

Universidad Técnica Nacional

Sede Central

Ingeniería en Procesos y Calidad

Trabajo final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Procesos y Calidad

Nombre de los autores:

Artavia Arroyo Joan Alexa

Ulate Herrera Karina Victoria

Alajuela, Costa Rica

07 de marzo del 2023

En blanco


Nombre de proyecto:

Aumento de productividad en las vejigas del departamento de Curado en la empresa

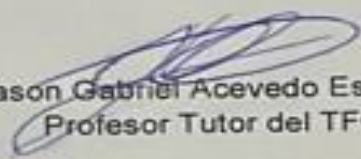
Aleka S. A.

### Hoja de aprobación del Tribunal Evaluador

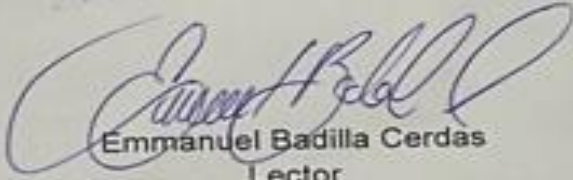
Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador el día 07 de marzo del 2023 a las 6<sup>50</sup> pm horas, como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Procesos y Calidad.



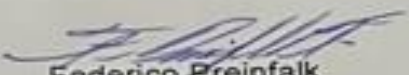
Luis Ricardo Sánchez Zúñiga  
Director de Carrera



Jason Gabriel Acevedo Esquivel  
Profesor Tutor del TFG



Emmanuel Badilla Cerdas  
Lector



Federico Preinfalk  
Lector

8 de mayo de 2023

Universidad Técnica Nacional

Estimadas personas o autoridades interesadas:

Primero, reciban un cordial saludo. Segundo, de la manera más atenta, les comunico que revisé la tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Procesos y Calidad titulada **Propuesta de mejora para la obtención de un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.**, elaborada por las estudiantes Artavia Arroyo Joan Alexa y Ulate Herrera Karina Victoria.

Así mismo, les indico que revisé el texto en lo relativo a la ortografía y puntuación, riqueza, propiedad y precisión léxicas, adecuación morfosintáctica, construcción de los párrafos, uso de conectores, cohesión, estructuración de tablas y figuras. En este sentido, una vez incorporadas las recomendaciones efectuadas en el escrito, el documento está listo para la presentación ante las autoridades pertinentes.

Cordialmente,

**ANDREA**  
**CECILIA**  
**MENDEZ**  
**SOLANO**  
**(FIRMA)**

Firmado digitalmente por ANDREA CECILIA MENDEZ SOLANO (FIRMA)  
Fecha: 2023.05.08 07:25:09 -06'00'

Mag. Andrea Méndez Solano

Filóloga, comunicadora, editora y asesora en el área de publicaciones periódicas

Cédula 111350060

Camé: 0090 integrante de la Asociación Costarricense de Filólogos, ACFIL

Teléfono: +506 60042108

Correo electrónico: andremesol@gmail.com

## Dedicatoria

Dedico este proyecto a las personas más importantes en mi vida: mis padres, mi hermano, mi esposo y la familia de mi esposo que siempre brindaron apoyo y motivación para concluir con el trabajo.

También a mi compañera de trabajo Cinthia Morales, quién fue de gran apoyo en este proceso y sin dejar de lado a mi compañera de proyecto Alexa Artavia, quién a pesar de las situaciones logramos sacar el proyecto con excelentes resultados para la compañía.

**Karina Ulate Herrera**

El proyecto se lo dedico primeramente a Dios, porque gracias a él he logrado todo lo que me propongo y supo cómo guiarme en este difícil camino, para poder seguir adelante y no darme por vencida ante las circunstancias que se presentaron.

A mi mamá, ella ha sido la persona que nunca me ha abandonado y ha estado ahí para apoyarme en los momentos más difíciles y por sacrificarse y dar su mayor esfuerzo para poder brindarme una carrera; me ha dado todo en esta vida y gracias a ella soy lo que soy en este momento.

A mi familia por estar siempre presentes en mi vida que, de una u otra forma, me han apoyado y ayudado a salir adelante ante las adversidades de la vida y a mi abuelito que, aunque no esté ya conmigo, él estará siempre en mi corazón y sé que desde arriba guía mi camino al igual que todas las personas que me quisieron, pero ya no están.

A mi amiga incondicional de cuatro patas, que estuvo conmigo e hizo que no me sintiera sola en todas las noches de desvelo y desespero de este largo proceso.

