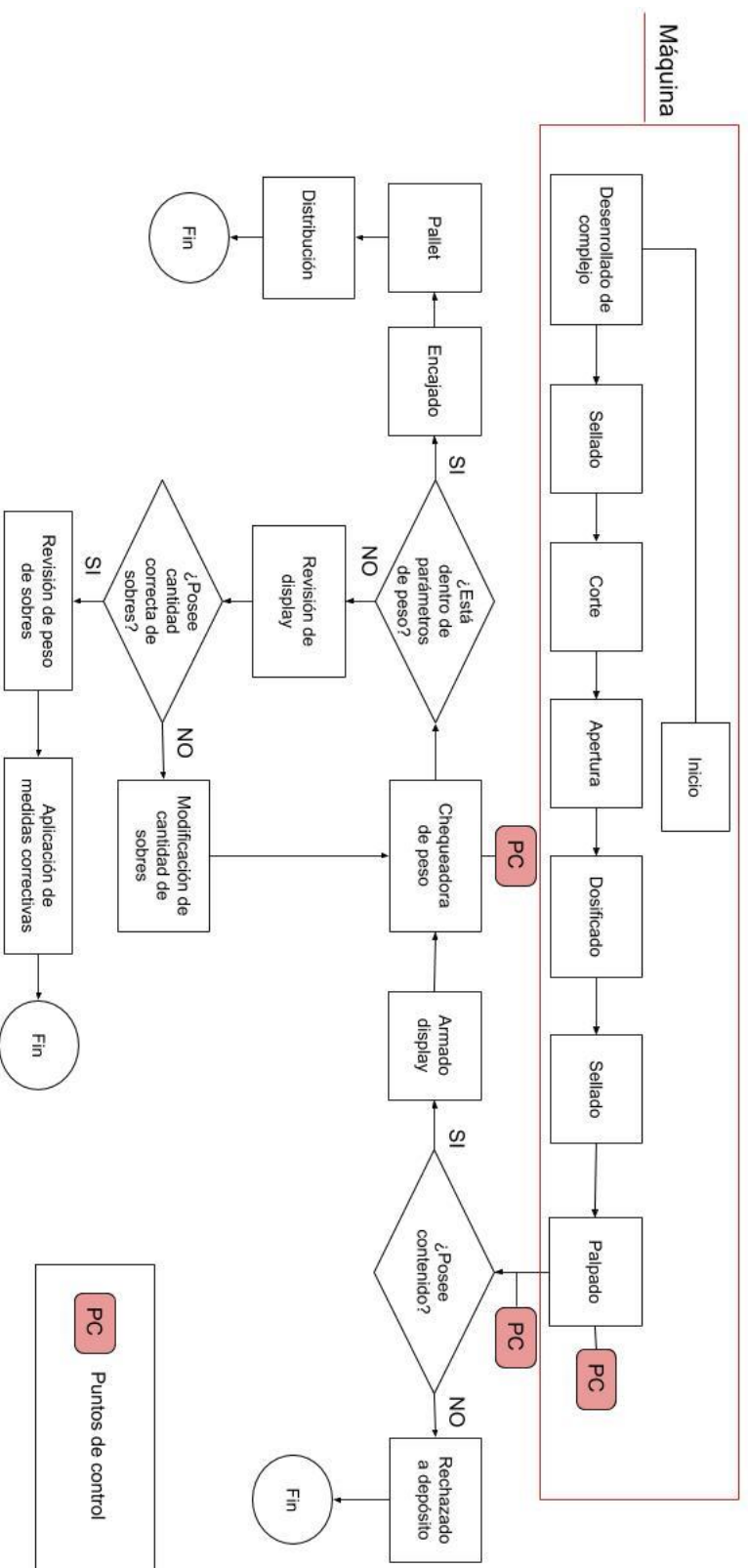
Luego de finalizado el proceso de mezclado, que da como resultado una mezcla homogénea de polvo aprobada por el departamento de calidad, se procede a depositarlo en tolvas para ser enviado al proceso de envasado, es en este punto donde se dosifica el polvo en sobres para posteriormente ser dispuestos en display y cajas de acuerdo al formato establecido.

Si los sobres no cumplen las especificaciones de calidad exigidos por la empresa, referentes al formato (tamaño, forma, contenido adecuado), ingresan a una evaluación de abertura de sobres. La evaluación de abertura es realizada por el operador de máquina, donde se analiza si el producto fuera especificación puede ser reincorporado al proceso o debe ser eliminado. Un producto puede ser eliminado del proceso si se ve comprometida la calidad del polvo de jugo, de lo contrario si las fallas corresponden al peso o irregularidades del envase, este puede ser reintegrado al proceso de dos formas, abriendo el sobre e incorporando el jugo en un depósito destinado a ello (que posteriormente es enviado al proceso de mezclado) y, además, reutilizando el display en la línea.

La figura 4 muestra el proceso de envasado, donde se detallan las operaciones que realiza la máquina envasadora indicando sus puntos de control de producción, además de las operaciones realizadas por operarios hasta conseguir el producto final.

Esquema proceso de envasado, incluyendo puntos de control y máquina de envasado

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de envasado



Fuente: elaboración propia

1.4.3 Descripción de máquina envasadora

Identificación de máquina en base al manual de capacitación para operadores de máquinas horizontales Bossar del departamento de mantención de Tresmontes Lucchetti S.A.

La máquina envasadora horizontal marca Bossar, es una máquina que permite envasar distintos productos en polvo en un formato de sobres de 4 cuatro lados, los cuales se crean mediante el uso de un film flexible sellable mediante calor llamado complejo. El modelo de envasadora existente en la planta 2, es B2500/D, el cual permite generar un máximo de 80 sobres por minuto para el formato en estudio.

La envasadora realiza los procesos de armado de sobres, dosificado y verificación de contenido. Los componentes de la envasadora que se explican a continuación, corresponden a los elementos más relevantes que están relacionados a este estudio.

1. Complejo: corresponde al film flexible que se ocupa para la elaboración de sobres.
2. Arrastre primario: corresponde al traslado de complejo a través de la envasadora, desde la bobina hasta el armado de sobres (sellado vertical). Esta acción es realizada mediante un juego de rodillos que ejercen presión entre sí para el traslado del papel.
3. Arrastre secundario: corresponde al segundo traslado dentro de la envasadora, el cual transporta los sobres ya cortados, desde el dosificado hasta la verificación por palpadores. Este arrastre se lleva a cabo mediante pinzas de sujeción encontradas en un carro móvil y un carro fijo. El carro móvil permite trasladar los sobres a través de los procesos dentro de la envasadora, mientras que el carro fijo los mantiene asegurados durante los mismos.
4. Selladores (horizontales y verticales): las máquinas envasadoras cuentan con cuatro selladores, los cuales están compuestos por dos placas termoselladoras cada una, que al ejercer presión una sobre la otra, y gracias a su elevada temperatura, permiten cerrar los sobres. Además, los selladores verticales interiores contienen los fecheros, los cuales marcan un código alfanumérico que permite identificar la máquina en la cual el producto fue envasado, el código del operador a cargo, el turno de trabajo y de la fecha de vencimiento.
5. Fococelda: corresponde a una resistencia cuyo valor se altera ante las variaciones de la luz, esto se debe a que está compuesto por material sensible a ella, de manera tal, que cuando la luz incide sobre su superficie, el material sufre una reacción alterando su resistencia eléctrica. Es utilizado en la máquina para determinar que los sobres se encuentran alineados. Cada sobre cuenta con una marca de color blanco sobre la cual la fococelda reconoce que el sobre se encuentra perfectamente alineado, cuando la fococelda marca en un punto lejos de ella (de un color diferente) la máquina alerta al operador para poder realizar las correcciones pertinentes y evitar fallas de producción.
6. Tijeras: consiste en dos hojas metálicas con filo por uno de sus lados, las cuales son usadas para cortar los sobres.
7. Ventosas: pieza cóncava de material elástico que se adhiere a la superficie del sobre mediante presión. Estas se encuentran adheridas a mangueras de aire que, mediante succión, abren el sobre dando paso al dosificado.
8. Soplador: mangueras de material elástico que utilizando aire comprimido permite abrir el sobre.

El trabajo en conjunto de ventosas y sopladores conforman el proceso de apertura de sobres.

9. Dosificado: proceso en el cual se gradúa la cantidad de polvo que debe contener un sobre de jugo. En este proceso se ven involucrados las tolvas que contiene gran cantidad del polvo proveniente del proceso de mezclado, este es distribuido a cada sobre gracias a la acción de los tornillos sin fin.
10. Vaina: boquilla que permite dosificar el sobre.
11. Palpadores: pinzas que permiten verificar que el sobre contenga polvo.

1.4.4 Descripción de la mano de obra actual

Para el proceso de envasado, el departamento de producción cuenta actualmente con dos encargados, el jefe de planta y el jefe de procesos. Igualmente cuentan con un capataz de producción, operadores de máquina y operarios cumpliendo diferentes funciones:

a) Capataz

Tiene a su cargo a operarios y operadores. Junto con el jefe de planta y jefe de procesos administran las actividades de envasado de los diferentes productos. (Morchio, 2014)

b) Operador de máquina

Responsable de cumplir con el procedimiento de operación de envasado, de rechazo y de limpieza de equipos y accesorios. Asigna tareas a su grupo de trabajo y vela que este cumpla con los procedimientos de la empresa. Mantiene operativa y limpia la máquina cumpliendo con las pautas de producción. (Morchio, 2014)

c) Operario:

Cumpliendo funciones de:

- i. Contador: encargado de tomar y contar los sobres de jugo, colocarlos en display dependiendo del formato. Está encargado de avisar al operador de máquina de algún fallo que se detecte en los sobres de jugo.
- ii. Encajador: encargado de colocar los display en cajas, dependiendo de formato establecido.
- iii. Paletizador: encargado de formar los pallets una vez que están los productos en cajas.
- iv. Varios: encargado de reemplazar temporalmente a operarios en puesto de contador, encajador y paletizador. (Morchio, 2014)

El departamento de producción trabaja de manera conjunta con el departamento de mantención, el cual es dirigido por el encargado de mantención. Este departamento tiene a disposición mano de obra en los puestos de mecánicos, que corresponde al personal competente que se ocupa de la construcción, montaje y mantenimiento de los equipos industriales y maquinaria.

1.4.5 Descripción actual del sistema de mantenimiento

Las tareas de regulación y ajustes simples son realizadas de manera conjunta entre el departamento de producción y mantenimiento. Los operadores de máquina son los encargados de realizar los ajustes leves que permitan mantener un funcionamiento estable de la máquina, a su vez, deben registrar de forma manual todas las detenciones que esta presenta y asociarlos a una razón o causa, las cuales se encuentran estandarizadas para todas las máquinas. Si el operador se ve sobrepasado de sus capacidades para realizar la mantención y requiere de asistencia, entonces acude a los mecánicos. Los tipos de mantenimientos realizados son:

a) Mantenimiento planificado preventivo:

Es el que se realiza de manera anticipada con la finalidad de prevenir la ocurrencia de fallas en las máquinas. Dentro de sus tareas se encuentran ajustes varios como cambio de piezas, limpieza, lubricación, calibración, reparación, otros (Significados, 2016). El mantenimiento preventivo debiese efectuarse de manera periódica, pero actualmente sólo se cumplen las $\frac{3}{4}$ partes del calendario de mantenciones preventivas para la línea de envasado. Este se prepara de manera anual para las mantenciones de gran envergadura que necesiten una detención de las funciones de la máquina por un período de tiempo mayor al turno de trabajo. Mientras que las mantenciones planificadas preventivas menores, son realizadas antes de iniciar un turno de trabajo, puesta en marcha de la máquina o en cambios de formato de producto.

b) Mantenimiento reactivo

Es el tipo de mantenimiento más utilizado en la planta, este consiste en corregir o reparar los defectos de las máquinas en cuanto se presentan (Significados, 2016). Se realiza principalmente cuando la máquina genera productos fuera especificación o presenta detenciones imprevistas.

c) Mantenimiento predictivo

Este consiste en predecir las futuras fallas de las máquinas mediante la detección de señales tales como ruidos, vibraciones, temperaturas anormales, otros. El mantenimiento predictivo ayuda a prevenir la realización de mantenimientos reactivos. (Significados, 2016)

En la práctica habitual como se mencionaba anteriormente, las reparaciones pueden ser realizadas por operadores de máquina o por técnicos especializados del departamento de mantención, todo dependerá del grado de dificultad que representan las averías.

1.4.6 Descripción de puntos de control de producción

Los puntos de control corresponden a aquellos mecanismos presentes en tres partes del proceso de envasado que permiten detectar productos fuera de especificación de manera de poder realizar un oportuno retiro de estos desde la línea. Al no hacerlo, permite que los productos lleguen al consumidor final.

El primer mecanismo de control corresponde a aquel realizado por la máquina envasadora a través de los palpadores, los cuales distinguen si el sobre se encuentra con escasez de contenido, lo que permite sacar el producto de la línea.

El segundo punto lo constituyen los operarios, quienes de manera visual pueden percatarse de irregularidades en los productos al momento de manipularlos para formar los display. De manera conjunta, el operador realiza tareas de inspección al tener que revisar constantemente la producción de manera de poder corroborar que las especificaciones de formato y peso se cumplan.

Un tercer punto de control son las chequeadoras de peso, que pesan los display en el final de la línea de envasado verificando que estos se encuentren dentro de los límites correspondientes.

1.5 Planteamiento del problema

La planta BIF de Tresmontes Lucchetti S.A dedica principalmente sus actividades económicas al mezclado y envasado de bebidas frías de fantasía.

Dentro de los productos que fabrica, se encuentran las bebidas instantáneas en polvo saborizadas que contienen edulcorante, también conocidas como jugo en polvo sin azúcar. Este producto corresponde al que mayor índice de producción posee en la planta, índice que alcanza los 11,06% anuales, por lo que posee una importancia económica superior a los otros productos que se fabrican en esta misma debido a la cantidad de ingresos percibidos por sus ventas. Constituye un producto de gran importancia en el mercado, y su comercialización se extiende tanto en un plano nacional como internacional.

Al ser el producto que mayor importancia económica posee, las fallas o ineficiencias que puedan ocurrir en su producción repercuten de manera significativa a las actividades económicas de la planta.

Toda empresa desea contar con procesos productivos eficientes con mínimos márgenes de error, que les permitan a las plantas poder generar mayores ingresos incurriendo en bajos costos. Para el caso de este producto, los dos procesos principales que se aplican en él son el de mezclado de materias primas y envasado del mismo.

Para el proceso de envasado actualmente se trabaja con cinco máquinas envasadoras horizontales Bossar que presentan fallas similares entre ellas y de forma recurrente, lo que obliga a su detención no programada, disminuyendo la producción de los turnos y generando productos fuera de especificación.

Dependiendo de la falla que posea la máquina, se han registrado detenciones de hasta un 45% del tiempo de producción de un turno compuesto de 7 horas aproximadamente por máquina. Estas fallas de maquinaria muchas veces no pueden ser solucionadas por sus operadores debido a la poca experiencia y conocimientos en materia de mantención, lo que los obliga a acudir a los mecánicos del departamento de mantención, quienes muchas veces no dan abasto a causa de las recurrentes mantenciones reactivas, aumentando aún más los tiempos de detención.

Los parámetros de producción de un producto en el proceso de envasado se componen de dos partes, primero que se cumpla con especificaciones de formato (cortes regulares, imagen del envase centrado, que no posea manchas, marcas o arrugas, que posea identificación y fecha de vencimiento) y segundo, especificaciones del contenido de los sobres, los cuales no pueden escaparse de los límites aceptables de peso que corresponden a un +/- 0,2 gramos del peso indicado en ellos.

En este proceso de envasado, se ha registrado la generación de productos fuera de especificación, que se traducen en la generación promedio de un 5,3% de sobres vacíos, 8,4% de sobres bajo peso y 12,43% de sobres con sobrepeso de contenido por turno en cada máquina.

Estos productos que se encuentran fuera de especificación pueden ser detectados en diversos puntos de control dentro del proceso. El primer control corresponde a aquel realizado por la máquina mediante los palpadores, los cuales distinguen si el sobre se encuentra con escasez de contenido, lo que permite sacar el producto de la línea. El segundo punto de control lo constituyen los operarios, quienes de manera visual pueden percatarse de problemas en los productos al

manipularlos y formar los display, así como también el trabajo del operador quien debe revisar constantemente la producción de manera de poder corroborar que las especificaciones de formato y peso se cumplan. Y un tercer punto de control son las chequeadoras de peso, que pesan los display al final de la línea de envasado verificando que estos se encuentren dentro de los límites correspondientes.

Cuando los productos defectuosos no son detectados en ninguno de estos puntos de control, estos salen al mercado llegando al consumidor final, cuya disconformidad queda demostrada mediante la recepción de 419 reclamos por concepto de sobres vacíos y 33 reclamos por concepto de sobres con bajo contenido en un período de 47 meses, lo cual repercute de manera negativa en la imagen de la empresa y un descontento de los clientes, a quienes se les debe reponer el producto.

La oportuna detección de estos productos fuera de especificación, obliga dentro de las actividades del turno a tener que reprocesarlos, lo que implica una pérdida de insumos, materias primas, materiales y tiempo.

Las fallas anteriormente señaladas constituyen un incremento en los costos del proceso productivo, los cuales se traducen en MM\$30 al año por exceso de contenido en los sobres, MM\$55 al año por pérdidas de polvo que no es dosificado y cae en bandejas para ser eliminado. MM\$15 al año en costos asociados a retiro de productos defectuosos y reposición de los mismos, MM\$20 al año en costos al no producir por detención de máquinas, MM\$10 al año por pérdida de insumos. Total, de costos de MM\$130 al año, correspondiente al 21% de los costos de línea para este producto. Todo lo anterior sugiere que existe una ineficiencia del proceso productivo que conduce a elevados costos de producción. Por lo cual es necesario considerar factores estratégicos que permitan una reducción de estas irregularidades que hacen que los costos del proceso aumenten. Para lo cual se propone un rediseño del proceso de envasado que permita incrementar su eficiencia, y con esto la satisfacción del cliente.

“El problema identificado corresponde a una ineficiencia del proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar que conduce a un aumento de los costos de producción.”

* Se considera una producción ineficiente la que no se encuentra dentro de los límites aceptables de peso que corresponden a un +/- 0,2 gramos del peso indicado en el envase.

* Los costos de producción aumentan en un 21%. Según lo indicado por la empresa, estos no deben superar el 5%.

1.5.1 Causas y consecuencias del problema

Se indican a continuación las causas y consecuencias asociadas al problema en estudio.

a) Causas del problema

Los ejes que se ven involucrados del proceso de envasado se han categorizado en 3 grupos. En primer lugar, la maquinaria, que corresponde a envasadora horizontal Bossar y chequeadora de peso. Luego, la mano de obra quienes realizan directamente trabajo con la manipulación del producto y maquinaria (operadores, operarios, mecánicos). Y finalmente los puntos de control, en los cuales el objetivo es la oportuna detección y eliminación de productos fuera de especificación.

Para la determinación de causas, se ha consultado vía encuesta a los trabajadores del departamento de envasado, en los puestos de operador de máquina, operario y mecánico.

I. Maquinaria:

- Mantenimiento reactivo y no preventivo: de acuerdo al jefe del departamento de mantenimiento, el calendario de mantenimientos preventivos se cumple en $\frac{3}{4}$ partes del año. En base a la encuesta aplicada a mecánicos, se ha obtenido la siguiente información:

Tabla 14. Resultado encuesta mecánicos

Sección 1		
Pregunta (b)	Riesgo 1	67%

Fuente: elaboración propia

Pregunta asociada a la mantención preventiva de las máquinas envasadoras indica un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implica un efecto negativo, donde se reconoce que poseen mayor relevancia las mantenciones reactivas.

- Soluciones y ajustes inadecuados de operadores: en muchas oportunidades, los operadores para no detener la máquina y solicitar ayuda a mecánicos aplican soluciones artesanales, como el uso de cinta adhesiva, amarras, cartones. Esto fue consultados a los operadores, ante lo cual se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 15. Resultado encuesta operadores

Sección 1		
Pregunta (f)	Riesgo 1	100%

Fuente: elaboración propia

Lo que indica la prevalencia de un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado.

- Mal funcionamiento de piezas críticas:

Es necesario establecer que las piezas denominadas como piezas críticas corresponden a aquellas con mayor frecuencia de falla y que inciden directamente en la producción no conforme del proceso de envasado y/o detenciones no programadas de la máquina envasadora. Las piezas críticas son: tijeras, ventosas, sopladores, vainas, palpadores, rodillos en arrastre primario y pinzas en arrastre secundario.

Para el caso de vainas, las boquillas que conectan con el sobre son de tamaños diferentes entre sí para una misma máquina, poseen diferentes dimensiones. Cuando se efectúa el llenado de sobres, hay máquinas donde la vaina entra al sobre y deposita el polvo como se ve en la figura 5 (a) y algunas donde libera el polvo estando por sobre la abertura del sobre como se indica en la figura 5(b) para ambos casos ocurre una pérdida de polvo. En el primer caso la vaina al ingresar al sobre muchas veces choca con las paredes de éste que no abre de manera ideal. Considérese una abertura ideal como la figura 6 (a). La abertura del sobre se produce mediante la acción conjunta de sopladores y ventosas, su mal funcionamiento conlleva a una abertura parcial del sobre como se indica en la figura 6 (b), o bien no se logra la abertura.

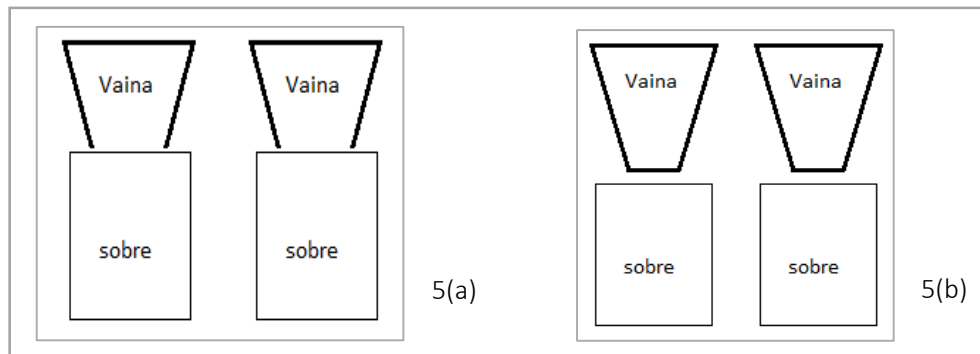


Figura 5. Posición de vainas en los sobres. Ingreso de vaina al sobre (izquierda). Sin ingreso de vaina al sobre (Derecha)

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, cuando la vaina ingresa al sobre, o libera el polvo por encima del sobre, y la abertura es ideal, de manera visual, no se aprecia gran pérdida de polvo. Por el contrario, para ambas posiciones de las vainas, y el sobre teniendo una abertura atípica, la vaina choca con el sobre y se pierde polvo, lo que se aprecia de manera visual. Esta diferencia conlleva a una variación en los pesos de los sobres en una misma máquina, aquellos provenientes del sinfín 1 y sinfín 2. Dependiendo de la forma adopta la abertura atípica del sobre, podría generar un sobre vacío.

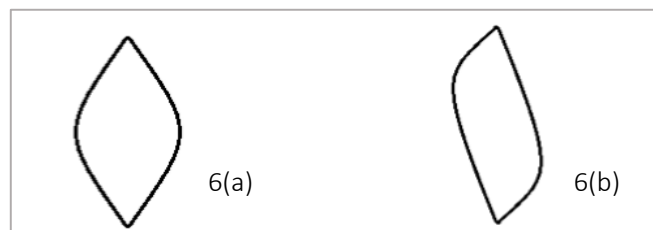


Figura 6. Abertura ideal de sobres (izquierda) y abertura atípica de sobres (derecha)

Fuente: elaboración propia

Esto se evidencia con la cantidad de polvo que se pierde y cae fuera de los sobres, el cual en una hora de funcionamiento alcanza en promedio 400 gr de polvo, lo cual genera productos con variación de gramaje.

La diferencia entre las vainas genera diferencias de pesos en los sobres provenientes del sinfín 1 y sinfín 2, obteniendo una diferencia aproximada de 0,5 gr entre ellos. (Consultar Anexo A), generando productos fuera de especificación.

Mediante ensayo de capacidad, en una hora de trabajo se pudo constatar la producción de un 5,72% y 2,063% de sobres fuera especificación (valores diferenciados para sinfín 1 y sinfín 2). Consultar Anexo A.

Para el caso de tijeras, éstas pierden filo con rapidez y no se les aplica un mantenimiento regular, por lo tanto, generan sobres con cortes irregulares, lo que obliga la detención no programada de la envasadora además de un reproceso de sobres.

Los palpadores corresponden a pinzas que se ubican en la máquina envasadora al final del envasado, estos poseen la función de detectar si un sobre posee o no contenido en él, para ello las pinzas palpan la parte baja del sobre donde en teoría debiese encontrarse el polvo de jugo. Entonces, cuando los brazos de la pinza toman contacto entre ellos consideran que el sobre no posee contenido y el sobre es rechazado y es eliminado al depósito. De lo contrario, si los brazos no toman contacto entre ellos, consideran que el sobre posee contenido (ya que el polvo se interpone entre el contacto de los brazos de la pinza) por lo tanto es aceptado y pasa a la cinta transportadora para ser dispuesto en los display.

Los arrastres primario y secundario corresponden a los traslados del complejo y sobres dentro de la máquina envasadora, permitiéndoles pasar por las etapas de corte, dosificado, sellado y palpado. El desgaste de éstos genera una descoordinación en su paso por estas etapas y con ello la generación de una producción no conforme y detenciones no programadas de la máquina para su corrección.

- Altos tiempos de detención:

En base a estudio de 5 turnos: el número de fallas mecánicas que requieren asistencia mecánica corresponde a 10 fallas diversas lo que causa una detención de 225 minutos (pérdida de 9,38% del tiempo de producción).

El número de fallas del proceso que no requieren asistencia mecánica corresponde a 19 fallas diversas causando detención de 308 minutos (pérdida de 12,83% del tiempo de producción).

II. Mano de obra

Es uno de los factores más importantes, ya que es la mano de obra (operadores, operarios y mecánicos) quien manipula el producto y verifica que el proceso de envasado, funcione como un sistema integrado entre personas y máquinas.

- Falta de experiencia de operarios: según encuesta a operarios sección 1, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a experiencia en el puesto de trabajo corresponden a:

Tabla 16. Resultados encuesta

Sección 1		
Pregunta (a)	Riesgo 1	76%
Pregunta (b)	Riesgo 1	75%
Pregunta (f)	Riesgo 1	49%

Fuente: elaboración propia

Lo que indica la prevalencia de un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado.

- Falta de actitud positiva en el trabajo – operarios: según encuesta a operarios sección 1 y sección 2, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a actitud positiva en el puesto de trabajo corresponden a:

Tabla 17. Resultados encuesta

Sección 1		
Pregunta (g)	Riesgo 1	63%

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Resultados encuesta

Sección 2		
Pregunta (a)	Riesgo 1	61%
Pregunta (b)	Riesgo 1	57%
Pregunta (c)	Riesgo 1	76%

Fuente: elaboración propia

Lo que indica la prevalencia de un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado.

- Falta de responsabilidad y compromiso – operarios: según encuesta a operarios sección 1 y sección 2, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a responsabilidad y compromiso en el puesto de trabajo corresponden a:

Tabla 19. *Resultados encuesta*

Sección 1		
Pregunta (c)	Riesgo 1	59%
Pregunta (d)	Riesgo 1	57%
Pregunta (e)	Sin riesgo	65%

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. *Resultados encuesta*

Sección 2		
Pregunta (d)	Sin riesgo	65%
Pregunta (f)	Riesgo 1	51%

Fuente: elaboración propia

Lo que indica la prevalencia de un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado.

- Falta experiencia del operador: según encuesta a operadores, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a experiencia en el puesto de trabajo corresponden a:

Tabla 21. *Resultados encuesta*

Sección 1		
Pregunta (a)	Riesgo 1	88%
Pregunta (b)	Riesgo 1	100%
Pregunta (c)	Riesgo 2	75%
Pregunta (d)	Riesgo 1	50%
Pregunta (e)	Riesgo 1	100%
Pregunta (i)	Sin riesgo	75%

Fuente: elaboración propia

Según la opinión de mecánicos hacia el trabajo de operadores:

Tabla 22. *Resultados encuesta*

Sección 1 - mecánicos		
Pregunta (a)	Riesgo 1	100%

Fuente: elaboración propia

Lo que indica la prevalencia de un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado

- Falta de responsabilidad y compromiso – operadores: según encuesta a operadores sección 1, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a responsabilidad y compromiso en el puesto de trabajo corresponden a:

Tabla 23. *Resultados encuesta*

Sección 1		
Pregunta (f)	Riesgo 1	100%

Fuente: elaboración propia

- Falta de experiencia de mecánicos: según encuesta a mecánicos sección 1, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a experiencia en el puesto de trabajo corresponden a:

Tabla 24. *Resultados encuesta*

Sección 1		
Pregunta (c)	Riesgo 1	67%
Pregunta (d)	Sin riesgo	67%
Pregunta (e)	Sin riesgo	67%
Pregunta (g)	Riesgo 1	67%

Fuente: elaboración propia

Lo que indica la prevalencia de un riesgo 1, asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado.

III. Puntos de control

Correspondiente a los mecanismos utilizados para la oportuna detección de productos que se encuentran fuera de la especificación de producción. Cuando estos fallan, los productos defectuosos inciden sobre el aumento de los costos de producción, además de poder llegar al consumidor final.

- Falla de palpadores: no eliminan de la línea de producción todos los sobres vacíos generados. Esto se refleja en la cantidad de sobres vacíos que son detectados en las chequeadoras de peso, los cuales son registrados en la ficha de control de peso (*). En un período de 7 meses fueron detectados 1371 sobres vacíos provenientes de la máquina MH16.

(*). Análisis de ficha de control de peso, consultar cuarto criterio de selección de maquinaria.

- No detecta todos los productos fuera de especificación: la llegada de productos fuera de especificación a los consumidores, se ve reflejado en la cantidad de reclamos recibidos, los cuales corresponden a un total de 452, de los cuales 33 se asocian a reclamos por sobres con bajo contenido y 419 reclamos por sobres vacíos.
- Chequeadora de peso de baja precisión: método de detección mediante máquina chequeadora de peso es de baja precisión para el producto trabajado.

Un sobre de jugo vacío de dimensiones 11x9 cm pesa 1,8 gr para un formato de 7 gr u 8 gr. Considerando la producción de sobres de jugo con exceso y falta de contenido, un sobre vacío dentro del display puede pasar desapercibido ya que su falta será compensada con los excesos de polvo de los otros sobres.

- Contadores no detectan todos los productos fuera especificación: los operarios, en el puesto de contador, no constituyen un mecanismo efectivo de control de sobres con bajo contenido o vacío. Esto fue revelado en la encuesta realizada a operarios, donde se obtuvo la siguiente información:

Tabla 25. Resultados encuesta

Sección 1		
Pregunta (a)	Riesgo 1	76%
Pregunta (b)	Riesgo 1	75%
Pregunta (c)	Riesgo 1	59%

Fuente: elaboración propia

Según encuesta a operarios sección 1, los resultados obtenidos a las preguntas asociadas a la temprana detección de sobres vacíos y/o sobres con bajo contenido revela que existe un riesgo 1 asociado a un riesgo medio, que implican que las actitudes del trabajador conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado. Las encuestas se pueden consultar en el Anexo B.

b) Consecuencias del problema:

Las consecuencias fueron expuestas por el jefe de planta y jefe de procesos del departamento de producción, las cuales se traducen en:

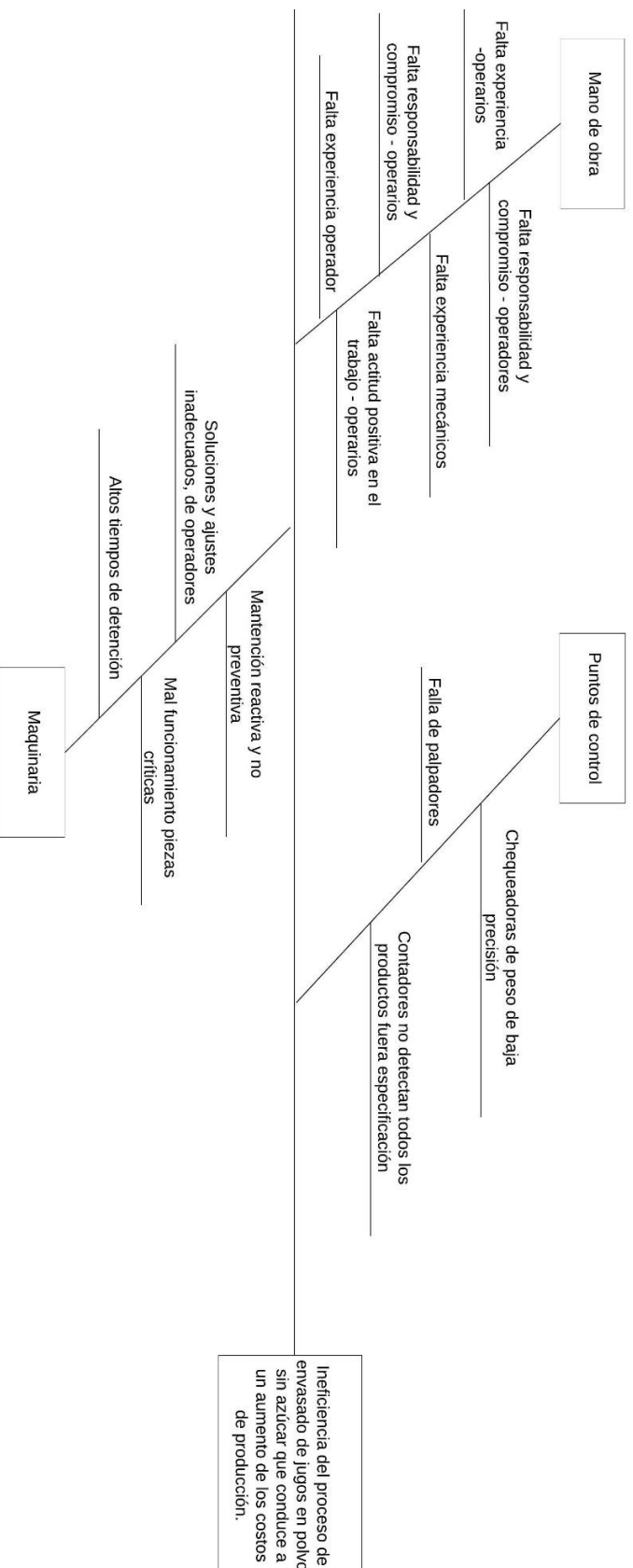
- a. Reclamo de clientes: se reciben 452 reclamos, de los cuales 33 son por sobres con bajo contenido y 419 por sobres vacíos.
- b. Pérdida de polvo: aproximadamente 400 gramos de polvo que cae en bandejas que no es dosificado.
- c. Generación de sobres por fuera la especificación (+/- 0,2 gramos del peso indicado en el envase) no son detectados en puntos de control: sobres fuera de especificación: 5,72% y 2,063% (sinfín 1 y sinfín2).
- d. Altos tiempos de detención de maquinaria: detención de 22,21% del tiempo de producción en 5 turnos (siendo un máximo aceptable del 7%)
- e. Disminución de la producción: de acuerdo al ensayo #2 de velocidad a 72 spm, hubo una disminución de 43% de la producción.
- f. Los costos asociados:
 - MM\$30 al año por exceso de contenido en los sobres.
 - MM\$55 al año por pérdidas de polvo que no es dosificado y cae en bandejas para ser eliminado.
 - MM\$15 al año en costos asociados a retiro de productos defectuosos y reposición de los mismos.
 - MM\$20 al año en costos al no producir por detención de máquinas.
 - MM\$10 al año por pérdida de insumos.
 - Total de costos de MM\$130 al año, correspondiente al 21% de los costos de línea de este producto*

** Los costos corresponden a una estimación realizada por el jefe de operaciones.*

1.5.2 Diagrama de Ishikawa

La figura 7 permite visualizar las causas del problema mediante un diagrama de Ishikawa

Figura 7. Diagrama de Ishikawa

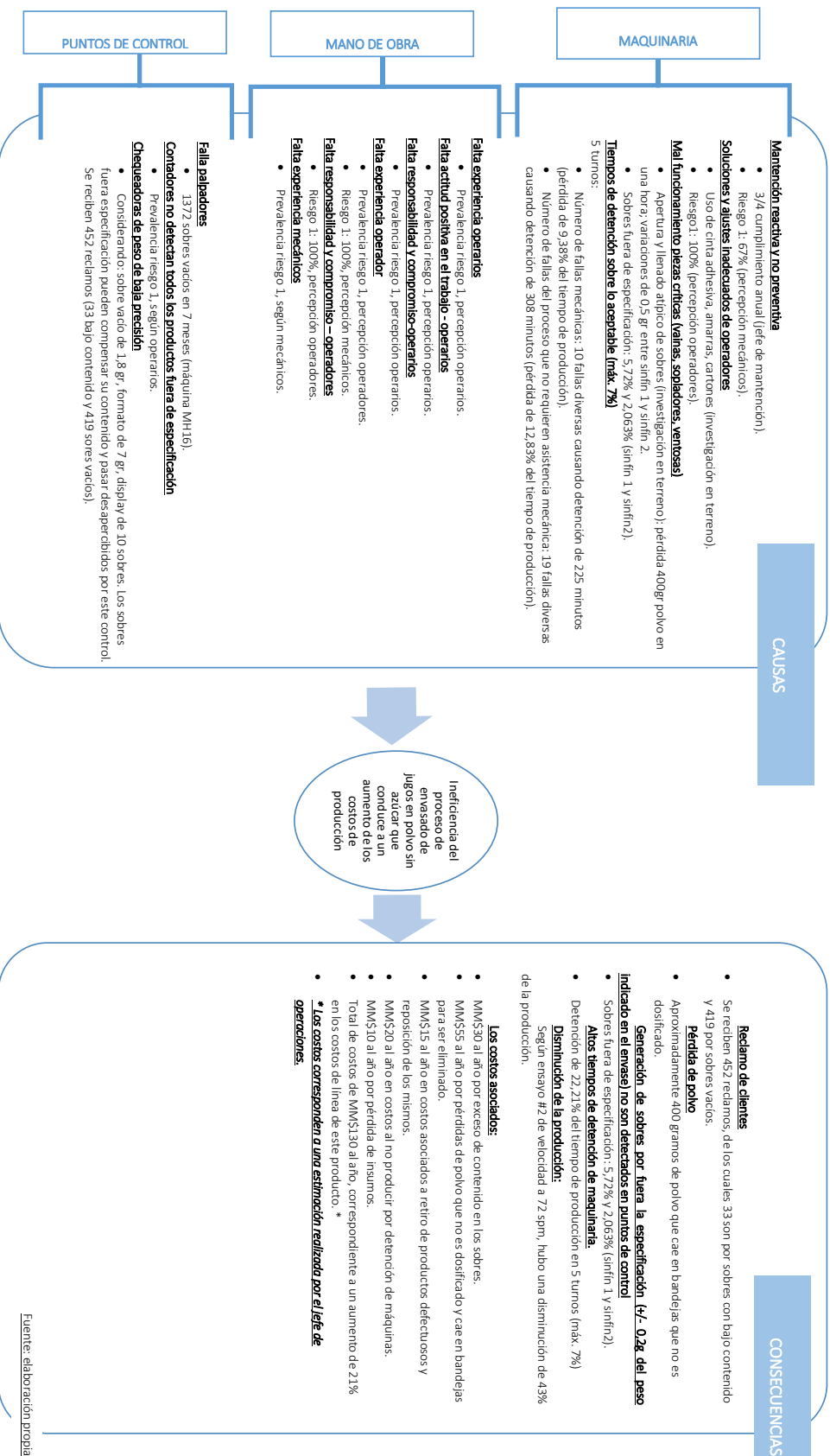


Fuente: elaboración propia

1.5.3 Diagrama Causas – Problema – Impacto

Figura 8. Diagrama causas-problema-impacto

La figura 8 muestra un diagrama que permite identificar las causas e impactos de un problema. Con este método se puede analizar de mejor forma las implicancias del problema bajo estudio.



1.6 Elección de metodología

La metodología corresponde al método que permite dar solución al problema en estudio, abordando las causas y consecuencias de este.

1.6.1 Reingeniería de procesos

"Reingeniería de procesos significa quebrar con paradigmas antiguos, procedimientos obsoletos y orientarse fundamentalmente hacia la creación de valor para el cliente, al pensar en reestructurar la nueva forma de organizar el trabajo" [Hammer&Champy]

Consiste en una reconsideración fundamental y reorganización radical de los procesos para lograr una mejoría drástica en el desempeño, costos y servicios. Los principales aspectos de la reingeniería de procesos son:

- Orientación a la satisfacción del cliente (tiempos de respuesta, calidad de productos y servicios, costos).
- Reconsideración fundamental de la organización del trabajo (actividades, flujos y responsabilidades).
- Considerar las capacidades de TI para mejorar la eficiencia de los procesos.

Ventajas:

- Mejoramiento decisivo: cambios notables en tiempos cortos para responder a la satisfacción del cliente.
- Renovación de la organización: aumenta participación en el mercado, rentabilidad y mejor posición frente a la competencia.
- Cultura corporativa: ayuda a evolucionar la cultura de la organización.
- Rediseño de puestos: crea empleos más incitantes y satisfactorios.

Desventajas:

- Requiere de grandes esfuerzos, consume muchos recursos y demanda una gran coordinación de participantes de todos los niveles en una organización.
- Resistencia al cambio.
- Implica un alto riesgo ya que los cambios son radicales.
- En un principio el enfoque solo tomaba en cuenta la parte operativa y descuidaba el rediseño de la gerencia.

Ejemplo

Aplicación de rediseño a Nissan motor ibérica mediante la aplicación de DCC (Design Change Control), proceso en el cual se analiza el proceso existente, se elimina lo que no añade valor, permitiendo una mejora de acuerdo a las necesidades de la compañía y lo automatiza con un software adaptado al mismo. Se pasó de un tiempo medio de cambio de diseño de 96 días a 39.8 días. Eso implicó un ahorro de costos anual de casi 4 Millones €. Adicionalmente, se produjo también un ahorro en transportes urgentes, retrabajos, acciones obsoletas, paros de línea de 580.000 €/año. Es decir, se mejoró en un año un 60,5% de eficiencia mediante la reducción de tiempos de introducción de cambios de diseño de alta prioridad para introducir mejoras de calidad (25,3 días) y

mejora de la planificación, coordinación y control de la gestión entre todos los departamentos de fábrica y con nuestros proveedores y, por lo tanto, de la reducción de errores.

1.6.2 Rediseño de procesos

El rediseño de procesos no es tan radical como la reingeniería, puede, por ejemplo, aplicarse a una parte del proceso de negocio y tiene como objetivo mejorar el grado de competitividad a través de técnicas de optimización de procesos. Las dimensiones de optimización en el rediseño son: reducción de los tiempos de ciclo, mejoramiento de la calidad de los productos y servicios y reducción de costos.

Ventajas

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

Desventajas

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- Hay que hacer inversiones importantes.

Ejemplo

Rediseño de procesos para la atención integral del cáncer de mama: rediseño en profundidad de todos los procesos y procedimientos previos con creación de nuevos circuitos y modos de accesibilidad de pacientes, definición del Servicio de Radiología como puerta de entrada y con nuevas funcionalidades, y garantía de abordaje multidisciplinar en las actividades que lo requieren.

Reducción total de listas de espera, incremento del rendimiento de los equipos y de la productividad del personal y una notable disminución de la ansiedad de las pacientes, acortando los tiempos de espera.