A mi mejor amiga Gabriela Chaves, a mi círculo cercano de amigas y a todas esas personas que siempre han estado dispuestas a ayudarme para salir adelante, que no me han dejado caer, que han sido mi soporte y nunca me han abandonado.

***Alexa Artavia Arroyo***

## Agradecimiento

Agradezco a Dios y la Virgen por permitirme cumplir una meta más en mi vida, a mis padres que me dieron el estudio y el ejemplo que hay luchar para cumplir las metas, a mi esposo por el apoyo, motivación y acompañamiento que brindó en este proceso y a mi hermano por ayudarme con las herramientas que necesitaba para el proyecto.

Agradecimiento a mi jefa de departamento, Mariana López, quien confió en nosotras y nos apoyó para realizar el proyecto, también al profesor, Jason Acevedo, por motivarnos a seguir con el proyecto a pesar de los cambios y agradecimiento a Alexa Artavia por confiar una vez más en hacer un proyecto juntas.

**Karina Ulate Herrera**

Mi eterno agradecimiento se lo doy a Dios por ayudarme a cumplir esta meta, otra persona con la que también estoy completamente agradecida es con mi mamá, es un pilar importante en mi vida, gracias a ella me supero todos los días de mi vida y gracias a ella pude cumplir con otra meta más, esperando que se sienta orgullosa de mí y de la persona en la cual me he convertido.

Mi familia parte importante en mi vida, a mi abuelita, tíos, tías, primos, mis padrinos y a mi papá que de alguna forma me apoyaron a no rendirme y a ser comprensivos, a estar siempre ahí, a mi abuelito porque sé que desde el cielo ha estado presente en cada paso que doy en mi vida y a los seres queridos que ya no están conmigo, pero sé que estarían orgullosos de verme dando este gran paso en mi carrera.

A mi mejor amiga Gabriela Chaves y mis amigas cercanas, sin ellas no sé a dónde hubiera ido a parar, estuvieron ahí cuando más necesite las palabras ¡No se rinda, usted puede!, gracias por estar en mi vida, por no dejarme caer, por decirme que soy buena en lo que hago y por apoyarme en todas mis oportunidades y sentirse orgullosa de mí. Siempre estarán en mi corazón.

A mi tutor, Jason Acevedo, que no nos dejó ni un segundo aflojar y nos ayudó a sacar la tarea y a mi compañera Karina Ulate, por arriesgarse, una vez más, a hacer un proyecto conmigo.

***Alexa Artavia Arroyo***

## Índice de contenidos

1	Introducción .....	1
1.1	Justificación .....	2
1.2	Problema.....	12
1.3	Alcance .....	13
1.3.1	Entregables .....	13
1.3.2	Limitaciones .....	14
1.3.3	Hipótesis.....	14
1.4	Objetivos .....	15
1.4.1	Objetivo general .....	15
1.4.2	Objetivos específicos.....	15
2	Marco teórico .....	16
2.1	Contexto de la organización.....	16
2.2	Variables de investigación .....	17
2.3	Respaldo teórico .....	18
3	Marco metodológico .....	52
3.1	Tipo de investigación .....	52
3.2	Alcance de la investigación.....	52
3.3	Fuentes de información.....	53
3.4	Muestra .....	53
3.5	Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	54
3.6	Procedimiento metodológico de la investigación .....	54
4	Desarrollo.....	57
4.1	Definir.....	57
4.1.1	SIPOC .....	57
4.1.2	Diagrama Columnar.....	59
4.1.3	Partes interesadas .....	60
4.1.4	Plan de comunicación .....	64

4.2	Medir.....	68
4.2.1	Diagrama de flujo multicolumnar.....	68
4.2.2	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	71
4.2.3	Simulación del proceso.....	72
4.2.4	Gráficos.....	75
4.3	Análisis.....	79
4.3.1	<i>Benchmarking</i> .....	79
4.3.2	Ishikawa.....	79
4.3.3	Priorización de Causas.....	80
4.3.4	5 porqués.....	83
5	Propuesta.....	85
5.1	Implementar.....	85
5.1.1	FMEA.....	85
5.1.2	Mejora 1: Aplicar 5´S.....	88
5.1.3	Mejora 2: Realizar cálculo de pedido de vejigas.....	90
5.1.4	Mejora 3: Reutilizar vejigas.....	97
5.1.5	360 de la Solución.....	100
5.1.6	Plan de implementación.....	101
5.1.7	Viabilidad financiera.....	102
5.2	Controlar.....	104
5.2.1	Plan de control.....	104
6	Conclusiones y recomendaciones.....	115
6.1	Comprobación de hipótesis.....	115
6.2	Conclusiones.....	117
6.2.1	Recomendaciones.....	119
6.3	Matriz de comprobación de objetivos específicos.....	121
7	Referencias.....	124
8	Anexos.....	130
8.1	Plan de implementación 2021.....	130
9	Glosario.....	131