1.6.3 AMFE: análisis modal de fallos y efectos

Herramienta ampliamente utilizada en el ámbito de la calidad para identificar y analizar potenciales desviaciones de manera de poder prevenir futuras fallas en productos, procesos o servicios, que puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. AMFE corresponde a un método cualitativo que permite relacionar posibles fallas con sus respectivos efectos, lo que permite un mejor análisis para realizar cambios en el diseño de productos o modificaciones en un proceso. El propósito es el de sistematizar el estudio de un proceso o producto, identificar potenciales fallas y elaborar planes de acción para combatir riesgos, mientras más se tarde en detectarlos más costosa será su solución.

Permite:

- Desarrollo de métodos de diseño y sistemas de prueba para asegurar que se eliminan los fallos.
- Evaluación de los requisitos del consumidor para asegurar que estos no causan fallos potenciales.
- Identificación de elementos de diseño que causan fallos y minimización o eliminación de esos efectos.
- Seguimiento y gestión de riesgos potenciales en el diseño, evitando cometer los mismos errores en proyectos futuros.
- Asegurar que cualquier fallo que pueda ocurrir no cause daño al consumidor o tenga un impacto grave en el sistema.

Ventajas

- Mejora de la calidad, fiabilidad y seguridad de un producto o proceso
- Mejorar la imagen y competitividad de la organización
- Aumentar la satisfacción del usuario
- Reducir el tiempo y coste de desarrollo del sistema
- Recopilación de información para reducir fallos futuros y capturar conocimiento de ingeniería.
- Reducción de problemas posibles con las garantías
- Identificación y eliminación temprana de problemas potenciales
- Énfasis en la prevención de problemas
- Minimización de los cambios a última hora y sus costes asociados

Desventajas

- Si un fallo no puede ser detectado, será necesario contar con ayuda externa de consultores que conocen una amplia variedad de problemas y fallo.
- Puesto que un AMFE depende de los miembros del comité que examinan los fallos, está limitado por su experiencia previa.
- Corresponde a una herramienta de carácter cualitativo

Ejemplo

El AMFE fue aplicado por primera vez por la industria aeroespacial en la década de los 60, en la norma militar americana MIL-STD16291. En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Desarrollo de un sistema que minimice la posibilidad de fallos.

Decisión de metodología

Para la decisión de selección del método a utilizar, se ha efectuado una matriz de ponderación que muestra las características deseables que se busca en las herramientas mencionadas, que permitan dar solución de manera óptima al problema planteado.

Los valores para selección se efectuarán como se indican en la tabla 26

Tabla 26. Tabla de valores para asignación de riesgo

Criterio	Valor
Riesgo alto	3
Riesgo medio	2
Riesgo bajo	1
Sin riesgo	0
No aplica	N/A

Fuente: elaboración propia

El criterio de selección se basa en asignar un valor a cada categoría dependiendo del nivel de riesgo que se le asocie a un método, donde se asignará el valor más alto a aquel método considerado más riesgoso, y asignando el valor más bajo al que implique menor riesgo. De manera que la sumatoria simple de los niveles de riesgo asignado a cada método permitirá identificar cual es el más apto para dar solución a la problemática propuesta.

Tabla 27. Matriz de selección

Categorías de selección	Reingeniería de procesos	Rediseño de procesos	AMFE
No Implica riesgos para la empresa	3	1	1
No implica grandes costos	3	1	3
No implica cambios radicales	3	1	1
Permite identificar y actuar sobre irregularidades	1	1	3
Método cuantitativo - cualitativo	0	0	2
Rechazo al cambio por parte de trabajadores	3	1	1
Permite obtener resultados a corto plazo	3	1	2
Permite incorporar nuevas actividades al proceso	1	1	3
Permite modificar los procesos	1	1	2
TOTAL	18	8	18

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, el método seleccionado en la matriz indicada en la tabla 27 corresponde a un rediseño de procesos.

1.7 Objetivos

Se plantean los propósitos que se desean alcanzar

1.7.1 Objetivo General

- ✓ Proponer una mejora a la línea de envasado de jugos en polvo sin azúcar de planta 2 de empresa Tresmontes Lucchetti S.A aplicando el método rediseño de procesos.

1.7.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual del proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar.
- ✓ Proponer un set de rediseños al proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar aplicando el método de rediseño de procesos.
- ✓ Evaluar las propuestas de rediseño mediante la estimación de los indicadores económicos: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y período de retorno (payback).

1.8 Estado del arte

Se presenta un balance de antecedentes y conocimientos sobre trabajos llevados a cabo en la industria de alimentos que buscan solucionar problemas de producción. La investigación reúne casos de empresas productivas que presentan problemas asociados a altos costos de producción y las directrices adoptadas para dar solución a la problemática mediante diferentes enfoques y acercamientos.

Estudios llevados a cabo tanto en el plano nacional como internacional que puedan contribuir a la construcción de un set de propuestas de solución más complejo y completo.

1.8.1 Caso 1

“Evaluación y mejora del sistema de calidad en los procesos de fabricación de caldos y mayonesas en Nestlé S.A”. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de ingeniero industrial. Guayaquil-Ecuador. Autor: Veloz Santillan, Tyrone Antonio.

Investigación llevada a cabo en la empresa Nestlé S.A, empresa de gran renombre internacional dedicada a la fabricación de diferentes productos alimenticios. Se centra el trabajo en la mejora del ambiente de producción y el sistema de calidad y satisfacción del cliente. (Veloz & Tyrone, 2016)

Los problemas que se detectan en esta empresa corresponden a:

- No poder satisfacer a los compradores en producto de consomé de caldos para menestras ya que existen problemas con este producto, no se está entregando la cantidad requerida por el comprador o se la entrega con muchos días de retraso causando una insatisfacción del comprador (cliente).
- En el procedimiento manual de alimentación de las tolvas de las maquinarias (corazas que se encargan del empaquetado para la finalización del producto terminado de caldos), se produce un derrame de producto lo cual atrae en ocasiones plagas a causa del mismo, poniendo en riesgo la calidad del producto.
- Exceso de re-trabajo a causa de defectos en el producto, lo que causa a la vez un desajuste en el programa de producción ya establecido con anticipación.

Para determinar la solución al problema presentado, el autor define los siguientes puntos a tratar

- Realizar la descripción, evaluación y diagnóstico del área de fabricación, preparación e instalaciones.
- Determinar los flujos de los materiales.
- Determinar el área de influencia del problema en el proceso productivo.
- Identificar, evaluar, medir el impacto del problema y lo que está afectando dentro (proceso de producción) y fuera de la empresa (consumidor).

El autor aborda el problema a través de normas de calidad, como lo es la norma ISO 9001, la cual especifica los requisitos para un buen sistema de gestión de la calidad, que como el indica, le permitan:

- Incrementar la satisfacción del cliente
- Medir y monitorear el desempeño de los procesos
- Disminuir re-procesos
- Mejorando continuamente en los procesos, productos, eficacia, etc.

Las propuestas de solución son:

- Minimizar o eliminar la materia prima derramada en el piso por diferentes causas en el proceso productivo. Para alcanzar este objetivo es necesario adicionar a las maquinarias un acoplamiento, una bandeja de acero inoxidable donde se produce el derrame de materia prima en la máquina de caldos.
- Minimizar o eliminar los reprocesos en la elaboración de caldos y mayonesa, causados ya sea por fallas de dosificación, empaque o sabor del producto. Para alcanzar este objetivo, se necesita adquirir una balanza digital automática y un nuevo codificador.
- Para la falta de entrega del producto de caldo a los consumidores, se debe minimizar la escasez de producción debido a problemas en la fabricación (variaciones de peso del producto, constantemente llega a un peso muy bajo, que no es conveniente para el consumidor). Para alcanzar este objetivo, se llegó a la conclusión que es necesario que se le adapte un dosificador a la máquina (corazas).

1.8.2 Caso 2

“Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrial XYZ”. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Ingeniería Industrial. Santiago de Cali. Autor: Isabel Juliana Cruz Ochoa; Jorge Arturo Burbano López.

Lean Manufacturing aparece como una filosofía donde se encuentran distintas técnicas de gestión que la empresa debe utilizar para ser más competitiva. Esta filosofía consiste en la aplicación de una serie de herramientas cuyo objetivo es permitir la entrega de productos de buena calidad al menor costo posible, a través de la identificación y la eliminación continua del desperdicio. Esta estrategia ha demostrado sus ventajas frente a los enfoques tradicionales de la producción, permitiendo a las empresas adaptarse de una forma flexible a las necesidades cambiantes del mercado y de la competencia. (Cruz & Burbano)

Considerando que toda empresa debe migrar en el corto plazo a estrategias que las haga más competitiva, se hace necesario entender como la implementación de Lean Manufacturing se convierte en una herramienta para lograr menores costos de fabricación y de inventario, mayor aprovechamiento del espacio y del talento humano, una mayor satisfacción del cliente y un evidente incremento de los ingresos netos del negocio.

El presente trabajo busca realizar un análisis que permita extraer claras implicaciones estratégicas para el mejoramiento de las operaciones con un enfoque Lean para la eliminación de desperdicio, generación de valor e incremento en el nivel de servicio; de manera que todas aquellas actividades competitivas cruciales sean aprovechadas por la empresa para desarrollar a largo plazo sus procesos.

Dentro de los problemas encontrados en la fábrica se encuentran los altos costos de producción, alto capital de trabajo asociado a altos inventarios, sin lograr niveles sobresalientes de satisfacción de sus clientes, solo evidencian la necesidad de buscar la oportunidad de mejora en las operaciones.

En la tabla 28 se resumen las causas asociados a estos problemas

Tabla 28. *Planteamiento del problema: caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ*, por Isabel Cruz y Jorge Burbano

Síntomas o efectos indeseables	Causas inmediatas	Causas raíz	Posibles herramientas de solución
Costos de producción elevados (13-15%) en relación con los costos asociados a los competidores	Tiempos perdidos por falla de equipos	Falta de confiabilidad y disponibilidad de la planta	5S, TPM
	Tiempos perdidos por fallas de proceso	Falta de operaciones estándares. Falta de organización en la planta	5S, Trabajo estandarizado, Jidoka
	Defectos de calidad	Falta de confiabilidad de la planta	5S, TPM
	Alto costo de mantenimiento	No existe un flujo continuo de producto	5S, Línea balanceada
	Altos costos fijos por renta de bodegas para almacenamiento de producto (no disponible, vencido, no vendido o lento movimiento)	No se identifica la demanda real del mercado	5S, Sistema pull
Indicador de servicio al cliente <70%	Incumplimiento al programa de producción	Falta de confiabilidad y disponibilidad de la planta. Adiciones y cancelaciones al programa de producción permanentes. Operaciones que no agregan valor	5S, TPM, Sistema pull
		Flujo de información de manera informal, sin procedimientos validados y estándares	5S, Trabajo estandarizado, Jidoka
Nivel de inventario: -9500 toneladas de producto terminado. 27% de las ventas locales y 220 días de producción. -860 toneladas de materia prima. 20 días de producción.	Alta desviación entre el pronóstico y la venta. Valores que oscilan entre el 58% y el 400%	No existe un flujo continuo de producto	5S, Línea balanceada, sistema pull
		Falta de organización en la planta	5S, TPM
		Falta de confiabilidad y disponibilidad de la planta	

FUENTE: Tabla planteamiento del problema, página 10 trabajo de título "Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ", por Isabel Cruz y Jorge Burbano

De acuerdo a las situaciones planteadas anteriormente y teniendo en cuenta la necesidad de reducir los costos de producción e incrementar el nivel de servicio, se hace necesario contar con herramientas que permitan lograr mejoras significativas en estos aspectos.

Dada las ventajas que presenta el enfoque Lean sobre los modelos de producción tradicionales y debido a que existen herramientas de Lean Manufacturing que atacan las situaciones anómalas encontradas en el caso de estudio, en este trabajo se realiza el diseño de un plan de implementación que permite mejorar el sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

La solución propuesta considera elaborar un plan de mejoramiento para el rediseño del sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

1.8.3 Caso 3

Marco metodológico para el desarrollo de proyectos de mejoramiento y rediseño de procesos. Autor: Santiago Aguirre Mayorga, Ingeniero Industrial. Magíster en Ingeniería Industrial. Profesor Asistente del Departamento de Procesos Productivos de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Las organizaciones están respondiendo con estrategias orientadas a optimizar la calidad en los productos y servicios y la velocidad de respuesta para poder prestar una mejor atención al cliente; para ello han tenido que rediseñar sus procesos críticos. Así se puede desprender de la encuesta realizada en 2001 por el Cutter Consortium, a partir de entrevistar a 230 entidades alrededor del mundo: el porcentaje de empresas involucradas en proyectos de rediseño o mejoramiento de procesos, con respecto a las compañías involucradas en este tipo de proyectos a mediados de los años ochenta aumentó del 49% al 83%. De ellas, el 67% indicaron que la razón por la cual realizan proyectos de rediseño de procesos es para aprovechar la tecnología de Internet con el objetivo de mejorarlos. (Aguirre)

La implantación de tecnología informática ha sido uno de los principales habilitadores del mejoramiento de los procesos (Davenport, 1993). Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning (Planeación de los Recursos Empresariales)) workflow, Internet, CRM (Customer Relationship Management (Administración de las relaciones con los clientes)) entre otros, han obligado a las empresas a rediseñar sus procesos para poder sacar el máximo provecho de la tecnología. Por otro lado, a partir de los años noventa aparecieron metodologías y modelos de gestión para el mejoramiento de procesos y la calidad como la reingeniería, el rediseño de procesos, mejoramiento continuo de procesos, seis sigmas, BPM, teoría de restricciones, entre otros. No existe un marco metodológico general para manejar este tipo de proyectos de principio a fin.

Si se quiere determinar el origen de las metodologías y modelos de mejoramiento de procesos hay que mirar indudablemente hacia las empresas japonesas durante los años setenta y ochenta. Como lo afirma Davenport (1993), “las firmas japonesas descubrieron la administración y mejoramiento de procesos antes que occidente y lo han venido aplicando por décadas, lo que explica su éxito en el mundo”. El movimiento de calidad japonés trajo consigo el ciclo de mejoramiento PHVA, creado por Walter Shewhart que posteriormente fue popularizado por Edward Deming (Singh, 1997). Este ciclo ha sido actualmente la base de las normas de calidad y modelos de mejoramiento continuo como ISO 9000, seis sigmas y BPM. De una u otra forma el ciclo PHVA está inmerso en toda metodología y modelo de mejoramiento de procesos. Por otro lado, Michael Porter (1985) creó una base conceptual para el entendimiento de la organización en términos de procesos con la cadena de

valor, donde se representan las actividades primarias, estratégicas y de soporte a través de las cuales una firma diseña, produce, vende y distribuye un producto o servicio.

Rediseño de procesos, es la metodología que tiene el rango más de amplio de aplicación dado que se usa para el rediseño de procesos, previo a la implantación de tecnología informática, como son los sistemas ERP, CRM, o para aprovechar la tecnología del Internet con miras a la innovación en los productos, procesos o servicios. De igual forma se usa en el rediseño o diseño de nuevos procesos para la introducción de nuevos productos o servicios.

1.9 Alcances

La investigación se centrará únicamente a la línea de envasado de bebidas instantáneas frías en polvo saborizadas de la planta 2 BIF de la empresa Tresmontes Lucchetti S.A ubicada en la ciudad de Valparaíso. Específicamente en el departamento de producción.

El producto estudiado corresponde exclusivamente a las bebidas instantáneas en polvo saborizadas sin azúcar que contienen edulcorante (jugo en polvo sin azúcar) en los formatos de 7 y 8 gramos.

El estudio no contempla la composición del polvo ni problemas relacionados a ello.

En términos de la entrega del presente trabajo, no se considera la evaluación empírica de los resultados obtenidos producto de los rediseños propuestos, en cambio se realiza una estimación de cuáles serían los potenciales beneficios asociados a su implementación.

Alcance temporal: la evaluación abarcó como base de análisis el período comprendido entre enero del año 2012 y diciembre del año 2017.

Las directrices del plan de mantenimiento consideran sólo las actividades designadas al personal relacionado al departamento de producción.

El proceso se inicia con la descarga de polvo en la máquina envasadora y finaliza con el armado de cajas.

1.10 Limitaciones

Las principales condicionantes que afectaron a la presente evaluación fueron las restricciones impuestas por el departamento de producción para el levantamiento de información, teniendo que realizar la menor cantidad de intervenciones en el proceso. Es por esto que la mayoría de las pruebas fueron realizadas en sólo una de las máquinas envasadoras (MH16).

Por otro lado, las características físicas de la planta no permiten que los procesos rediseño propuestos sean flexibles ya que, al tener la planta una estructura de conexión vertical, limita realizar grandes cambios o establecer nuevas configuraciones con los demás departamentos.

No existe un seguimiento sistemático del proceso de envasado ni de indicadores de producción que permitan estudiar la evolución del proceso de manera histórica.

Para el desarrollo de este proyecto, se ha podido obtener solamente la información relacionada a los turnos trabajados en la jornada AM, dejando los turnos de tarde y noche fuera del levantamiento de información. Para poder cubrir la información faltante, se ha proyectado la información del turno AM, asumiendo que las 3 jornadas trabajan bajo las mismas condiciones.

En cualquier caso, las limitaciones puntuales encontradas no han comprometido las labores de investigación.

1.11 Resultados esperados

La realización de este trabajo busca presentar un set de propuestas de rediseños de procesos que se adecúen a las necesidades del departamento de producción y solucionen el problema descrito. Junto a lo anterior, presentar una evaluación económica de dichas propuestas, a modo de poder ofrecer una solución económicamente viable.

Capítulo 2

Metodología

La elección de la metodología a utilizar se definió en el capítulo 1 y corresponde al rediseño de procesos productivos.

2.1. Rediseño de procesos productivos

Rediseñar es identificar los procesos, las variables críticas y valores idealizados que interesan a los clientes. Inventar propuestas consistentes, con responsabilidad social y en armonía con el propósito de la organización. Se opta por realizar rediseño porque se quiere mejorar en mucho los resultados de variables críticas: el tiempo de espera, el costo, el tiempo del ciclo, la imagen y tantas otras.

El rediseño de procesos se caracteriza por no poseer una serie de pasos específicos o estándar aplicables a los diferentes problemas de las empresas. Debido a esto, se propone un marco metodológico adecuado a la situación que se trata en específico en esta memoria de título, que reúne diferentes pasos que establecen nuevas secuencias e interacciones en los procesos, los cuales han sido ajustados y dispuestos al escenario estudiado.

Esta metodología consiste en reordenar, eliminar, sustituir y/o adicionar etapas a un proceso en específico de manera que este logre una mejora sustancial en la ejecución de sus funciones, lo cual permite a mediano plazo mejorar el nivel de competitividad de una empresa en medidas como costos, calidad, servicio y rapidez. Cabe destacar que el rediseño de procesos es aplicable a solo una parte de los procesos, de lo contrario, se estaría haciendo uso de otras metodologías, como lo son la reingeniería de procesos y mejora de procesos. Para una mejor comprensión, en la tabla 29 se indican las diferencias más importantes entre estas metodologías.

Tabla 29. *Tabla comparativa: reingeniería, rediseño, mejora de procesos*

Característica	Reingeniería	Rediseño	Mejora
Enfoque	Proceso nuevo	Reestructuración	Mejora evolutiva
Punto de partida	Proceso existente	Proceso existente	Proceso existente
Objetivo del cambio	Cambio radical, satisfacción cliente	Rediseño de una parte del proceso	Actualización, eficiencia o satisfacción cliente
Tipo de cambio	Radical	Estructural	Incremental
Periodicidad del cambio	Descontinuado	Intervalos intermedios	Continuo
Organización del cambio	Proyecto	Proyecto o grupo de trabajo	Dentro de operaciones
Impulsor del cambio	Directorio	Dueño de proceso	Cualquier sector
Impacto del cambio	Transversal	Proceso, subproceso	Dentro de un subproceso
	Cultural	Cultural	Cognitivo
	Procesal	Procesal	Procedimiento, regla de negocio
	Estructural	Estructural	Costo, calidad, tiempo
Riesgo	Alto	Medio	Bajo

Fuente: Artículo revista Gerencia “¿Reingeniería, rediseño o mejora de procesos de negocio?”, por Bernhard Hitpass Heyl, Director Ejecutivo, BPM Center, Departamento de Informática Universidad Técnica Federico Santa María

El rediseño establece los cambios que deberán efectuarse en la situación actual y detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos. El mayor impacto de un rediseño se obtiene si el análisis comienza con los eventos generados por los clientes, con los resultados que llegan a ellos, por ejemplo, solicitudes, pedidos, pagos, reclamos, entre otros.

En base a lo anteriormente expuesto, algunas de las características del rediseño de proceso son:

- a. Se busca elevar en gran medida la satisfacción del cliente, lo cual obliga a repensar el proceso y aplicar técnicas de idealización que normalmente conducen a cambios mayores en el proceso.
- b. Se habla concretamente del cliente externo, es decir, de aquellas personas que le generan ingresos a la organización.
- c. Se busca eliminar los pasos intermedios y trabajar con personas o equipos que ofrezcan un servicio integral al cliente.
- d. La idea básica es lograr resultados mucho mejores en las variables críticas para el cliente del proceso así elevar su nivel de satisfacción.

2.2. Las dimensiones de optimización en el rediseño son:

- a. Reducción de los tiempos de ciclo: eliminación de actividades improductivas que no añaden valor al proceso.
- b. Mejoramiento de la calidad de los productos y servicios.
- c. Reducción de costos.

2.3. Ámbitos en que influye el rediseño

- a. Estructural: cambio en el proceso mismo (cambian las operaciones, se eliminan duplicidades, etc.).
- b. Productividad: análisis de ciclo y costeo de actividades.
- c. Responsabilidades: se modifica la asignación de responsabilidad (personal, centralizar o descentralizar responsabilidades, etc.).
- d. Integración: mejorar el grado de integración entre la capa de la estrategia, operacional (procesos) y tecnología (producción y TI).
- e. Incorporación de tecnología: automatización de procesos, incorporación de nuevas tecnologías, integración de sistemas, etc.

Un aspecto relevante es el que se refiere al rediseño de los procesos en la institución: la mayor parte de la literatura recomienda rediseñar sólo los procesos esenciales y realizar modificaciones parciales en las demás para evitar el caos. (Hitpass, 2016)

2.4. Valor del rediseño de procesos.

Se puede valorizar en al menos tres aspectos centrales el rediseño de procesos:

- a. Valor Económico: por lo que implica en mejoría y aseguramiento de ingresos, ahorros al evitar tareas duplicadas y eliminación de cuellos de botellas.
- b. Valor Pragmático: tiene que ver con el creciente desarrollo de nuevas competencias y habilidades, evidentes mejoras de prácticas de trabajo y la oferta de estándares de impecabilidad en los servicios.
- c. Valor Simbólico: es la nueva identidad generada que permite a la organización proyectar una capacidad de ejecutar con calidad los servicios ofrecidos. (Hitpass, 2016)

2.5. Ventajas del rediseño de procesos

- a. Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- b. Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- c. Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- d. Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- e. Permite eliminar procesos repetitivos.
- f. Las nuevas prácticas y flujos de procesos le dan un mayor valor al negocio, como asimismo se generan niveles crecientes de compromiso en la empresa. (Hitpass, 2016)

2.6. Desventajas del rediseño de procesos

- a. Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- b. Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- c. Hay que hacer inversiones importantes. (Hitpass, 2016)

2.7. Filosofías del rediseño: tres ejes de rediseño






- Construir sólo lo que se necesita: construir sólo lo que el cliente necesita con el fin de no acumular inventarios.
- Eliminar todo lo que no añade valor: permite no malgastar recursos y al mismo tiempo mantener al cliente satisfecho. Así como también, no incurrir en gastos innecesarios ni aumento de costos de los procesos.
- Parar si algo sale mal: si se detecta alguna falla o defecto, se debe detener la producción, identificar el origen de la falla, corregirlo y proseguir la producción. (Ríos & Reveco, 2012)

Esta filosofía además se basa en el respeto por los trabajadores ya que producir algo comienza por desarrollar a las personas, para esto se debe monitorear las habilidades o el entrenamiento que ha recibido cada empleado mediante una matriz de habilidades o *skill matrix*.

La matriz de habilidades permite evaluar el desempeño de los trabajadores. Corresponde a uno de los recursos esenciales para la gestión de proyectos. La matriz muestra de manera esquemática a las personas que se encuentran capacitadas para la ejecución de las distintas tareas que forman parte de un proceso. La finalidad es evaluar las competencias actuales de los trabajadores e identificar cuales se deben reforzar, actualizar o mejorar. Dentro de los ejes a ser evaluados en los trabajadores, se pueden considerar, por ejemplo: liderazgo, capacidad de respuesta, trabajo en equipo, proactividad, manejo de equipos, solución de problemas, conocimiento de mantención de equipos, entre otros.

Las tablas 30 y 31 muestran ejemplos tipo para la elaboración de una matriz de habilidades.

Tabla 30. *Ejemplo de criterios de evaluación para matriz de habilidades*

Nivel	Descripción	Criterio	Simbología
0	No puede realizarlo	Conocimiento o experiencia insuficiente para realizar tareas estándar	
1	Conoce todos los elementos de la tarea asignada. Realiza tareas bajo supervisión	Posee conocimiento de las instrucciones de una tarea. Está familiarizado con las herramientas de una tarea	
2	Puede realizar tareas básicas	Ha recibido instrucciones de un instructor de nivel 4	
3	Puede completar tareas	Se encuentra calificado por un instructor de nivel 4	
4	Puede enseñar a otros como realizar las tareas	Ha enseñado o auditado el trabajo de otras personas en un periodo de 90 días	

Fuente: Adaptación de matriz propuesta por Sebastián Ríos y Carlos Reveco, 2012, filosofías del rediseño

Tabla 31. Ejemplo de matriz de habilidades

Proceso	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5
Nombre					
Trabajador A					
Trabajador B					
Trabajador C					
Trabajador D					
Trabajador E					
Trabajador F					

Fuente: Adaptación de matriz propuesta por Sebastián Ríos y Carlos Reveco, 2012, filosofías del rediseño

2.8. Herramientas de rediseño

Como se indicaba anteriormente, el rediseño de procesos corresponde a una metodología ambigua de trabajo, bajo este enfoque se propone dar una estructura al rediseño mediante la utilización de herramientas adicionales. Estas herramientas proveen de un soporte concreto que permitan realizar un diagnóstico más certero a la situación actual de la línea de envasado, esto, ya que se hace uso de indicadores que miden aspectos clave del proceso, las ya mencionadas variables críticas. Por otro lado, existen variables críticas que son más difíciles de medir, que corresponden a aquellas relacionadas a la colaboración entre las personas, el cumplimiento de los compromisos, el respeto, la motivación. Estas son variables relacionadas a administración de recursos humanos, y se desarrollarán bajo ese enfoque.

Las herramientas de rediseño facilitan el manejo de información ayudando en los procesos de toma de decisiones, permitiendo una mejor gestión de los procesos.

2.8.1 Metodología de levantamiento de procesos basado en norma ISO 9001

El levantamiento y descripción de procesos busca representar las diferentes actividades y tareas que se realizan en la organización para obtener un determinado resultado o producto. El levantamiento de procesos se realizará basado en la norma ISO 9001 utilizando herramientas simples para su definición. Para ello se entrega una propuesta metodológica para el levantamiento de procesos la cual se fundamenta en la norma ISO 9001. La propuesta se conforma de cuatro etapas generales, las cuales se estructuran en la figura 9.



Figura 9. Diagrama de metodología propuesta para levantamiento de procesos basado en norma ISO 9001

Como fue establecido, la metodología para el levantamiento de procesos se conforma en 4 etapas, las cuales se definen a continuación:

Etapa 1: preparación

Etapa de planificación de trabajo donde se identifican los departamentos y responsables de la organización, quienes serán las fuentes de la información a utilizar. Esta etapa cuenta con la realización de las siguientes actividades:

1. Recopilar antecedentes generales de la organización
2. Reunir información de los departamentos
3. Revisión de material histórico
4. Realizar entrevistas
5. Realizar encuestas a los responsables
6. Determinar herramientas de levantamiento de procesos

Actividades que buscan conocer el marco estratégico en el que se engloban estos procesos. De esta manera se determina la misión, visión, valores y objetivos estratégicos que debe desarrollar la empresa, siempre considerando las necesidades/expectativas de los usuarios y la normativa que enmarca a la organización.

Etapa 2: identificar procesos

Etapa de identificación de usuarios, procesos y sus necesidades y/o expectativas. Aquí se perfeccionan las herramientas metodológicas. Se realiza el análisis del ¿qué se hace? donde deben concretarse las entradas y salidas (insumos y productos/servicios) e identificar los usuarios y proveedores de las mismas. ¿Para quién se hace? Identificar a los usuarios de los bienes y/o servicios que brinda la institución, identificar sus necesidades y/o expectativas. Y ¿cómo se hace? determinando procesos, actividades y tareas.

Etapa 3: diferenciar procesos

Los procesos suelen ser clasificados en estratégicos, claves y de apoyo, dependiendo de los actores que se vean más afectados por ellos. Esta es la base de la clasificación de los procesos que se detalla en el mapa de procesos.

- a. Procesos estratégicos: son procesos destinados a definir y controlar las metas de la empresa, sus políticas y estrategias. Se encuentran en relación directa con la misión/visión de la empresa y se debe involucrar al personal de primer nivel de la empresa.
- b. Procesos operativos: son procesos que facilitan la generación del producto o servicio que se entrega al cliente, por lo que deben incidir de forma directa en la satisfacción del cliente final. Los procesos operativos también reciben el nombre de procesos clave.
- c. Procesos de soporte: apoyan los procesos operativos. Sus clientes son internos. Pueden ser el control de calidad, la selección de personal, la formación del personal, las compras, etc. Los procesos de soporte también reciben el nombre de procesos de apoyo.

Para esquematizar los procesos desarrollados por la institución se hará uso del mapa de procesos, aquí se determinan cuáles son los procesos que desarrolla la empresa para brindar los bienes y/o servicios a los usuarios. Este ofrece una visión general del sistema de gestión, en él se representan los procesos, procedimientos, actividades y tareas que componen el sistema institucional, así como principales relaciones de coordinación.

Etapa 4: describir y analizar

Etapa de descripción y análisis de los procesos identificados. Cada proceso se encuentra conformado por una serie de procedimientos, y estos a su vez por actividades o tareas por desarrollar. Se debe identificar el objetivo del proceso y sus responsables. El responsable del proceso es la persona que vela por el cumplimiento de todos los requisitos del proceso, realiza un seguimiento de sus indicadores, verificando su eficacia y eficiencia, así como del avance en el logro de los objetivos definidos para dicho proceso, en cualquier gestión (productividad, calidad, seguridad, entre otros).

La diagramación de los procedimientos se realiza a través de los diagramas de flujo. Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un procedimiento, mediante la cual y por medio de una simbología previamente establecida, se indica la secuencia de actividades y el flujo de información. El diagrama de flujo constituye la representación diagramática de la secuencia lógica de pasos, en las operaciones y actividades desarrolladas por las diferentes unidades organizativas. Su trazado permite un conocimiento general del procedimiento, explicando cómo funciona, cuáles son sus elementos clave, identificando quién proporciona los insumos o recursos y a quién, así como delimitando las áreas importantes del proceso, entre otros.

De acuerdo a la norma ISO 9001 2015, un proceso es un conjunto de actividades que se encuentran relacionadas o interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en los resultados. Los puntos a tener en cuenta para determinar los procesos según la norma son:

- Identificar las entradas necesarias y salidas de cada uno de los procesos de tu organización.
- Determinar las secuencias e interacción de todas las actividades.
- Establecer y aplicar los criterios y métodos necesarios para asegurar la operación y el control.
- Reconocer cuáles son los recursos necesarios.
- Abordar los riesgos y oportunidades de cada proceso.
- Definir los indicadores correctos para determinar que el proceso logra los resultados esperados.
- Implementar los cambios necesarios para asegurar que los procesos se llevan a cabo con éxito.
- Mantener la información documentada.
- Conservar la información documentada para utilizarla de apoyo durante la realización de las operaciones en los procesos

2.8.2 TPM, mantenimiento productivo total

Total productive maintenance, TPM por sus siglas en inglés, o mantenimiento productivo total en español, corresponde a una filosofía del mantenimiento. Esta propone eliminar las pérdidas de producción ocasionadas por los tiempos de parada de la maquinaria, pérdidas que hacen reducir el tiempo efectivo del proceso y la producción óptima a alcanzar, lo que conduce a una elevación de los costos de producción.

El TPM a menudo se define como “mantenimiento productivo que implica una participación total”. Frecuentemente, la dirección entiende que esto significa que solamente los trabajadores realizan autónomamente las actividades de mantenciones preventivas en la propia planta.

Una definición completa del TPM incluye los siguientes cinco elementos:

1. El TPM contempla maximizar la efectividad del equipo (efectividad global).
2. EL TPM establece un sistema completo de mantenciones preventivas para la vida del equipo.
3. El TPM se implementa por varios departamentos (ingeniería, operaciones, mantenimiento).
4. El TPM incluye a cada empleado particular, desde la alta dirección hasta los trabajadores de planta.
5. EL TPM se basa en la promoción de mantenciones preventivas a través de la dirección en la motivación: actividades autónomas de pequeños grupos. (NAKAJIMA, 1984)

En “mantenimiento productivo total” la palabra “total” tiene tres significados que describen las características principales del TPM:

1. Efectividad total (referida en el punto 1 anterior) indica que el TPM persigue la eficiencia económica o rentabilidad.
2. Sistema de mantenimiento total (punto 2) incluye prevención del mantenimiento (MP) y mejora del mantenimiento, así como mantenimiento preventivo.
3. Participación total de todos los empleados (puntos 3, 4 y 5) incluye mantenimiento autónomo por los operarios a través de las actividades de pequeños grupos. (NAKAJIMA, 1984)

TPM propone un trabajo integral entre el departamento de producción y mantenimiento de manera de poder reducir el número de fallas y poder afrontarlas de mejor manera, encontrando así soluciones efectivas que eliminen o disminuyan las seis grandes pérdidas del proceso. Para eliminar las pérdidas se debe cambiar primero las actitudes del personal e incrementar sus capacidades; aumentar su motivación y competencia, mejorar la efectividad del mantenimiento y operación de los equipos.

Este trabajo integral delega al departamento de producción tareas que requieren un conocimiento técnico de bajo nivel, el cual involucra el diagnóstico previo al inicio de cada turno mediante tareas de verificación a través de inspecciones sensoriales, es decir, verificar a través del tacto, olfato o visión posibles fallas en los equipos o productos. Otra tarea que se puede delegar es la toma de datos, que consiste en llevar un control de los datos más relevantes de producción, como la cantidad de productos defectuosos, productos reprocesados, tipos de fallas de la maquinaria. Ejecución de trabajos pequeños como limpieza, lubricación, verificación de arranque. Todo lo mencionado anteriormente, a manos del equipo de producción permite ser desarrollado con una mayor frecuencia.

El entorno de trabajo es otra condición importante para la mejora, se debe crear un entorno de trabajo que aporte el establecimiento de un programa sistemático para la implantación del TPM.

Por lo tanto, los aspectos que se tomarán del TPM corresponden principalmente al mejoramiento de la efectividad del equipo, establecimiento del mantenimiento autónomo, aseguramiento de la calidad de los productos, programa de mantenimiento planificado y un plan de entrenamiento y capacitación, involucrando al departamento de producción en todas estas labores.

Los doce pasos de implementación y desarrollo del TPM, recomendados por Seiichi Nakajima en su libro "Introducción al TPM", se resumen a continuación:

1. Anuncio de la alta dirección de la introducción del TPM: la alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión, e infundir entusiasmo por el proyecto. La preparación para la implantación implica crear un entorno propicio para un cambio efectivo. Se requiere, el persistente apoyo y el firme liderazgo de la alta dirección, aunque el programa dependa de la participación total de los miembros de la organización.
2. Lanzamiento de una campaña educacional: el segundo paso es el entrenamiento y promoción del programa, que debe empezar tan pronto como sea posible, después de introducir el proyecto. El objetivo no es solamente explicar el TPM, sino elevar la moral y romper la resistencia al cambio.
3. Crear organizaciones para promover el TPM.
4. Establecer políticas y metas para el TPM: aunque las políticas estén constituidas por proposiciones verbales.
5. Formular un plan maestro para desarrollo del TPM: este plan maestro debe incluir un programa diario de promoción del TPM, empezando por la fase de preparación anterior a la implementación y el programa de capacitación. Se debe basar en las cinco actividades básicas del TPM: mejoramiento de la efectividad del equipo, establecimiento del mantenimiento autónomo, aseguramiento de la calidad de los productos, programa de mantenimiento planificado y por último, un plan de entrenamiento y capacitación.
6. El disparo de salida del TPM: este es el primer paso para la implantación propiamente dicha. A partir de este punto, los trabajadores deben cambiar sus rutinas de trabajo diarias tradicionales y empezar a practicar el TPM.
7. Mejorar la efectividad del equipo: los ingenieros de producción, división técnica y mantenimiento, los supervisores de línea y los miembros de pequeños grupos, se organizan en equipos de proyectos que implementen mejoras para eliminar las pérdidas.
8. Establecer el programa de mantenimiento autónomo: el mantenimiento autónomo por los operarios es una característica única del TPM, cada persona desde la dirección hasta el último operario, debe creer que es factible que los operarios realicen el mantenimiento y que los trabajadores deben ser responsables de su propio equipo.
9. Establecer un programa de auto-mantenimiento: el volumen de trabajo de mantenimiento disminuye cuando la inspección general pasa a ser parte de la rutina de los operarios. El número de averías decrece ampliamente y también se reducen las actividades globales de mantenimiento. En esta etapa del proceso, el departamento de mantenimiento debe centrarse en su propia organización y establecer un programa de auto-mantenimiento.
10. Conducir el entrenamiento para mejorar las habilidades: la empresa que implementa el TPM debe invertir en entrenamiento para permitir a sus trabajadores gestionar apropiadamente sus equipos y afirmar sus habilidades en operación normal.
11. Desarrollo temprano de un programa de gestión de equipos: se necesitan inspecciones y revisiones en el período inicial: ajustes, reparaciones, limpieza y lubricación para evitar el

deterioro. La gestión temprana de equipos se debe realizar por el personal de mantenimiento y producción como parte de un enfoque de prevención de mantenimiento y diseño libre de mantenimiento.

12. Implantación plena del TPM: el paso final en el programa de desarrollo del TPM es perfeccionar la implantación y fijar metas futuras más elevadas. Durante este período de estabilización, cada uno trabaja continuamente para mejorar los resultados, lo cual marca el comienzo real del programa de mejoramiento continuo empresarial. (NAKAJIMA, 1984)

Beneficios del mantenimiento

Los beneficios que conlleva tener un plan de mantenimiento preventivo son muy grandes. Éstos permiten detectar fallos repetitivos, disminuir los lapsos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir los costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas. Las tareas de mantenimiento preventivo, permiten la obtención de beneficios como:

1. Mejores rendimientos operativos, esto se debe a:
 - Mayor énfasis en el mantenimiento de equipos y componentes críticos.
 - Eliminación de las fallas en los equipos y componentes poco fiables.
 - Se adquiere un conocimiento sistemático acerca de la operación a realizar.
 - Mejora en la utilización de los recursos.
2. Mayor seguridad y protección del entorno de trabajo, debido a:
 - Mejoras en las estrategias para prevenir las fallas antes de que puedan afectar la seguridad e integridad de los operarios.
 - Mejora e implementación de nuevos dispositivos de seguridad.
 - Actualización y capacitación permanente de los operarios, para un buen desempeño a la hora de ejecutar el mantenimiento, con sus respectivos elementos de protección personal.
3. Mayor control en los costos del mantenimiento, debido a:
 - Ahorro a mediano y largo plazo, debido a que este tipo de mantenimiento se programa para realizar inspecciones periódicas.
 - Prevención y eliminación de fallas costosas.
 - Mucha menor necesidad de utilizar expertos en la materia, debido a que el personal es capacitado y por lo tanto posee las herramientas necesarias para realizar las operaciones de mantenimiento requerido.
 - Incrementa la vida útil de los equipos.
4. Amplia base de datos en el mantenimiento, esto se debe a:
 - Debido a las revisiones periódicas que se realizan, se crean manuales más exactos a la hora de implementar el mantenimiento.
 - Se provee de un conocimiento más profundo de las instalaciones y equipos que intervienen en la fábrica.
 - Reduce la rotación del personal, y por lo tanto la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia en el campo de acción.
5. Respeto por el medio ambiente, esto se debe a:

- La implementación de procesos adecuados para el correcto desecho de residuos que sobran en la fabricación de la maquinaria y los procesos que se derivan de ello.

TPM se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas a paros, calidad y costos en los procesos de producción industrial.

Dentro de sus objetivos principales, se encuentra:

- Maximizar la efectividad de los equipos
- Eliminar pérdidas
- Mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
- Reducción de los costos de mantenimiento
- Mejora de la tecnología de la empresa
- Mejorar la calidad del producto final
- Crea capacidad competitiva desde la fabrica

Las pérdidas asociadas se conocen como las seis grandes pérdidas, las cuales son:

- a. Asociados a disponibilidad de maquinaria: está enfocado a las pérdidas de tiempo, que se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo, pero no lo ha estado, es decir, ningún producto sale de la máquina.
 1. Fallas o averías en los equipos: corresponde a fallas mecánicas u operacionales que se presentan en el turno de trabajo, el cual genera una pérdida en el tiempo de producción. Estas fallas son originadas por escasos mantenimientos preventivos o errores al operar la máquina (factor humano).
 2. Esperas o tiempos muertos: momentos en que la máquina se encuentra detenida por paradas programadas como el período de colación de los trabajadores, cambios de formato o producto, mantenimiento programado, inicio de turno. Son pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación o alguna etapa de ella.
- b. Asociados al rendimiento de la maquinaria: está enfocado a las pérdidas de velocidad, lo que implica que la máquina está funcionando, pero no a su velocidad máxima. Existen dos tipos de pérdidas de velocidad:
 3. Microparadas: corresponde a interrupciones cortas donde la máquina no trabaja a velocidad constante. Son ocasionadas por pequeños problemas como bloqueos producidos por sensores, ajustes mínimos u obstrucciones en la máquina. Son interrupciones que duran menos 2 minutos, debido a esto, no son considerados una pérdida de tiempo, pero sí afecta la velocidad de trabajo, ya que esta se ve reducida por breves periodos de tiempo.
 4. Velocidad reducida: responde a la diferencia entre la velocidad de trabajo utilizada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño de la máquina (velocidad nominal). La velocidad que se usa en un punto actual de trabajo se ajusta para evitar otras perdidas como defectos de calidad y averías.

- c. Asociados a la calidad del producto: entendiéndose por calidad a los parámetros de aceptación que la empresa ha fijado para sus productos. Por lo tanto, la calidad se ve comprometida cuando se generan productos que escapan de estos límites de aceptación la primera vez que son producidos. Existen de dos tipos de pérdidas de calidad:
 - 5. Desechos (*scrap*): los desechos son los productos que no cumplen con los parámetros de calidad de la empresa, incluso aquellos que la empresa considere que pueden ser vendidos como “productos de calidad menor”, el objetivo es la producción con cero defectos. Por ejemplo, los que se producen en el arranque, ya que es aquí donde la producción no es estable, entonces estos productos no cumplen con las especificaciones de calidad. Ocurre también con los productos del final de un turno o parada, donde la producción también se vuelve inestables. Estas pérdidas son inevitables, pero pueden alcanzar un volumen significativo.
 - 6. Retrabajos: los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad iniciales, pero pueden ser convertidos en productos de buena calidad. Con el retrabajo se ve asociado una pérdida en la calidad.

La medición y análisis de estas seis grandes pérdidas mediante el trabajo conjunto del departamento de producción y mantenimiento, permitirá encontrar las soluciones adecuadas para poder eliminarlas.

Para poder medir el estado de las actividades se hará uso de indicadores asociados a la producción que evidenciarán qué tan bien opera el proceso. Los indicadores a utilizar corresponden a KPI's y OEE. En primer lugar, se calcularán KPI's, los cuales permiten medir de manera aislada el estado de un proceso. Dentro de los KPI, se encuentra el indicador de eficiencia general de los equipos (OEE), el cual agrupa todos los parámetros asociados a la producción, y arroja un resultado general del estado del proceso, es una medida estandarizada utilizada a nivel internacional. Este permite realizar un análisis más completo a las seis grandes pérdidas.

Los análisis mediante indicadores permiten medir la producción real de un proceso y compararlos con una situación ideal, para ello, es necesario identificar las seis grandes pérdidas para eventualmente poder eliminarlas.

a. Indicadores clave de rendimiento KPI

Los indicadores corresponden a datos que exponen el estado de una actividad, lo que permite medir variables de estudios asociadas a un proceso o acción. De esta manera se puede observar el comportamiento de un proceso y evaluarlo momento a momento, exponiendo de esta manera la dirección en que se mueve un departamento o empresa. Por lo tanto, es una herramienta que entrega información cuantitativa respecto del logro o resultado en la entrega de bienes o servicios, cubriendo aspectos cuantitativos o cualitativos.

Dentro de los indicadores se encuentran los *key performance indicators* (KPI's) o indicadores clave de rendimiento, de acuerdo a su traducción al español. Estos indicadores clave tienen como característica el estar directamente relacionado a los objetivos estratégicos de un plan de trabajo, permitiendo de esta manera cuantificar el grado de cumplimiento de ellos y realizar un diagnóstico de la situación. (Euroresidentes, 2017)

El trabajo con KPI's permite comparar datos históricos, lo cual posibilita realizar un seguimiento de los procesos durante el tiempo de manera de poder conocer la evolución del

desempeño de un proceso, identificando variabilidades, resultados anormales o tendencias negativas o positivas. Todo lo anterior facilita la toma de decisiones en áreas que requieran mejorar o potenciar sus funciones.

Como fue mencionado anteriormente, los KPI's se caracterizan por tener relación con los objetivos estratégicos de un proyecto, por lo tanto, a la hora de definirlos es importante tener en cuenta lo siguiente:

- a. Ser específicos: que midan algo definido
- b. Medibles: que la variable en estudio sea fácilmente medible
- c. Alcanzables: el objetivo o meta puede variar periodo tras periodo, por lo que se puede ir ajustando. No se debe caer en la tentación de poner objetivos inalcanzables intentando motivar a los trabajadores
- d. Relevantes: los KPI deben mostrar variables importantes, deben monitorear la acción del negocio, y por eso deben ser muy bien estudiados. Hay que tener en cuenta que, ya que cada organización es distinta al resto, un indicador que sirva en una empresa puede no tener relevancia en otra.
- e. Accesible: deben poder ser monitoreados en el tiempo y en un momento concreto (Duart, 2017)

Los KPI serán elaborados de acuerdo a los parámetros que se mencionan a continuación:

- ✓ Definición del indicador: describe de manera clara y concreta lo que se está midiendo.
- ✓ Fórmula o ratio: formula o ecuación que se utilizará para encontrar el dato.
- ✓ Unidades: junto con el valor calculado, se debe especificar las unidades de medida.
- ✓ Periodicidad: corresponde al intervalo de tiempo mediante el cual se procederá a medir la variable de estudio. Por ejemplo, de manera mensual o trimestral.
- ✓ Responsable: departamento o persona a cargo del proceso o actividad que se está midiendo.
- ✓ Punto de medición: indica el punto del proceso en el cual se realiza la medición.
- ✓ Objetivo: valor que se desea alcanzar. Este debe ser ambicioso, alcanzable, estar cuantificado y acotado en el tiempo.
- ✓ Límite de aceptabilidad: límite que permite verificar que el proceso funciona de manera correcta aceptando un grado de error del proceso. Si el índice escapa a estos límites se deberán tomar acciones al proceso.

b. Eficiencia general de los equipos OEE

OEE corresponde a un indicador que permite medir la efectividad de la maquinaria industrial, es decir, su grado de utilización. Para ello, relaciona tres componentes clave en la producción: disponibilidad, rendimiento y calidad. En otras palabras, este indicador muestra qué tan bien una empresa está utilizando sus recursos, identificando en cuál o cuáles de las seis grandes pérdidas mencionadas con anterioridad se debe centrar el análisis y solución en orden de prioridad. (Collantes, 2016)

Sus siglas corresponden a su nombre en inglés "*overall equipment effectiveness*", en su traducción al español como eficiencia general de los equipos.

Tal como se mencionó, éste métrico reúne tres parámetros fundamentales para el estudio de la producción:

- a. Disponibilidad: determina las pérdidas de producción ocasionadas por detenciones programados o no programados de la maquinaria.
- b. Rendimiento: es determinado por la cantidad de bienes que dejan de producirse a consecuencia de trabajar con una velocidad menor a la velocidad óptima de producción o velocidad nominal de la máquina.
- c. Calidad: es el porcentaje de la producción total que se produce sin defectos. Su cálculo se concentra en identificar el tiempo de producción perdido al fabricarse un producto fuera de las especificaciones de calidad.

Cálculo del OEE

El cálculo de este índice se obtiene de la multiplicación de los tres parámetros en estudio:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Para facilitar la comprensión y cálculo de los indicadores, la tabla 32 muestra la distribución de tiempo para el proceso.

Tabla 32. Distribución de tiempos en planta para el cálculo de OEE

Tiempo disponible		
Tiempo de funcionamiento		Tiempo de parada planificada
Tiempo del período de operación		Tiempo de preparación de equipos
Tiempo de operación neta		Tiempo de parada no planificada por equipos
Tiempo de operación utilizable	Tiempo perdido por operación	
Tiempo productivo neto	Tiempo perdido por defectos	

Fuente: Jaime Collantes Bohórquez. Efectividad global de los equipos OEE: una poderosa herramienta para incrementar la rentabilidad de mantenimiento. IV Foro datastream de mantenimiento e industria "A la vanguardia en tecnología y producción"

Donde:

1. Tiempo disponible: corresponde al tiempo total de un turno de trabajo.
2. Tiempo de parada planificada: se puede dar en tres casos. Primero por planeación y control asociado al ajuste de producción, como lo originado por caída de demanda o falta de suministros. Aquellos no asociados a la producción, como tiempo de colación de los trabajadores. Y el asociado a mantenimiento anual planificado, preventivo o predictivo.
3. Tiempo de preparación de equipos: arranque, cambio de formato, cambio de producto, cambio de turno.
4. Tiempo de parada no planificada por equipos: ocasionado por fallas mecánicas.
5. Tiempo perdido por operación: marchas en vacío, pequeñas paradas, velocidad reducida, falla suministro/materia prima, mala operación.
6. Tiempo perdido por defectos: mermas, reprocesos, rechazos.
7. Tiempo productivo neto: producción real

Por consiguiente, se determinan a continuación los factores mencionados en la ecuación precedente:

Disponibilidad:

La disponibilidad relaciona el tiempo disponible y el tiempo de paradas de una máquina. El primero corresponde al tiempo total en que se puede hacer trabajar la maquinaria. Mientras que el tiempo de paradas es aquel tiempo improductivo donde la máquina no se encuentra produciendo, el cual se divide en dos tipos:

1. Paradas planificadas: período en que no estaba planificado producir, las cuales se dan en los casos de festivos, por razones legales, horas de colación, mantenimientos programados, capacitaciones, reducción del tiempo de producción debido a la falta de demanda del producto, otros.
2. Paradas no planificadas: se da en su mayoría por fallas mecánicas que paran el equipo por breves o extensos períodos de tiempo. Son impredecibles y repentinas.

El cálculo de disponibilidad contempla las paradas planificadas, ya que estas también pueden ser mejorados. Por consiguiente, el cálculo de la disponibilidad se expresa como:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación neta}}{\text{Tiempo período de operación}} \times 100$$

Rendimiento

El Rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas en la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo de producción por la velocidad nominal de la máquina.

Siendo:

Capacidad Nominal (*machine capacity, nameplate capacity, ideal run rate, theoretical rate*): es la capacidad de la máquina o línea de producción, que se encuentra declarada en la especificación. Se denomina también velocidad máxima u óptima equivalente a rendimiento ideal de la línea o máquina. Se mide en (número de unidades/hora).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de operación utilizable} \times \text{Velocidad actual de trabajo}}{\text{Tiempo período de operación} \times \text{Velocidad nominal de la máquina}} \times 100$$

Cálculo del OEE promedio

Este cálculo permite obtener un promedio de OEE, el cual resulta ser útil para medir la efectividad de una línea compuesta por más de una máquina industrial. El cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum(OEE_i \times \text{Tiempo período de operación}_i)}{\sum \text{Tiempo período de operación}_i}$$

Calidad

La calidad se entiende como el porcentaje de productos buenos que existe del total de la producción. Por lo tanto, su cálculo corresponde a:

$$\text{Calidad} = Q = \frac{\text{Tiempo productivo neto}}{\text{Tiempo de operación utilizable}} \times 100$$

El total de la producción incluye las piezas re trabajadas o desechadas, ya que para el cálculo del OEE solo se considera como piezas conformes todas aquellas que cumplen con los parámetros de calidad exigidos por la empresa la primera vez que son generadas.

Entonces, la calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas.

El valor del OEE permite clasificar una línea de producción o una planta con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado un nivel de excelencia. Se debe tener presente que un valor OEE del 100% es en la práctica inalcanzable.

- i. OEE < 65% = Inaceptable: se producen importantes pérdidas económicas, muy baja competitividad.
- ii. 65% < OEE < 75% = Regular: aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- iii. 75% < OEE < 85% = Aceptable: continuar la mejora para superar el 85% y avanzar a estándares *world class*. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
- iv. 85% < OEE < 95% = Buena: entra en valores *world class*. Buena competitividad.
- v. OEE > 95% = Excelencia: valores *world class*. Excelente competitividad.

Interpretación: un resultado de OEE= 40%, indica que de las 100 piezas buenas que una máquina podría haber producido, solo ha producido 40. Sólo se hace uso del 40% de la máquina.

2.8.3 Administración del recurso humano (ARH)

Las personas con sus conocimientos, habilidades y destrezas permiten asegurar la utilización del recurso material, financiero y tecnológico de manera eficiente y eficaz, lo que los convierte en la competencia básica de la organización, ya que ayudan a ganar o mantener una ventaja sostenible frente a los competidores que se presentan en el mercado. La codependencia se da entre la empresa y el recurso humano, por una parte, la organización depende de las personas para alcanzar sus objetivos y metas, mientras que las personas dependen de las empresas para alcanzar logros personales. Es por esto que se hace necesario lograr una mejora en el desempeño de los trabajadores de la planta, específicamente en aquellos puestos de trabajo que están relacionados directamente en la línea de envasado de jugos en polvo sin azúcar. La administración moderna de recursos humanos es la función que permite la colaboración eficaz de las personas a efecto de alcanzar los objetivos de la organización y los individuales (Chiavenato, Tercera edición 2009)

Los objetivos de la ARH son múltiples, donde principalmente se debe contribuir a la eficacia de la organización:

1. Ayudar a la organización a alcanzar sus objetivos y a realizar su misión.
2. Proporcionar competitividad a la organización. Esto significa saber crear, desarrollar y aplicar las habilidades y las competencias de la fuerza de trabajo. La función de la ARH es conseguir que las fortalezas de las personas sean más productivas para beneficio de los clientes, los asociados y los empleados.
3. Proporcionar a la organización personas bien entrenadas y motivadas que se logra al capacitar y reconocer el trabajo de la persona para mejorar e incrementar su desempeño.
4. Aumentar la auto actualización y la satisfacción de las personas en el trabajo para lograr que sean productivas, las personas deben sentir que el trabajo es adecuado para sus competencias y que se les trata con equidad.
5. Desarrollar y mantener la calidad de vida en el trabajo procura estructurar el trabajo y su ambiente con el objetivo de satisfacer la mayoría de las necesidades individuales de las personas y convertir a la organización en un lugar deseable y atractivo, como un ambiente de trabajo agradable, seguridad de empleo, tareas significativas.

Estos objetivos se resumen en seis procesos básicos para la administración de recursos humanos, los cuales son:

1. Procesos para integrar personas: son los procesos para incluir a nuevas personas en la empresa. Incluyen el reclutamiento y la selección de personal.
2. Procesos para organizar a las personas: son los procesos para diseñar las actividades que las personas realizarán en la empresa, para orientar y acompañar su desempeño. Incluyen el diseño organizacional y de puestos, el análisis y la descripción de los mismos, la colocación de las personas y la evaluación del desempeño.
3. Procesos para recompensar a las personas: son los procesos para incentivar a las personas y para satisfacer sus necesidades individuales más elevadas. Incluyen recompensas, remuneración y prestaciones y servicios sociales.

4. Procesos para desarrollar a las personas: son los procesos para capacitar e incrementar el desarrollo profesional y personal. Implican la formación y el desarrollo la administración del conocimiento y de las competencias, el aprendizaje, los programas de cambios y el desarrollo de carreras, y los programas de comunicación y conformidad.

5. Procesos para retener a las personas: son los procesos para crear las condiciones ambientales y psicológicas satisfactorias para las actividades de las personas. Incluyen la administración de la cultura organizacional, el clima, la disciplina, la higiene, la seguridad y la calidad de vida y las relaciones sindicales.

6. Procesos para auditar a las personas: son los procesos para dar seguimiento y controlar las actividades de las personas y para verificar los resultados. Incluyen bancos de datos y sistemas de información administrativa.

En un mundo cambiante y competitivo, con una economía sin fronteras, las organizaciones se deben preparar continuamente para los desafíos de la innovación y la competencia. Para tener éxito, las organizaciones deben contar con personas expertas, ágiles, emprendedoras y dispuestas a correr riesgos. La capacitación y el desarrollo son imprescindibles para conseguirlo. Las organizaciones más exitosas invierten mucho en capacitación para obtener un rendimiento garantizado. Para ellas, la capacitación no es un gasto, sino una inversión, sea en la organización o en las personas que trabajan en ella. Además, produce beneficios directos para los clientes.

Se considera que la capacitación es un medio para apalancar el desempeño en el trabajo. La capacitación casi siempre ha sido entendida como el proceso mediante el cual se prepara a la persona para que desempeñe con excelencia las tareas específicas del puesto que ocupa. Actualmente la capacitación es un medio que desarrolla las competencias de las personas para que puedan ser más productivas, creativas e innovadoras, a efecto de que contribuyan mejor a los objetivos organizacionales y se vuelvan cada vez más valiosas. Así, la capacitación es una fuente de utilidad, porque permite a las personas contribuir efectivamente en los resultados del negocio. En estos términos, la capacitación es una manera eficaz de agregar valor a las personas, a la organización y a los clientes.

La capacitación es un proceso cíclico y continuo que pasa por cuatro etapas:

1. El diagnóstico consiste en realizar un inventario de las necesidades o las carencias de capacitación que deben ser atendidas o satisfechas. Las necesidades pueden ser pasadas, presentes o futuras.
2. El diseño consiste en preparar el proyecto o programa de capacitación para atender las necesidades diagnosticadas.
3. La implantación es ejecutar y dirigir el programa de capacitación.
4. La evaluación consiste en revisar los resultados obtenidos con la capacitación.

2.9. Pasos de la metodología propuesta

Como ya se mencionó, las metodologías de rediseño de procesos están pensadas para un contexto de empresa única. Es por esto, que el escenario presentado en esta memoria de título requiere de una metodología específica que permita la adecuada construcción de propuestas de rediseño.

Se describe a continuación la metodología de rediseño de procesos, la cual está compuesta por 5 etapas que servirán de guía para adaptar el actual proceso a una situación mejorada. Estas son: definir escenario actual; analizar, diagnosticar y planificar; elaborar propuestas de rediseño; evaluar propuestas de rediseño; seleccionar propuesta final mediante evaluación comparativa. Cinco etapas que se ajustan para alcanzar los objetivos propuestos de esta memoria de título. De esta forma la figura 8 muestra la arquitectura de la metodología propuesta.

2.9.1. Definir escenario actual.

Primera etapa que consiste en definir el proceso a mejorar y sus elementos constituyentes. Definir el problema. Definir los indicadores a mejorar.

2.9.2. Analizar, diagnosticar y planificar.

Evaluación de la situación actual mediante medición del desempeño del proceso. Establecer metas medibles del proyecto de mejoramiento, expresadas en términos de los indicadores que se deben mejorar. Definir alcances del proyecto.

2.9.3. Elaborar propuestas de rediseño.

Producción de 3 alternativas de rediseño del proceso productivo original, que satisfagan los objetivos estratégicos de la empresa.

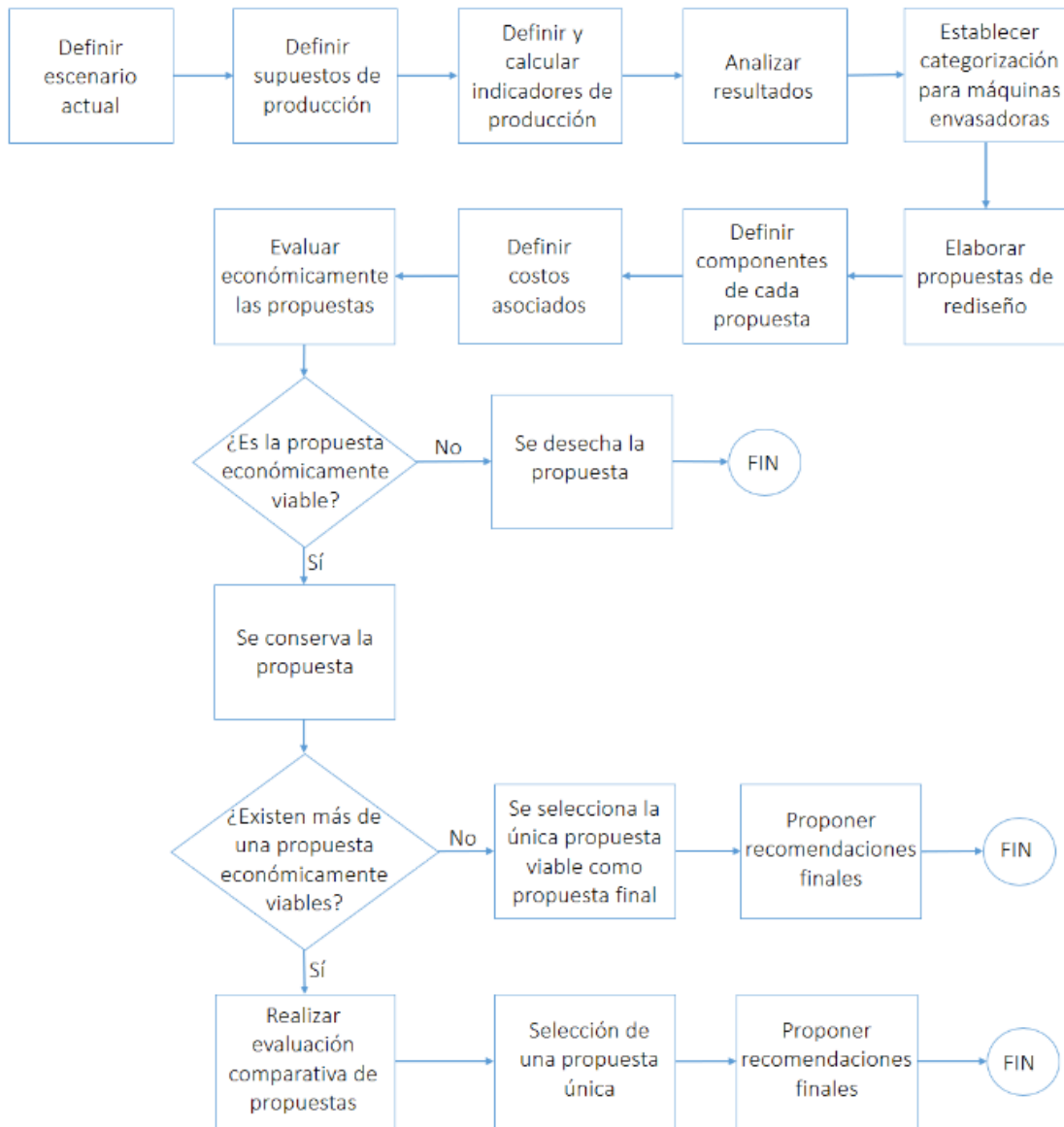
2.9.4. Evaluar propuestas de rediseño.

Evaluación económica de cada propuesta de manera de poder medir la factibilidad de cada una de manera independiente.

2.9.5. Seleccionar propuesta final mediante evaluación comparativa.

Evaluación comparativa de las propuestas, donde se concluya en una propuesta única como solución final.

Figura 10. Diagrama de flujo de la metodología de rediseño de procesos



Fuente: elaboración propia

Capítulo 3

Aplicación de la metodología

En este capítulo se procederá a aplicar la metodología propuesta correspondiente a rediseño de procesos, la cual está construida en 5 etapas: definir escenario actual; analizar, diagnosticar y planificar; elaborar propuestas de rediseño; evaluar propuestas de rediseño; seleccionar propuesta final mediante evaluación comparativa.

3.1. Definir escenario actual

Un desarrollo más extenso del escenario actual se puede encontrar en el capítulo 1, a continuación, se muestra un extracto de este, donde se indican los principales ejes a ser considerados.

El producto corresponde a una bebida instantánea en polvo saborizada que contiene edulcorante, o también conocido como jugo en polvo sin azúcar. Este es un producto que se presenta en formatos de 7 y 8 gr, en sobres de doble laminación, de dimensiones de 11x7 cm.

El proceso que ha sido seleccionado corresponde al proceso de envasado, debido a que es en el cual existe mayor número de trabajadores, máquinas en uso y donde más operaciones se llevan a cabo según la recomendación de expertos del departamento de producción. Es además en este proceso donde se generan mayores costos de producción debido a detenciones de maquinaria, reproceso de producto, generación de productos fuera de la especificación de producción, lo cual constituye el problema de estudio, correspondiente a una ineficiencia del proceso que conduce a un aumento de los costos de producción.

Esta ineficiencia del proceso, encuentra sus causas en 3 grupos principales. La maquinaria, correspondiente a las envasadoras de jugo en polvo y chequeadoras de peso, la mano de obra, quienes realizan directamente la manipulación del producto y maquinaria, y finalmente los puntos de control, en los cuales el objetivo es la oportuna detección y eliminación de productos fuera de especificación. Se realizará un diagnóstico a estas 3 variables críticas del proceso, las cuales serán analizadas y evaluadas en función de proponer una mejora sustancial mediante un rediseño al proceso de envasado.

Las causas del problema, de acuerdo a la clasificación de las variables críticas se resumen en:

1. Maquinaria: corresponde a envasadora horizontal marca Bossar y chequeadoras de peso marca PESAMATIC.
 - Mantenimiento reactivo y no preventivo de la maquinaria
 - Soluciones y ajustes inadecuados por parte de operadores de máquina
 - Mal funcionamiento de piezas críticas
 - Altos tiempos de detención no planificado
2. Mano de obra: quien realiza directamente trabajo con la manipulación del producto y maquinaria (operadores, operarios, mecánicos)
 - Falta de experiencia de operarios
 - Falta de actitud positiva en el trabajo – operarios
 - Falta de responsabilidad y compromiso – operarios
 - Falta experiencia del operador
 - Falta de responsabilidad y compromiso – operadores
 - Mala distribución de tareas
 - Falta capacitación

3. Puntos de control: en los cuales el objetivo es la oportuna detección y eliminación de productos fuera de especificación
 - Falla de palpadores
 - No detecta todos los productos fuera de especificación
 - Chequeadora de peso de baja precisión
 - Contadores no detectan todos los productos fuera especificación:

En el proceso de envasado se utilizan exclusivamente 5 máquinas envasadoras Bossar identificadas como MH12, MH14, MH15, MH16 y MH38.

Para realizar la medición de las variables críticas de este proceso, se realizará el cálculo de KPI. La información utilizada para ello, fue otorgada por el departamento de producción y corresponde a una recopilación de datos obtenidos en un período de cinco turnos AM. Estos datos pueden ser revisados en el anexo C. De forma paralela, utilizando los mismos datos, se procederá a calcular el índice OEE que permita medir de manera global la eficiencia de la máquina. Una vez obtenido los resultados para ambos indicadores, se podrá categorizar a las envasadoras respecto a su productividad.

Las propuestas se realizarán en base a los siguientes datos:

- ✓ Envasadoras:
 - a. Marca: BOSSAR.
 - b. Velocidad de llenado actual: 72 sobres por minuto.
 - c. Velocidad nominal: 80 sobres por minuto.
 - d. Cantidad de trabajadores por máquina: 1 operador, 5 operarios.
 - e. Tiempos de trabajo: el turno en el cual se han realizado las mediciones, corresponde al turno “mañana”, el cual comienza a las 07:00 horas y finaliza a las 15:00 horas.

3.1.1 Supuestos de producción

Los cálculos realizados para las propuestas de rediseño se basan en los siguientes supuestos de producción:

- Las máquinas envasadoras trabajan de manera constante a la velocidad indicada todo el año.
- Los tiempos promedios de detención se mantienen constante durante todos los turnos.
- La producción promedio se mantiene constante durante todos los turnos.
- El tiempo promedio teórico de trabajo, sin contabilizar las paradas no planificadas corresponde a 6,25 horas para un turno, lo que se traduce en una producción teórica de 27.000 sobres por máquina.

3.1.2 Producción actual estimada

Se desglosa a continuación la producción en una situación actual para las 5 máquinas envasadoras, donde se consideran las paradas no planificadas y defectos de producción.

Tabla 33. *Producción máquinas envasadoras para situación original*

Niveles de producción promedio situación original					
	MH12	MH16	MH38	MH14	MH15
Promedio tiempo productivo neto (horas)	5,000	4,407	5,465	5,450	5,453
Promedio velocidad de trabajo (sobres por minuto)	72	72	72	72	72
Promedio tiempo perdido operación (horas)	0,170	0,083	0,083	0,083	0,083
Promedio tiempo perdido parada no planificada (horas)	0,998	1,776	0,744	0,736	0,690
Promedio tiempo perdido por defectos (horas)	0,014	0,018	0,008	0,010	0,014
Promedio producción turno (sobres de jugo)	21.600	19.038	23.609	23.544	23.557
Promedio producción día (sobres de jugo)	64.800	57.115	70.826	70.632	70.671
Promedio producción mensual (sobres de jugo)	1.944.000	1.713.442	2.124.792	2.118.960	2.120.126
Promedio producción anual (sobres de jugo)	23.328.000	20.561.299	25.497.504	25.427.520	25.441.517
Promedio total producción mensual (sobres de jugo)	10.021.320				
Promedio total producción anual (sobres de jugo)	120.255.840				

Fuente: elaboración propia

3.1.3 Indicadores de desempeño de producción

Los KPI referentes a la producción permiten medir las irregularidades en la elaboración de los productos y la eficiencia de los procesos. Los indicadores serán calculados en base a los datos presentados en el anexo C para cada una de las máquinas en estudio.

La tabla 34 muestra la información relevante para el cálculo del KPI I de aseguramiento de la calidad de producción, midiendo la producción efectiva. Cabe destacar que el cálculo de la producción real se hace en base a la velocidad actual de producción, que equivale a 72 sobres por minuto, mientras para el cálculo de la producción a tiempo de periodo de operación es calculado con la velocidad nominal de la máquina, 80 sobres por minuto.

Tabla 34. KPI I de aseguramiento de la calidad de producción: "producción efectiva"

KPI I de aseguramiento de la calidad de producción	
Nombre del KPI	Producción efectiva
Definición	Indica la cantidad de sobres válidamente producidos del total de sobres producidos en el período de operación
Fórmula	$\frac{\text{Promedio producción real}}{\text{Promedio producción a tiempo periodo de operación}} \times 100$
Unidades	Número de sobres
Periodicidad	Al finalizar cada turno
Responsable	Operador
Punto de medición	Pallet
Objetivo	97%
Límite de aceptabilidad	90%

Fuente: elaboración propia

El KPI II explicado en la tabla 35 hace referencia a la cantidad de sobres vacíos producidos. Este dato de producción no conforme se estudia separadamente de los sobres generados con sobre peso o bajo peso, debido a que no se conoce con certeza que las causas que originan ambas fallas sean las mismas o sean excluyentes. En la tabla 36 se puede encontrar el cálculo del KPI III para los sobres considerados fuera de especificación (bajo peso y sobre peso).

Tabla 35. KPI II de aseguramiento de la calidad de producción: "producción de sobres vacíos"

KPI II de aseguramiento de la calidad de producción	
Nombre del KPI	Producción de sobres vacíos
Definición	Indica la cantidad de sobres vacíos que se producen en el turno respecto del total de sobres válidamente elaborados.
Fórmula	$\frac{\text{Promedio número de sobres vacíos}}{\text{Promedio producción a tiempo de operación utilizable}} \times 100$
Unidades	Número de sobres
Periodicidad	Al finalizar cada turno
Responsable	Operario
Punto de medición	Control en chequeadora de peso
Objetivo	0,0036%
Límite de aceptabilidad	0,0107%

Fuente: elaboración propia

Tabla 36. KPI III de aseguramiento de la calidad de producción: "producción sobres fuera de especificación"

KPI III de aseguramiento de la calidad de producción	
Nombre del KPI	Producción sobres fuera de especificación
Definición	Indica la cantidad de sobres con sobre o bajo peso, del total de sobres válidamente elaborados.
Fórmula	$\frac{\text{Promedio sobres fuera de especificación}}{\text{Promedio producción a tiempo de operación utilizable}} \times 100$
Unidades	Número de sobres
Periodicidad	Al finalizar cada turno
Responsable	Operador
Punto de medición	Control en chequeadora de peso
Objetivo	0,0178%
Límite de aceptabilidad	0,0285%

Fuente: elaboración propia

Los tiempos de detención o parada no planificados son ocasionados principalmente por fallas que presenta la maquinaria. Es necesario resaltar que el tiempo de parada no planificada se presenta en este proceso de dos formas: fallas mecánicas con asistencia (C/A) y fallas mecánicas sin asistencia (S/A), donde la asistencia corresponde al apoyo del departamento de mantención para poder solucionar las averías. Este tiempo puede verse aumentado debido al tiempo en que mantención tarda en llegar a la máquina. La tabla 37 muestra el cálculo del KPI IV de tiempos de detención no planificado de envasadoras.

Tabla 37. *KPI IV de aseguramiento de la calidad de producción: "tiempos de detención de envasadoras"*

KPI IV de aseguramiento de la calidad de producción	
Nombre del KPI	Tiempos de detención no planificado de envasadoras
Definición	Indica los tiempos en que la máquina ha sido detenida debido a eventos no programados
Fórmula	$\frac{\text{Promedio tiempo de parada no planificada}}{\text{Promedio tiempo período de operación}}$
Unidades	horas
Periodicidad	Al finalizar cada turno
Responsable	Operador
Punto de medición	Hoja registro de turno e información entregada por la máquina
Objetivo	5% (0,33 horas aprox.)
Límite de aceptabilidad	8% (0,5 horas aprox.)

Fuente: elaboración propia

3.1.4 Cálculo de OEE: eficiencia general de los equipos

Indicador de eficiencia general de los equipos (OEE): el cual se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Tabla 38. Fórmulas para el cálculo del OEE

Nombre	Formula	
Disponibilidad	$Disponibilidad = \frac{A}{B} \times 100$	Donde: A: promedio tiempo de operación neta. B: promedio tiempo período de operación.
Rendimiento	$Rendimiento = \frac{C \times D}{B \times E} \times 100$	Donde: C: promedio tiempo de operación utilizable. D: velocidad actual de trabajo. E: velocidad nominal de la máquina.
Calidad	$Calidad = \frac{F}{C} \times 100$	Donde: F: promedio tiempo productivo neto.

Fuente: elaboración propia

3.2 Analizar, diagnosticar y planificar.

Con la información que se tiene de las máquinas envasadoras se realiza el cálculo de los indicadores de producción. Basado en este diagnóstico, se procede a realizar una calificación del proceso con la finalidad de establecer la necesidad de su mejora y con ello realizar la planificación del trabajo a desarrollar, que se verá reflejado en las propuestas de rediseño.

3.2.1 Resultados indicadores de producción

a. Máquina MH12

Tabla 39. Resultados indicadores de producción para envasadora MH12

Indicador	Resultado	Objetivo	Límite de aceptabilidad
KPI producción efectiva	72,796%	97%	90%
KPI producción de sobres vacíos	0,024%	0,0036%	0,0107%
KPI producción sobres fuera de especificación	0,255%	0,0178%	0,0285 %
KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras	16,138%	5%	8%
OEE	61,05%	90%	75% < OEE < 85%
Disponibilidad	83,86%	93%	>87%
Rendimiento	73%	97%	>91%
Calidad	99,72%	99,99%	99,99%

Fuente: elaboración propia

b. Máquina MH14

Tabla 40. Resultados indicadores de producción para envasadora MH14

Indicador	Resultado	Objetivo	Límite de aceptabilidad
KPI producción efectiva	78,121%	97%	90%
KPI producción de sobres vacíos	0,033%	0,0036%	0,0107%
KPI producción sobres fuera de especificación	0,156%	0,0178%	0,0285 %
KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras	11,712%	5%	8%
OEE	68,971%	90%	75% < OEE < 85%
Disponibilidad	88,288%	93%	>87%
Rendimiento	78,270%	97%	>91%
Calidad	99,810%	99,99%	99,99%

Fuente: elaboración propia

c. Máquina MH15

Tabla 41. Resultados indicadores de producción para envasadora MH15

Indicador	Resultado	Objetivo	Límite de aceptabilidad
KPI producción efectiva	78,648%	97%	90%
KPI producción de sobres vacíos	0,022%	0,0036%	0,0107%
KPI producción sobres fuera de especificación	0,233%	0,0178%	0,0285 %
KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras	28,205%	5%	8%
OEE	69,95%	90%	75% < OEE < 85%
Disponibilidad	88,94%	93%	>87%
Rendimiento	78,85%	97%	>91%
Calidad	99,74%	99,99%	99,99%

Fuente: elaboración propia

d. Máquina MH16

Tabla 42. Resultados indicadores de producción para envasadora MH16

Indicador	Resultado	Objetivo	Límite de aceptabilidad
KPI producción efectiva	63,123%	97%	90%
KPI producción de sobres vacíos	0,040%	0,0036%	0,0107%
KPI producción sobres fuera de especificación	0,355%	0,0178%	0,0285 %
KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras	28,262%	5%	8%
OEE	45,28%	90%	75% < OEE < 85%
Disponibilidad	71,74%	93%	>87%
Rendimiento	63,38%	97%	>91%
Calidad	99,60%	99,99%	99,99%

Fuente: elaboración propia

e. Máquina MH38

Tabla 43. Resultados indicadores de producción para envasadora MH38

Indicador	Resultado	Objetivo	Límite de aceptabilidad
KPI producción efectiva	78,078%	97%	90%
KPI producción de sobres vacíos	0,000%	0,0036%	0,0107%
KPI producción sobres fuera de especificación	0,136%	0,0178%	0,0285 %
KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras	11,810%	5%	8%
OEE	68,858%	90%	75% < OEE < 85%
Disponibilidad	88,190%	93%	>87%
Rendimiento	78,186%	97%	>91%
Calidad	99,863%	99,99%	99,99%

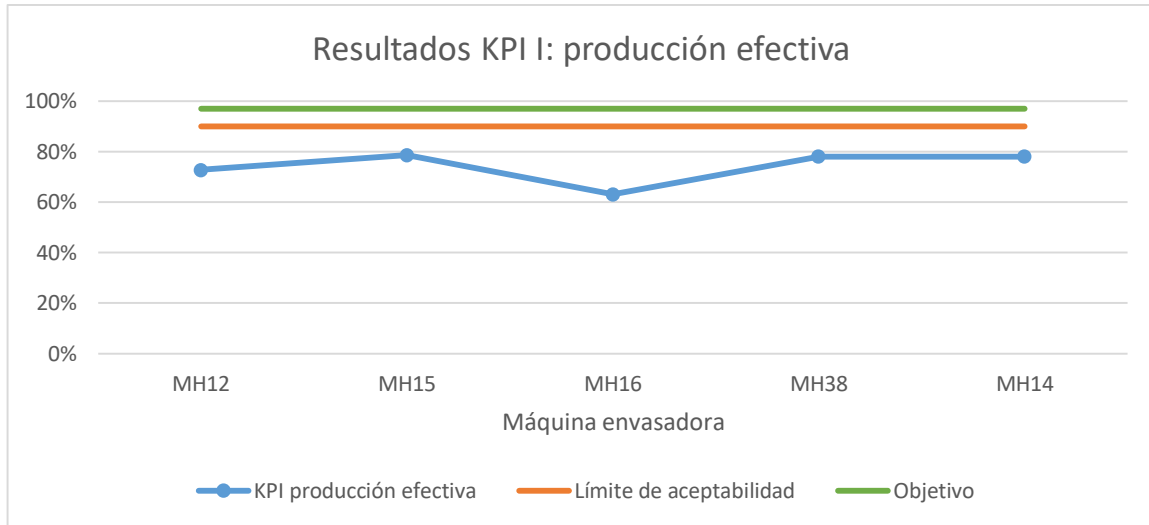
Fuente: elaboración propia

3.2.2 Análisis de KPI

Los resultados presentados en las tablas anteriores, demuestran que el funcionamiento de la línea de envasado es deficiente. Las siguientes gráficas muestran una comparación de los resultados obtenidos por las envasadoras para cada uno de los KPI estudiados.

La gráfica 3 muestra los resultados del KPI de producción efectiva. Como se puede observar, los resultados se muestran por debajo del límite aceptable y el límite objetivo. La comparación que se realiza corresponde a la producción obtenida en la realidad versus a una situación ideal de funcionamiento. La situación ideal contempla un tiempo de operación que no incluye paradas no planificadas, mientras que, en la producción real, esta se ve disminuida por efecto del tiempo que se pierde a causa de paradas y errores de operación. Así mismo, las velocidades de producción varían. Actualmente las máquinas trabajan a una velocidad de 72 sobres por minuto, lo cual se encuentra por debajo de la velocidad nominal de la máquina, que son 80 sobres por minuto, siendo esta la velocidad ideal de trabajo. Por consiguiente, la producción actual no resulta ser la óptima.

Gráfico 3. Resultados KPI producción efectiva



Fuente: elaboración propia

Si bien ninguna máquina presenta resultados favorables, sí se puede ver que el valor del KPI obtenido de la máquina MH15 supera al valor de las otras. Las variaciones entre las máquinas se darán únicamente por los tiempos de paradas que presenta cada una en su funcionamiento, ya que la velocidad real y nominal se mantienen constantes para las cinco envasadoras.

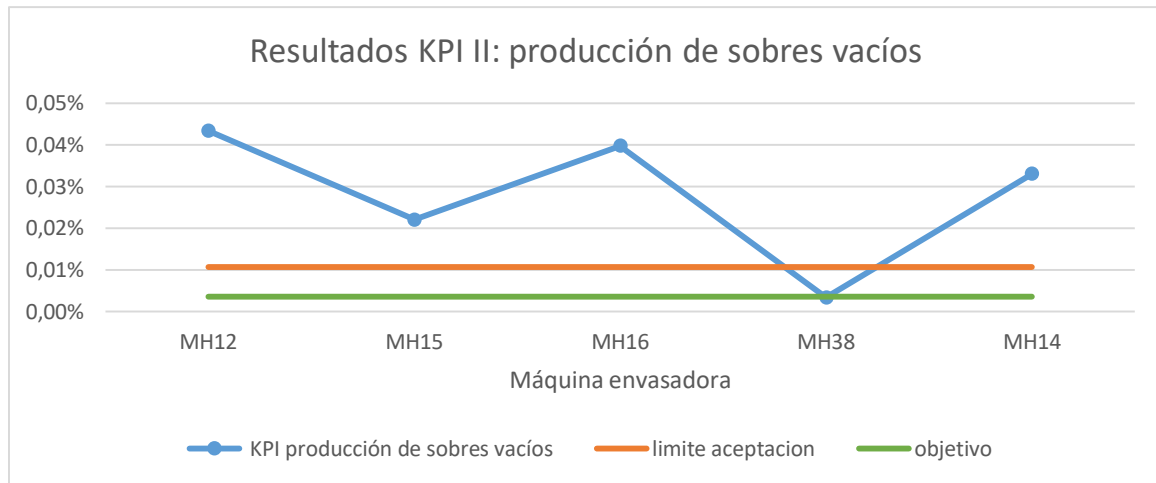
Los límites de aceptabilidad y objetivo fueron declarados por el departamento de producción en base a lo que consideran ellos como óptimo para sus operaciones.

Los KPI II y III analizan la producción no conforme de la planta, la cual se divide en producción de sobres vacíos y sobres fuera de especificación. Ambos cálculos son realizados en base al tiempo de operación utilizable de la máquina. Este tiempo contempla las pérdidas ocasionadas por paradas planificadas y no planificadas, el cual es un tiempo mayor al tiempo real de producción ya que no incluye el tiempo perdido por producción no conforme. El cálculo de estos KPI's relaciona la

producción obtenida la primera vez que se genera, es decir, sin contabilizar como buenos los sobres que han sido reprocesados.

Los límites de aceptación y objetivo para cada KPI se han calculado en base a la cantidad mínima de sobres deficientes que se aceptan del proceso.

Gráfico 4. Resultados KPI producción de sobres vacíos

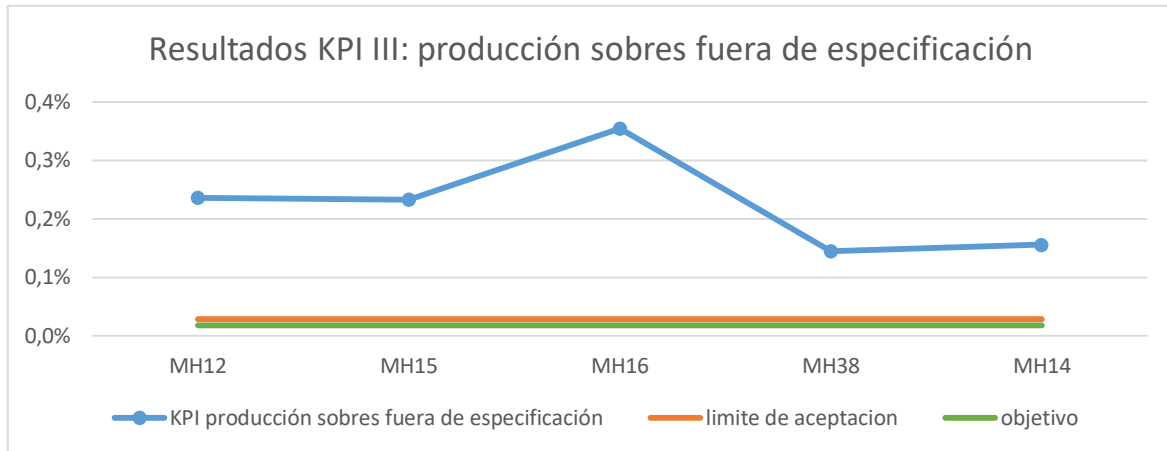


Fuente: elaboración propia

Para este caso como se puede observar en la gráfica precedente, la única máquina que obtuvo un valor dentro de los parámetros esperados, es la máquina envasadora MH38. Por el contrario, las otras envasadoras presentan resultados desfavorables.

Para el caso del KPI III que mide la producción de sobres fuera de especificación, ninguna máquina obtuvo los resultados esperados, los cuales se encuentran alejados del límite de aceptación y del objetivo. Los resultados se muestran en la gráfica 5.