## Índice de figuras

Figura 1. Gastos de marzo de 2020 a marzo de 2021 .....	3
Figura 2. Pareto de gasto empresa Aleka S. A. ....	4
Figura 3. Cuenta de gastos del Departamento de Curado .....	5
Figura 4. Costo promedio de las vejigas en los últimos tres años.....	5
Figura 5. Cantidad de curas promedio por vejiga.....	6
Figura 6. Diagrama de flujo de fabricación de la llanta .....	8
Figura 7. Imagen de carácter ilustrativo de una vejiga .....	9
Figura 8. Imagen de carácter ilustrativo de vejiga en máquina de curado .....	9
Figura 9. Vejigas defectuosas .....	10
Figura 10. Solicitud de vejigas .....	11
Figura 11. Diagrama SIPOC .....	57
Figura 12. Mapeo del proceso de consumo de la vejiga .....	59
Figura 13. Partes interesadas .....	60
Figura 14. Gráfico de influencia de las partes interesadas .....	62
Figura 15. Diagrama de cambio de vejiga.....	69
Figura 16. VSM colocación de vejiga actual .....	72
Figura 17. Simulación colocación de Vejiga.....	73
Figura 18. Resultados de la simulación .....	74
Figura 19. Inventario de vejigas en el almacenamiento de change.....	74
Figura 20. Cantidad promedio de curas por mes de marzo 2020 a marzo 2021 ..	75
Figura 21. Cumplimiento de vida útil de marzo 2020 a marzo 2021 .....	76

Figura 22. Cantidad promedio de curas de vejigas desechadas mayo a junio 2021 .....	77
Figura 23. Cantidad de vejigas con curas menores de 150 mayo a junio 2021 ....	77
Figura 24. Principales causas de retiro de vejigas con curas menores a 150 mayo a junio 2021.....	78
Figura 25. Ishikawa .....	80
Figura 26. 5 porqués .....	83
Figura 27. Proceso actual del registro al gasto de Curado .....	94
Figura 28. Propuesta de registro al gasto .....	96
Figura 29. Procedimiento de almacenamiento de vejiga reutilizada .....	98
Figura 30. Procedimiento de colocación de vejigas reutilizadas .....	98
Figura 31. Análisis 360.....	100
Figura 32. Plan de implementación.....	101
Figura 33. Ahorro económico del gasto de las vejigas del departamento de Curado de junio 2021 a julio 2022 .....	102
Figura 34. Registro de asistencia de comunicación de vejigas reutilizadas .....	107
Figura 35. Registro de información de vejigas reutilizadas .....	109
Figura 36. Instructivo de trabajo reutilización de vejigas .....	110
Figura 37. Semáforo .....	111
Figura 38. Cantidad promedio de curas por mes .....	112
Figura 39. Tendencia de scrap de vejiga rota 2021 .....	112
Figura 40. Ahorro de consumo de vejigas en máquina de curado de junio 2021 a julio 2022.....	113
Figura 41. Prueba estadística de T de 2 muestras.....	116

## Índice de tablas

Tabla 1 Entregables .....	13
Tabla 2 Variables de la investigación .....	17
Tabla 3 Fuentes de información .....	53
Tabla 4 Influencia e interés de partes interesadas .....	61
Tabla 5 Interpretación de las partes interesadas según la influencia e interés	62
Tabla 6 Plan de comunicación a las partes interesadas .....	64
Tabla 7 Resumen de Diagrama Multicolumnar.....	70
Tabla 8 Resumen del tiempo del diagrama multicolumnar .....	71
Tabla 9 Criterios de priorización .....	81
Tabla 10 Priorización de Causas .....	82
Tabla 11 FMEA plan actual .....	86
Tabla 12 FMEA con acciones a ser tomadas .....	86
Tabla 13 Plan de implementación 5´S .....	88
Tabla 14 Ejemplo de tabla de cálculo teórico de vejigas .....	90
Tabla 15 Ejemplo de cálculo de solicitud de vejigas a bodega.....	93
Tabla 16 Ahorro económico total del proyecto .....	103
Tabla 17 Monitoreo 5´S área de Change.....	104
Tabla 18 Auditoria de inventario de vejigas en el departamento de Changes 106	
Tabla 19 Matriz de comprobación de objetivos .....	121

## 1 Introducción

Para este proyecto, se muestra que hay un problema en el cumplimiento de la vida útil de la vejiga, lo que provoca afectaciones económicas en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A., por lo cual se establece una propuesta de mejora proyectado de marzo 2021 a julio 2022.