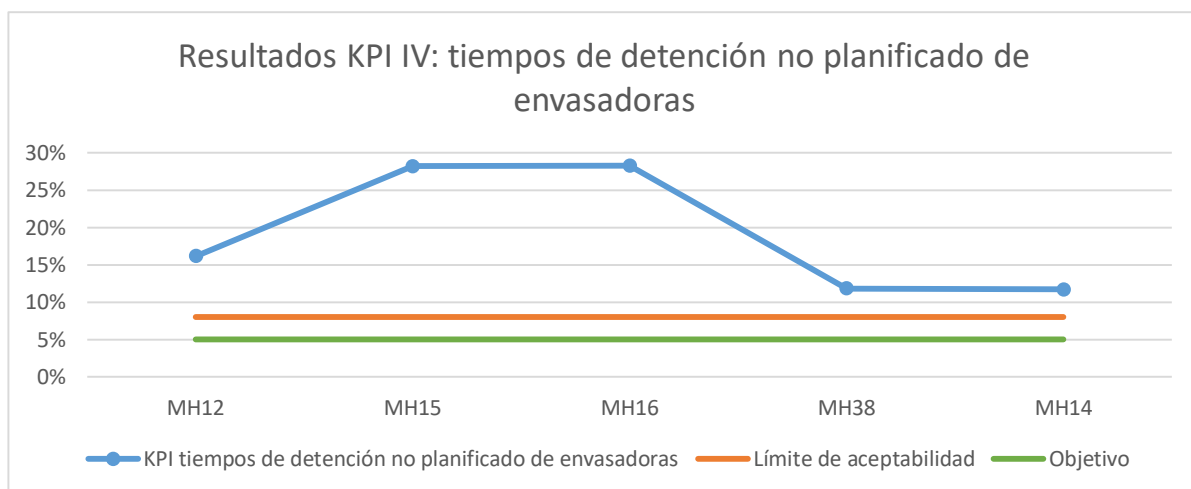
Gráfico 5. Resultados KPI producción sobres fuera de especificación



Fuente: elaboración propia

Finalmente, el cuarto KPI mide la representatividad que poseen las paradas no planificadas respecto del tiempo período de operación, el cual contempla las paradas planificadas. Para el cálculo de este KPI existe mayor tolerancia para la definición de límites de aceptabilidad y objetivo, ya que el factor humano es uno de los involucrados dentro de la ocurrencia de paradas no planificadas, causadas por ejemplo por negligencia al operar la máquina o la falta de conocimientos. Si bien esto es susceptible a mejora (ya que se pueden realizar capacitaciones), se acepta el grado de error humano que se pueda generar, ya que no es controlable a totalidad. En este caso, como muestra la gráfica 6 la máquina que presenta un promedio de paradas no planificadas menor, corresponde a la máquina MH14.

Gráfico 6. Resultados KPI tiempos de detención no planificado de envasadoras



Fuente: elaboración propia

El gráfico 7 muestra los resultados de la eficiencia general de los equipos para las máquinas envasadoras. Se muestra en conjunto los valores obtenidos para disponibilidad, rendimiento, calidad, y OEE, además de los límites de aceptabilidad para cada uno de ellos.

De los resultados se desprende que ninguna de las cinco envasadoras alcanza el valor mínimo de aceptación para la eficiencia general de los equipos. La clasificación respecto al valor obtenido para cada envasadora se define como:

MH12 con un OEE igual a 61,05% clasifica con un rendimiento inaceptable, donde se producen importantes pérdidas económicas, posee una muy baja competitividad. En cuanto a disponibilidad (83,86%), rendimiento (73%) y calidad (99,72%), los tres se encuentran muy por debajo de los límites de aceptabilidad.

Para la máquina MH15 con un OEE de 69,95%, esta posee un rendimiento regular. De acuerdo con los parámetros internacionales, ésta solo se consideraría aceptable si se encontrara en proceso de mejora, el cual no es el caso para esta envasadora, aun así, representa pérdidas económicas significativas y baja competitividad. Mientras que en los valores obtenidos en disponibilidad (88,94%), rendimiento (78,85%) y calidad (99,74%), sólo la disponibilidad se encuentra por un 1,94% sobre el límite, aun así, la efectividad global de la máquina no deja de representar una baja competitividad.

Los valores obtenidos para MH16, con un OEE de 45,28%, es la que menor valor obtuvo de las cinco envasadoras para este análisis, su rendimiento es inaceptable, lo cual produce importantes pérdidas económicas, muy baja competitividad. Para los valores obtenidos para disponibilidad (71,74%), rendimiento (63,38%) y calidad (99,6%) tampoco se logra alcanzar el límite de aceptabilidad. Esta máquina, por sobre sus pares, es la que mayores pérdidas representa para el proceso.

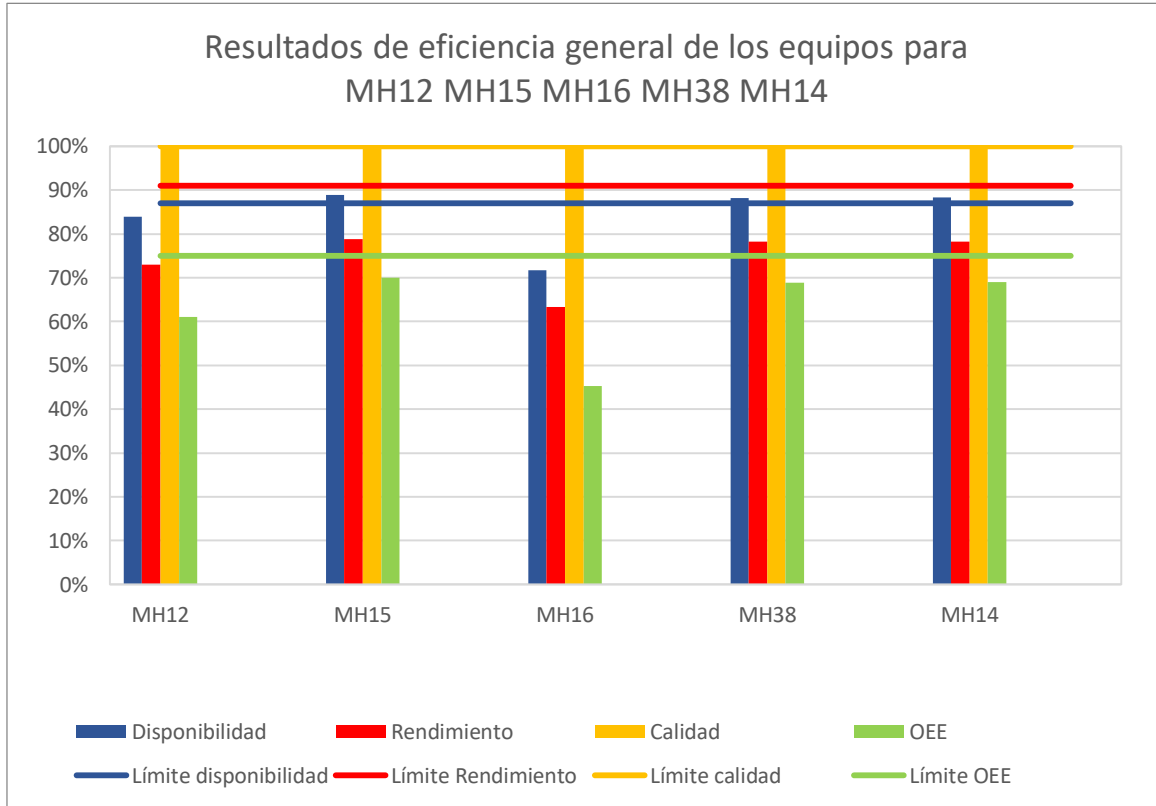
Para la máquina MH38, con un OEE de 68,85%, esta posee un rendimiento regular. De acuerdo con los parámetros internacionales, ésta solo se consideraría aceptable si se encontrara en proceso de mejora, el cual no es el caso para esta envasadora, aun así, representa pérdidas económicas significativas y baja competitividad. Para los valores obtenidos para disponibilidad (88,19%), rendimiento (78,19%) y calidad (99,85%) tampoco se logra alcanzar el límite de aceptabilidad.

La envasadora MH14, con un OEE de 68,97%, igual se considera con un rendimiento regular. De acuerdo con los parámetros internacionales, ésta solo se consideraría aceptable si se encontrara en proceso de mejora, el cual no es el caso para esta envasadora, aun así, representa pérdidas económicas significativas y baja competitividad. Para los valores obtenidos para disponibilidad (88,29%), rendimiento (78,27%) y calidad (99,81%) tampoco se logra alcanzar el límite de aceptabilidad.

Con los resultados obtenidos para las 5 envasadoras, se obtiene un promedio de OEE de 62,82%, lo que permite calificar el desempeño como inaceptable, donde se producen importantes pérdidas económicas y existe muy baja competitividad.

Habiendo realizado el análisis OEE para las cinco envasadoras se constata que los problemas relacionados al proceso de envasado no sólo están relacionados a las envasadoras, sino que se suman los involucrados a la fuerza laboral, es decir, el trabajo de operadores, operarios y mecánicos.

Gráfico 7. Resultados de OEE para máquinas envasadoras



Fuente: elaboración propia

El diagnóstico para la situación actual de las envasadoras es desfavorable. Es necesario tomar las medidas correctivas necesarias para aumentar el valor de eficiencia obtenido por el indicador OEE. Para lo cual se deben solucionar las causas del problema. Para ello se deben considerar lo siguiente:

Referente a la mano de obra

Todos los procesos de la ARH son importantes, pero los decisivos para este estudio corresponden al proceso de capacitación, el cual se encuentra dentro del proceso para desarrollar a las personas, el cual fue mencionado en el capítulo anterior.

Se considera que la capacitación es un medio para apalancar el desempeño en el trabajo. La capacitación casi siempre ha sido entendida como el proceso mediante el cual se prepara a la persona para que desempeñe con excelencia las tareas específicas del puesto que ocupa. La capacitación es una manera eficaz de agregar valor a las personas, a la organización y a los clientes.

La capacitación se orienta al presente, se enfoca en el puesto actual y pretende mejorar las habilidades y las competencias relacionadas con el desempeño inmediato del trabajo. Cuando

desarrollan las habilidades de las personas también transmiten información y, simultáneamente, motivan nuevas actitudes y conceptos. Buena parte de los programas de capacitación busca cambiar las actitudes reactivas y conservadoras de las personas por actitudes proactivas e innovadoras con el propósito de mejorar su espíritu de equipo y su creatividad.

La realización de capacitaciones surge a causa de los cambios en métodos y procesos de trabajo, modernización de equipamientos y nuevas tecnologías. Busca solucionar problemas en la producción, como la baja calidad, baja productividad, averías frecuentes en los equipos, errores y desperdicio. La capacitación es una fuente de rentabilidad porque enriquece el patrimonio humano de la organización. La capacitación es un proceso sistemático de mejora del comportamiento de las personas para que alcancen los objetivos de la organización, el cual se logra modificando el comportamiento de las personas por medio de cuatro tipos de cambios: transmisión de información, desarrollo de habilidades, de actitudes y de conceptos

Referente a la maquinaria y puntos de control

Se busca la mantención y/o adquisición de nueva maquinaria y piezas críticas que ayuden a reducir la cantidad de fallas mecánicas que se producen. Para facilitar la toma de decisión de sustitución de las envasadoras, se ha otorgado una calificación a las envasadoras en base a los resultados obtenidos en los indicadores de producción. Esta calificación ordena las máquinas de acuerdo al nivel de competitividad que representan en la línea de envasado. Por ende, se priorizará la sustitución de la máquina de acuerdo al siguiente orden, donde 1 indica que debe cambiarse la máquina y 5 que debe mantenerse la máquina envasadora.

A partir del diagnóstico efectuado previamente, la categorización para las máquinas envasadoras se configura de la siguiente manera:

1. Envasadora MH16
2. Envasadora MH12
3. Envasadora MH38
4. Envasadora MH14
5. Envasadora MH15

3.3 Elaborar propuestas de rediseño.

De acuerdo a la solución propuesta, se desarrollan a continuación 3 propuestas de rediseño (A, B Y C), atendiendo a las dimensiones de tecnología, recursos humanos y niveles de producción.

Las propuestas B y C, consideran la adquisición de nuevas máquinas que vienen en reemplazo de las envasadoras con menor productividad. Para definir la cantidad de envasadoras a incorporar, se ha utilizado como referencia los niveles de producción de la situación teórica actual del proceso de envasado, que contempla a las cinco envasadoras trabajando a una velocidad de 72 sobres por minuto a un tiempo de período de operación sin detenciones no planificadas. Por consiguiente, los niveles de producción de cada propuesta no pueden superar la producción estimada de 13 millones de sobres mensuales. Lo anterior se debe a que se estima que un volumen mayor de producción, podría afectar otros procesos de la planta, como lo son almacenaje y distribución.

3.3.1 Propuesta A: adquisición de nuevas tecnologías que se adecúen a los equipos existentes

La primera propuesta de rediseño busca realizar la menor cantidad de adquisiciones para la línea de envasado y utilizar de mejor manera los recursos con los que ya se cuenta. Esta propuesta viene a dar un mayor énfasis a la realización de capacitaciones de personal y mantenciones preventivas, las cuales han sido unas de las insuficiencias principales en la línea de envasado.

Por lo tanto, la propuesta de rediseño A, contempla:

1. Sustitución de piezas críticas de envasado
2. Incorporación de nuevas tecnologías
3. Capacitación de trabajadores de línea de envasado
4. Actividades de mantención preventiva

1. Sustitución de piezas críticas

Para la sustitución de piezas críticas, cabe señalar que se mantiene el diseño original de las piezas, sólo se realiza un cambio en la calidad de los materiales que se emplean en ellos. Las piezas a ser reemplazadas corresponden a:

- a. Tijeras: las tijeras actuales están hechas con acero inoxidable, debido a que es el principal material utilizado dentro de la industria de alimentos. Se propone utilizar tijeras hechas de acero de carbono, ya que el carbono garantiza un mayor rendimiento de corte y afilado. Las nuevas tijeras estarían construidas con hoja de punta ancha, que proporciona un poder de corte homogéneo a lo largo de todo el filo. Además, las hojas de corte se encuentran unidas por un tornillo regulable manualmente que permite un ajuste más rápido y accesible para el operador u operario a cargo.
- b. Ventosas: se propone cambiar todas las ventosas de las envasadoras. Las ventosas al vacío propuestas, estarían fabricadas con caucho natural y silicona, además la base de ajuste estaría fabricada con acero. Su tecnología ofrece beneficios para la manipulación del complejo ya que no produce arrugas al aspirar el papel y es resistente al calor.
- c. Sopladores: para el uso de aire comprimido, se propone un cambio en la boquilla de aire de la manguera, las cuales estarían fabricadas de acero inoxidable y con una terminación en punta que permite aprovechar de mejor forma el uso de aire comprimido, la boquilla propuesta

reduce hasta un 70% el uso de aire. Esto vendría a reemplazar las actuales boquillas que poseen una forma cilíndrica.

- d. Vainas: se propone el cambio de todas las vainas de las envasadoras, de manera de poder estandarizar su tamaño y forma. Estas serán elaboradas en el departamento de mantención de la planta, utilizando hojas de acero inoxidable.
- e. Palpadores: los palpadores propuestos poseen una mayor precisión de trabajo y rapidez. Ofrece un área de verificación de contenido del sobre más extensa, donde alcanza a cubrir $\frac{3}{4}$ partes del sobre.
- f. Rodillos de arrastre primario y pinzas de arrastre secundario: la propuesta abarca el reemplazo del revestimiento de silicona que cubre estas piezas, que permitan una mejor sujeción del complejo. Posee mayor importancia el revestimiento de rodillos y carro fijo, ya que son los responsables de mantener el complejo inmóvil y así lograr que este no se salga del formato establecido en el proceso de sellado y corte.

De acuerdo a la opinión de expertos, la sustitución de piezas críticas y capacitación del personal debe disminuir los tiempos de parada no planificada y tiempo perdido por operación en un 50% desde el momento en que las capacitaciones se encuentran finalizadas y el programa de rediseño esté funcionando en su totalidad. Además, se espera que los cambios mencionados disminuyan los tiempos perdidos por defectos en un 20%.

La tabla 44 ofrece el detalle de las piezas a ser reemplazadas junto a los costos asociados su adquisición.

Tabla 44. *Costos asociados a la adquisición de piezas críticas para 5 envasadoras*

Nombre pieza	Valor pieza (CL\$)	Cantidad requerida por máquina	Costo total para 5 máquinas (CL\$)	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Tijeras	95.000	2	950.000	5 años	Semanal
Ventosas	8.000	4	160.000	1 año	Diaria
Sopladores	35.000	2	350.000	15 años	Diaria
Vainas	68.000	1	340.000	15 años	Anual
Palpadores	120.000	2	1.200.000	10 años	Mensual
Rodillos en arrastre primario	10.000	4	200.000	5 años	Anual
Pinzas en arrastre secundario	5.000	12	300.000	5 años	Anual
Total costo			3.500.000		

Fuente: elaboración propia

2. Adquisición nuevas tecnologías

Se incorporan nuevas tecnologías a la línea de envasado

- a. Chequeadora de peso: adquisición de una chequeadora de peso dinámico para cada envasadora para inspección del 100% de la producción. Estas serán ubicadas al final de cada envasadora, antes del armado de display, para poder tener control sobre cada sobre producido.

Características del equipo estándar:

1. Capacidad:
 - Ancho: 260mm
 - Largo: 500mm
 - Peso: 3Kg
2. Tolerancia: +/- 0,1 gr
3. Velocidad: hasta 100 controles por minuto
4. Equipado con:
 - Cinta de entrada
 - Cinta de pesado
 - Cinta de salida
 - Grupo de rechazo instalado sobre cinta de salida.

Adicional, se debe realizar una modificación al grupo de rechazo, donde se agrega al brazo de rechazo un cepillo de cerdas plásticas, el cual permite barrer el producto fuera especificación.

- b. Cubierta de fotocelda: corresponde a una placa de acero que cubra el sector del trabajo de fotocelda, de manera de poder evitar que los cambios de la luz del día interfieran con el buen funcionamiento de este.
- c. Extractor de polvo: se propone adquirir un extractor de aire que recircula y filtra el aire en espacios cerrados con polvo en suspensión, para luego ser devuelto libre de partículas. El extractor propuesto se caracteriza por una muy alta filtración, fácil manejo y bajo nivel sonoro, lo que contribuye a un ambiente laboral sano y limpio. Garantiza un grado de filtración superior al 99,5%, para caudales de aire de hasta 3.800 m³.

Cabe mencionar, que la incorporación de tecnologías como chequeadoras de peso, no afectan directamente la reducción de sobres fuera especificación, sino que aumenta la detección de estos antes de que salgan del proceso como producto terminado, logrando así, un proceso más confiable, evitando que los productos defectuosos salgan al mercado. Por otra parte, la incorporación de un extractor de aire otorga un ambiente de trabajo más sano y limpio, reduciendo partículas volátiles que contaminan y ensucian más rápido las máquinas.

En las tablas 45 y 46, se muestra la información relacionada a las piezas, accesorios y maquinaria que deben ser adquiridas de manera adicional a las piezas críticas.

Tabla 45. *Costos asociados a maquinaria adicional línea envasado*

Nombre pieza	Valor pieza	Cantidad requerida por máquina	Costo total para 5 maquinas	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Chequeadora de peso	US\$4.500 ¹	1	CL\$13.500.000	15 años	Mensual
Adicional grupo de rechazo	CL\$35.000	1	CL\$175.000	10 años	Mensual
Cubierta para fotocelda	CL\$70.000	1	CL\$350.000	20 años	Mensual
Total costos			CL\$14.025.000		

Fuente: elaboración propia

Tabla 46. *Costos por adquisición de extractores de polvo*

Nombre pieza	Valor pieza	Capacidad	Total requerido	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Extractores de polvo	CL\$1.200.000	3800m ³	4 (para cubrir 14.250 m ³ aprox.)	15 años	Mensual
Total costos			CL\$ 4.800.000		

Fuente: elaboración propia

NOTA: ¹ Cálculo realizado en base a un valor de dólar CL\$600

3. Capacitaciones

La meta de la capacitación es que los empleados dominen el conocimiento, habilidades y comportamientos presentados en este programa en virtud de poder ser aplicados en el trabajo diario. Estas actividades de formación deben realizarse en cuatro niveles. En primer lugar, se debe realizar una capacitación y presentación de los cambios que serán efectuados en la línea de envasado a la alta dirección. Luego, se realizará una capacitación a mecánicos respecto al uso y mantención de las nuevas tecnologías a ser incorporadas. Un tercer nivel incluye la capacitación a los operadores, quienes deben adquirir mayores conocimientos técnicos para solucionar problemas cotidianos de la máquina, y evitar recurrir constantemente a los mecánicos. Y finalmente, los operarios deben poseer mayores conocimientos respecto al funcionamiento del proceso, de manera que puedan predecir errores comunes de las máquinas, así, las labores de mantención podrán ser divididas entre el departamento de producción y mantención, contando con personal competente que trabaje coordinadamente con las demás funciones de la empresa.

La capacitación para el puesto de operador de máquina abarca las áreas de mantención de maquinaria y solución de problemas. Para este puesto, las capacitaciones serán realizadas por el departamento de mantención de manera equitativa para todos los operadores.

La capacitación para operarios radica principalmente en la detección de errores. Las capacitaciones serán realizadas por el departamento de mantención y será aplicado a todos los puestos de operario.

Consideraciones generales:

- La primera capacitación se realizará para los 4 grupos expuestos en la tabla 47. Las capacitaciones futuras se aplicarán sólo para los grupos 3 y 4. Las capacitaciones se realizarán 3 veces al año, contemplando la mitad de las horas presentadas en la propuesta.

La tabla 47 resume el plan de capacitación dirigido a los trabajadores del proceso de envasado de jugo en polvo sin azúcar de la planta BIF, quienes estarán organizados en 4 grupos.

Tabla 47. Descripción plan capacitación y costos asociados

Plan de capacitación para departamento de producción, línea de envasado jugos en polvo sin azúcar planta BIF TMLUC	
Grupo 1: capacitación de la alta dirección	
<p>Corresponde a una capacitación de introducción al cambio. Jefes de planta y alta dirección toman conocimiento del funcionamiento actual del proceso de envasado y las causas que generan el cambio mediante un rediseño del proceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 6 horas • Capacitación dictada por instructores internos • Número de trabajadores capacitados: 4 	<p>Costos de implementación: no aplica.</p>
Grupo 2: capacitación departamento de mantención	
<p>Corresponde a una capacitación de mecánicos jefes y ayudantes respecto a la introducción de nuevas tecnologías a la línea de envasado.</p> <p>Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Familiarización con las nuevas tecnologías adoptadas y su debida mantención 2. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 3. Adopción de nuevas técnicas de mantención 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 30 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 2 • Número de trabajadores capacitados: 6 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (mecánico): \$2.000 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$5.000</p>
Grupo 3: capacitación departamento de producción, operadores	
<p>Plan dirigido a operadores de máquina para lograr un aumento en la eficiencia de sus operaciones y este se traduzca en un aumento de conocimientos tecnológicos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarización de conocimientos 2. Introducción de nuevos conocimientos: técnicas en mantención 3. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 40 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 3 • Número de trabajadores capacitados: 5 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (operador): \$1.800 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$2.000</p>
Grupo 4: capacitación departamento de producción, operarios	
<p>Plan dirigido a operarios de máquina</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarización de conocimientos 2. Introducción de nuevos conocimientos: técnicas en mantención (limpieza, lubricación, conservación), inspección de equipos (sensorial e instrumental) 3. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 50 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 4 • Número de trabajadores capacitados: 25 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (operario): \$1.400 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$2.000</p>
Total costos plan de capacitación, primera implementación: \$3.410.000	
Total costos plan de capacitación, segunda implementación: \$1.375.000	

Fuente: elaboración propia

*La información contenida en la tabla 47 será similar en contenido para las 3 propuestas de rediseño de procesos

4. Mantenimiento preventivo

Lo que se busca con la realización del programa de mantenimiento es incrementar al máximo la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipos, permitiendo que estos se encuentren en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo más eficientemente el propósito para el cual han sido diseñados y con ello la reducción de productos defectuosos, aumentando la vida de máquinas y equipos.

Se agregan nuevas funciones y responsabilidades a los cargos de operador y operario, las cuales solían estar destinados al departamento de mantención. La adición de estas mejoras busca minimizar los tiempos de detención no planificada de las máquinas, otorgando mayor fluidez en el proceso y garantizando la seguridad e integridad de estos y del personal involucrado. En la propuesta de mantención preventiva se establecerán las tareas específicas que se realizarán en los equipos, la cuales se encuentran acotadas en cuanto al tiempo necesario para ser realizadas, la periodicidad de ejecución y el responsable a cargo, los cuales están determinados de acuerdo a las recomendaciones del departamento de mantención. Las actividades se indican en la tabla 48.

Tabla 48. *Actividades de mantención*

Actividades de mantención	Encargado	Duración (min) por máquina	Frecuencia	Observaciones
Inspección general	Operario	3	1 por turno	Verificación inicial de la máquina antes de comenzar la puesta en marcha. Se revisa principalmente orden y limpieza en el área de trabajo.
Ajustes varios	Operario	5	1 por turno	Revisión posición de vainas, revisión mangueras de aire comprimido, ajuste de tijeras
Ajuste y alineación de partes móviles	Operador	7	1 por turno	-
Limpieza ranuras de ventilación e interior de la máquina	Operario	3	1 por turno	-
Ajustes piezas críticas:			1 por turno	
• Tijeras	Operador	2	1 por turno	Limpieza, filo y ajuste
• Ventosas	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
• Sopladores	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
• Vainas	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
• Palpadores	Operador	4	1 por turno	Ajustes varios
• Arrastre primario y secundario	Operador	3	1 por turno	Lavado
Chequeadora de peso	Operador	4	1 por turno	Ajustes varios
Extractor de polvo	Mecánicos	4	1 por turno	Ajustes varios. Cambio de filtro
Verificación final de funcionamiento	Operador	4	1 por turno	Verificar que las actividades anteriores se hayan realizado

Fuente: elaboración propia

Las actividades propuestas implican un tiempo bajo de aplicación, por lo que han sido propuestas como actividades diarias. Las actividades de mantención que requieren montajes o desmontajes complejos que requieran de una detención de la maquinaria por un extenso período de tiempo son de exclusiva responsabilidad del departamento de mantención, por lo tanto, se excluyen de las actividades propuestas en la tabla anterior.

El plan establecido será manejado principalmente por el personal de la planta sin recurrir a personal externo. La responsabilidad de la administración y coordinación de las actividades de mantención realizadas por el personal de producción será de exclusivo encargo del departamento de producción.

De acuerdo a las mejoras propuestas, los nuevos niveles de producción estimados se indican en la tabla 49.

Tabla 49. Niveles de producción promedio para propuesta A

	Niveles de producción promedio tras la mejora propuesta				
	MH12	MH16	MH38	MH14	MH15
Velocidad de trabajo (sobres por minuto)	72	72	72	72	72
Tiempo promedio período de operación (horas)	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Tiempo perdido por operación (horas)	0,085	0,0415	0,0415	0,0415	0,0415
Tiempo perdido parada no planificada (horas)	0,499	0,888	0,372	0,368	0,345
Tiempo perdido por defectos (horas)	0,0113	0,0141	0,0065	0,0083	0,0112
Tiempo productivo neto (horas)	5,6540	5,3060	5,8300	5,8320	5,8520
Producción turno (sobres)	24.425	22.922	25.186	25.194	25.281
Producción diaria (sobres)	73.276	68.766	75.557	75.583	75.842
Producción mensual (sobres)	2.198.275	2.062.973	2.266.704	2.267.482	2.275.258
Producción anual (sobres)	26.379.302	24.755.674	27.200.448	27.209.779	27.303.091
Total producción mensual (sobres)	11.070.691				
Total producción anual (sobres)	132.848.294				

Fuente: elaboración propia

3.3.2 Propuesta B: adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras

De acuerdo a la calificación otorgada a las envasadoras, para esta propuesta se considerará solo el uso de aquellas 3 que obtuvieron un mejor rendimiento, es decir, las envasadoras MH38, MH14 Y MH15. Adicionalmente, se propone la adquisición dos nuevas envasadoras horizontales con 2 líneas de llenado. Para las envasadoras que se conservan, se mantiene el plan de mantenimiento y capacitación ofrecido en la primera propuesta.

Las nuevas envasadoras, conservan el mismo formato de producción de las envasadoras MH38, MH14 Y MH15, es decir, el llenado es horizontal. No se considera la adquisición de máquinas de envasado vertical para no incurrir en costos asociados a cambio en el diseño y formato del complejo. Esta envasadora es ajustable para 2-6 líneas de llenado y ofrece una velocidad teórica de dosificado de 45 sobres por minutos por cada línea. Dadas las condiciones estructurales y la configuración del departamento de mezclado, se empleará la envasadora con dos líneas de llenado que posee una velocidad de trabajo de 90 sobres por minuto y una velocidad nominal de 95 sobres por minutos. Con un rango de merma también teórico entre el 1-7%. Esta máquina envasadora posee un valor de US\$15.000. Además, se debe capacitar a operadores, operarios y mecánicos en el manejo del nuevo activo. Dado que la nueva envasadora posee un rango más bajo de mermas, sólo se utilizará una chequeadora de peso por cada dos envasadoras para chequear el peso de los display y no para la verificación del 100% de la producción.

Por lo tanto, la propuesta de rediseño B contempla:

1. Sustitución de piezas críticas de envasado
2. Incorporación de nuevas tecnologías
3. Capacitación de trabajadores de línea de envasado
4. Actividades de mantención preventiva

La sustitución de piezas críticas es similar a la presentada en la propuesta A. Para esta propuesta se realiza la sustitución en 3 máquinas envasadoras. La tabla 50 muestra los costos asociados a la adquisición de piezas críticas para las 3 envasadoras.

1. Sustitución de piezas críticas

Tabla 50. Costos asociados a la adquisición de piezas críticas para 3 envasadoras

Nombre pieza	Valor pieza (CL\$)	Cantidad requerida por máquina	Costo total para 3 máquinas (CL\$)	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Tijeras	95.000	2	570.000	5 años	Semanal
Ventosas	8.000	4	96.000	1 año	Diaria
Sopladores	35.000	2	210.000	15 años	Diaria
Vainas	68.000	1	204.000	15 años	Anual
Palpadores	120.000	2	720.000	10 años	Mensual
Rodillos en arrastre primario	10.000	4	120.000	5 años	Anual
Pinzas en arrastre secundario	5.000	12	180.000	5 años	Anual
total costo			2.100.000		

Fuente: elaboración propia

2. Adquisición nuevas tecnologías

Se incorporan nuevas tecnologías a la línea de envasado. En las tablas 51, 52 y 53, se muestra la información relacionada a las piezas, accesorios y maquinaria que deben ser adquiridas de manera adicional a las piezas críticas. Las características de esta nueva tecnología son análogas a la presentada en la propuesta A.

Tabla 51. *Costos asociados a maquinaria adicional línea envasado*

Nombre pieza	Valor pieza	Cantidad requerida	Costo total	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Chequeadora de peso	US\$4.500	4	10.800.000	15 años	Mensual
Adicional grupo de rechazo	CL\$35.000	4	140.000	10 años	Mensual
Cubierta para fotocelda	CL\$70.000	4	280.000	20 años	Mensual
Total costos			11.220.000		

Fuente: elaboración propia

Tabla 52. *Costo por adquisición de extractores de polvo*

Nombre pieza	Valor pieza	Capacidad	Total requerido	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Extractores de polvo	CL\$1.200.000 (costo total: CL\$3.600.000)	3800m3	4 (para cubrir 14.250 m3 aprox.)	15 años	Mensual
Total costos			CL\$ 4.800.000		

Fuente: elaboración propia

Tabla 53. *Costo por adquisición de envasadora*

Nombre pieza	Valor máquina	Total requerido	Costo total	Vida útil	Frecuencia de mantención
Envasadora horizontal	US\$15.000	2	CL\$18.000.000	15 años	Mensual
Total costos			CL\$ 18.000.000		

Fuente: elaboración propia

3. Capacitaciones

Las capacitaciones para esta propuesta son análogas en contenido a las presentadas en la propuesta A. En esta propuesta se aumentan las horas destinadas a capacitación, ya que se incorpora tecnología adicional. El plan de capacitación se describe en la tabla 53.

La primera capacitación se realizará para los 4 grupos. Las capacitaciones futuras se aplicarán sólo para los grupos 3 y 4, las que se realizarán 3 veces al año, contemplando la mitad de las horas presentadas en la propuesta.

Tabla 54. Descripción plan capacitación y costos asociados

Plan de capacitación para departamento de producción, línea de envasado jugos en polvo sin azúcar planta BIF TMLUC	
Grupo 1: capacitación de la alta dirección	
<p>Corresponde a una capacitación de introducción al cambio. Jefes de planta toman conocimiento del funcionamiento actual del proceso de envasado y las causas que generan el cambio mediante un rediseño del proceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 6 horas • Capacitación dictada por instructores internos • Número de trabajadores capacitados: 4 	<p>Costos de implementación: no aplica.</p>
Grupo 2: capacitación departamento de mantención	
<p>Corresponde a una capacitación de mecánicos jefes y ayudantes respecto a la introducción de nuevas tecnologías a la línea de envasado.</p> <p>Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Familiarización con las nuevas tecnologías adoptadas y su debida mantención 2. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 3. Adopción de nuevas técnicas de mantención 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 40 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 2 • Número de trabajadores capacitados: 6 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (mecánico): \$2.000 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$5.000</p>
Grupo 3: capacitación departamento de producción, operadores	
<p>Plan dirigido a operadores de máquina para lograr un aumento en la eficiencia de sus operaciones y este se traduzca en un aumento de conocimientos tecnológicos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarización de conocimientos 2. Introducción de nuevos conocimientos: técnicas en mantención 3. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 50 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 3 • Número de trabajadores capacitados: 5 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (operador): \$1.800 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$2.000</p>
Grupo 4: capacitación departamento de producción, operarios	
<p>Plan dirigido a operarios de máquina</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarización de conocimientos 2. Introducción de nuevos conocimientos: técnicas en mantención (limpieza, lubricación, conservación), inspección de equipos (sensorial e instrumental) 3. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 60 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 4 • Número de trabajadores capacitados: 25 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (operario): \$1.400 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$2.000</p>
Total costos plan de capacitación, primera implementación: \$4.210.000 Total costos plan de capacitación, segunda implementación: \$1.665.000	

Fuente: elaboración propia

4. Mantenimiento preventivo

Para el mantenimiento preventivo de la maquinaria antigua, se conservará lo propuesto en el rediseño A, lo cual se replica en la tabla 55.

Tabla 55. *Actividades de mantención*

Actividades de mantención	Encargado	Duración (min) por máquina	Frecuencia	Observaciones
Inspección general	Operario	3	1 por turno	Verificación inicial de la máquina antes de comenzar la puesta en marcha. Se revisa principalmente orden y limpieza en el área de trabajo.
Ajustes varios	Operario	5	1 por turno	Revisión posición de vainas, revisión mangueras de aire comprimido, ajuste de tijeras
Ajuste y alineación de partes móviles	Operador	4	1 por turno	-
Limpieza ranuras de ventilación e interior de la máquina	Operario	3	1 por turno	-
Ajustes piezas críticas:			1 por turno	
• Tijeras	Operador	2	1 por turno	Limpieza, filo y ajuste
• Ventosas	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
• Sopladores	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
• Vainas	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
• Palpadores	Operador	4	1 por turno	Ajustes varios
• Arrastre primario y secundario	Operador	3	1 por turno	Lavado
Chequeadora de peso	Operador	4	1 por turno	Ajustes varios
Extractor de polvo	Mecánicos	4	1 por turno	Ajustes varios. Cambio de filtro

Fuente: elaboración propia

Para asegurar la confiabilidad, disponibilidad y durabilidad de la nueva maquinaria, se propone un plan de mantenimiento preventivo con división de tareas para el departamento de producción. Principalmente las actividades de mantenimiento se aplicarán de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Los tipos de actividades preventivas programadas generales son inspecciones generales, limpieza y lubricación de piezas.

Para la división de tareas en el área de producción, se propone lo expuesto en la tabla 56

Tabla 56. *Plan de mantención*

Actividades de mantención	Encargado	Duración (min) por máquina	Frecuencia	Observaciones
Inspección general	Operario	3	1 por turno	Verificación inicial de la máquina antes de comenzar la puesta en marcha. Se revisa principalmente orden y limpieza en el área de trabajo.
Ajustes varios	Operario	5	1 por turno	Revisión posición de vainas, revisión mangueras de aire comprimido, ajuste de tijeras
Ajuste y alineación de partes móviles	Operador	5	3	-
Ajuste y alineación partes fijas	Operador	3		
Limpieza ranuras de ventilación e interior de la máquina	Operario	3	1 por turno	-
Limpieza exterior máquina	Operador	2	1 por turno	Limpieza, filo y ajuste
Limpieza piezas internas de la máquina	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
Chequeadora de peso	Operador	4	1 por turno	Ajustes varios
Extractor de polvo	Mecánicos	4	1 por turno	Ajustes varios. Cambio de filtro
Verificación final de funcionamiento	Operador	4	1 por turno	Verificar que las actividades anteriores se hayan realizado

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la producción promedio que se espera obtener para esta propuesta se presenta en la tabla 57.

Tabla 57. Niveles de producción promedio para propuesta B

Niveles de producción promedio tras la mejora propuesta					
	MH38	MH14	MH15	Máquina nueva	Máquina nueva
Velocidad de trabajo (sobres por minuto)	72	72	72	90	90
Tiempo promedio período de operación (horas)	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Tiempo perdido por operación (horas)	0,0415	0,0415	0,0415	0,0415	0,0415
Tiempo perdido parada no planificada (horas)	0,372	0,368	0,345	0,05	0,05
Tiempo perdido por defectos (horas)	0,00653	0,0083	0,0112	0,002	0,002
Tiempo productivo neto (horas)	5,830	5,832	5,852	6,157	6,157
Producción turno (sobres)	25.185	25.195	25.282	33.245	33.245
Producción diaria (sobres)	75.556	75.585	75.845	99.735	99.735
Producción mensual (sobres)	2.266.691	2.267.550	2.275.360	2.992.059	2.992.059
Producción anual (sobres)	27.200.292	27.210.594	27.304.317	35.904.708	35.904.708
Total producción mensual (sobres)	12.793.718				
Total producción anual (sobres)	153.524.619				

Fuente: elaboración propia

3.3.3 Propuesta C: reemplazo de equipos

La tercera propuesta contempla sólo la adquisición de nuevas tecnologías, sustituyendo las 5 máquinas envasadoras de la planta.

Por lo tanto, la propuesta de rediseño C contempla:

1. Incorporación de nuevas tecnologías
2. Capacitación de trabajadores de línea de envasado
3. Actividades de mantención preventiva

1. Adquisición nuevas tecnologías

Se incorporan nuevas tecnologías a la línea de envasado. Los costos asociados a la adquisición de esta maquinaria se resumen en las tablas 58, 59 y 60.

Tabla 58. *Costos asociados a maquinaria adicional línea envasado*

Nombre pieza	Valor pieza	Cantidad requerida	Costo total	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Chequeadora de peso	US\$4.500 ²	2	CL\$5.400.000	15 años	Mensual
Adicional grupo de rechazo	CL\$35.000	2	CL\$70.000	10 años	Mensual
Cubierta para fotocelda	CL\$70.000	2	CL\$140.000	20 años	Mensual
Total costos			CL\$5.610.000		

Fuente: elaboración propia

Tabla 59. *Costo por adquisición de extractores de polvo*

Nombre pieza	Valor pieza	Capacidad	Total requerido	Período de reemplazo	Frecuencia de mantención
Extractores de polvo	CL\$1.200.000 (costo total: CL\$3.600.000)	3800m ³	4 (para cubrir 14.250 m ³ aprox.)	15 años	Mensual
Total costos			CL\$ 4.800.000		

Fuente: elaboración propia

Tabla 60. *Costo por adquisición de envasadora*

Nombre pieza	Valor máquina	Total requerido	Costo total	Vida útil	Frecuencia de mantención
Envasadora horizontal	US\$15.000	4	CL\$36.000.000	15 años	Mensual
Total costos			CL\$ 36.000.000		

Fuente: elaboración propia

NOTA: ² Cálculo realizado en base a un valor de dólar CL\$600

2. Capacitaciones

Similar a los presentados en las propuestas anteriores, las capacitaciones expuestas en la tabla 61 se enfocan en la introducción de la nueva tecnología, las principales diferencias con el proceso a ser rediseñado y educación en mantenciones preventivas. La primera capacitación se realizará para los 4 grupos. Las capacitaciones futuras se aplicarán sólo para los grupos 3 y 4, las que se realizarán 3 veces al año, contemplando la mitad de las horas presentadas en la propuesta.

Tabla 61. Descripción plan capacitación y costos asociados

Plan de capacitación para departamento de producción, línea de envasado jugos en polvo sin azúcar planta BIF TMLUC	
Grupo 1: capacitación de la alta dirección	
<p>Corresponde a una capacitación de introducción al cambio. Jefes de planta toman conocimiento del funcionamiento actual del proceso de envasado y las causas que generan el cambio mediante un rediseño del proceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 6 horas • Capacitación dictada por instructores internos • Número de trabajadores capacitados: 4 	<p>Costos de implementación: no aplica.</p>
Grupo 2: capacitación departamento de mantención	
<p>Corresponde a una capacitación de mecánicos jefes y ayudantes respecto a la introducción de nuevas tecnologías a la línea de envasado.</p> <p>Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Familiarización con las nuevas tecnologías adoptadas y su debida mantención 2. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 3. Adopción de nuevas técnicas de mantención 4. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 30 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 2 • Número de trabajadores capacitados: 6 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (mecánico): \$2.000 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$5.000</p>
Grupo 3: capacitación departamento de producción, operadores	
<p>Plan dirigido a operadores de máquina para lograr un aumento en la eficiencia de sus operaciones y este se traduzca en un aumento de conocimientos tecnológicos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción de nuevos conocimientos: técnicas en mantención 2. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 3. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 30 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 3 • Número de trabajadores capacitados: 5 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (operador): \$1.800 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$2.000</p>
Grupo 4: capacitación departamento de producción, operarios	
<p>Plan dirigido a operarios de máquina</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción de nuevos conocimientos: técnicas en mantención (limpieza, lubricación, conservación), inspección de equipos (sensorial e instrumental) 2. Refuerzo en políticas de prevención de riesgos 3. Educar en la importancia de la mantención preventiva <ul style="list-style-type: none"> • Duración: 40 horas • Capacitación dictada por instructores internos: 4 • Número de trabajadores capacitados: 25 	<p>Costos de implementación: Costo Hora-hombre (operario): \$1.400 Costo Hora-hombre (instructor interno): \$2.000</p>
Total costos plan de capacitación, primera implementación: \$2.830.000	
Total costos plan de capacitación, segunda implementación: \$1.085.000	

Fuente: elaboración propia

3. Mantenimiento preventivo

Similar al plan presentado en la propuesta B, para asegurar la confiabilidad, disponibilidad y durabilidad de la nueva maquinaria, se propone un plan de mantenimiento preventivo con división de tareas para el departamento de producción de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Para la división de tareas en el área de producción, se propone lo expuesto en la tabla 62.

Tabla 62. *Actividades de mantención*

Actividades de mantención	Encargado	Duración (min) por máquina	Frecuencia	Observaciones
Inspección general	Operario	3	1 por turno	Verificación inicial de la máquina antes de comenzar la puesta en marcha. Se revisa principalmente orden y limpieza en el área de trabajo.
Ajustes varios	Operario	5	1 por turno	Revisión posición de vainas, revisión mangueras de aire comprimido, ajuste de tijeras
Ajuste y alineación partes móviles	Operador	3		
Limpieza ranuras de ventilación e interior de la máquina	Operario	3	1 por turno	-
Limpieza exterior maquina	Operador	2	1 por turno	Limpieza, filo y ajuste
Limpieza piezas internas de la máquina	Operador	2	1 por turno	Desmontaje y lavado
Chequeadora de peso	Operador	4	1 por turno	Ajustes varios
Extractor de polvo	Mecánicos	4	1 por turno	Ajustes varios. Cambio de filtro
Verificación final de funcionamiento	Operador	4	1 por turno	Verificar que las actividades anteriores se hayan realizado

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la producción promedio que se espera obtener para esta propuesta se presenta en la tabla 63.

Tabla 63. *Niveles de producción promedio para propuesta C*

Niveles de producción promedio tras la mejora propuesta	
	Máquina nueva
Velocidad de trabajo (sobres por minuto)	90
Tiempo promedio período de operación (horas)	6,25
Tiempo perdido por operación (horas)	0,0415
Tiempo perdido parada no planificada (horas)	0,05
Tiempo perdido por defectos (horas)	0,002
Tiempo productivo neto (horas)	6,157
Producción turno (sobres)	33.245
Producción diaria (sobres)	99.735
Producción mensual (sobres)	2.992.059
Producción anual (sobres)	35.904.708
Producción total para 4 máquinas envasadoras	
Producción turno (sobres)	132.980
Producción diaria (sobres)	398.940
Producción mensual (sobres)	11.968.236
Producción anual (sobres)	143.618.832

Fuente: elaboración propia

3.4 Evaluar propuestas de rediseño.

La evaluación económica de proyectos corresponde al proceso de identificar, cuantificar y valorar costos y beneficios que se genera de él para un período de tiempo u horizonte de evaluación de manera de poder conocer si se trata de un proyecto factible o no. Se explican a continuación los aspectos similares que forman parte de la evaluación económica de cada propuesta.

La evaluación económica que se le realizará a las 3 propuestas de rediseño constituye una evaluación privada, esto debido a que el tipo de financiamiento de cada propuesta se realizará bajo el supuesto de inversión mediante capital propio de la empresa, sin incurrir en financiamientos externos. Es debido a esto que la tasa de descuento a utilizar se ha estimado en base al costo oportunidad del capital, el cual se entiende como la rentabilidad que entrega el mejor uso alternativo de dicho capital. Es por esto que la tasa de descuento utilizada para cada propuesta se estima en un 15%, el cual es mayor a una tasa promedio de interés ofrecida por bancos del país para una inversión similar mediante un depósito a plazo.

El precio de venta que se indica en las propuestas es constante para todos los años de la evaluación, no considera efectos de inflación. El valor indicado se ha determinado a partir del año en el que fueron tomados los datos para la realización del este trabajo de título, es decir, año 2016.

La tasa de impuesto aplicable a la empresa se obtuvo desde la página web del Servicio de impuestos internos (SII), correspondiente a un 22,5% anual (dato correspondiente al año 2016).

El horizonte de evaluación es de 15 años, se ha tomado como referencia la vida útil de los activos de cada propuesta (valor de vida útil obtenida desde la página web del SII).

Los costos por venta corresponden al 60% de los ingresos percibidos para cada año.

Los gastos de administración corresponden al 17% de los ingresos percibidos para cada año.

Los costos fijos corresponden al 18% de los ingresos percibidos para cada año.

Los costos variables corresponden al 4% de los ingresos percibidos para año.

Para la asignación de remuneraciones se considerará un aumento del 0,1% anual debido a posibles reajustes de sueldos.

Una vez obtenidos los flujos de beneficio neto de cada propuesta se utilizan los indicadores de rentabilidad Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR) para la decisión de selección.

El criterio de decisión al aplicar la TIR es el siguiente:

- Si la TIR obtenida es mayor que la tasa de descuento: es conveniente realizar el proyecto
- Si la TIR es igual que la tasa de descuento: es indiferente realizar el proyecto
- Si la TIR es menor que la tasa de descuento: no es conveniente el proyecto

El criterio de decisión al aplicar el VAN es el siguiente:

- Si el VAN obtenido es mayor que cero: es conveniente realizar el proyecto
- Si el VAN es igual que cero: es indiferente realizar el proyecto
- Si el VAN es menor que cero: no es conveniente el proyecto

La depreciación de activos se ha realizado mediante el método lineal, el cual fue indicado por la empresa. En las tablas 64, 65 y 66 se encuentran los datos utilizados referentes a la depreciación

Tabla 64. *Tabla de depreciación*

Depreciación extractor polvo			
Año	Cuota depreciación	Depreciación acumulada	Valor libro
0			1.200.000
1	43.333	43.333	1.156.667
2	43.333	86.667	1.113.333
3	43.333	130.000	1.070.000
4	43.333	173.333	1.026.667
5	43.333	216.667	983.333
6	43.333	260.000	940.000
7	43.333	303.333	896.667
8	43.333	346.667	853.333
9	43.333	390.000	810.000
10	43.333	433.333	766.667
11	43.333	476.667	723.333
12	43.333	520.000	680.000
13	43.333	563.333	636.667
14	43.333	606.667	593.333
15	43.333	650.000	550.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 65. *Tabla depreciación máquina envasadora*

Depreciación envasadora			
año	Cuota depreciación	Depreciación acumulada	Valor libro
0			9.000.000
1	366.667	366.667	8.633.333
2	366.667	733.333	8.266.667
3	366.667	1.100.000	7.900.000
4	366.667	1.466.667	7.533.333
5	366.667	1.833.333	7.166.667
6	366.667	2.200.000	6.800.000
7	366.667	2.566.667	6.433.333
8	366.667	2.933.333	6.066.667
9	366.667	3.300.000	5.700.000
10	366.667	3.666.667	5.333.333
11	366.667	4.033.333	4.966.667
12	366.667	4.400.000	4.600.000
13	366.667	4.766.667	4.233.333
14	366.667	5.133.333	3.866.667
15	366.667	5.500.000	3.500.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 66. *Depreciación chequeadora de peso*

Depreciación chequeadora de peso			
año	Cuota depreciación	Depreciación acumulada	Valor libro
0			2.700.000
1	120.000	120.000	2.580.000
2	120.000	240.000	2.460.000
3	120.000	360.000	2.340.000
4	120.000	480.000	2.220.000
5	120.000	600.000	2.100.000
6	120.000	720.000	1.980.000
7	120.000	840.000	1.860.000
8	120.000	960.000	1.740.000
9	120.000	1.080.000	1.620.000
10	120.000	1.200.000	1.500.000
11	120.000	1.320.000	1.380.000
12	120.000	1.440.000	1.260.000
13	120.000	1.560.000	1.140.000
14	120.000	1.680.000	1.020.000
15	120.000	1.800.000	900.000

Fuente: elaboración propia

3.4.1 Evaluación propuesta A

La propuesta A, corresponde a la adquisición de nuevas tecnologías que se adecúen a los equipos existentes, además de capacitaciones para el personal ligado al proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar. Las nuevas tecnologías corresponden a la adquisición de piezas críticas para las máquinas envasadoras, chequeadoras de peso que se ajustan a cada una de las envasadoras, extractores de aire para todo el piso de envasado y otras tecnologías. Los costos asociados a los ítems anteriormente mencionadas constituyen la inversión inicial de la propuesta.

El nivel de producción que se indica, fue calculado en el punto 3.3.1 y corresponde a una estimación realizada en base a las modificaciones indicadas en la propuesta.

Por lo tanto, la confección del flujo de caja contempla:

- Inversión inicial: \$117.475.000
- Se asume que el nivel de producción irá decreciendo anualmente en un 0,1% debido al desgaste de la maquinaria.
- Se asume que todo lo que se produce durante un año, se vende el mismo año.
- Los ingresos están constituidos por el producto obtenido del nivel de producción y el precio de venta del producto.

La tabla 67 indica el análisis económico realizado, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

VAN: \$263.007.481,99

TIR: 56,04%

Esta propuesta, con una TIR=56,04% > 15%, es considerada inicialmente como proyecto viable. Además, el VAN obtenido es positivo por lo tanto este proyecto de manera independiente, es económicamente conveniente.

Payback: año 3

Tabla 67. Flujo de caja propuesta A

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Nivel de producción (barriles/lujo)	-	132.888.294	132.715.446	132.582.730	132.500.148	132.317.697	132.185.280	132.053.194	131.921.141	131.789.220	131.657.431	131.525.773	131.394.248	131.262.853	131.131.590	131.000.459
Precio de venta	-	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ingresos por venta	-	23.912.692.920	23.888.780.227	23.864.891.447	23.841.020.515	23.817.185.529	23.793.360.343	23.769.524.975	23.745.802.400	23.722.091.995	23.698.337.535	23.674.639.197	23.650.964.538	23.627.313.594	23.603.686.280	23.580.082.594
Costos por venta	-	-14.347.615.752	-14.333.268.136	-14.318.934.868	-14.304.615.933	-14.290.311.317	-14.276.021.006	-14.261.744.985	-14.247.489.240	-14.233.235.757	-14.219.002.521	-14.204.789.518	-14.190.598.735	-14.176.388.156	-14.162.211.768	-14.148.049.556
Gastos de administración	-	-4.065.157.796	-4.061.092.659	-4.057.051.546	-4.052.974.514	-4.048.921.540	-4.044.872.618	-4.040.827.746	-4.036.786.918	-4.032.750.131	-4.028.717.381	-4.024.686.664	-4.020.663.975	-4.016.643.311	-4.012.628.668	-4.008.614.041
Costos fijos	-	-4.304.284.776	-4.299.980.441	-4.295.680.460	-4.291.384.780	-4.287.093.995	-4.282.806.302	-4.278.523.455	-4.274.244.972	-4.269.970.277	-4.265.700.756	-4.261.435.056	-4.257.173.620	-4.252.916.447	-4.248.663.530	-4.244.414.867
Costos variables	-	-956.507.717	-955.551.209	-954.595.658	-953.641.062	-952.687.421	-951.734.734	-950.782.999	-949.832.216	-948.882.384	-947.933.501	-946.985.568	-946.038.582	-945.092.544	-944.147.451	-943.203.304
Remuneraciones y prestaciones	-	-151.800.000	-153.753.600	-153.907.354	-154.061.261	-154.215.322	-154.369.538	-154.523.907	-154.678.431	-154.833.109	-154.987.943	-155.142.980	-155.298.073	-155.453.371	-155.608.825	-155.764.434
Margen operacional	-	85.526.929	85.134.202	84.741.561	84.349.005	83.956.533	83.564.146	83.171.843	82.779.623	82.387.487	81.995.433	81.603.462	81.211.1572	80.819.764	80.428.038	80.036.392
Depreciación de equipos	-	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333	-773.333
Utilidad antes de impuesto	-	84.753.596	84.360.869	83.968.228	83.575.671	83.183.200	82.790.813	82.398.509	82.006.290	81.614.153	81.222.099	80.830.128	80.438.239	80.046.431	79.654.705	79.263.059
Impuesto (22,5%)	-	-19.069.559	-18.981.196	-18.892.851	-18.804.526	-18.716.220	-18.627.933	-18.539.665	-18.451.415	-18.363.184	-18.274.972	-18.186.779	-18.098.604	-18.010.447	-17.922.309	-17.834.188
Utilidad después de impuesto	-	65.684.037	65.379.673	65.075.376	64.771.145	64.466.980	64.162.880	63.858.845	63.554.875	63.250.969	62.947.127	62.643.349	62.339.635	62.035.984	61.732.396	61.428.871
Inversión piezas críticas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión nuevas tecnologías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión capacitaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación de equipos	-	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333	773.333
Valor residual equipos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo caja	-	-117.475.000	66.457.370	66.153.007	65.848.710	65.544.479	65.240.313	64.936.213	64.632.178	64.328.208	64.024.302	63.720.460	63.416.683	63.112.968	62.809.317	62.505.729
Flujo caja actualizado (FCU)	-	-117.475.000	57.289.018	50.021.177	43.298.595	37.475.288	32.438.966	28.073.717	24.297.630	21.029.005	18.199.703	15.780.273	13.830.985	11.796.265	10.208.270	8.833.851
Flujo caja acumulado (FCUA)	-	-117.475.000	-59.685.982	-9.664.805	33.631.790	71.107.058	109.543.024	131.616.741	155.914.371	176.943.976	195.143.079	210.893.802	224.524.788	238.321.053	246.629.323	255.363.174

Fuente: elaboración propia

3.4.2 Evaluación propuesta B

La propuesta B, corresponde a la adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras, además de conservar 3 envasadoras originales. Para estas últimas, se debe invertir en nuevas tecnologías que se adecúen a los equipos existentes, además de capacitaciones para el personal ligado al proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar. Las nuevas tecnologías, al igual que en la propuesta anterior, corresponden a la adquisición de piezas críticas para las máquinas envasadoras antiguas, chequeadoras de peso que se ajustan a cada una de estas y una chequeadora de peso extra para el trabajo de las dos nuevas envasadoras, extractores de aire para todo el piso de envasado y otras tecnologías. Los costos asociados a los ítems anteriormente mencionadas constituyen la inversión inicial de la propuesta.

El nivel de producción que se indica, fue calculado en el punto 3.3.2 y corresponde a una estimación realizada en base a las modificaciones indicadas en la propuesta.

Por lo tanto, la confección del flujo de caja contempla:

- Inversión inicial: \$157.509.000
- Se asume que el nivel de producción irá decreciendo anualmente en un 0,1% debido al desgaste de la maquinaria.
- Se asume que todo lo que se produce durante un año, se vende el mismo año.
- Los ingresos están constituidos por el producto obtenido del nivel de producción y el precio de venta del producto.

La tabla 68 indica el análisis económico realizado, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

VAN: \$393.244.657,44

TIR: 59,7%

Esta propuesta, con una TIR=59,7% > 15%, es considerada inicialmente como proyecto viable. Además, el VAN obtenido es positivo por lo tanto este proyecto de manera independiente, es económicamente conveniente.

Payback: año 3

Tabla 68. Flujo de caja propuesto B

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Nivel de producción (solbres)	-	153.524.619	153.371.094	153.271.723	153.064.506	152.911.441	152.758.530	152.605.771	152.453.655	152.300.712	152.148.411	151.996.363	151.844.267	151.692.422	151.540.730	151.389.189
Precio de venta	-	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ingresos por venta	-	27.634.431.420	27.606.796.989	27.579.190.192	27.551.161.001	27.524.059.390	27.496.525.331	27.469.028.796	27.441.659.757	27.414.128.187	27.386.714.059	27.359.327.345	27.331.968.018	27.304.636.050	27.277.331.413	27.250.054.082
Costos por venta	-	-16.580.658.652	-16.564.028.193	-16.547.514.115	-16.530.966.601	-16.514.438.634	-16.497.921.199	-16.481.423.277	-16.464.941.854	-16.448.478.912	-16.432.028.435	-16.415.596.407	-16.399.180.811	-16.382.781.630	-16.366.399.888	-16.350.032.249
Gastos de administración	-	-4.697.853.341	-4.693.155.488	-4.688.846.333	-4.683.773.870	-4.679.090.096	-4.674.411.006	-4.669.736.595	-4.665.066.819	-4.660.401.792	-4.655.741.390	-4.651.085.649	-4.646.434.563	-4.641.788.128	-4.637.146.340	-4.632.509.194
Costos fijos	-	-4.974.197.656	-4.969.223.468	-4.964.254.234	-4.959.289.980	-4.954.330.690	-4.949.376.360	-4.944.426.983	-4.939.476.556	-4.934.543.074	-4.929.608.531	-4.924.678.922	-4.919.754.243	-4.914.834.489	-4.909.919.654	-4.905.009.735
Costos variables	-	-1.105.377.257	-1.104.271.880	-1.103.167.608	-1.102.064.440	-1.100.962.376	-1.099.861.413	-1.098.761.552	-1.097.662.790	-1.096.566.127	-1.095.468.462	-1.094.373.094	-1.093.278.721	-1.092.185.442	-1.091.093.257	-1.090.002.163
Remuneraciones y prestaciones	-	-353.600.000	-353.793.600	-353.907.954	-354.061.281	-354.215.522	-354.369.538	-354.523.907	-354.678.431	-354.833.109	-354.987.943	-355.142.930	-355.298.073	-355.453.371	-355.608.825	-355.764.434
Margen operacional	-	122.744.314	122.314.370	121.884.548	121.454.889	121.025.272	120.595.816	120.166.481	119.737.267	119.308.172	118.879.198	118.450.343	118.021.607	117.592.989	117.164.489	116.736.107
Depreciación de equipos	-	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667	-1.386.667
Utilidad antes de impuesto	-	121.357.648	120.927.703	120.497.882	120.068.182	119.638.606	119.209.149	118.779.814	118.350.600	117.921.506	117.492.531	117.063.676	116.634.940	116.206.332	115.777.823	115.349.440
Impuesto (22.5%)	-	-27.305.471	-27.208.733	-27.112.023	-27.015.341	-26.918.866	-26.822.059	-26.725.458	-26.628.885	-26.532.339	-26.435.820	-26.339.377	-26.242.862	-26.146.423	-26.050.010	-25.953.624
Utilidad después de impuesto	-	94.052.177	93.718.970	93.385.858	93.052.841	92.719.919	92.387.091	92.054.356	91.721.715	91.389.167	91.056.712	90.724.349	90.392.079	90.059.900	89.727.813	89.395.816
Inversión piezas críticas	-7.284.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión nuevas tecnologías	-31.760.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión nueva emisorera	-36.000.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión capacitaciones	-82.2465.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación de equipos	-	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667	1.386.667
Valor residual equipos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo caja	-157.509.000	95.438.844	95.105.637	94.772.525	94.439.508	94.106.586	93.773.757	93.441.023	93.108.382	92.775.834	92.443.379	92.111.016	91.778.745	91.446.566	91.114.479	103.582.488
Flujo caja acumulado (CCA)	-	82.990.299	71.913.535	62.344.474	53.996.095	46.787.605	40.540.983	35.127.941	30.437.295	26.372.682	22.850.589	19.798.639	17.154.104	14.862.624	12.877.082	12.729.716
Flujo caja acumulado (CCA)	-157.509.000	-74.518.701	-2.695.176	59.709.297	113.705.392	160.492.997	201.033.980	236.161.932	266.599.217	292.971.899	315.822.489	335.621.127	352.275.231	367.637.854	380.514.942	393.244.657

Fuente: elaboración propia

3.4.3 Evaluación propuesta C

La propuesta C, corresponde a la adquisición de cuatro nuevas máquinas envasadoras, y nuevas tecnologías que se adecúen a estos equipos, además de capacitaciones para el personal ligado al proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar.

El nivel de producción que se indica, fue calculado en el punto 3.3.3 y corresponde a una estimación realizada en base a las modificaciones indicadas en la propuesta.

Por lo tanto, la confección del flujo de caja contempla:

- Inversión inicial: \$146.505.000
- Se asume que el nivel de producción irá decreciendo anualmente en un 0,1% debido al desgaste de la maquinaria.
- Se asume que todo lo que se produce durante un año, se vende el mismo año.
- Los ingresos están constituidos por el producto obtenido del nivel de producción y el precio de venta del producto.

La tabla 69 indica el análisis económico realizado, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

VAN: \$325.102.049,50

TIR: 55,33%

Esta propuesta, con una TIR=55,33% > 15%, es considerada inicialmente como proyecto viable. Además, el VAN obtenido es positivo por lo tanto este proyecto de manera independiente, es económicamente conveniente.

Payback: año 3

Tabla 69. Flujo de caja propuesta C

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Nivel de producción (sobres ligro)	-	143.618.832	143.475.213	143.331.728	143.188.406	143.045.218	142.902.173	142.759.270	142.616.511	142.473.895	142.331.421	142.189.089	142.046.900	141.906.853	141.762.848	141.621.186
Precio de venta	-	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ingresos por venta	-	25.851.389,760	25.825.538,370	25.799.712,832	25.773.913,119	25.748.133,206	25.722.391,067	25.696.688,676	25.670.927,807	25.645.201,035	25.619.635,734	25.594.096,078	25.568.442,042	25.542.873,600	25.517.330,716	25.491.813,396
Costos por venta	-	-15.510.833.856	-15.495.323,022	-15.479.872,699	-15.464.347.871	-15.448.883,524	-15.433.434,640	-15.418.001,205	-15.402.583,204	-15.387.180,621	-15.371.793,440	-15.356.421,647	-15.341.066,225	-15.325.721,160	-15.310.388,436	-15.295.088,037
Costos de administración	-	-4.394.736,259	-4.390.341,523	-4.385.951,181	-4.377.183,665	-4.372.806,481	-4.372.806,481	-4.368.433,875	-4.364.065,241	-4.359.701,176	-4.355.341,475	-4.350.986,133	-4.346.635,147	-4.342.288,512	-4.337.946,224	-4.333.608,277
Costos fijos	-	-4.653.250,157	-4.648.536,907	-4.643.948,310	-4.639.304,361	-4.634.655,057	-4.630.030,392	-4.625.400,362	-4.620.774,961	-4.616.154,186	-4.611.538,032	-4.606.926,494	-4.602.319,568	-4.597.717,248	-4.593.119,531	-4.588.526,411
Costos variables	-	-1.034.055,590	-1.033.021,535	-1.031.988,513	-1.030.925,568	-1.029.925,568	-1.028.895,643	-1.027.866,747	-1.026.838,880	-1.025.812,041	-1.024.786,229	-1.023.761,443	-1.022.737,682	-1.021.714,944	-1.020.693,229	-1.019.672,536
Remuneraciones y prestaciones	-	-153.600,000	-153.753,600	-153.907,354	-154.061,261	-154.215,322	-154.369,588	-154.523,907	-154.678,431	-154.833,109	-154.987,983	-155.142,930	-155.298,073	-155.453,371	-155.608,825	-155.764,434
Margen operacional	-	104.913,898	104.501,784	104.089,775	103.677,870	103.266,070	102.854,373	102.442,780	102.031,289	101.619,901	101.208,615	100.797,430	100.386,347	99.975,365	99.564,482	99.153,700
Depreciación de equipos	-	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000	-1.880,000
Utilidad antes de impuesto	-	103.033,898	102.621,784	102.209,775	101.797,870	101.386,070	100.974,373	100.562,780	100.151,289	99.739,901	99.328,615	98.917,430	98.506,347	98.095,365	97.684,482	97.273,700
Impuesto (22.5%)	-	-23.182,627	-23.089,901	-22.997,199	-22.904,521	-22.811,866	-22.719,234	-22.626,625	-22.534,040	-22.441,478	-22.349,938	-22.258,422	-22.166,928	-22.071,457	-21.979,009	-21.886,583
Utilidad después de impuesto	-	79.851,271	79.531,882	79.212,575	78.893,349	78.574,204	78.255,139	77.936,154	77.617,249	77.298,423	76.979,676	76.661,008	76.342,419	76.023,908	75.705,474	75.387,118
Inversión nuevas tecnologías	-20.680,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión nueva emvasadora	-720,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión capacitaciones	-59.825,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación de equipos	-	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000	1.880,000
Valor residual equipos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.000,000
Flujo caja	-146.505,000	81.271,271	81.411,882	81.092,575	80.773,349	80.454,204	80.135,139	79.816,154	79.497,249	79.178,423	78.859,676	78.541,008	78.222,419	77.903,908	77.585,474	95.267,118
Flujo caja actualizado (FCU)	71.070,670	61.599,079	53.319,685	46.182,425	39.999,959	34.644,632	30.005,849	25.987,792	22.507,450	19.492,906	16.881,857	14.600,329	12.661,563	10.965,051	9.526,730	11.707,803
Flujo caja acumulado (FCAM)	-146.505,000	-75.434,339	-13.872,251	39.444,434	85.626,859	125.626,817	160.271,449	190.277,298	216.265,090	238.772,539	258.265,446	275.147,203	289.727,632	302.429,195	313.394,246	325.102,049

Fuente: elaboración propia

3.4.4 Recomendaciones

- Realizar los estudios de capacidad para las otras envasadoras de manera de poder realizar un análisis más amplio.
- Efectuar un seguimiento del estado y desgaste de las piezas críticas.
- Evaluar constantemente a los trabajadores para reconfigurar el plan de capacitaciones
- Realizar una campaña de difusión del proceso de construcción del rediseño del proceso
- Generar mayores espacios e instrumentos de participación efectiva de todos los involucrados en el proceso
- Generalmente, montar y hacer funcionar un programa de mantenimiento predictivo lleva mucho tiempo, y lo que se recomienda es que el programa se arme gradualmente, comenzando con las máquinas de mayor prioridad a partir de la evaluación inicial
- Mantener la toma de datos y calcular de manera periódica los indicadores

Capítulo 4

Análisis de resultados

El presente capítulo muestra el análisis realizado a los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología, la cual fue abordada en el capítulo anterior.

Con el reconocimiento del problema que afecta a la planta 2 de TMLUC, el cual corresponde a una ineficiencia del proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar que conduce a un aumento de los costos de producción, se pudo llevar a cabo el diagnóstico de la situación actual de este proceso de envasado mediante los resultados derivados de la aplicación de entrevistas a los principales involucrados en el área de envasado de dicho producto y pruebas de capacidad de producción de una máquina envasadora. Con ello se pudo dividir el problema en 3 causas principales: maquinaria, puntos de control y mano de obra. Aquello permitió comprender que el problema es originado por varios factores, y dada la naturaleza de su interrelación, se pacta en que el rediseño de procesos es el método más adecuado para ofrecer una solución.

El proceso productivo original contaba con 5 máquinas envasadoras, las cuales trabajando en 3 turnos diarios y los 7 días a la semana lograba una producción anual de 120.255.840 sobres aproximadamente, con un rendimiento desfavorable de las máquinas envasadoras el cual se veía afectado principalmente por las paradas no planificadas que estas sufrían, su escasa mantención preventiva y la falta de capacitación de los trabajadores. El indicador que permitió realizar una evaluación general al proceso de envasado corresponde al OEE o indicador de eficiencia general de los equipos, el cuál mediante la medición de la calidad, rendimiento y disponibilidad de las máquinas, permitió concluir en la baja eficiencia del proceso.

Dado lo anterior, se plantearon 3 escenarios o propuestas de rediseño que pudieran agrupar estas tres causas principales del problema. Cada escenario varía entre sí por la cantidad de cambios que se realizan sobre la línea de envasado y los involucrados en ella, además de los costos, tiempos e inversiones requeridos por cada propuesta.

La primera propuesta “propuesta A: adquisición de nuevas tecnologías que se adecúen a los equipos existentes” corresponde a una solución que incluye la menor cantidad de cambios radicales en la línea de envasado, para lo cual esta propuesta contempla la sustitución de piezas críticas de las máquinas, incorporación de nuevas tecnologías, además de enfatizar en la importancia de la mantención preventiva de las máquinas de envasado y la capacitación de los trabajadores de la línea. La segunda propuesta “propuesta B, adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras” combina la modernización de máquinas envasadoras y la conservación de tecnologías antiguas. Finalmente, la tercera propuesta “propuesta C, reemplazo de equipos” sale de lo presentado anteriormente ya que contempla únicamente una modernización de las máquinas envasadoras.

En el capítulo anterior, se realizó un análisis económico para cada una de las propuestas mencionadas, el cual permitió estudiar la viabilidad económica que cada una de ellas tenía. Se obtuvo un resultado favorable para cada una de ellas, lo que significa que cada proyecto de manera independiente es viable, por ende, para la selección final de una propuesta única de rediseño, se procederá a realizar una evaluación comparativa de ellas.

Las tres propuestas de rediseño corresponden en primera instancia a proyectos económicamente viables, además de ser proyectos mutuamente excluyentes que representan valores de inversión diferente. Entiéndase como un proyecto mutuamente excluyente a aquellas unidades económicas que constituyen alternativas para generar valor agregado a la empresa y que solo una de ellas puede ejecutarse, por esto, para la selección de la alternativa correcta se debe efectuar un análisis incremental.

El análisis incremental se entiende como una evaluación económica comparativa de las propuestas que permita identificar una única solución. Para ello, se procederá primero a ordenar las propuestas en orden creciente de acuerdo al valor de la inversión que cada una de ellas requiere. Luego, se seleccionará como propuesta base a aquella que requiere la inversión mínima de capital, la cual será comparada con una alternativa retadora, la cual es la que requiere una inversión de capital adicional. Esta comparación se efectuará analizando cuál de ellas aporta a la empresa un mayor valor en base a la diferencia entre los flujos de caja anuales para el horizonte de evaluación, esto será comprobado mediante el cálculo del VAN y TIR. La propuesta retadora será seleccionada sólo si la diferencia de sus flujos de caja con el de la propuesta base puede acreditar un VAN positivo y una TIR mayor que la tasa de descuento utilizada, de lo contrario será desechada y se deberá elegir la propuesta base. Finalmente, la propuesta seleccionada será evaluada mediante el mismo mecanismo con las siguientes propuestas.

Las propuestas ordenadas de manera creciente según la inversión de capital se presentan en la tabla 70, donde se indica a la propuesta A como la base de comparación.

Tabla 70. *Orden de propuestas de inversión para comparación*

Propuesta	Inversión	VAN	TIR	Payback
A	\$117.475.000	\$263.007.481,99	56,04%	2,3 años
C	\$146.505.000	\$325.102.049,50	55,33%	2,4 años
B	\$157.509.000	\$393.244.657,44	59,70%	2,9 años

Fuente: elaboración propia

La comparación se realizará en primer lugar con las propuestas A y C que son las propuestas con menor inversión, siendo la propuesta A la propuesta base y la propuesta C la retadora. Lo primero será obtener la diferencia entre ambos flujos de caja para el horizonte de 15 años y luego calcular la TIR y VAN manteniendo los mismos criterios de evaluación anteriormente utilizados. La tabla 71 muestra los resultados de este cálculo.

Tabla 71. Resultados comparación de propuestas A y C

Propuesta A	Propuesta C	Δ (C-A)
-117.475.000	-146.505.000	-29.030.000
66.457.370	81.731.271	15.273.901
66.153.007	81.411.882	15.258.876
65.848.710	81.092.575	15.243.866
65.544.479	80.773.349	15.228.871
65.240.313	80.454.204	15.213.891
64.936.213	80.135.139	15.198.926
64.632.178	79.816.154	15.183.976
64.328.208	79.497.249	15.169.041
64.024.302	79.178.423	15.154.121
63.720.460	78.859.676	15.139.216
63.416.683	78.541.008	15.124.326
63.112.968	78.222.419	15.109.450
62.809.317	77.903.908	15.094.590
62.505.729	77.585.474	15.079.744
62.202.204	95.267.118	33.064.914

Fuente: elaboración propia

Para el nuevo flujo (Δ C-A), los valores de los indicadores obtenidos corresponden a un VAN (Δ C-A) de 62.094.568 y TIR (Δ C-A) de 52,48%. Como el VAN (Δ C-A) es mayor a cero, entonces se justifica el capital adicional invertido en C, además la TIR (Δ C-A) es mayor que la tasa de descuento utilizada en el proyecto (15%). Por lo tanto, es más conveniente invertir en la propuesta C por sobre la propuesta A. Con esta información, se procede a comparar las propuestas C y B.

La comparación se realizará con las propuestas B y C, siendo la propuesta C la propuesta base y la propuesta B la retadora. Lo primero será obtener la diferencia entre ambos flujos de caja para el horizonte de 15 años y luego calcular la TIR y VAN manteniendo los mismos criterios de evaluación anteriormente utilizados. La tabla 72 muestra los resultados de este cálculo.

Tabla 72. Resultados comparación de propuestas B y C

Propuesta B	Propuesta C	Δ (B-C)
-157.509.000	-146.505.000	-11.004.000
95.438.844	81.731.271	13.707.573
95.105.637	81411882,37	13.693.754
94.772.525	81092575,41	13.679.950
94.439.508	80773349,43	13.666.159
94.106.586	80454204,13	13.652.381
93.773.757	80135139,18	13.638.618
93.441.023	79816154,25	13.624.868
93.108.382	79497249,04	13.611.133
92.775.834	79178423,23	13.597.410
92.443.379	78859676,48	13.583.702
92.111.016	78541008,5	13.570.007
91.778.745	78222418,95	13.556.326
91.446.566	77903907,51	13.542.659
91.114.479	77585473,88	13.529.005
103.582.483	95267117,73	8.315.365

Fuente: elaboración propia

Para el flujo (Δ B-C), los valores de los indicadores obtenidos corresponden a un VAN (Δ B-C) de 68.142.608 y una TIR (Δ B-C) de 124,47%. Como el VAN (Δ B-C) es mayor a cero, entonces se justifica el capital adicional invertido en B, además la TIR (Δ B-C) es mayor que la tasa de descuento utilizada en el proyecto (15%). Por lo tanto, es más conveniente invertir en la propuesta B por sobre la propuesta C.

Respecto a los valores obtenidos para el payback, se puede observar que las tres propuestas presentan períodos de recuperación similar, por lo tanto, los resultados de este indicador no resultan ser determinantes al momento de elegir una propuesta por sobre otra, ya que en conclusión las tres propuestas presentan niveles bajo de riesgo.

Tras haber realizado el análisis incremental para las 3 propuestas de rediseño, el resultado de la evaluación concluye por conveniencia económica recomendar la elección de la propuesta de rediseño B de adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras, ya que es la que mayor ganancia otorgará a la empresa.

La propuesta seleccionada por conveniencia económica, ofrece los siguientes resultados:

La primera mejora significativa que muestra la propuesta consiste en el aumento de la producción anual de sobres de jugos, el cual se muestra en la tabla 73, donde se comparan los resultados de producción obtenidos para las máquinas antiguas de la planta en la situación actual (sin rediseño) y los niveles de producción proyectados para cada máquina tras haber realizado la mejora en el proceso.

Tabla 73. Comparación de niveles de producción en escenario sin rediseño y un escenario con rediseño.

	MH38	MH14	MH15
Producción anual sin rediseño	25.496.726	25.448.951	25.441.299
Producción anual con rediseño	27.200.292	27.210.594	27.304.317
Incremento de producción	6,68%	6,92%	7,32%

Fuente: elaboración propia

En adición a lo anterior, los niveles de producción proyectados para las máquinas envasadoras nuevas corresponden a 35.904.708 sobres. Lo que se traduce en una proyección de 153.524.619 sobres producidos al año, lo que representa un incremento en la producción de un 27,67%.

Una segunda mejora significativa corresponde a la mejora en la eficiencia de las maquinas envasadores con la propuesta de rediseño, para lo cual se precedió a calcular nuevamente el indicador OEE. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 74.

Tabla 74. Comparación de resultados OEE para escenario actual y escenario con rediseño

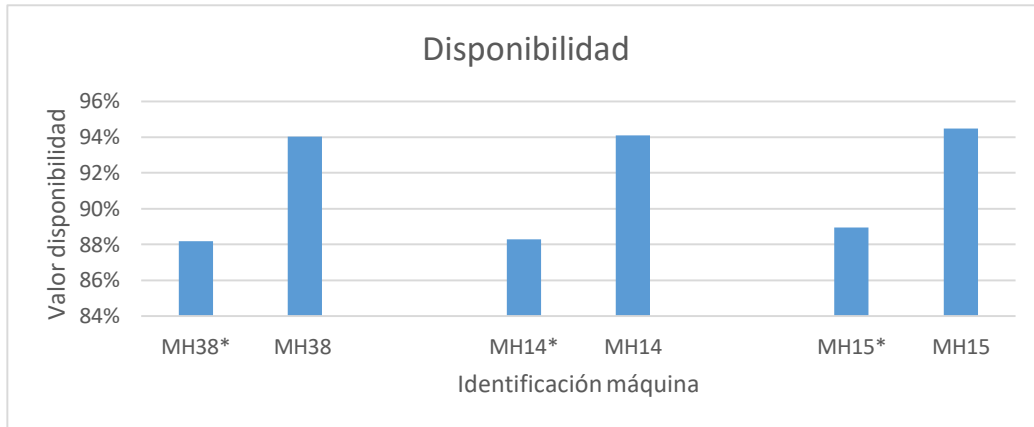
	MH38*	MH38	MH14*	MH14	MH15*	MH15
Disponibilidad	88,190%	94,048%	88,288%	94,112%	88,942%	94,480%
Rendimiento	78,186%	84,046%	78,270%	84,103%	78,851%	84,434%
Calidad	99,851%	99,889%	99,810%	99,854%	99,743%	99,804%
OEE	68,849%	78,955%	68,971%	79,036%	69,952%	79,617%

Fuente: elaboración propia

Diferenciados con un asterisco (*) se presentan los resultados de OEE para la situación actual, y situados a su derecha se muestran los resultados obtenidos en la propuesta B, las cuales resultan ser favorables. Por lo tanto, según el estudio realizado y el cálculo del indicador se concluye que existe una mejora sustancial en los resultados de la eficiencia de equipos.

En las gráficas 8, 9, 10 y 11 se puede visualizar la mejora obtenida en los resultados obtenidos en disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE para las máquinas MH38, MH14 y MH15.

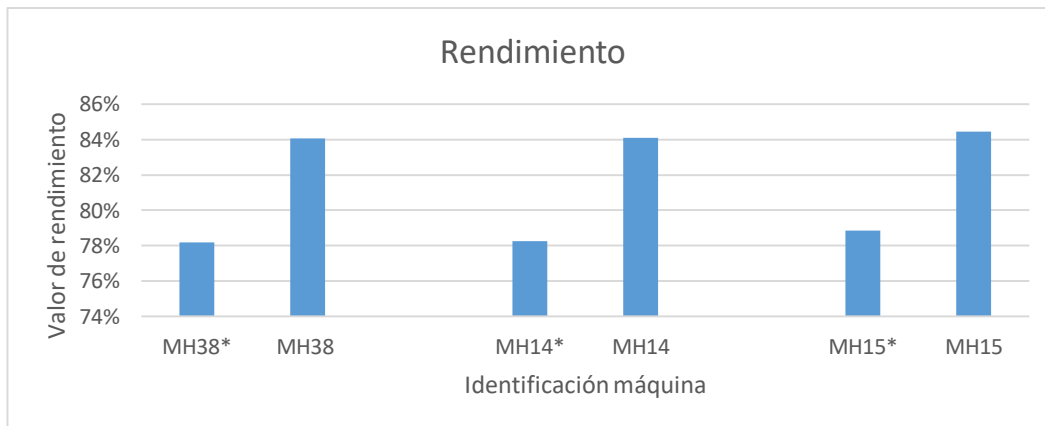
Gráfico 8. Comparación de valores de disponibilidad obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección



Fuente: elaboración propia

Se ve aumentada la disponibilidad de cada máquina al disminuir los tiempos de parada no planificada. Los valores obtenidos para las 3 envasadoras son favorables y logran cumplir con las expectativas presentadas por la empresa, quienes plantearon por objetivo alcanzar una disponibilidad superior al 93%.

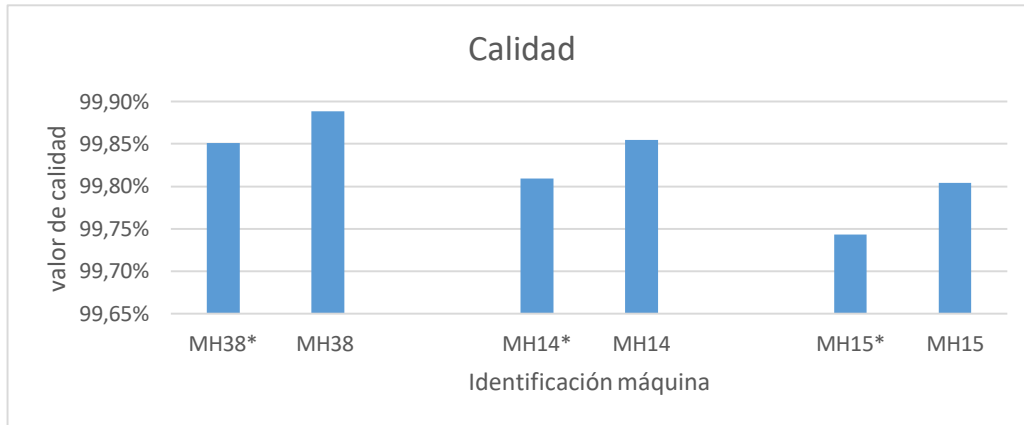
Gráfico 9. Comparación de valores de rendimiento obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección



Fuente: elaboración propia

El rendimiento de las máquinas aumenta cuando se disminuyen los tiempos de parada no planificada y los tiempos perdidos por operación. Para el caso de estas tres envasadoras los resultados obtenidos si bien aumentan respecto de la situación actual, no son del todo favorables ya que se encuentran por debajo del objetivo planteado por la empresa de lograr un rendimiento del 97% y tampoco logran alcanzar el límite de aceptabilidad propuesto de conseguir un valor superior al 91%.

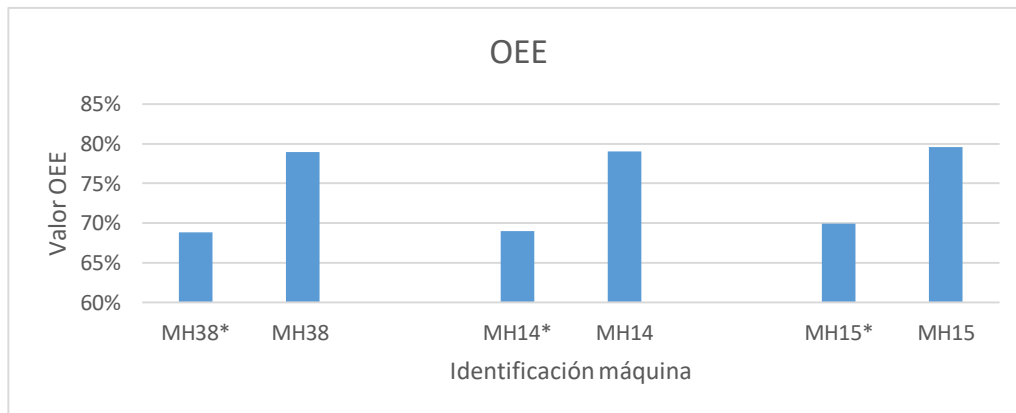
Gráfico 10. Comparación de valores de calidad obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección



Fuente: elaboración propia

La calidad para este caso, incrementa su valor cuando disminuyen los defectos de producción, los cuales corresponden a sobres fuera especificación y sobres vacíos. De acuerdo a los valores obtenidos, las mejoras propuestas logran aumentar los niveles de calidad para las envasadoras sin alcanzar los niveles requeridos para límites de aceptabilidad ni valores objetivos. Como ya fue abordado, estos parámetros propuestos corresponden a un 99,99%.

Gráfico 11. Comparación de valores de OEE obtenidos en un escenario actual y un escenario de proyección



Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos para OEE en la máquina MH38 permite elevar de un valor inicial de 68,849% a 78,955%, lo que le confiere a la máquina un valor aceptable, cabe recordar que el valor aceptable se ubica dentro del rango $75\% < OEE < 85\%$, esto significa que se asumen ligeras pérdidas económicas y posee una competitividad ligeramente baja, a pesar de esto, se logra aumentar el valor del indicador a tal nivel de subir la eficiencia de la máquina envasadora desde “regular” a “aceptable”. Los resultados obtenidos para la máquina MH14 también se ven incrementados, subiendo de 68,971% a 79,036% otorgando el nivel de eficiencia de aceptable. Asimismo, los valores obtenidos por el OEE de la máquina MH15 se incrementan de 69,952% a 79,617%, siendo al igual que las otras envasadoras una eficiencia aceptable. Estos resultados, muestran una mejoría respecto de la

situación actual y logran posicionar a las máquinas dentro de los límites de aceptabilidad esperados por la empresa lo que fluctúan de $75\% < OEE < 85\%$, pero aun así no logran alcanzar el objetivo propuesto de obtener valores de un 90%. En adición a lo anterior, la propuesta de rediseño propone la incorporación de dos nuevas máquinas envasadoras, las cuales tienen un valor de OEE de 92,581% cada una (disponibilidad de 99,2%; rendimiento de 93,35%; calidad de 99,976%). La adición de las nuevas envasadoras permitirá un incremento en el valor de la eficiencia para el proceso general del envasado de jugos en polvo sin azúcar, pasando de un OEE promedio de 62,82% en el escenario actual a un 82,7% promedio para la propuesta B.

En resumen, la propuesta seleccionada corresponde a la propuesta más ventajosa para la empresa, tanto a nivel económico como productivo, ya que permite incrementar la eficiencia de la línea de envasado a través de mejoras a los recursos que ya posee. Sin embargo, al efectuar una comparación entre los OEE promedio de todas las propuestas, se puede observar un incremento en este valor, lo cual se justifica con la incorporación de nuevas maquinarias. La tabla 75 muestra los valores de OEE promedio para cada propuesta.