Aleka S. A., tiene más de 50 años fabricando llantas en Centroamérica, con una capacidad alrededor de 12 000 llantas diarias. Está compuesta por nueve departamentos de producción y dos bodegas (bodega de materia prima y bodega de producto terminado). Se plantea realizar un proyecto en dicha empresa con la metodología DMAIC.

La investigación que se realiza es cuantitativa, ya que se basa en la recolección y análisis de datos. De tal manera que es importante tomar en cuenta que la muestra por usar va a ser según lo que indique los expertos de la empresa del tiempo establecido (marzo 2021 a julio 2022).

Al empezar con el proyecto se procede a definir un porcentaje de mejora en la vida útil de las vejigas del 15 %, además, de utilizar diferentes herramientas para poder conocer el proceso y las partes interesadas. Al hacer la medición y el análisis se evidencia que hay problemas de inventario y que se usan poco las vejigas en las máquinas, ya que se bajan con poco uso por diferentes razones.

Por lo tanto, el equipo de trabajo empieza a analizar que existen tres tipos de posibles mejoras que pueden beneficiar en el aumento de vida útil de la vejiga y en

la parte económica del departamento. Se realizan pruebas para evidenciar que la mejora es significativa y se ejecutan controles para que esta se pueda mantener durante el tiempo.

Se establece un plan de implementación y el equipo de trabajo procede a comentar las conclusiones del proyecto y las recomendaciones para poder mejorar la vida útil de la vejiga y obtener un beneficio económico.

### 1.1 Justificación

Durante los últimos años Aleka S. A. está dedicada a la fabricación de llantas, tanto para la venta nacional e internacional. Esta empresa confecciona llantas de diferentes tamaños desde el aro 13 hasta aro 18, estos productos deben estar fabricados con altos estándares de calidad, ya que si no es así la vida de las personas se podría poner en riesgo

En la actualidad, las empresas se han tenido que enfrentar a diferentes retos que ponen en evidencia la frase de que solo *“sobrevive el más fuerte o apto”*, muchas de estas fábricas han tenido que desarrollar nuevas estrategias para poder salir en las nuevas condiciones del mercado, algunas han tenido pérdidas importantes, y otros cierres inesperados.

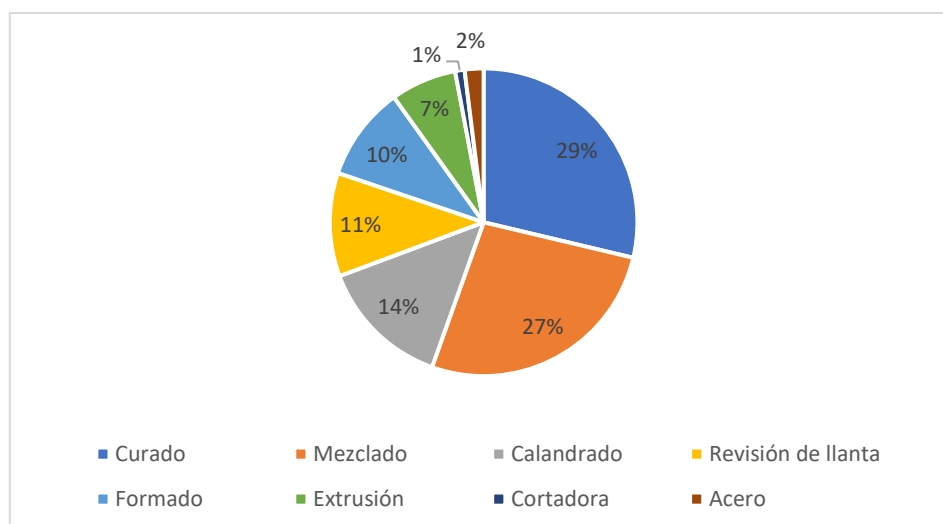
De tal manera que existen diversas y muy variadas propuestas que ayudan a mejorar estas situaciones, si bien es cierto, muchas no se pueden evitar del todo, se pueden controlar y buscar mejoras en los diferentes procesos que presenta la empresa, para así generar ahorros que, anualmente, podrían ser representativos para la industria.

Lo ideal es establecer una mejora continua en los diferentes procesos, por lo que no sea necesario hacer una gran inversión para tener una mejora, ya sea de productividad, gastos, calidad, entre otros.

La empresa Aleka S. A. es una industria que tiene una larga trayectoria en el país, cuenta con 55 años en tierra centroamericana, ha logrado obtener en reiteradas ocasiones el premio a “El mejor lugar para trabajar”, es siempre un ejemplo por seguir para las demás industrias por su ideología enfocada en la mejora continua.

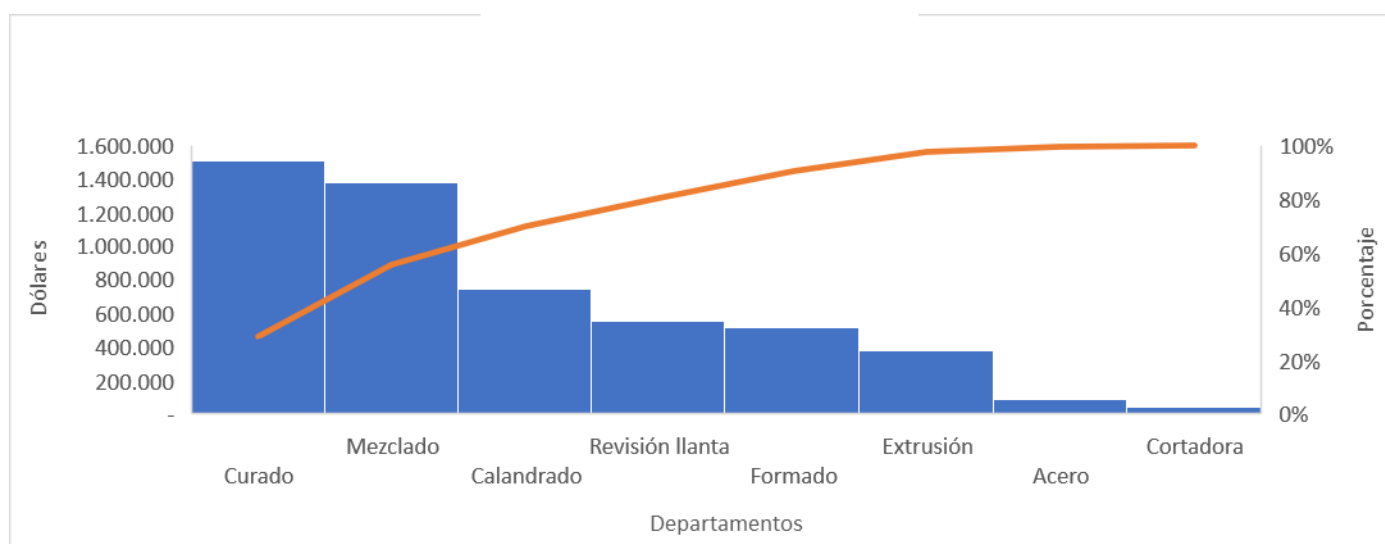
Este proyecto es de gran importancia, ya que de los Departamentos de Producción que tiene la empresa, como se observa en las Figuras 1 y 2 Ilustración, el Departamento de Curado es el que presenta los mayores gastos con un 29 %.

Figura 1. Gastos de marzo de 2020 a marzo de 2021



Nota: La Figura 1 representa los porcentajes de gastos de cada Departamento de Producción de la empresa en estudio. La fuente de la figura es de elaboración propia con base en la información suministrada por Aleka S. A.