Tabla 75. Resultados OEE promedio obtenido para propuestas de rediseño y escenario actual

	OEE promedio
Escenario actual	62,82%
Propuesta A	75,62%
Propuesta B	82,70%
Propuesta C	87,95%

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, la eficiencia global para cada escenario es diferente y aumenta su valor promedio a medida que se incorporan nuevas máquinas envasadoras. Las nuevas envasadoras poseen niveles de calidad, disponibilidad y rendimiento mucho mayor debido a que las pérdidas estimadas poseen valores considerablemente bajos.

5. Conclusiones y recomendaciones

El trabajo de título realizado se centró en el proceso de envasado de las bebidas instantáneas en polvo saborizadas que contienen edulcorante, o también conocidos como jugo en polvo sin azúcar, el cual es elaborado en la planta de bebidas instantáneas frías (BIF) en la ciudad de Valparaíso por la empresa Tresmontes Lucchetti S.A. Principalmente el problema identificado corresponde a una ineficiencia del proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar que conduce a un aumento de los costos de producción, ante lo cual se propuso una mejora a la línea de envasado aplicando el método rediseño de procesos por medio del desarrollo de 3 objetivos específicos.

Se analizó el proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar mediante un estudio de su producción, abarcando la funcionalidad de las máquinas y de los trabajadores. Para ello se realizaron estudios de capacidad de producción que permitieron evidenciar la gran variabilidad que existe en ella, además de estudiar el comportamiento de la maquinaria obteniendo los tiempos de detención de paradas no planificadas, sus causas y el actuar de los trabajadores para poder dar solución a estas. Esto permitió estimar las posibles causas del problema planteado siendo categorizados en tres principales grupos, la maquinaria, la mano de obra y los puntos de control. Paralelamente, se realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso de envasado de jugos en polvo sin azúcar, del cual se pudo concluir la incidencia que poseen las fallas del proceso en la elaboración del producto mediante el cálculo de indicadores que permitieron conocer el real estado del proceso. Esto fue evaluado mediante cuatro KPI's, donde los resultados obtenidos se mostraron bajo el límite de aceptabilidad y límite objetivo para estas mediciones. Principalmente mediante el indicador de eficiencia general de los equipos (OEE), que permitió medir la disponibilidad, rendimiento y calidad de las máquinas envasadoras obteniendo resultados desfavorables, lo que permitió evidenciar y concluir sobre la criticidad del proceso. Los resultados obtenidos por las envasadoras para este indicador fueron de rendimientos inaceptables para las máquinas MH12 (OEE de 61,05%), MH16 (OEE de 45,28%) y de rendimientos regulares para las máquinas MH15 (OEE de 69,95%), MH38 (OEE de 68,85%) y MH14 (OEE de 68,97%). Gracias a esto se pudo elaborar un ranking de las máquinas envasadoras, el cual pudiese ser utilizado para la elaboración de propuestas de rediseño. De acuerdo a esto la categorización para las envasadoras quedó establecido en el orden MH16 < MH12 < MH38 < MH14 < MH15, dado este orden se prioriza la sustitución desde la primera máquina (MH16).

Se propuso un set de propuestas de rediseño, los cuales contemplan los tres principales grupos asociados a las causas de las fallas. Se concluyó en ofrecer 3 propuestas, las que contemplan 3 escenarios diferentes dependiendo del nivel de cambios a realizar en la incorporación de nuevas tecnologías. La primera propuesta considera la adquisición de nuevas tecnologías que se adecúen a los equipos existentes, una segunda propuesta contempla la adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras manteniendo 3 antiguas y por último la propuesta de reemplazo de equipos, donde se apuesta por la renovación de las envasadoras y adquisición de 4 máquinas nuevas. Por ende, estas propuestas van desde la mantención total de la línea de envasado a una modernización completa de las máquinas envasadoras.

Finalmente se realizó una evaluación económica de las propuestas de rediseño planteadas que permitiera identificar, cuantificar y valorar costos y beneficios originadas por cada propuesta y así poder ofrecer la propuesta más rentable económicamente. Se pudo concluir en que la propuesta más rentable corresponde a la propuesta de rediseño B de adquisición de dos nuevas máquinas envasadoras, la cual consiste en una Inversión inicial de \$157.509.000. Dando como resultado un VAN de \$393.244.657,44 y TIR de 59,7% se concluye finalmente que por conveniencia económica se recomienda su elección, ya que es la que mayor ganancia otorgará a la empresa.

Tras el análisis y diagnóstico del proceso, el problema que presenta la línea de envasado fue asociado a la mano de obra y tecnologías en general. El rediseño de procesos, al ser un método que no posee una estructura determinada de aplicación, otorga libertad para poder establecer la metodología más conveniente para aplicar sobre el proceso en estudio, esto permite escoger diversas herramientas de apoyo que permitan solucionar las causas del problema. Para el caso de la línea de envasado, las herramientas que permitieron dar una propuesta mejor estructurada fueron el uso de herramientas presentes en TPM, el uso de indicadores KPI y OEE y herramientas de administración de recursos humanos, todas ellas guiaron la formulación de una solución mediante la introducción de nuevas tecnologías, prácticas de trabajo, capacitación y desarrollo permanente de personas.

Las recomendaciones para el departamento de producción de la planta BIF son:

- ✓ Documentar todos los progresos que presente la línea de envasado luego de aplicado el rediseño de procesos.
- ✓ Medir el proceso antes y después de los cambios, teniendo en consideración:
 - Medir el nivel de reclamos por conceptos de sobres vacíos y sobres con bajo contenido, de manera de poder verificar su disminución.
 - Verificar la disminución estimada de paradas no planificadas de las máquinas envasadoras.
 - Aplicar encuestas periódicas al personal, de manera de poder verificar su percepción de sus puestos de trabajo tras haber realizado las capacitaciones y mejoras en la línea de envasado.
 - Calcular periódicamente los indicadores KPI propuestos y OEE para estudiar la evolución del proceso.
 - Realizar mantenciones preventivas para asegurar la vida útil de las máquinas.
 - Verificar si la división de tareas del departamento de mantención hacia el departamento de producción disminuye los tiempos de detención no planificada de la línea de envasado.
 - Realizar ensayos de capacidad e inspección de producción en las máquinas envasadoras de manera anual.
 - Repetir los ensayos realizados en la maquina MH16 a las otras máquinas.
- ✓ Definir un responsable del proyecto, quien sea el encargado de llevar a cabo los cambios propuestos.
- ✓ Mantener una comunicación activa con todos los involucrados en el proceso.
- ✓ Promover la participación activa de todos los actores del proceso.

6. Bibliografía

- Aguirre, S. (s.f.). Marco metodológico para el desarrollo de proyectos de mejoramiento y rediseño de procesos. Bogotá.
- Chiavenato, I. (Tercera edición 2009). *Gestión del talento humano* tercera edición. McGraw Hill .
- Collantes, J. (2016). *Efectividad global de los equipos OEE: una poderosa herramienta para incrementar la rentabilidad de mantenimiento*.
- Crecenegocios. (s.f.). <https://www.crecenegocios.com/glosario-de-terminos-usados-en-produccion/>.
- Cruz, I., & Burbano, J. (s.f.). Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrial XYZ.
- Duart, P. (2017). <http://queaprendemoshoy.com>. Obtenido de <http://queaprendemoshoy.com/kpi-definicion-y-ejemplos/>
- economía, L. (s.f.). <http://laeconomia.com.mx/beneficio-economico/>.
- Euroresidentes. (2017). <https://www.euroresidentes.com>. Obtenido de <https://www.euroresidentes.com/empresa/exito-empresarial/kpi-que-son-y-cuales-debo-utilizar-en-3>
- FAO. (s.f.). <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>.
- Hitpass, B. (2016). ¿Reingeniería, rediseño o mejora de procesos de negocio? *Revista Gerencia*.
- knoow.net. (s.f.). <http://knoow.net/es/cieeconcom/economia-es/eficiencia-productiva/>.
- Laeconomía. (s.f.). <http://laeconomia.com.mx/beneficio-economico/>.
- Morchio, A. (2014). *Manual de procedimientos de envasado*.
- NAKAJIMA, S. (1984). *Introducción al TPM. Mantenimiento productivo total*.
- NormaISO9000. (s.f.). Norma ISO 9000.
- RAE. (s.f.). *Diccionario de la Real Academia Española*.
- Ríos, S., & Reveco, C. (2012). *Filosofías del rediseño*.
- Significados. (2016). <https://www.significados.com>. Obtenido de <https://www.significados.com/mantenimiento-preventivo/>
- Thefreedictionary. (s.f.). <http://www.thefreedictionary.com/canister>.
- TMLUC1. (2016). <http://www.tmluc.cl>. Obtenido de <http://www.tmluc.cl/compania/lo-que-hacemos/>
- TMLUC2. (2016). <http://www.tmluc.cl>. Obtenido de <http://www.tmluc.cl/compania/gobierno-corporativo/>

TMLUC3. (2016). <http://www.tmluc.cl>. Obtenido de <http://www.tmluc.cl/tmluc-en-el-grupo-mejor-evaluado-en-la-15-version-del-ranking-de-reputacion-corporativa/>

TMLUC4. (2016). <http://www.tmluc.cl>. Obtenido de <http://www.tmluc.cl/compania/como-creamos-valor/>

Veloz , S., & Tyrone, A. (2016). Evaluación y mejora del sistema de calidad en los procesos de fabricación de caldos y mayonesas en Nestlé S.A. *Evaluación y mejora del sistema de calidad en los procesos de fabricación de caldos y mayonesas en Nestlé S.A; Trabajo de graduación previo a la obtención del título de ingeniero industrial*. Guayaquil, Ecuador.

7. Anexos

7.5 ANEXO A: inspección de la producción

Una de las necesidades que surge dentro del estudio de la línea de envasado de jugos en polvo sin azúcar, radica en conocer la variabilidad que se presenta en su producción. Es por esto, que se procede a realizar una inspección de esta.

La inspección de producción se realiza en la máquina MH16, esto permitirá conocer si se cumple o no con los requisitos de producción que solicita la empresa.

Los requisitos para la producción de este producto son:

- a. Dimensión del sobre: 11x7 cm
- b. Contenido del sobre: 7 y 8 gramos (dependiendo del sabor del producto) con límites de aceptabilidad del contenido del sobre de +/- 0,2 gramos de lo indicado en el envase.

La inspección de la producción se realizará mediante estudios de capacidad de producción, los que se llevarán a cabo mediante toma muestras a velocidades de producción diferente.

Se realizan 3 ensayos diferentes:

Ensayo #1: toma de muestras desde la cinta transportadora, las cuales deben contener 50 sobres para el caso de los display compuestos por 25 sobres, y 40 sobres para el caso de los display compuestos de 10 sobres. Las muestras se tomarán cada 15 minutos durante un turno completo. La toma de muestras se realiza antes de que el display pase por control de chequeadoras de peso.

Ensayo #2: en un período de 60 minutos se recogerán todos los sobres producidos que son depositados a la cinta transportadora antes de ser envasados en displays y antes de pasar por control de chequeadoras de peso.

Ensayo #3: retiro de muestras desde el depósito de la máquina cada 15 minutos en un turno completo. El objetivo es llevar un control de la cantidad de sobres vacíos que se generan y son detectados por los palpadores. Se debe considerar que en depósito se pueden encontrar:

- Sobres vacíos
- Sobres mal cortados / Sin cortar
- Sobres mal sellados/ Sin sellar
- Sobres con contenido

Los cuales son generados por diversas actividades del proceso, como cambio de complejo por cambio de sabor, fallas en piezas varias, ajustes varios.

NOTA: la máquina envasadora trabaja mediante un llenado doble de sobres, es decir, se producen dos sobres de manera simultánea. Una fácil diferenciación de estos sobres se realiza mediante la identificación de la fecha y rotulado, la cual se encuentra en la parte frontal de la cara del sobre. Si la fecha se encuentra en el lado derecho, entonces el sobre fue llenado mediante la tolva 1 (sinfín 1). De lo contrario, si la fecha se encuentra al lado izquierdo, quiere decir que el sobre fue llenado mediante la tolva 2 (sinfín 2). Para análisis de datos, se ha hecho una diferenciación de las muestras, catalogándolos como "izquierda (izq)" y "derecha (der)".

Los ensayos #1 y #2 fueron realizados a velocidades de 70 y 72 sobres por minuto. Se intentó realizar el ensayo a una velocidad de 75 sobres por minutos, pero la máquina presentó varias fallas mecánicas que obligaron a su detención por más de una hora, por lo que, a una velocidad sobre 72 sobres por minutos, los ensayos no fueron realizados. Para el ensayo #3, éste se realizó a 70, 72 y 65 sobres por minuto.

7.5.1 Resultados de ensayo #1

El ensayo se ha realizado a dos velocidades diferentes 70 y 72 sobres por minuto.

Velocidad a 70 sobres por minuto

El primer ensayo se ha realizado a una velocidad de 70 sobres por minuto, obteniéndose un total de 9 muestras, recolectadas desde las 7:45 horas hasta 15:30 horas. Cada muestra compuesta por una cantidad teórica de 50 sobres, la cual puede variar por +/- 1 sobre. Muestra correspondiente a dos display, obtenidos desde sinfín 1 y sinfín 2. Las cuales pueden ser consultadas en la tabla 76.

La operatividad de la máquina se ha visto interrumpida debido a problemas presentados durante el turno, los cuales se indican a continuación:

- Falla en cinta transportadora, problemas en manguera de aire.
- Limpieza de selladores
- Ajuste tijeras

Así como también a los inherentes al proceso

- Horarios de colación
- Cambios de Sabor

Tabla 76. Resultados ensayo #1. 70 sobres por minuto

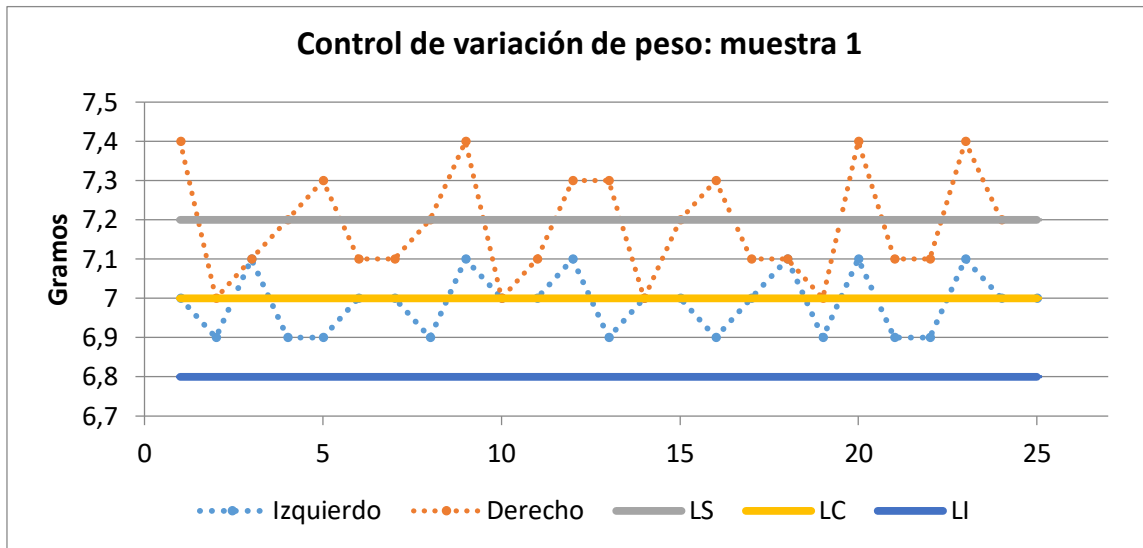
	Lado	Promedio de peso (gramos)	Sobres dentro de límites (unidades)	Sobres fuera de límites (unidades)	Total sobres (unidades)	Eficiencia de peso
Muestra 1	Izquierda	6,99	25	0	25	100%
	Derecha	7,18	16	8	24	64%
Muestra 2	Izquierda	7,12	21	4	25	84%
	Derecha	6,98	25	0	25	100%
Muestra 3	Izquierda	7,02	25	0	25	100%
	Derecha	7,13	20	5	25	80%
Muestra 4	Izquierda	7,02	26	1	26	104%
	Derecha	7,17	18	7	25	72%
Muestra 5	Izquierda	6,95	25	0	25	100%
	Derecha	7,11	23	2	25	92%
Muestra 6	Izquierda	7,03	25	0	25	100%
	Derecha	7,21	19	6	25	76%
Muestra 7	Izquierda	7,22	15	10	25	60%
	Derecha	7,2	15	10	25	60%
Muestra 8	Izquierda	6,94	25	0	25	100%
	Derecha	7,08	25	0	25	100%
Muestra 9	Izquierda	6,93	25	0	25	100%
	Derecha	7,06	24	1	25	96%

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la información presentada, de los 18 displays estudiados, tan solo 8 de ellos poseen una eficiencia de peso de 100% y 10 por bajo el 100%, por lo tanto, la eficiencia de peso del turno es baja, ya que la mayoría de los sobres producidos no cumplen con los requerimientos de peso. Nótese que en la muestra 4 del lado izquierdo existe un sobre de más, lo que conduce a una eficiencia de peso del 104%.

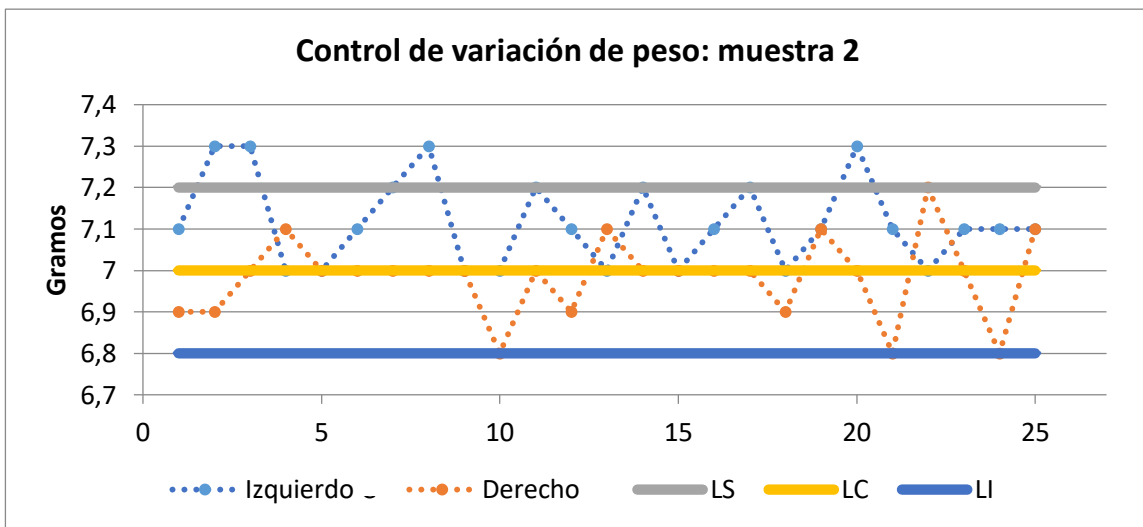
La variación de cada muestra, puede ser consultada en los gráficos 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Gráfico 12. Control de variación de peso: muestra 1



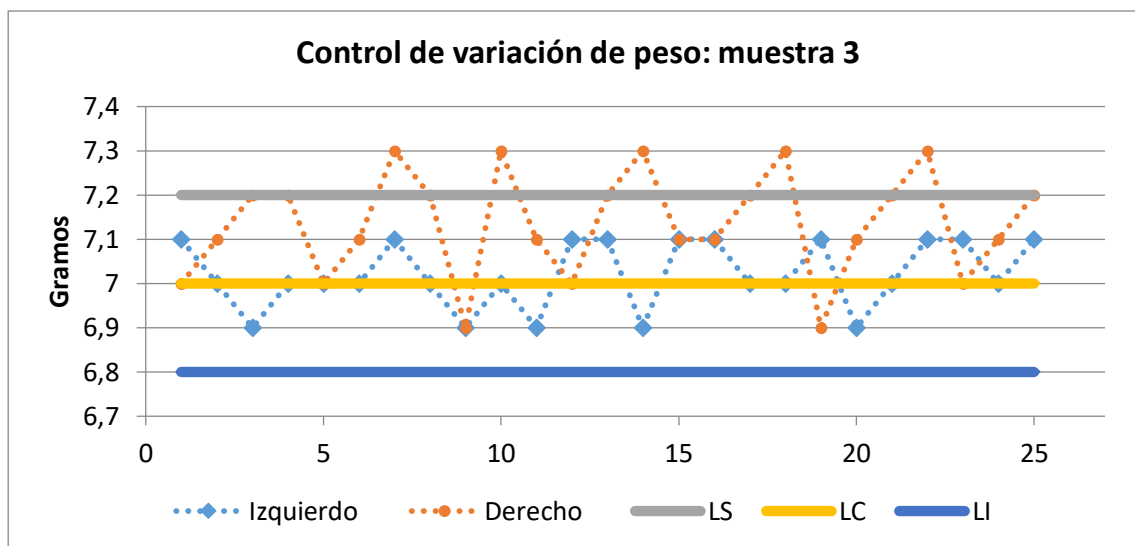
Fuente: elaboración propia

Gráfico 13. Control de variación de peso: muestra 2



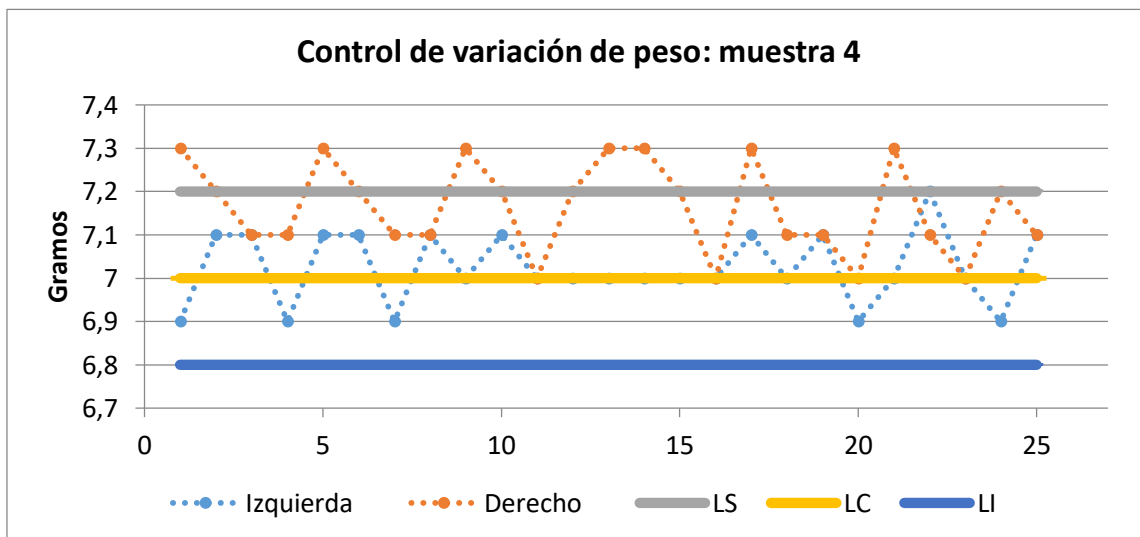
Fuente: elaboración propia

Gráfico 14. Control de variación de peso: muestra 3



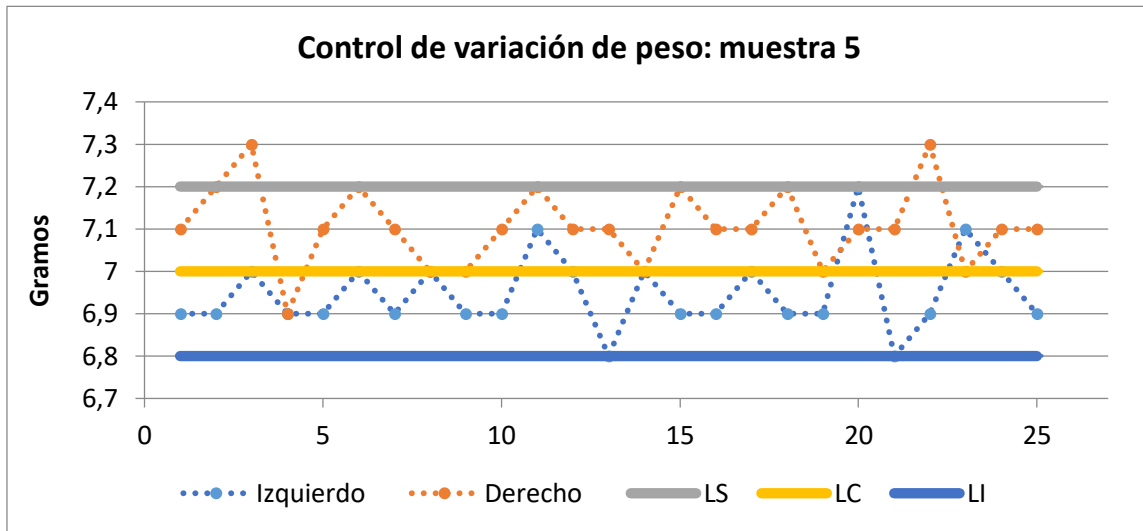
Fuente: elaboración propia

Gráfico 15. Control de variación de peso: muestra 4



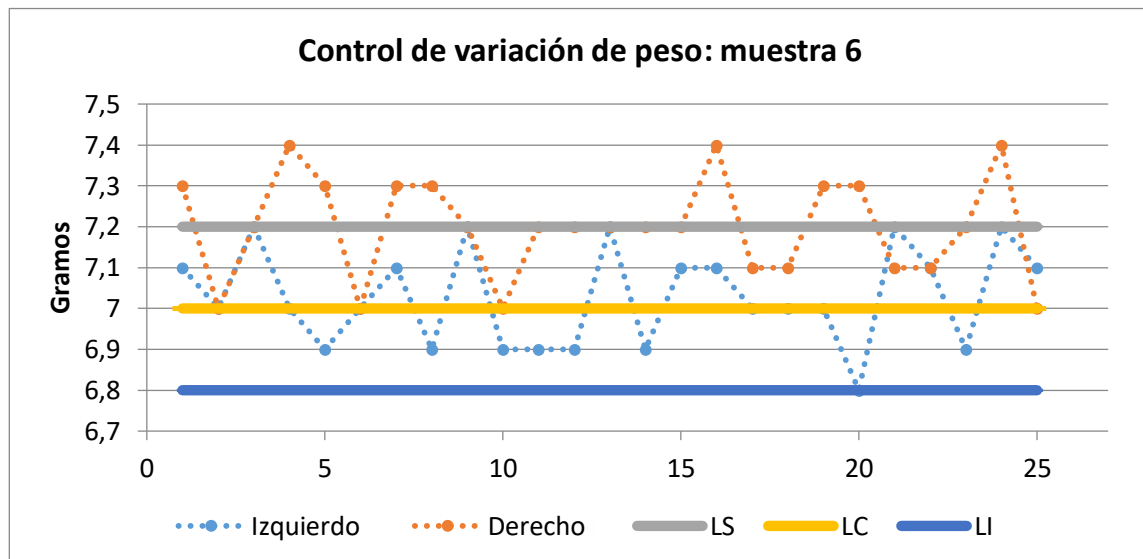
Fuente: elaboración propia

Gráfico 16. Control de variación de peso: muestra 5



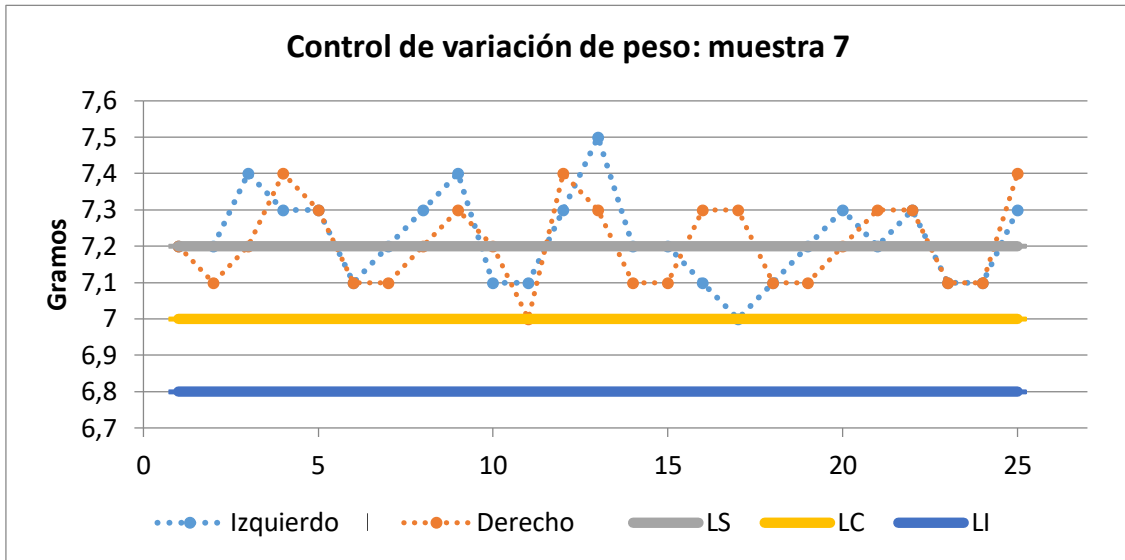
Fuente: elaboración propia

Gráfico 17. Control de variación de peso: muestra 6



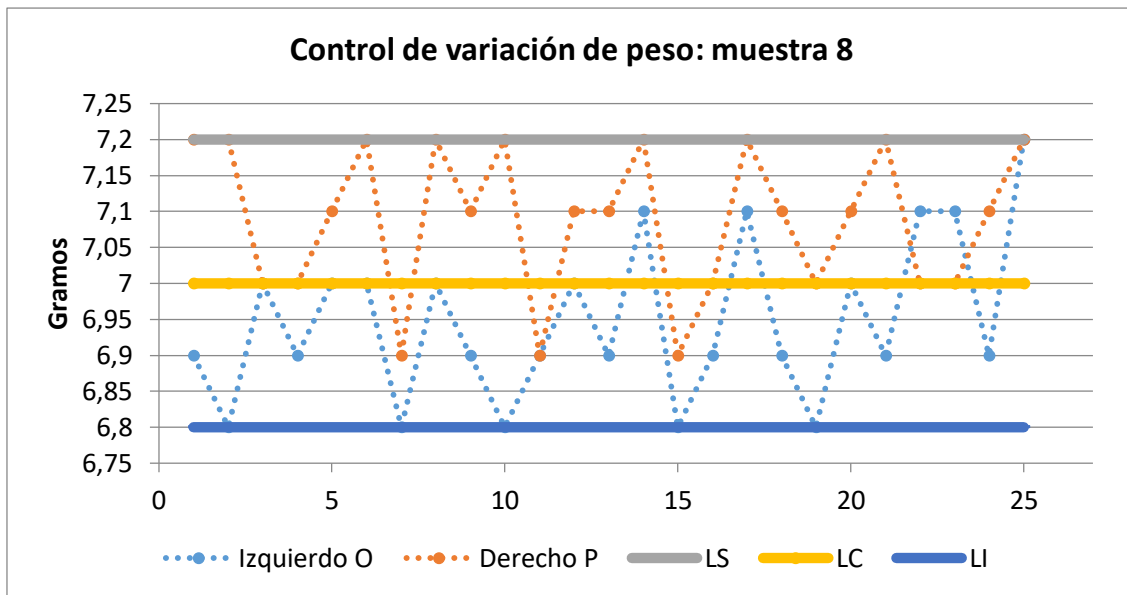
Fuente: elaboración propia

Gráfico 18. Control de variación de peso: muestra 7



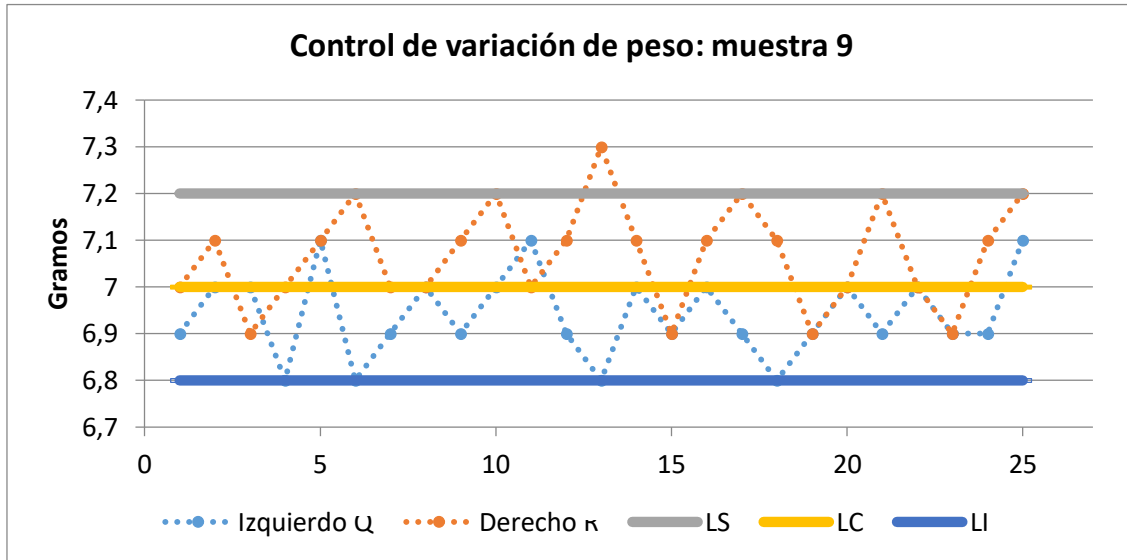
Fuente: elaboración propia

Gráfico 19. Control de variación de peso: muestra 8



Fuente: elaboración propia

Gráfico 20. Control de variación de peso: muestra 9



Fuente: elaboración propia

Como se pudo apreciar, existe una gran diferencia de pesos, de los sobres provenientes desde Sinfín 1 y Sinfín 2 en cada una de las muestras. Así como también la gran variación de pesos que poseen los sobres en un display.

Velocidad a 72 sobres por minuto

El segundo ensayo se ha realizado a una velocidad de 72 sobres por minuto, obteniéndose un total de 9 muestras, recolectadas desde las 7:45 horas hasta 15:30 horas. Cada muestra compuesta por una cantidad teórica de 50 sobres, la cual puede variar por +/- 1 sobre. Muestra correspondiente a dos display, obtenidos desde Sinfín 1 y Sinfín 2. Las cuales pueden ser consultadas en la tabla 77.

La operatividad de la máquina se ha visto interrumpida debido a problemas presentados durante el turno, los cuales se apuntan a continuación:

- Falla en selladores y temperatura de estos, los sobres salen arrugados producto de elevada temperatura
- Falla en tijeras
- Tamaño de los sobres difieren entre sí
- Complejo se corta, se detiene máquina para solucionarlo
- Limpieza de selladores
- Ajuste tijeras
- Paros varios por ajuste de fotocelda, esto ha generado mayor cantidad de problemas en el turno
- Falla en palpadores

Así como también a los inherentes al proceso

- Horarios de colación
- Cambios de Sabor

Tabla 77. Resultados ensayo #1. 72 sobres por minuto

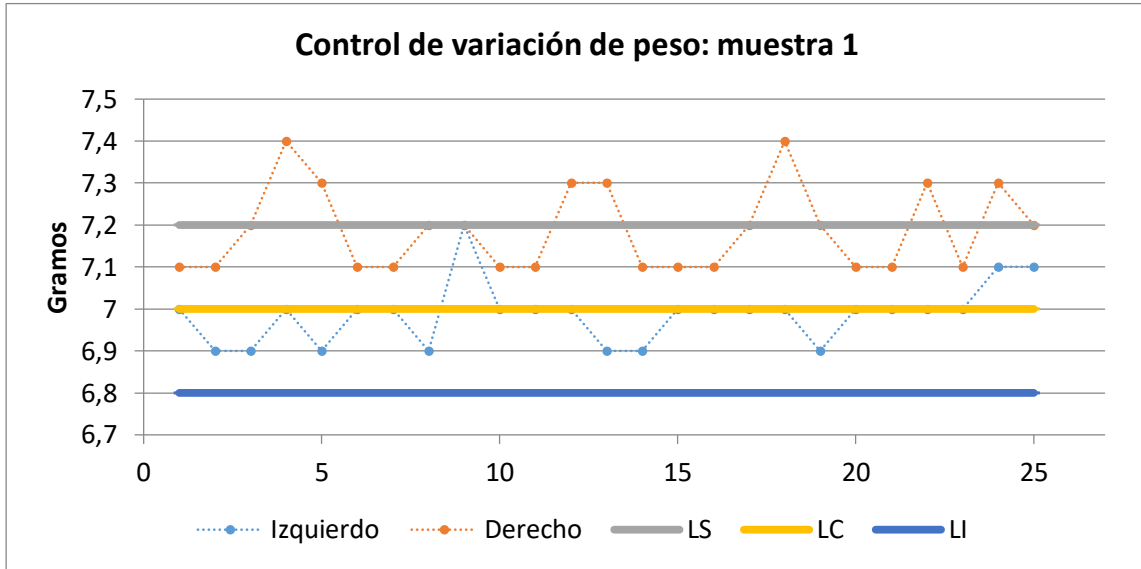
	Lado	Promedio de peso (gramos)	Sobres dentro de límites (unidades)	Sobres fuera de límite (unidades)	Total sobres (unidades)	Eficiencia de pesos
Muestra 1	Izquierda	6,99	25	0	25	100%
	Derecha	7,19	18	7	25	72%
Muestra 2	Izquierda	7,14	25	0	25	100%
	Derecha	7,19	17	8	25	68%
Muestra 3	Izquierda	7,06	25	0	25	100%
	Derecha	7,24	14	11	25	56%
Muestra 4	Izquierda	7,09	24	1	25	96%
	Derecha	7,13	22	3	25	88%
Muestra 5	Izquierda	7,03	25	0	25	100%
	Derecha	7,25	13	13	26	52%
Muestra 6	Izquierda	7,04	25	0	25	100%
	Derecha	7,21	15	10	25	60%
Muestra 7	Izquierda	7,16	23	2	25	92%
	Derecha	7,06	24	1	25	96%
Muestra 8	Izquierda	7,06	25	0	25	100%
	Derecha	7,22	14	11	25	56%
Muestra 9	Izquierda	7,02	12	13	25	48%
	Derecha	7,27	12	13	25	48%

Fuente: elaboración propia

De los 18 displays estudiados, tan solo 6 de ellos poseen una eficiencia de 100% y 12 por bajo el 100%, por lo tanto, la eficiencia del turno es baja, ya que la mayoría de los sobres producidos no cumplen con los requerimientos de peso. Nótese que en la muestra 5 del lado derecho, existe un sobre de más en display.

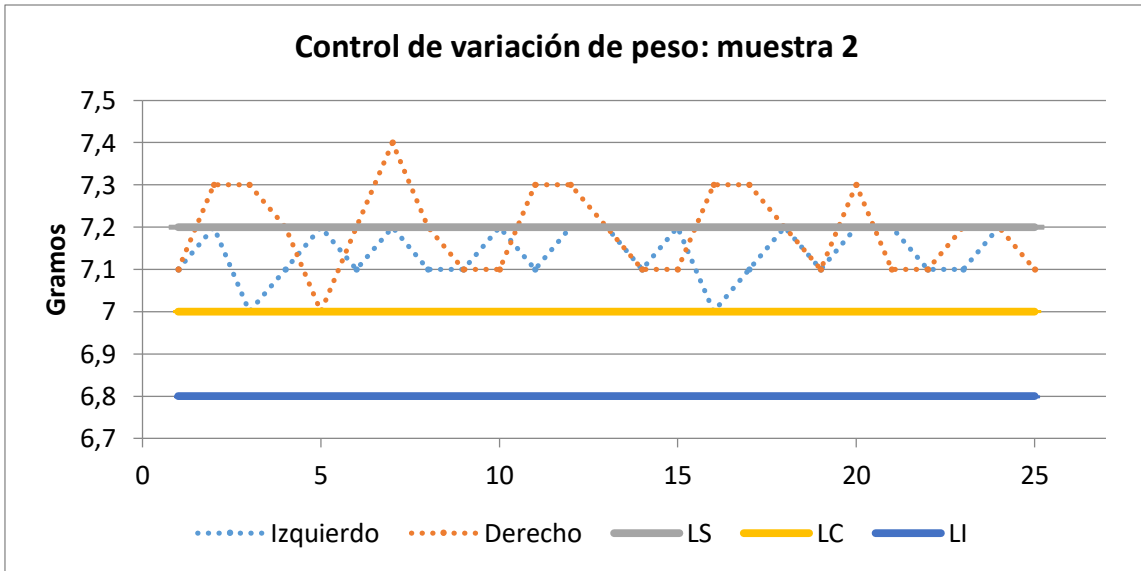
La variación de cada muestra, puede ser consultada en los gráficos 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29.

Gráfico 21. Control de variación de peso: muestra 1



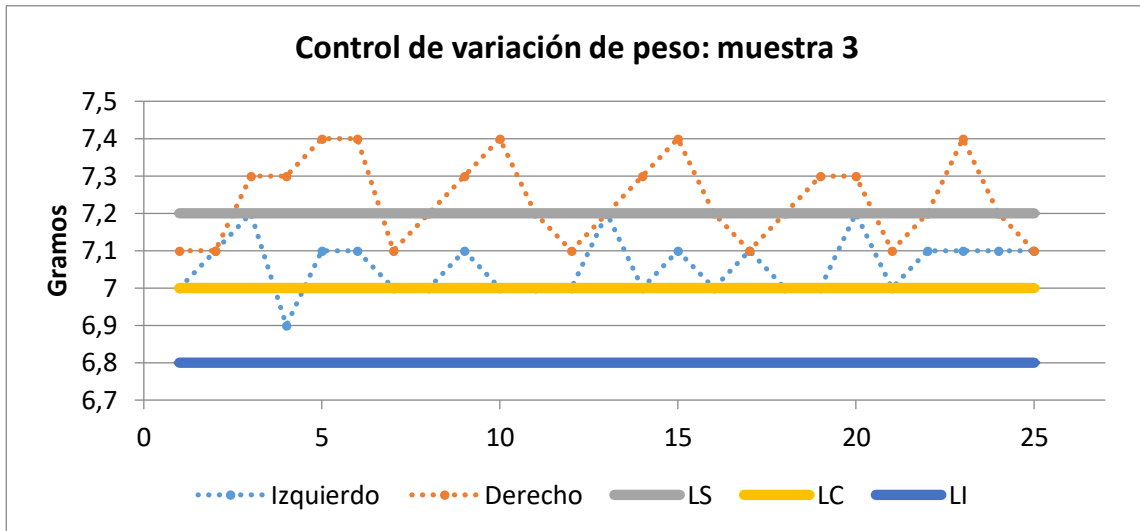
Fuente: elaboración propia

Gráfico 22. Control de variación de peso: muestra 2



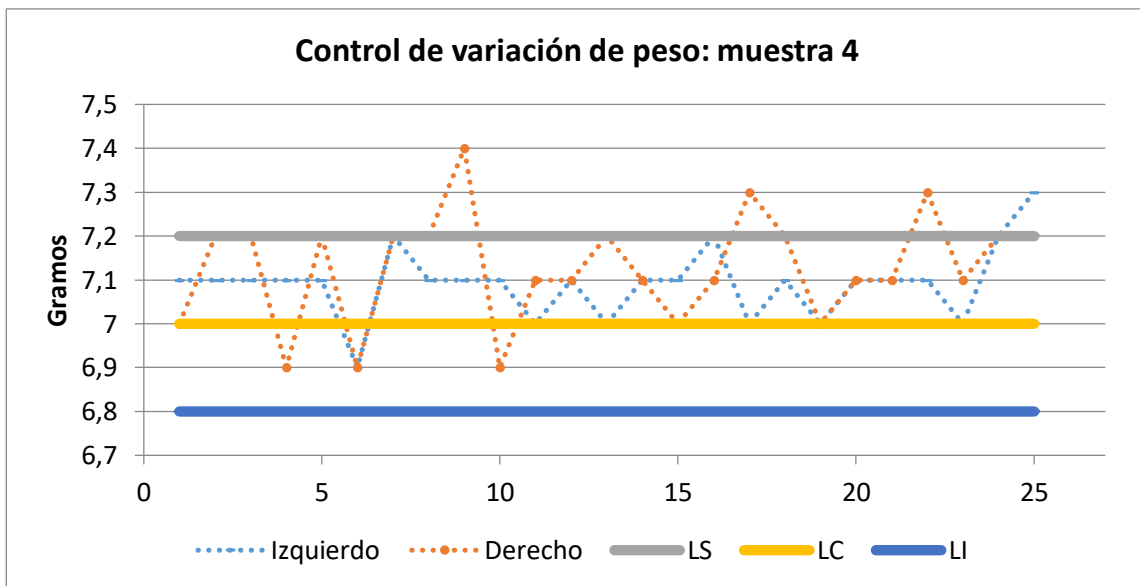
Fuente: elaboración propia

Gráfico 23. Control de variación de peso: muestra 3



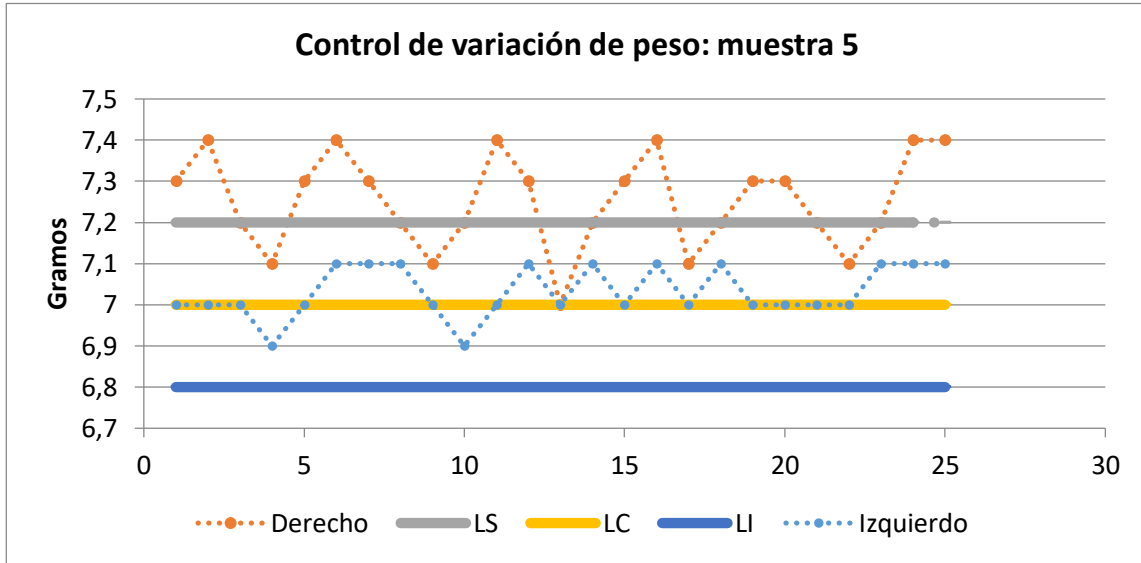
Fuente: elaboración propia

Gráfico 24. Control de variación de peso: muestra 4



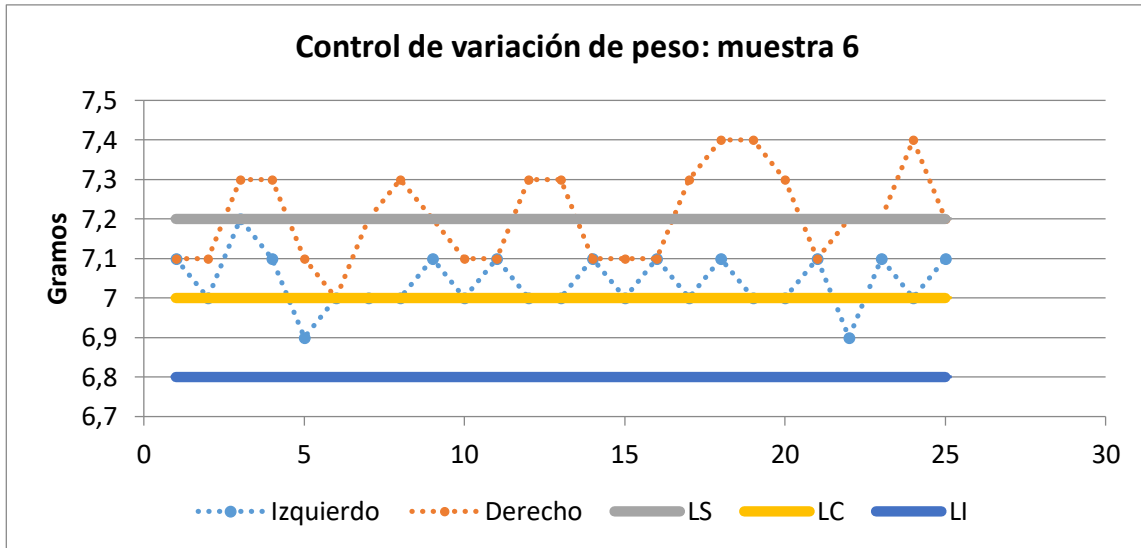
Fuente: elaboración propia

Gráfico 25. Control de variación de peso: muestra 5



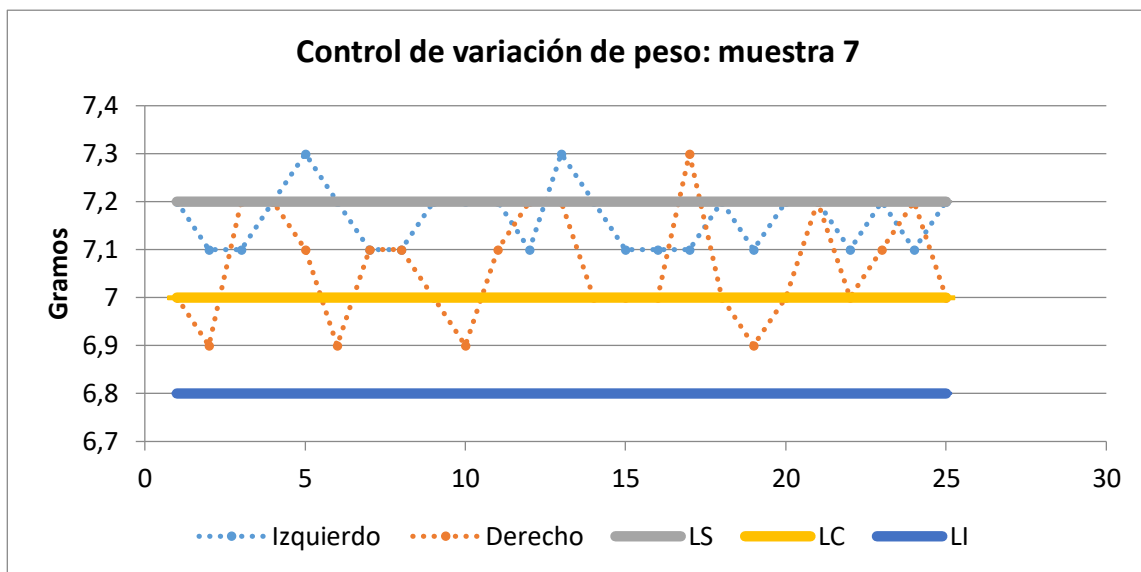
Fuente: elaboración propia

Gráfico 26. Control de variación de peso: muestra 6



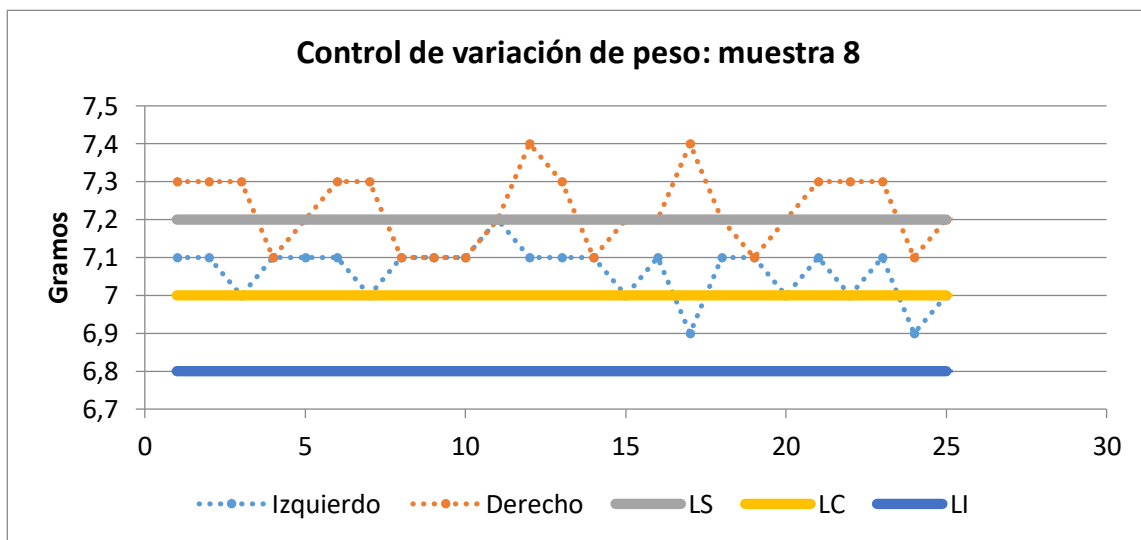
Fuente: elaboración propia

Gráfico 27. Control de variación de peso: muestra 7



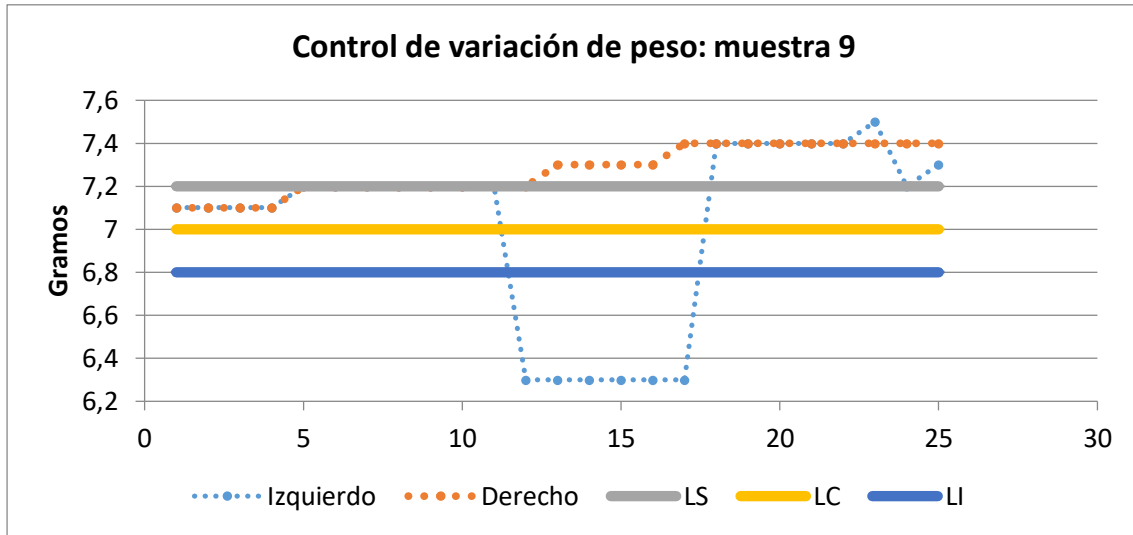
Fuente: elaboración propia

Gráfico 28. Control de variación de peso: muestra 8



Fuente: elaboración propia

Gráfico 29. Control de variación de peso: muestra 9



Fuente: elaboración propia

Como se pudo apreciar, existe una gran diferencia de pesos, de los sobres provenientes desde Sinfín 1 y Sinfín 2. Así como también la gran variación de pesos que poseen los sobres en un display.

Es en los sobres que poseen fecha al lado derecho hay una tendencia a poseer sobres de mayor gramaje. La diferencia entre ambos lados denota el poco manejo que se posee sobre la máquina en cuanto a dosificación y el diferente estado en que se encuentran ambos lados de la máquina (Sinfín 1 y Sinfín 2). El trabajo no es parejo, y el tratamiento debiese ser diferente.

Es en la muestra 9, que llama la atención la variabilidad de pesos en línea demarcada en color celeste. No se presentaron problemas en la máquina antes o después de la toma de muestra. Existen sobres con pesos de 6,3 gramos, por muy debajo del límite aceptable.

7.5.2 Resultados de ensayo #2

El ensayo se ha realizado a dos velocidades diferentes 70 y 72 sobres por minuto.

Velocidad a 70 sobres por minuto

El tiempo teórico de duración estimado corresponde a 60 minutos. El tiempo real de duración del ensayo fue de 33 minutos, debido a fallas presentadas en la maquinaria que obligaron su detención.

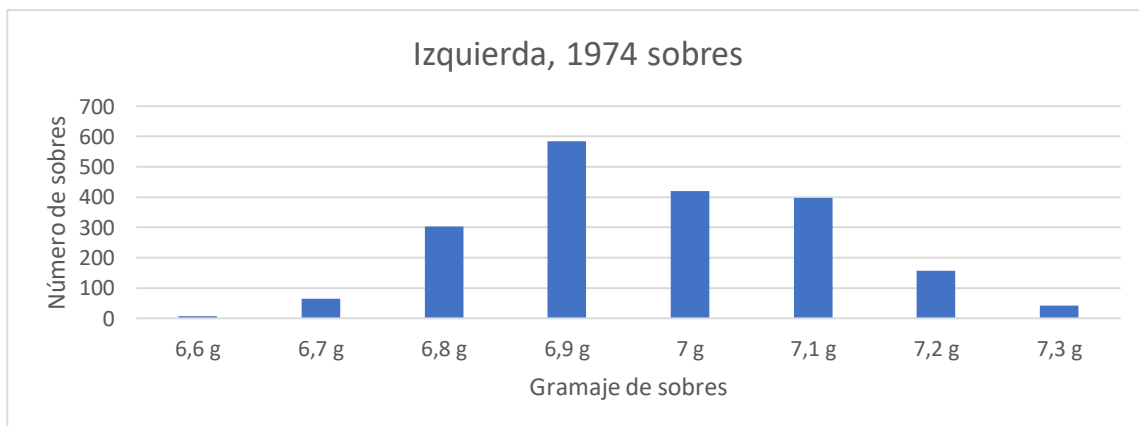
La producción real de la muestra corresponde a 1974 sobres, de los cuales 1861 sobres (94,28%) se encuentran dentro de los límites aceptables de producción de [6,8g – 7,2g] correspondiente a una variación de +/- 2 gramos. Mientras que 1402 sobres (71,02%) poseen un gramaje más exacto, encontrándose entre límites de [6,9g – 7,1g] correspondiente a una variación de +/-1 gramos. Finalmente, los sobres que se encuentran fuera de los límites aceptables son un total de 113 sobres (5,72%). La información precedente puede ser consultada en la tabla 78 y gráfico 30. En el gráfico 31 se muestra la variación de gramaje de los 1974 sobres.

Tabla 78. Resultados ensayo #2. Izquierda. 70 sobres por minuto

IZQUIERDA		
TOTAL DE DATOS = 1974		
Pesos	Frecuencia	%
6,6 g	8	0,405%
6,7 g	64	3,242%
6,8 g	302	15,30%
6,9 g	584	29,58%
7 g	421	21,33%
7,1 g	397	20,11%
7,2 g	157	7,95%
7,3 g	41	2,08%

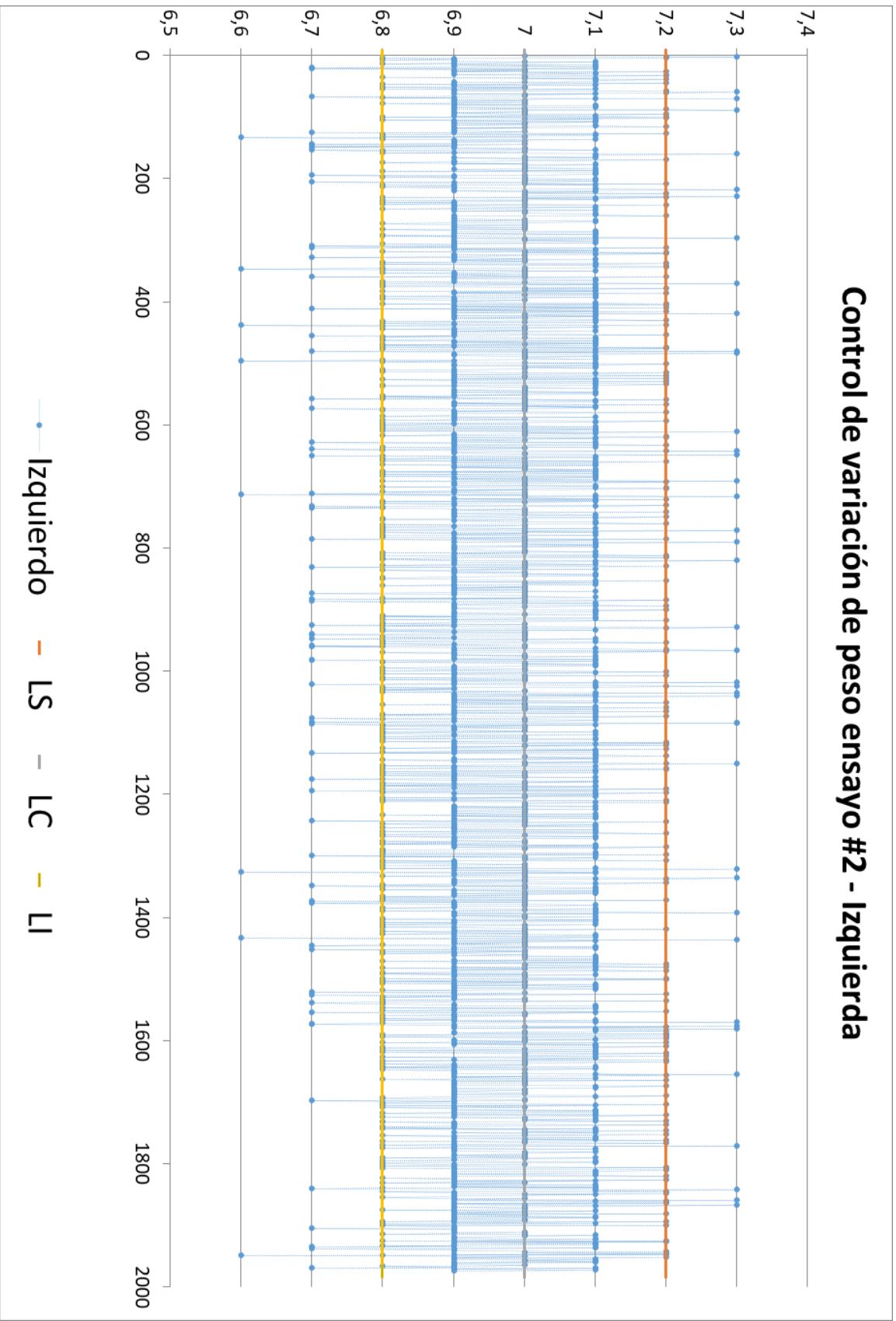
Fuente: elaboración propia

Gráfico 30. Resultados ensayo #2. Izquierda. 70 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

Gráfico 31. Control de variación de peso ensayo #2-Izquierda. 70 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

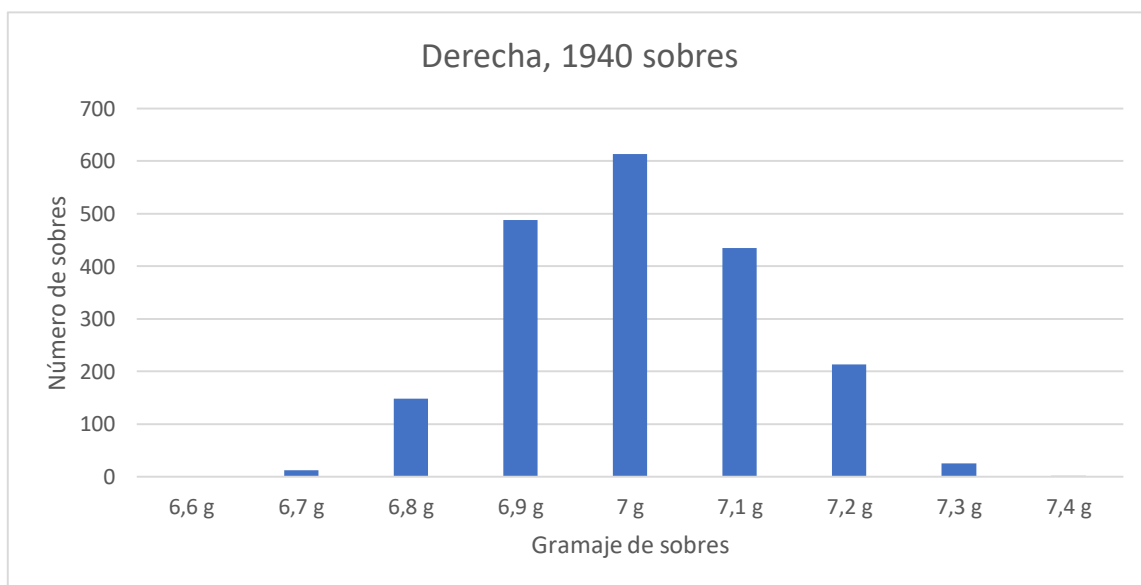
Para los resultados del lado derecho, la producción real de la muestra corresponde a 1940 sobres, de los cuales 1900 sobres (97,94%) se encuentran dentro de los límites aceptables de producción de [6,8g – 7,2g] correspondiente a una variación de +/- 2 gramos. Mientras que 1537 sobres (79,23%) poseen un gramaje más exacto, encontrándose entre límites de [6,9g – 7,1g] correspondiente a una variación de +/-1 gramos. Finalmente, los sobres que se encuentran fuera de los límites aceptables son un total de 40 sobres (2,062%). La información precedente puede ser consultada en la tabla 79 y gráfico 32. En el gráfico 33 se muestra la variación de gramaje de los 1940 sobres.

Tabla 79. Resultados ensayo #2. Derecha. 70 sobres por minuto

DERECHA		
TOTAL DE DATOS = 1940		
Pesos	Frecuencia	%
6,6 g	1	0,052%
6,7 g	12	0,619%
6,8 g	149	7,680%
6,9 g	488	25,155%
7 g	614	31,649%
7,1 g	435	22,423%
7,2 g	214	11,031%
7,3 g	25	1,289%
7,4 g	2	0,103%

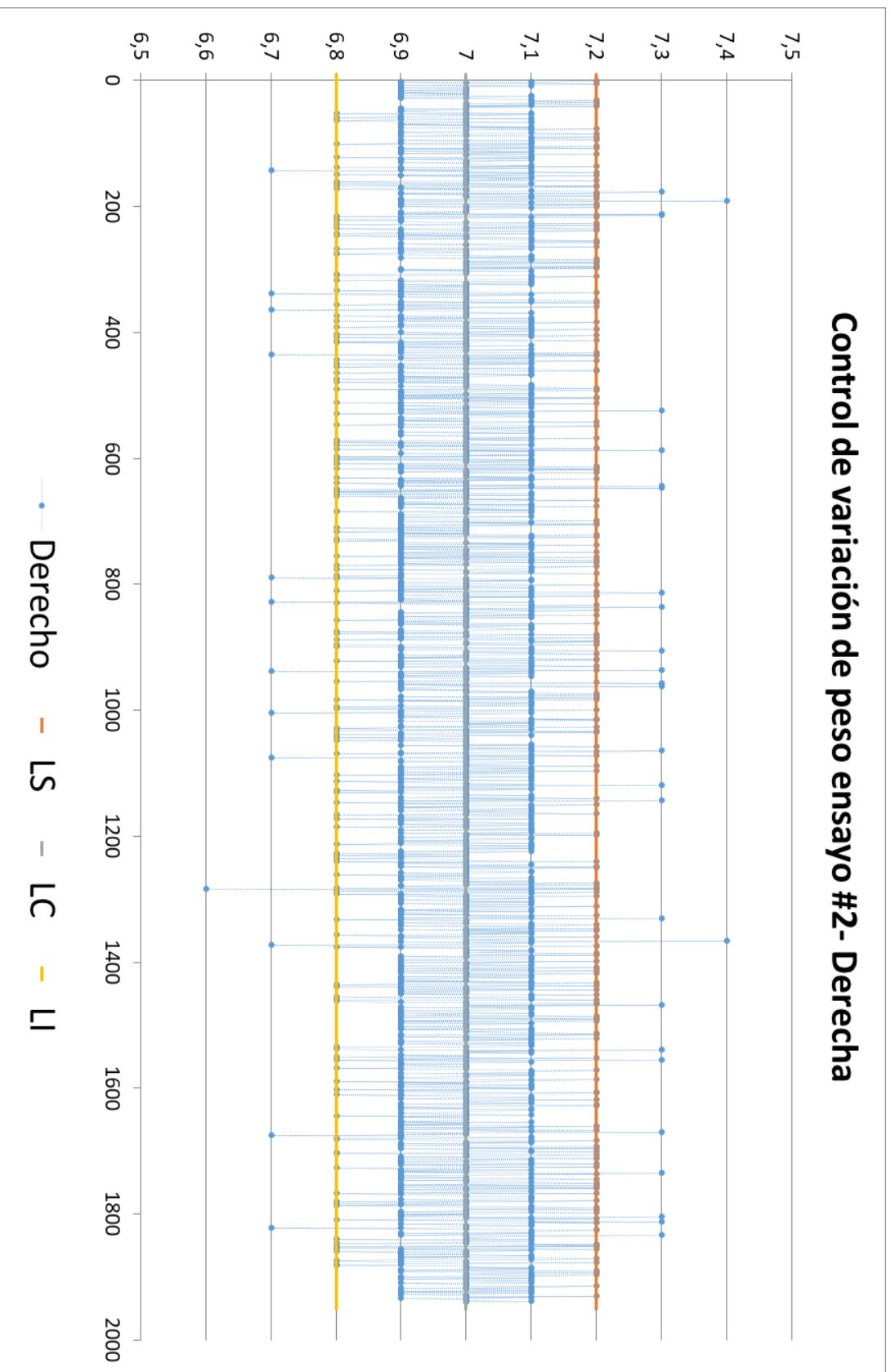
Fuente: elaboración propia

Gráfico 32. Resultados ensayo #2. Derecha. 70 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

Gráfico 33. Control de variación de peso ensayo #2 - Derecha: 70 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

Velocidad a 72 sobres por minuto

El tiempo teórico de duración estimado corresponde a 60 minutos. El tiempo real de duración del ensayo fue de 38 minutos aproximadamente, debido a fallas presentadas en la maquinaria que obligaron su detención.

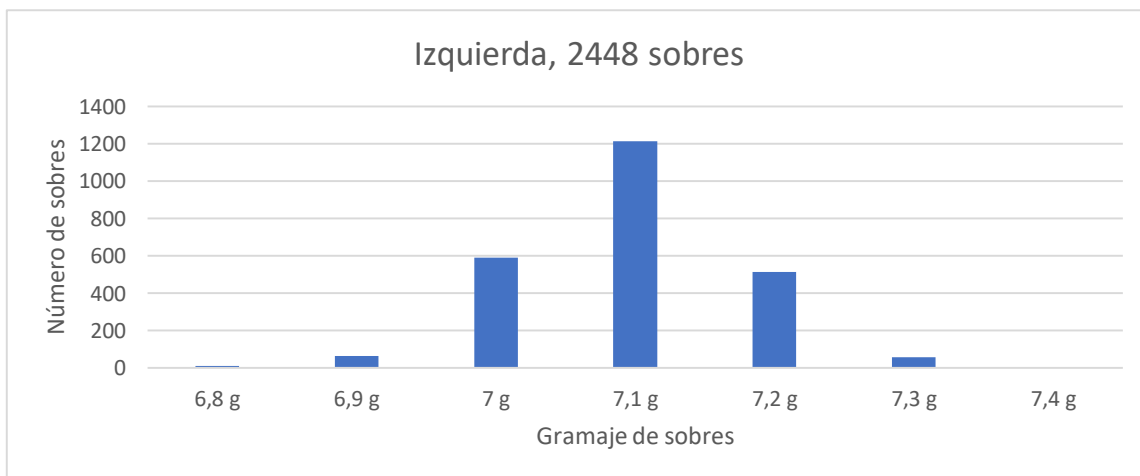
La producción real de la muestra corresponde a 2448 sobres, de los cuales 2388 sobres (97,55%) se encuentran dentro de los límites aceptables de producción de [6,8g – 7,2g] correspondiente a una variación de +/- 2 gramos. Mientras que 1866 sobres (76,23%) poseen un gramaje más exacto, encontrándose entre límites de [6,9g – 7,1g] correspondiente a una variación de +/-1 gramos. Finalmente, los sobres que se encuentran fuera de los límites aceptables son un total de 60 sobres (2,45%). La información precedente puede ser consultada en la tabla 80 y gráfico 34. En el gráfico 35 se muestra la variación de gramaje de los 1974 sobres.

Tabla 80. Resultados ensayo #2. Izquierda. 72 sobres por minuto

IZQUIERDA		
TOTAL DE DATOS = 2448		
Pesos	Frecuencia	%
6,8 g	10	0,41%
6,9 g	62	2,53%
7 g	590	24,10%
7,1 g	1214	49,59%
7,2 g	512	20,92%
7,3 g	58	2,37%
7,4 g	2	0,08%

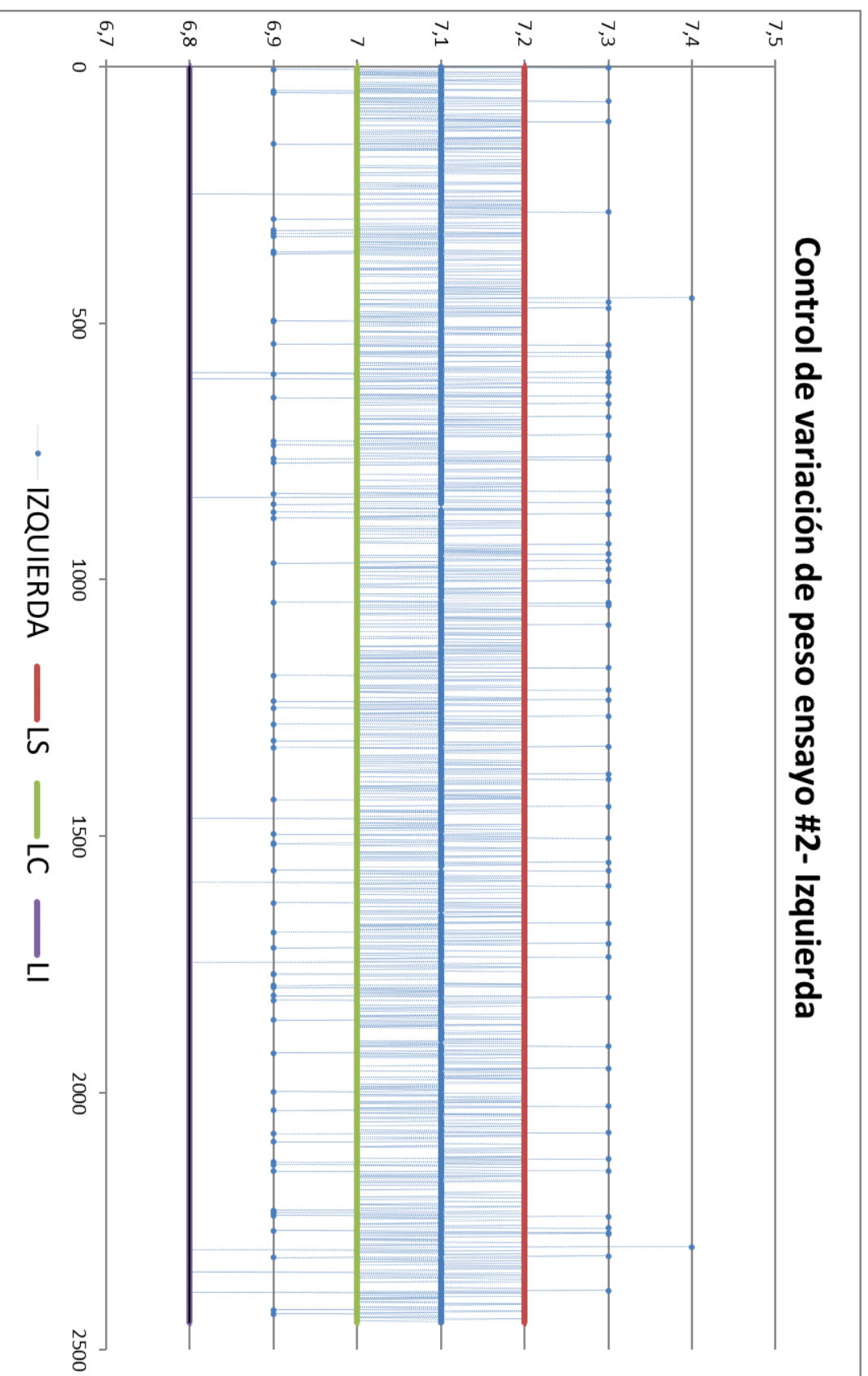
Fuente: elaboración propia

Gráfico 34. Resultados ensayo #2. Izquierda. 72 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

Gráfico 35. Control de variación de peso ensayo #2 – Izquierda: 72 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

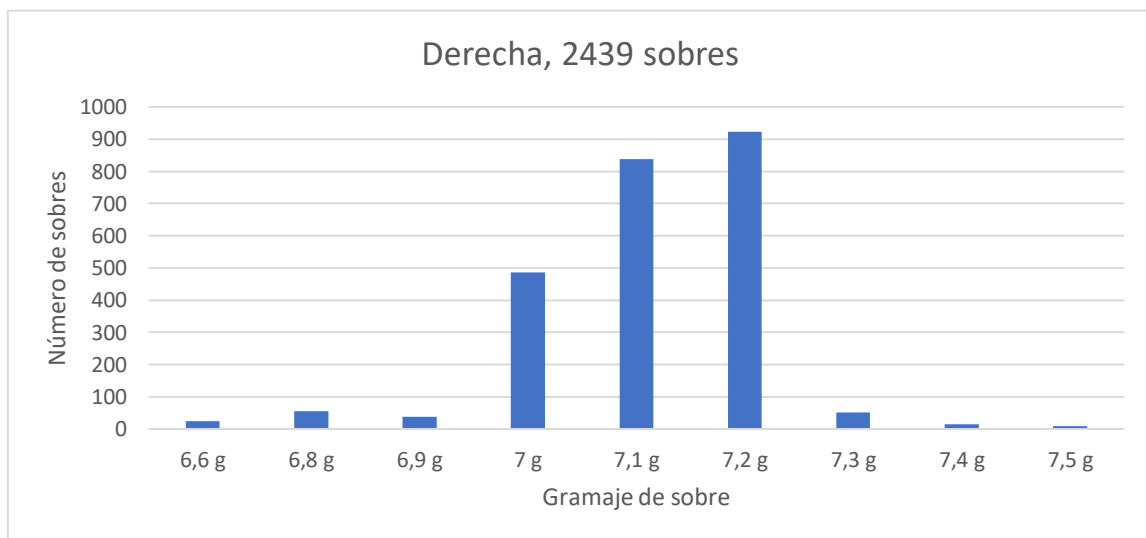
Para los resultados del lado derecho, la producción real de la muestra corresponde a 2439 sobres, de los cuales 2339 sobres (95,90%) se encuentran dentro de los límites aceptables de producción de [6,8g – 7,2g] correspondiente a una variación de +/- 2 gramos. Mientras que 1361 sobres (55,80%) poseen un gramaje más exacto, encontrándose entre límites de [6,9g – 7,1g] correspondiente a una variación de +/-1 gramos. Finalmente, los sobres que se encuentran fuera de los límites aceptables son un total de 100 sobres (4,10%). La información precedente puede ser consultada en la tabla 81 y gráfico 36. En el gráfico 37 se muestra la variación de gramaje de los 1940 sobres.

Tabla 81. Resultados ensayo #2. Derecha. 72 sobres por minuto

DERECHA		
TOTAL DE DATOS = 2439		
Pesos	Frecuencia	%
6,6 g	25	1,025%
6,8 g	55	2,255%
6,9 g	37	1,517%
7 g	487	19,967%
7,1 g	837	34,317%
7,2 g	923	37,843%
7,3 g	52	2,132%
7,4 g	14	0,574%
7,5 g	9	0,369%

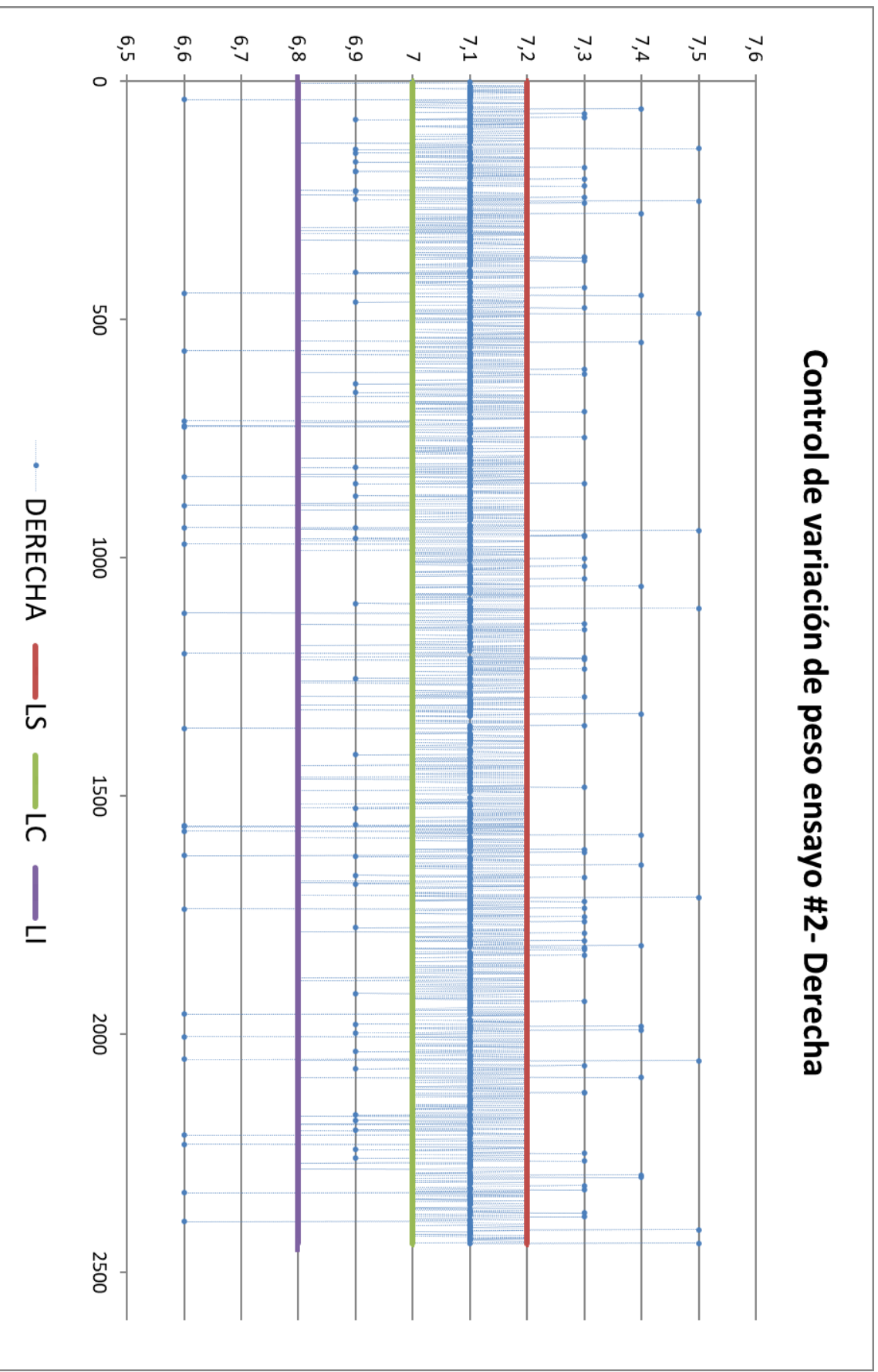
Fuente: elaboración propia

Gráfico 36. Resultados ensayo #2. Derecha. 72 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

Gráfico 37. Control de variación de peso ensayo #2 - Derecha 72 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

7.5.3 Resultados ensayo #3

Consideraciones generales

En depósito se pueden encontrar:

- Sobres vacíos
- Sobres mal cortados/ sin cortar
- Sobres mal sellados / sin sellar
- Sobres con contenido

Estos diferentes sobres son originados por las siguientes posibles causas

- Por falla en tijeras
- Por falla en selladores
- Por falla en apertura
- Cambio de complejo
- Cambio de sabor

Respecto a la información contenida en las tablas 82 y 83

- Sobres vacíos IZQ / Sobres vacíos DER: Corresponde a sobres vacíos con fallas, como sobres sin sellado, mal sellados, descentrados, mal corte.
- Sobres real vacíos IZQ / Sobres real vacíos DER: Corresponde a sobres vacíos sellados.
- Cantidad sobres llenos IZQ / Cantidad sobres llenos IZQ: Corresponde a sobres con contenido.

Resultados máquina MH16

➤ A una velocidad de 65 sobres por minuto

De un total de 8 muestras recolectadas, 1 ha resultado sin sobres en depósito. Las otras 7 muestras se resumen en la tabla 82.

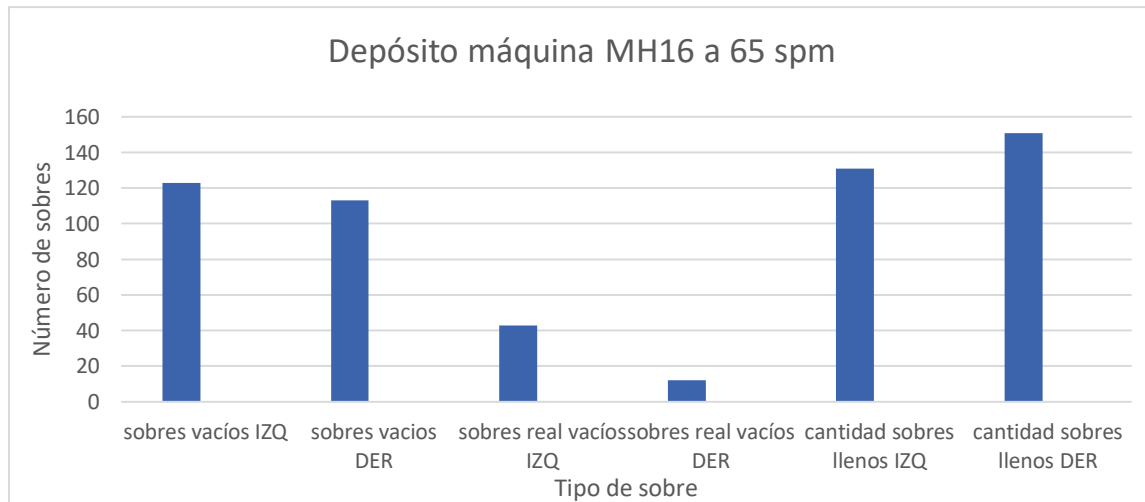
Total: 573 sobres

Tabla 82. Resultados ensayo #3. 65 sobres por minuto

Sobres vacíos IZQ	Sobres vacíos DER	Sobres real vacíos IZQ	Sobres real vacíos DER	Cantidad sobres llenos IZQ	Cantidad sobres llenos DER
123	113	43	12	131	151

Fuente: elaboración propia

Gráfico 38. Resultados ensayo #3. 65 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

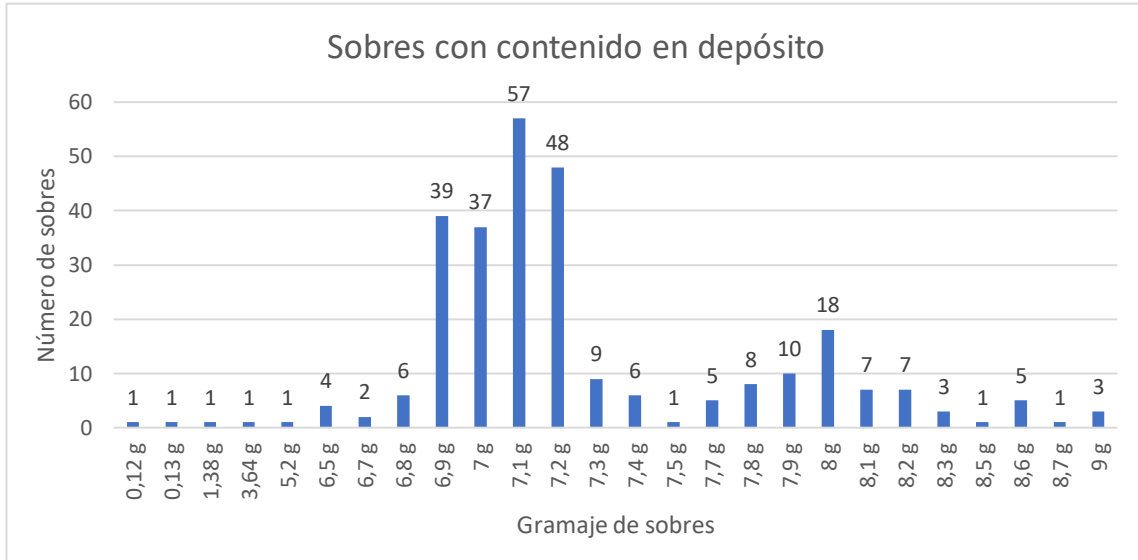
Las fallas y acontecimientos para este turno corresponden a:

- Cambio de sabor
- Falla en dosificado

Lo cual explica la gran cantidad de sobres identificados como Sobres vacíos IZQ / Sobres vacíos DER.