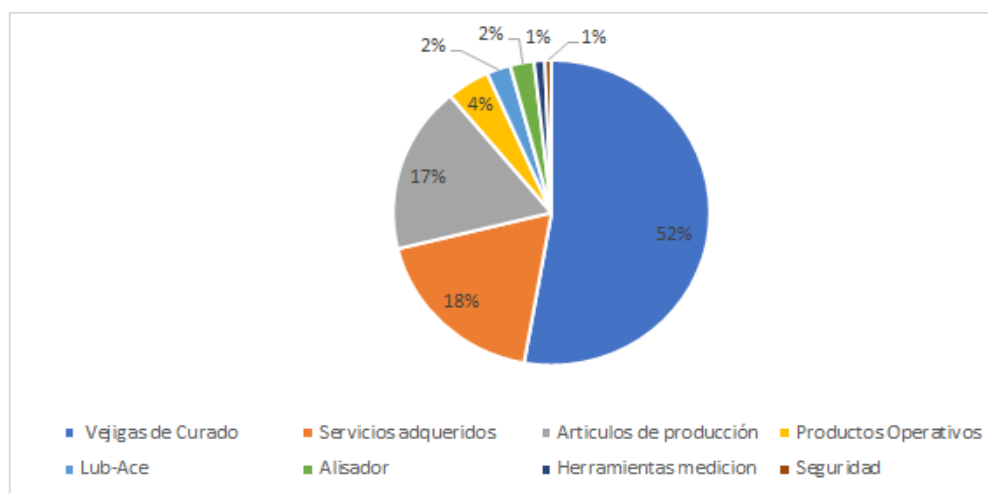
Figura 2. Pareto de gasto empresa Aleka S. A.



Nota: el Departamento de Curado tiene el principal gasto de la empresa. La fuente de la figura es de elaboración propia con base en la información suministrada por Aleka S. A.

Al desglosar las cuentas del Departamento de Curado se observa que el principal gasto son las vejigas con un 52 % como lo indica la Figura 3.

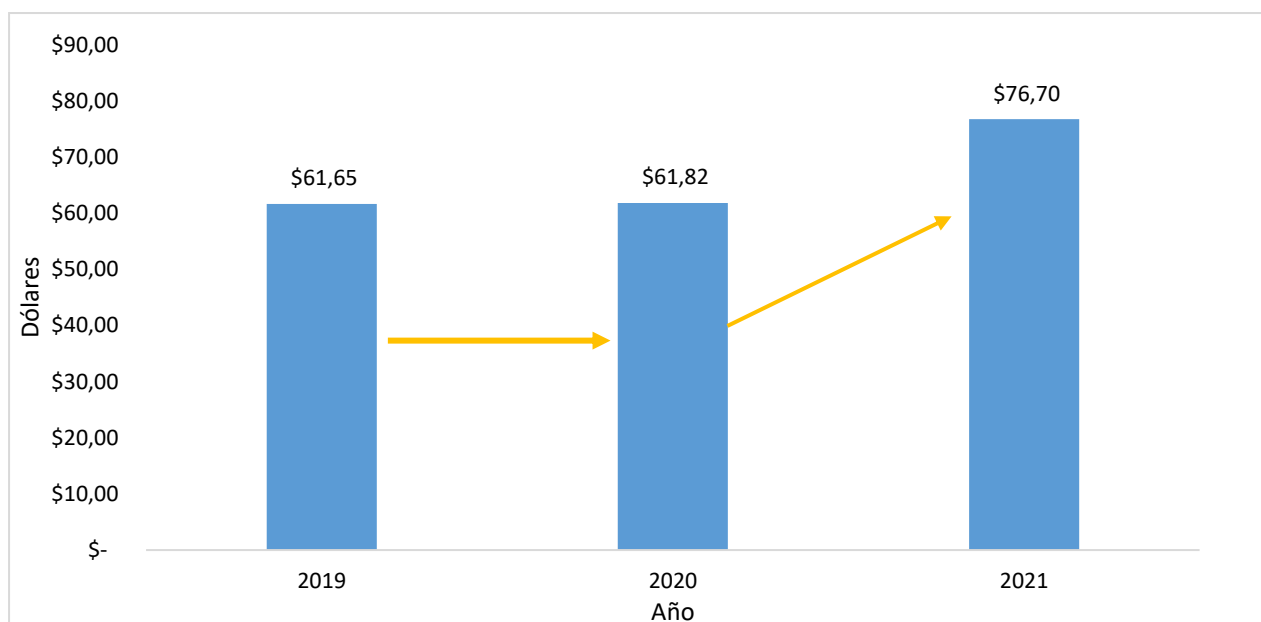
Figura 3. Cuenta de gastos del Departamento de Curado



Nota: La cuenta de Vejigas es la principal cuenta del departamento de Curado en la empresa Aleka S. A. La fuente de la figura es de elaboración propia con base en la información suministrada por Aleka S. A.

En la Figura 4 se puede observar que el costo promedio de las vejigas ha aumentado considerablemente en los último tres años (2019, 2020 y 2021). Del año 2021 se presentó un aumento del 24 % comparado con el año 2020.