De los sobres con contenido encontrado en depósito, se puede consultar en el gráfico 39 su variación de peso.

Gráfico 39. Resultados ensayo #3. 65 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

➤ **A una velocidad de 71 sobres por minutos**

De un total de 8 muestras recolectadas, 2 han resultado sin sobres en depósito. Las otras 6 muestras se resumen en la tabla 83.

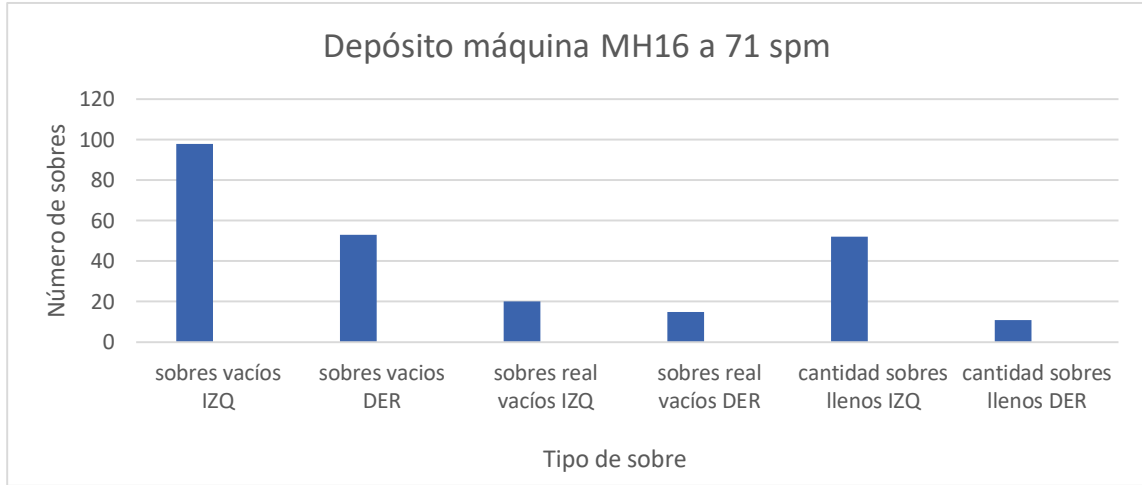
Total: 249 sobres

Tabla 83. Resultados ensayo #3. 71 sobres por minuto

sobres vacíos IZQ	Sobres vacíos DER	Sobres real vacíos IZQ	sobres real vacíos DER	cantidad sobres llenos IZQ	cantidad sobres llenos DER
98	53	20	15	52	11

Fuente: elaboración propia

Gráfico 40. Resultados ensayo #3, 71 sobres por minuto



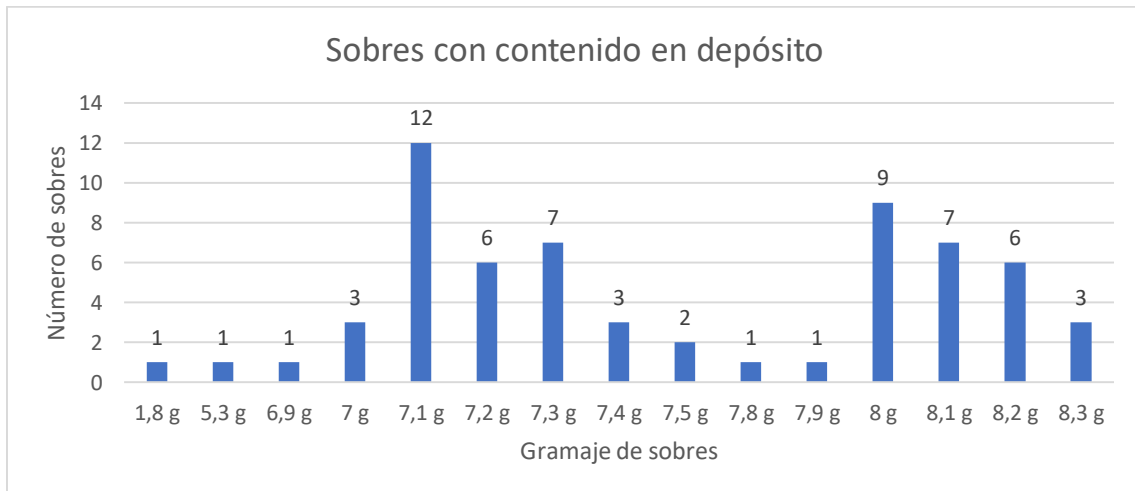
Fuente: elaboración propia

Las fallas y acontecimientos para este turno corresponden a:

- Limpieza selladores
- Cambio de sabor
- Ajuste fotocelda

Lo cual explica la gran cantidad de sobres identificados como Sobres vacíos IZQ / Sobres vacíos DER. De los sobres con contenido encontrado en depósito, se puede consultar en el gráfico 41 su variación de peso.

Gráfico 41. Resultados ensayo #3. 71 sobres por minuto



Fuente: elaboración propia

7.6 ANEXO B: encuestas

7.6.1 Diseño encuesta operarios

La encuesta aplicada tiene por objetivo conocer la percepción de operarios en cuanto al trabajo en máquinas de envasado. La encuesta consta de tres partes, todas preguntas de selección.

- Primera parte: responde en cuanto al trabajo como operador, con la finalidad de conocer si el trabajador puede identificar fallas en el producto al momento de manipularlos y armar display.
- Segunda parte: responde en cuanto al medio ambiente de trabajo del operario, con la finalidad de determinar si este influye de manera positiva o negativa en el desempeño del trabajador.

Para cada una de las afirmaciones, se les pide a los trabajadores que respondan a ellas en base a: siempre, la mayoría de las veces, algunas veces, solo unas pocas veces, nunca. Cada una de estas, posee una ponderación, dependiendo del tipo de pregunta, la cual va de 0 a 4 midiendo nivel de gravedad. Donde 0 corresponde a sin riesgo, y 4 alto riesgo. Los valores para cada pregunta se encuentran indicadas en la encuesta.

La encuesta fue aplicada a 51 operarios de la línea de envasado, durante el turno de mañana.

<p>Encuesta a operarios</p> <p>Esta encuesta tiene por objetivo conocer la percepción de operarios en cuanto al trabajo con el producto “Jugo Livean en polvo”. Esta encuesta es de carácter anónima.</p> <p>Respecto a las siguientes afirmaciones marque con una (X) la casilla que corresponda.</p> <p>Sección 1: responde respecto al trabajo como contador</p>

	Siempre	La mayoría de las veces	Algunas veces	Solo unas pocas veces	Nunca
Pregunta (a): ¿es fácil la detección de sobres vacíos en la lona?	0	1	2	3	4
Pregunta (b): sé identificar si los sobres poseen bajo contenido	0	1	2	3	4
Pregunta (c): me preocupo de identificar si salen sobres vacíos	0	1	2	3	4
Pregunta (d): me preocupo de contar la cantidad de sobres de jugo exacta acorde al formato de display	0	1	2	3	4
Pregunta (e): si veo que los sobres de jugo poseen fallas de calidad, doy aviso al operador	0	1	2	3	4
Pregunta (f): poseo experiencia en el cargo	0	1	2	3	4
Pregunta (g): los operadores toman en cuenta mi opinión respecto a la calidad del producto	0	1	2	3	4

Sección 2: responder respecto al ambiente de trabajo

	Siempre	La mayoría de las veces	Algunas veces	Solo unas pocas veces	Nunca
Pregunta (a): me siento cómodo en mi puesto de trabajo	0	1	2	3	4
Pregunta (b): tengo una postura positiva ante el trabajo	0	1	2	3	4
Pregunta (c): las condiciones de trabajo son optimas	0	1	2	3	4
Pregunta (d): conozco la descripción de mi cargo (obligaciones)	0	1	2	3	4
Pregunta (e): el ambiente de trabajo me permite concentrarme en mis tareas asignadas	0	1	2	3	4
Pregunta (f): las tareas que realiza, ¿le parecen importantes?	0	1	2	3	4
Pregunta (g): ¿está constantemente aprendiendo cosas nuevas?	0	1	2	3	4
Pregunta (h): las instrucciones de los superiores, ¿son entregadas a todos los trabajadores por igual?	0	1	2	3	4

Fuente: elaboración propia

7.6.2 Análisis y resultados de encuesta a operarios

Análisis realizado en base a los resultados obtenidos por cada pregunta

Escala de evaluación y ponderación de gravedad: para la realización de una escala de gravedad, se le ha asignado un valor de 0 a 4 al tipo de respuesta ofrecido en la encuesta, de modo que:

Tabla 84. Escala de evaluación y ponderación de gravedad

Respuesta	Valor asignado
Siempre	0
La mayoría de las veces	1
Algunas veces	2
Sólo unas pocas veces	3
Nunca	4

Fuente: elaboración propia

Esta asignación de valores es aplicable a las secciones de la encuesta.

Se han agrupado las respuestas de manera que permita obtener 3 niveles de gravedad:

Tabla 85. *Niveles de riesgo*

Respuesta	Nivel de riesgo
Siempre	Sin riesgo
La mayoría de las veces	Riesgo 1
Algunas veces	
Sólo unas pocas veces	Riesgo 2
Nunca	

Fuente: elaboración propia

Sin riesgo: indica que las respuestas otorgadas por el trabajador no conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado

Riesgo 1: indica que las respuestas otorgadas por el trabajador si conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado, implica un riesgo medio.

Riesgo 2: indica que las respuestas otorgadas por el trabajador si conducen a un efecto negativo sobre las actividades llevadas a cabo en la línea de envasado, implica un riesgo alto, el cual podría ser motivo de preocupación principal.

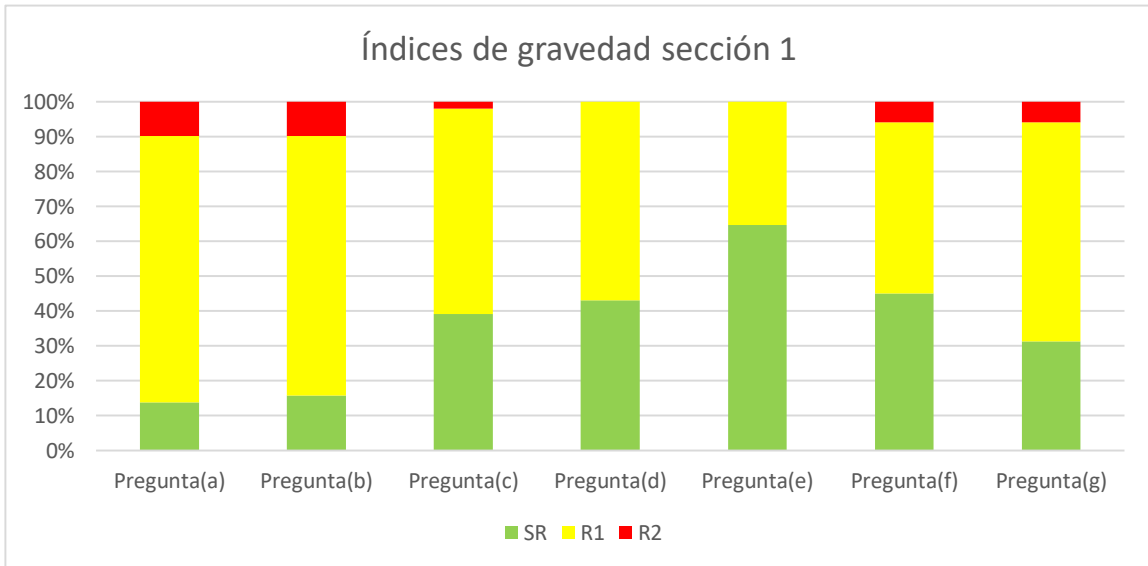
Resultados sección 1:

Tabla 86. Resultados sección 1 encuesta operarios

	Pregunta(a)	Pregunta(b)	Pregunta(c)	Pregunta(d)	Pregunta(e)	Pregunta(f)	Pregunta(g)
SR	14%	16%	39%	43%	65%	45%	31%
R1	76%	75%	59%	57%	35%	49%	63%
R2	10%	10%	2%	0%	0%	6%	6%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 42. Resultados sección 1 encuesta a operarios



Fuente: elaboración propia

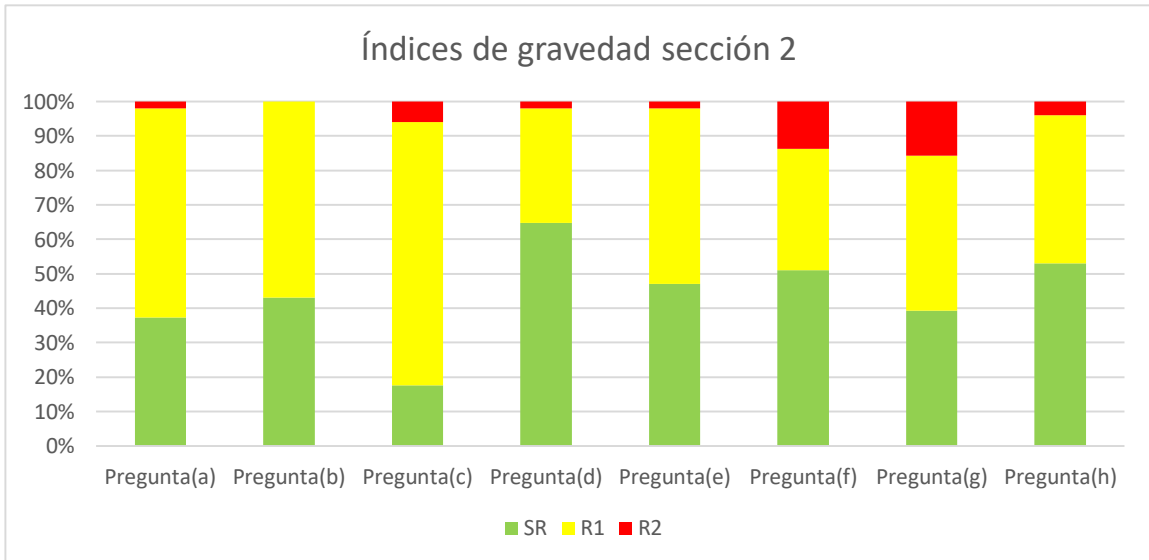
Resultados sección 2

Tabla 87. Resultados sección 2 encuesta operarios

	Pregunta (a)	Pregunta (b)	Pregunta (c)	Pregunta (d)	Pregunta (e)	Pregunta (f)	Pregunta (g)	Pregunta (h)
SR	37%	43%	18%	65%	47%	51%	39%	53%
R1	61%	57%	76%	33%	51%	35%	45%	43%
R2	2%	0%	6%	2%	2%	14%	16%	4%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 43. Resultado índices de gravedad sección 2



Fuente: elaboración propia

Encuesta a Operadores

7.6.3 Diseño encuesta operadores

La encuesta aplicada tiene por objetivo conocer la percepción de operadores en cuanto al trabajo con el producto puesto bajo estudio.

La encuesta consta de tres partes:

Parte 1: Pregunta de selección

- Pregunta 1: Responde al trabajo con ciertas piezas específicas asociadas al origen de los fallos de calidad en el producto. En esta sección se solicita responder si la pieza indicada genera o no problemas al operador.

Parte 2: Preguntas de desarrollo

- Pregunta 2: Responde al reconocimiento de piezas críticas dentro del funcionamiento general de la máquina.
- Pregunta 3: Responde ante la influencia del medio ambiente de trabajo sobre el funcionamiento de la máquina y del desempeño del operador.

Parte 3: Preguntas de selección: para cada una de las afirmaciones, se les pide a los trabajadores que respondan a ellas en base a: siempre, la mayoría de las veces, algunas veces, solo unas pocas veces, nunca. Cada una de estas, posee una ponderación, dependiendo del tipo de pregunta, la cual va de 0 a 4 midiendo nivel de gravedad. Donde 0 corresponde a sin riesgo, y 4 alto riesgo. Los valores para cada pregunta se encuentran indicadas en la encuesta.

- Pregunta 4:
 - Conocimiento de la máquina (afirmaciones 1, 2 y 6): responde ante el conocimiento que posee el operador sobre la máquina y correcta solución de problemas.
 - Capacitación (afirmación 3): responde ante capacitaciones recibidas para cumplir funciones como operador de máquina.
 - Capacidades personales (afirmaciones 4 y 5): responde si el operador considera poseer e conocimiento óptimo para operar máquinas.
 - Impacto de la maquinaria en la producción (afirmación 7): responde si las fallas en maquinaria influyen dentro del cumplimiento de producción.
 - Dificultades con el producto bajo estudio (afirmación 8): responde ante la dificultad de manejo y cumplimiento de estándares de calidad para el producto bajo estudio.
 - Experiencia en el cargo (afirmación 9): responde si cumple funciones de operador de máquina de manera constante.

La encuesta fue aplicada a 8 operadores de la línea de envasado, durante el turno de día.

Encuesta a Operadores

Esta encuesta tiene por objetivo conocer la percepción de operadores en cuanto al trabajo con el producto “Jugo Livean en polvo”. Esta encuesta es de carácter anónima y será utilizada para el desarrollo de Memoria de título.

1. De acuerdo a las siguientes piezas, responda con una (X) en la afirmación que más se acomoda para cada pieza indicada de las envasadoras BOSSAR.

	No genera problemas	Ocasiona problemas fáciles de reparar. Genera bajos tiempos de detención de maquinaria	Ocasiona problemas difíciles de reparar y requiere ayuda de mecánicos. Genera altos tiempos de detención de maquinaria
Selladores			
Dosificador			
Ventosas			
Sopladores			
pinzas			
Palpadores			
Fotocelda			

2. ¿Considera otra pieza que genere fallas comunes? Favor de nombrarlas.

3. Respecto al Medio Ambiente

3.1 ¿Considera usted que el polvo en suspensión afecta en el trabajo de la máquina? En caso de responder sí, indicar por qué.

3.2 ¿Considera usted que alguna condición ambiental (frío, calor, polvo, ruido, otras) dificulta su desempeño en el trabajo? favor de justificar.

4. ¿Cómo cree usted que podríamos nivelar el conocimiento de mecánicos y unificar procedimientos de reparación?

5. Respecto de las siguientes afirmaciones marque con una (X) la casilla que corresponda

	Siempre	La mayoría de las veces	Algunas veces	Solo unas pocas veces	Nunca
Conozco muy bien el funcionamiento de la maquinaria	0	1	2	3	4
Sé cómo solucionar problemas de maquinaria sin recurrir a un mecánico	0	1	2	3	4
Recibo capacitación para operar máquinas de manera periódica	0	1	2	3	4
Me siento en desventaja ante mis compañeros en cuanto al conocimiento de la máquina	4	3	2	1	0
Me cuesta trabajo identificar el origen de las fallas	4	3	2	1	0
Para solucionar problema, a veces aplico técnicas más artesanales (Usar cartones, plásticos, cinta adhesiva, similares)	4	3	2	1	0
Muchas veces la producción de mi turno se encuentra por bajo lo requerido por problemas de maquinaria	4	3	2	1	0
Regular el peso de los sobres es más difícil con Livean que con otro producto	4	3	2	1	0
Cumplo funciones como operador de máquina de manera constante	0	1	2	3	4

Fuente: elaboración propia

7.6.4 Análisis y resultados de encuesta a operadores

Análisis realizado en base a los resultados obtenidos por cada pregunta

Parte 1

Para cada pieza se solicita que responda si:

- No genera problemas
- Ocasiona problemas fáciles de reparar. Genera bajos tiempos de detención de maquinaria.
- Ocasiona problemas difíciles de reparar y requiere ayuda de mecánicos. Genera altos tiempos de detención de maquinaria.

Para los cuales se asocia un valor, dependiendo del nivel de gravedad de:

Tabla 88. *Asignación de riesgos*

Tabla de asignación de riesgos	
Valor 0	Sin riesgo
Valor 1	Riesgo medio
Valor 2	Riesgo alto

Fuente: elaboración propia

Considerando que el valor máximo de gravedad corresponde a 2 para cada pregunta, se considerará como valor máximo ponderado para el total al producto entre cantidad de encuestados por valor máximo de gravedad, dando un total de 16 puntos.

Indica el valor del riesgo de las piezas entre los trabajadores

Tabla 89. *Valor de riesgo para piezas críticas de envasadora Bossar*

Pieza crítica	Valor de riesgo
Selladores	7
Dosificador	6
Ventosas	5
Sopladores	4
Pinzas	4
Palpadores	11
Fotocelda	8

Fuente: elaboración propia

Parte 2

Tabla 90. Resultados pregunta 2. Encuesta Operadores

Pregunta		Puesto	Respuestas
¿Considera otra pieza que genere fallas comunes? Favor de nombrarlas		Operador	"Perno doble canal"
			"Tijeras"
			"Tijeras"
			"Desbobinador, transfer, electroválvula"
			"Fotocelula"
			"Extracción de polvo"
Medio ambiente de trabajo	¿Considera usted que el polvo en suspensión afecta en el trabajo de la máquina? En caso de responder si, indicar por qué	Operador	"Sí, agripamiento de pinzas, carros sucios y trabados, poca duración de selladores limpios"
			"Sí porque produce agripamiento de pinzas, carros y se ensucian fácilmente selladores"
			"Sí se agripan pinzas, limpieza seguida de selladores, problemas de aspiración"
			"Sí, porque se ensucian más rápido los selladores y hay que parar muchas veces para limpiarlos."
			"Sí, para visualizar la caída de polvo en el lado de la abertura"
			"Sí, se ensucian los selladores constantemente y ensucia los carros de la máquina"
	Considera usted que alguna condición ambiental (frío, calor, polvo, ruido, otras) ¿Dificulta su desempeño en el trabajo? Favor justificar	Operador	"Calor, polvo, espacio entre máquinas"
			"Sí, polvo, ruido de radios"
			"Sí, polvo (mejorar aspiración y vainas)"
			"Sí, la humedad, calor"
			"Sí, con el frío se agripan más rápido los sinfín"
			"En época de verano, mucho calor y polvo"
		"No"	

Fuente: elaboración propia

Parte 3

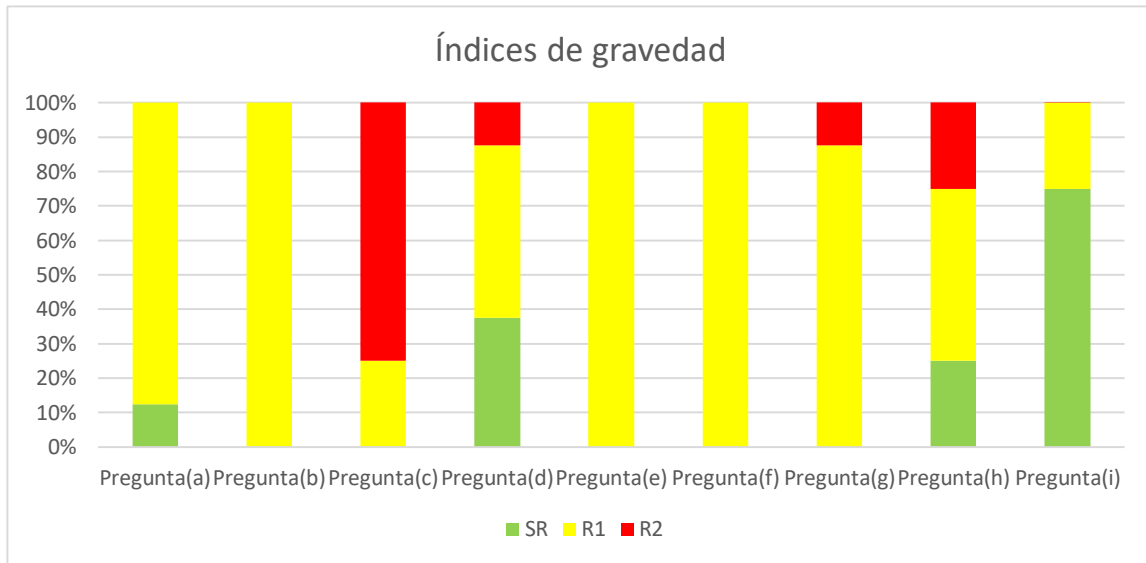
Escala de evaluación y ponderación de gravedad.

Tabla 91. Resultados encuesta operadores

	Preg.(a)	Preg. (b)	Preg. (c)	Preg. (d)	Preg. (e)	Preg. (f)	Preg. (g)	Preg. (h)	Preg. (i)
SR	13%	0%	0%	38%	0%	0%	0%	25%	75%
R1	88%	100%	25%	50%	100%	100%	88%	50%	25%
R2	0%	0%	75%	13%	0%	0%	13%	25%	13%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 44. Resultados encuesta operadores



Fuente: elaboración propia

Encuesta Mecánicos

7.6.5 Diseño encuesta mecánicos

La encuesta aplicada tiene por objetivo conocer la percepción de Mecánicos en cuanto al trabajo las máquinas puestas bajo estudio y la opinión sobre el conocimiento de operadores en mantención de maquinaria.

La encuesta consta de dos partes:

Parte1: Preguntas de desarrollo

Pregunta 1: busca identificar piezas de la máquina que genere mayores dificultades en un turno de trabajo, que permita ampliar la búsqueda de causas a la problemática que se estudia.

Pregunta 2: permite conocer desde otra perspectiva el desempeño de operadores en cuanto a mantención de maquinaria.

Pregunta 3: busca relacionar el mal funcionamiento de la máquina con el producto puesto bajo estudio

Pregunta 4: permite conocer si los operadores reciben capacitación respecto la mantención de maquinaria.

Resultados encuesta mecánico, primera parte

Tabla 92. Resultados encuesta mecánicos

Pregunta	Puesto	Respuestas
Favor de enumerar las piezas de máquinas BOSSAR que mayores problemas presentan durante un turno trabajo	Mecánicos	"Ajuste arrastre; Estire; Transfer, Palpadores"
		"Carro móvil; Transfer; Tijeras; Problemas por complejo y polvo"
		"Tijeras, Transfer, Carro móvil, Problemas varios por polvo y complejo"
¿Considera usted que el nivel de experiencia y conocimiento de operadores es el óptimo? ¿Sí, no, por qué?	Mecánicos	"Considero que no es por completo optimo ya que les faltaría participar en una mantención de la máquina"
		"No, no son bien capacitados"
		"No, nadie les enseña"
¿Considera usted que trabajar con producto "Livean" es más complicado? En caso de responder Sí, indicar por qué	Mecánicos	"Considero que no"
		"Depende del complejo"
		"Depende del complejo"
¿Cómo cree usted que se podría nivelar el conocimiento de mecánicos y unificar procedimiento de reparación?	Mecánicos	"Reunir a todos los mecánicos y ver el problema"
		"Capacitar y realizar cursos"
		"Mejorar capacidades técnicas mediante cursos y capacitaciones"

Fuente: elaboración propia

7.6.6 Análisis y resultados de encuesta a mecánicos

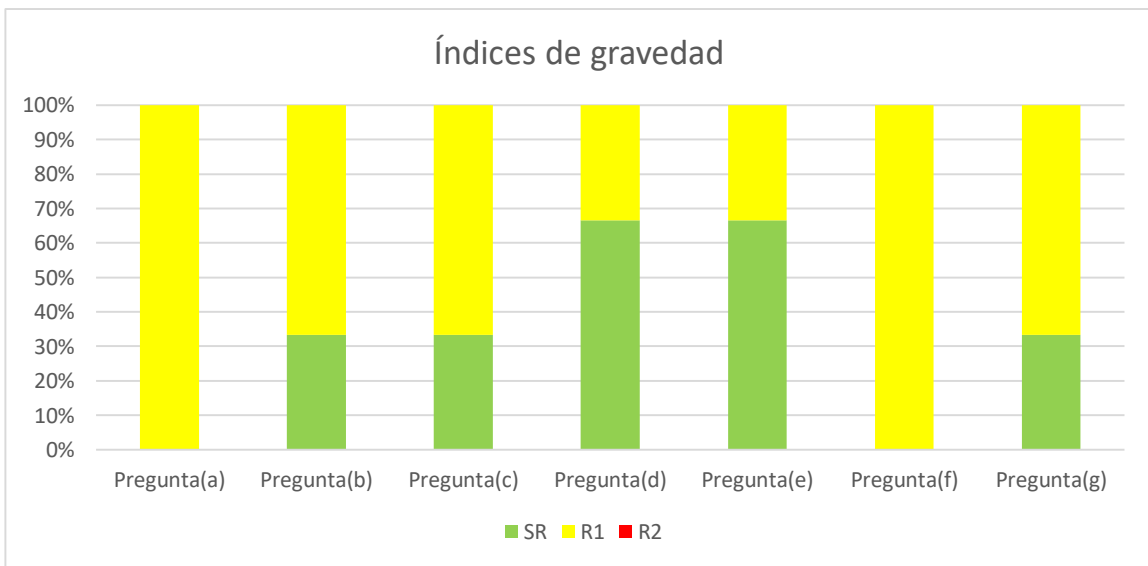
Resultados mecánicos segunda parte

Tabla 93. Resultados encuesta mecánicos

	Pregunta(a)	Pregunta(b)	Pregunta(c)	Pregunta(d)	Pregunta(e)	Pregunta(f)	Pregunta(g)
SR	0%	33%	33%	67%	67%	0%	33%
R1	100%	67%	67%	33%	33%	100%	67%
R2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 45. Índices de gravedad



Fuente: elaboración propia

Encuesta a Mecánicos

Esta encuesta tiene por objetivo conocer la percepción de Mecánicos en cuanto al trabajo con el producto "Jugo sin azúcar en polvo".

1. Favor de enumerar las piezas de máquinas BOSSAR que mayores problemas presentan durante un turno de trabajo.

2. ¿Considera usted que el nivel de experiencia y conocimiento de operadores es el óptimo? ¿Sí?, ¿No?, ¿Por qué?

3. ¿Considera usted que trabajar con producto "Livean" es más complicado? En caso de responder Sí, indicar por qué.

4. ¿Cómo cree usted que podríamos nivelar el conocimiento de mecánicos y unificar procedimientos de reparación?

5. De acuerdo a las siguientes afirmaciones, responda con una (X) en la afirmación

	Siempre	La mayoría de las veces	Algunas veces	Solo unas pocas veces	Nunca
¿Los operadores solicitan ayuda para problemas que ellos debiesen saber solucionar?	4	3	2	1	0
¿Considera que las mantenciones son de carácter reactivo y NO Preventivo?	4	3	2	1	0
Se ha encontrado usted en la situación en que no sabe cómo solucionar problemas en envasadores BOSSAR?	4	3	2	1	0
Conozco muy bien el funcionamiento de la maquinaria	0	1	2	3	4
Me siento en desventaja ante mis compañeros en cuanto al conocimiento de la máquina	4	3	2	1	0
Me cuesta trabajo identificar el origen de las fallas	4	3	2	1	0
Solicito muchas veces apoyo de mis compañeros para solución de problemas	4	3	2	1	0

Fuente: elaboración propia

7.7 ANEXO C: síntesis de datos de producción para MH12, MH15 y MH16

7.7.1 Datos de producción máquina envasadora MH12

Tabla 94. Datos de producción máquina envasadora MH12

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo disponible (horas)	8	8	8	8	8	8
(-)Tiempo parada planificada						
Desayuno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Almuerzo: 40 minutos	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
(=) Tiempo funcionamiento	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
(-) Tiempo preparación de equipos						
Preparación inicio de turno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Preparación cambio de turno: 10 minutos	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cambio de sabor	1,08	0	0	0,5	0	0,316
(=) Tiempo periodo de operación	5,420	6,500	6,500	6,000	6,500	6,184
(-) Tiempo parada no planificada	0,98	1,35	0,33	0,83	1,5	0,998
(=) Tiempo operación neta	4,440	5,150	6,170	5,170	5,000	5,186
(-) Tiempo perdido por operación	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
(=) Tiempo de operación utilizable	4,27	4,98	6,00	5,00	4,83	5,02
(-) Tiempo perdido por defectos	0,0061	0,0112	0,0149	0,0289	0,0093	0,014
(=) Tiempo productivo neto	4,26	4,97	5,99	4,97	4,82	5,00

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 95. Sobres fuera especificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Sobres en depósito	10	10	210	150	200	116
Sobres vacíos	15	25	2	2	3	9
Sobres bajo peso	10	10	5	42	30	19
Sobres con sobre peso	1	13	57	80	7	32
Total sobres fuera especificación (bajo peso + sobre peso)	11	23	62	122	37	51

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 96. Niveles de producción en base al tiempo empleado

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo período de operación	5,420	6,500	6,500	6,000	6,500	6,184
Producción a tiempo periodo de operación (velocidad nominal)	26016	31200	31200	28800	31200	29683
Tiempo de operación utilizable	4,270	4,980	6,000	5,000	4,830	5,016
Producción a tiempo de operación utilizable	18446	21514	25920	21600	20866	21669
Tiempo productivo neto	4,264	4,969	5,985	4,971	4,821	5,002
Producción en tiempo productivo neto (producción real)	18420	21465	25855	21475	20825	21608

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 97. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas C/A)	0	1	0,33	0,5	0,75	0,52
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas S/A)	0,98	0,35	0	0,33	0,75	0,48

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

*corresponde a cambio de sabor: detención que se realiza para hacer limpieza de máquina (por arrastre o por lavado) y realizar ajustes varios para realizar cambio de sabor de jugo. Se presenta aparte debido a que no en todos los turnos se realiza un cambio de sabor.

7.7.2 Datos de producción máquina envasadora MH15

Tabla 98. *Datos de producción máquina envasadora MH15*

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo disponible (horas)	8	8	8	8	8	8
(-)Tiempo parada planificada						
Desayuno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Almuerzo: 40 minutos	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
(=) Tiempo funcionamiento	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
(-) Tiempo preparación de equipos						
Preparación inicio de turno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Preparación cambio de turno: 10 minutos	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cambio de sabor	1,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,260
(=) Tiempo periodo de operación	5,200	6,500	6,500	6,500	6,500	6,240
(-) Tiempo parada no planificada	0,420	1,280	0,330	0,580	0,840	0,690
(=) Tiempo operación neta	4,780	5,220	6,170	5,920	5,660	5,550
(-) Tiempo perdido por operación	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
(=) Tiempo de operación utilizable	4,697	5,137	6,087	5,837	5,577	5,467
(-) Tiempo perdido por defectos	0,004	0,003	0,002	0,044	0,017	0,014
(=) Tiempo productivo neto	4,693	5,134	6,085	5,793	5,560	5,453

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 99. *Sobres fuera especificación*

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Sobres en depósito	75	70	100	0	0	49
Sobres vacíos	7	1	2	8	8	5
Sobres bajo peso	0	0	0	172	43	43
Sobres con sobre peso	12	10	7	9	22	12
Total sobres fuera especificación	12	10	7	181	65	55

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 100. Niveles de producción en base al tiempo empleado

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo período de operación	5,200	6,5	6,5	6,5	6,5	6,24
Producción a tiempo período de operación (velocidad nominal)	24960	31200	31200	31200	31200	29952
Tiempo de operación utilizable	4,697	5,137	6,087	5,837	5,577	5,467
Producción a tiempo de operación utilizable	20291	22192	26296	25216	24093	23617
Tiempo productivo neto	4,69	5,13	6,08	5,79	5,56	5,45
Producción en tiempo productivo neto (producción real)	20272	22181	26287	25025	24019	23557

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 101. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas C/A)	0	0,58	0	0,58	0,17	0,266
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas S/A)	0,42	0,7	0,33	0	0,67	0,424

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

7.7.3 Datos de producción máquina envasadora MH16

Tabla 102. Datos de producción máquina envasadora MH16

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo disponible (horas)	8	8	8	8	8	8
(-)Tiempo parada planificada						
Desayuno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Almuerzo: 40 minutos	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
(=) Tiempo funcionamiento	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
(-) Tiempo preparación de equipos						
Preparación inicio de turno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Preparación cambio de turno: 10 minutos	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cambio de sabor	0	0	0	1,08	0	0,216
(=) Tiempo periodo de operación	6,500	6,500	6,500	5,420	6,500	6,284
(-) Tiempo parada no planificada	1,25	3,76	1,29	1,16	1,42	1,776
(=) Tiempo operación neta	5,250	2,740	5,210	4,260	5,080	4,508
(-) Tiempo perdido por operación	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
(=) Tiempo de operación utilizable	5,167	2,657	5,127	4,177	4,997	4,425
(-) Tiempo perdido por defectos	0,0385	0,0063	0,0306	0,0065	0,0061	0,018
(=) Tiempo productivo neto	5,129	2,651	5,096	4,170	4,991	4,407

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 103. Sobres fuera especificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Sobres en depósito	430	560	6	25	0	204
Sobres vacíos	3	6	2	21	6	8
Sobres bajo peso	157	8	1	1	14	36
Sobres con sobre peso	5	13	128	6	6	32
Total sobres fuera especificación	162	21	129	7	20	68

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 104. Niveles de producción en base al tiempo empleado

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo periodo de operación	6,500	6,500	6,500	5,420	6,500	6,284
Producción a tiempo período de operación (velocidad nominal)	31200	31200	31200	26016	31200	30163
Tiempo de operación utilizable	5,167	2,657	5,127	4,177	4,997	4,425
Producción a tiempo de operación utilizable	22321	11478	22149	18045	21587	19116
Tiempo productivo neto	5,129	2,651	5,096	4,170	4,991	4,407
Producción en tiempo productivo neto (producción real)	22155	11451	22017	18016	21561	19040

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 105. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas C/A)	0,5	1,13	0,37	0,83	0,92	0,75
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas S/A)	0,75	2,63	0,92	0,33	0,5	1,03

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

7.7.4 Datos de producción máquina envasadora MH14

Tabla 106. *Datos de producción máquina envasadora MH14*

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo disponible (horas)	8	8	8	8	8	8
(-)Tiempo parada planificada						
Desayuno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Almuerzo: 40 minutos	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
(=) Tiempo funcionamiento	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
(-) Tiempo preparación de equipos						
Preparación inicio de turno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Preparación cambio de turno: 10 minutos	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cambio de sabor	0	0	0,58	0,5	0	0,216
(=) Tiempo periodo de operación	6,500	6,500	5,920	6,000	6,500	6,284
(-) Tiempo parada no planificada	0,75	0,59	0,25	0,42	1,67	0,736
(=) Tiempo operación neta	5,750	5,910	5,670	5,580	4,830	5,548
(-) Tiempo perdido por operación	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
(=) Tiempo de operación utilizable	5,67	5,83	5,59	5,50	4,75	5,47
(-) Tiempo perdido por defectos	0,0089	0,0093	0,0042	0,0243	0,0054	0,010
(=) Tiempo productivo neto	5,66	5,82	5,58	5,47	4,74	5,45

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 107. *Sobres fuera especificación*

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Sobres en deposito	10	10	270	300	200	158
Sobres vacíos	20	10	0	8	1	8
Sobres bajo peso	15	20	4	63	0	20
Sobres con sobre peso	3	10	14	33	22	16
Total sobres fuera especificación	18	30	18	96	22	37

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 108. Niveles de producción en base al tiempo empleado

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo periodo de operación	6,500	6,500	5,920	6,000	6,500	6,284
Producción a tiempo periodo de operación (velocidad nominal)	31200	31200	28416	28800	31200	30163
Tiempo de operación utilizable	5,667	5,827	5,587	5,497	4,747	5,465
Producción a tiempo de operación utilizable	24481	25173	24136	23747	20507	23609
Tiempo productivo neto	5,658	5,818	5,583	5,473	4,742	5,455
Producción en tiempo productivo neto (producción real)	24443	25132	24118	23642	20484	23564

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 109. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas C/A)	0,5	0,42	0	0	1	0,384
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas S/A)	0,25	0,17	0,25	0,42	0,67	0,352

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

7.7.5 Datos de producción máquina envasadora MH38

Tabla 110. Datos de producción máquina envasadora MH14

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo disponible (horas)	8	8	8	8	8	8
(-)Tiempo parada planificada						
Desayuno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Almuerzo: 40 minutos	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
(=) Tiempo funcionamiento	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
(-) Tiempo preparación de equipos						
Preparación inicio de turno: 20 minutos	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Preparación cambio de turno: 10 minutos	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cambio de sabor	0	1	0	0	0	0,200
(=) Tiempo periodo de operación	6,500	5,500	6,500	6,500	6,500	6,300
(-) Tiempo parada no planificada	0,47	1,83	0,33	0,17	0,92	0,744
(=) Tiempo operación neta	6,030	3,670	6,170	6,330	5,580	5,556
(-) Tiempo perdido por operación	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
(=) Tiempo de operación utilizable	5,947	3,587	6,087	6,247	5,497	5,473
(-) Tiempo perdido por defectos	0,0023	0,0352	0,0007	0,0007	0,0019	0,008
(=) Tiempo productivo neto	5,945	3,552	6,086	6,246	5,495	5,465

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 111. Sobres fuera especificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Sobres en depósito	75	0	70	65	40	50
Sobres vacíos	0	1	0	2	1	1
Sobres bajo peso	10	117	0	1	7	27
Sobres con sobre peso	0	33	3	0	0	7
Total sobres fuera especificación	10	150	3	1	7	34

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 112. Niveles de producción en base al tiempo empleado

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo período de operación	6,500	5,500	6,500	6,500	6,500	6,300
Producción a tiempo período de operación (velocidad nominal)	31200	26400	31200	31200	31200	30240
Tiempo de operación utilizable	5,947	3,587	6,087	6,247	5,497	5,473
Producción a tiempo de operación utilizable	25691	15496	26296	26987	23747	23643,36
Tiempo productivo neto	5,945	3,552	6,086	6,246	5,495	5,465
Producción en tiempo productivo neto (producción real)	25681	15344	26293	26984	23739	23608

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC

Tabla 113. Promedio tiempos de parada no planificada de acuerdo a clasificación

Turno	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas C/A)	0	0,25	0	0,17	0,42	0,17
Tiempo de parada no planificada (fallas mecánicas S/A)	0,47	1,58	0,33	0	0,5	0,58

Fuente: departamento de producción planta BIF TMLUC