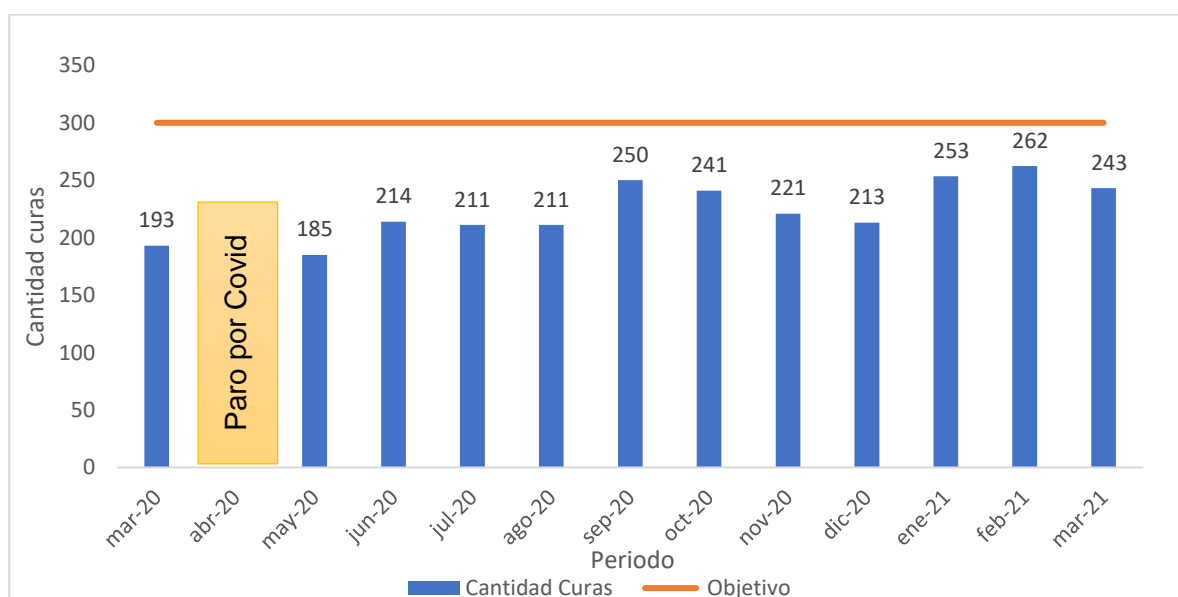
Figura 4. Costo promedio de las vejigas en los últimos tres años



Nota: se presenta un incremento del 24 % en costo promedio de las vejigas del año 2020 al año 2021 según los datos de la empresa. La fuente de la figura es de elaboración propia con base en la información suministrada por Aleka S. A.

Al revisar la vida útil promedio de las vejigas (cantidad de curas) por mes se muestra que no se cumple con el objetivo (300 curas). Dicho objetivo es definido según el estándar establecido por la organización. De marzo 2020 a marzo 2021 se tiene un promedio de 225 curas mensuales como se observa en el Figura 5.

Figura 5. Cantidad de curas promedio por vejiga



Nota: mensualmente no se cumple con el objetivo de curas. La fuente de la figura es de elaboración propia con base en la información suministrada por Aleka S. A.

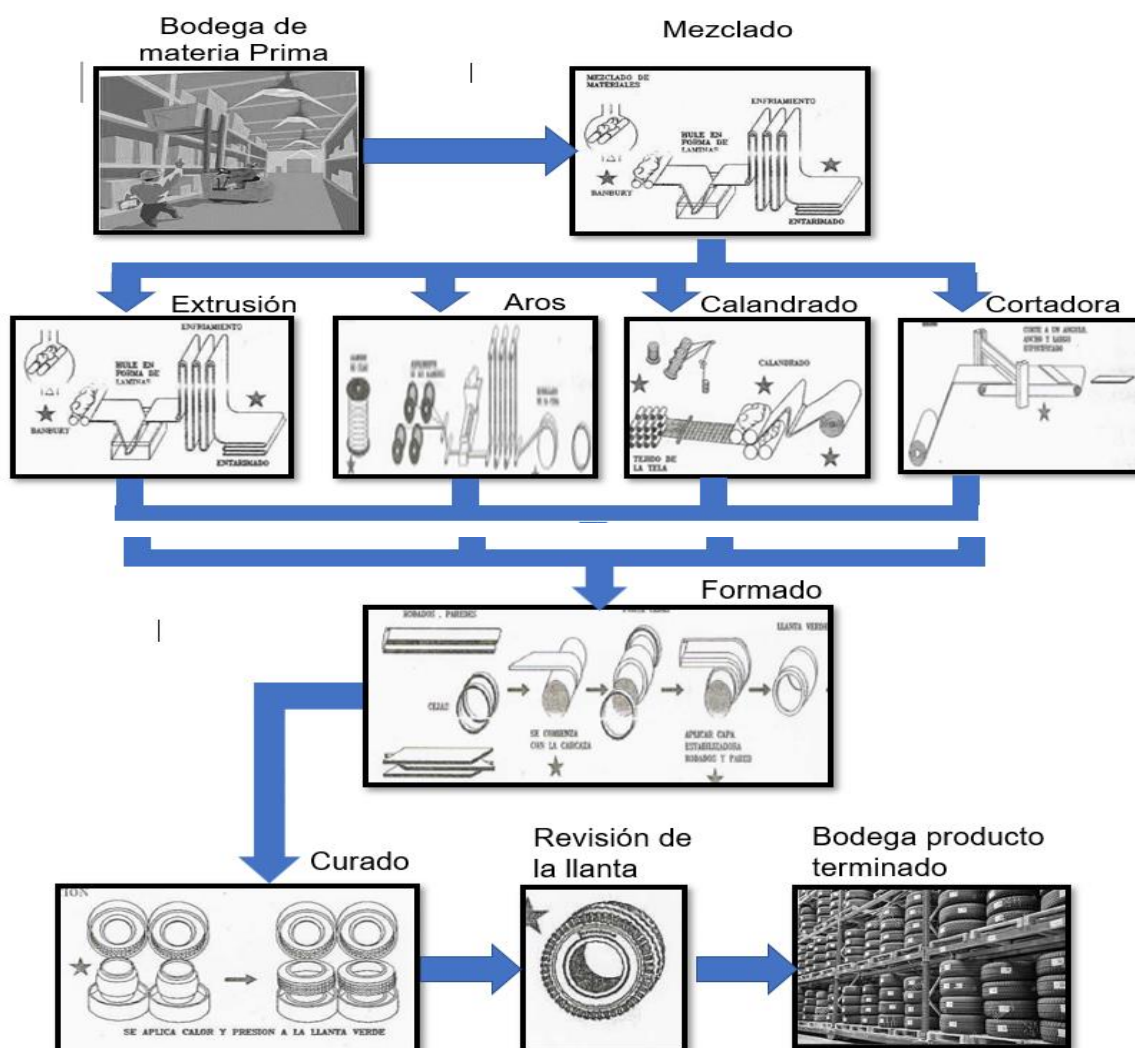
Por motivos de COVID-19 la empresa Aleka S. A. detuvo operaciones en dos ocasiones en el 2020, la primera vez del 25 marzo al 11 de mayo y la segunda vez del 10 de julio al 27 de julio.

La importancia de esta investigación se basa en aumentar la vida útil (cantidad de curas) de las vejigas con el fin de aportar un ahorro económico en los gastos del Departamento de Curado.

La empresa Aleka S. A. cuenta con diferentes departamentos: bodega de materia prima, mezclado, calandrado, acero, cortadora, extrusión, aros, formado, curado, revisión de la llanta y bodega de producto terminado. Cada uno de ellos es importante para llevar a cabo el desarrollo completo de la llanta, y que esta salga

con altos estándares de calidad. A continuación, en la Figura 6 se observa el proceso de fabricación de la llanta.

Figura 6. Diagrama de flujo de fabricación de la llanta



Nota: la explicación del proceso de fabricación de una llanta. La fuente de la Figura es Pérez, M. (2005).

El Departamento de Curado se divide en curado de la llanta y *changes* (cambio de medida en máquina, cambio de *tooling* para producir una nueva medida y vejiga).

En el proceso de curado de la llanta se utilizan las vejigas, dichas vejigas se colocan en la máquina para lograr transmitir el calor a la llanta para que esta se cure de manera uniforme, asimismo, existen diferentes tipos de vejigas y según el que establezca el Departamento de Procesos es el que se puede colocar en la máquina.

Figura 7. Imagen de carácter ilustrativo de una vejiga



Nota: este es un ejemplo de tipo de vejiga. La fuente de la fotografía es del sitio web Alibaba.com.

Figura 8. Imagen de carácter ilustrativo de vejiga en máquina de curado

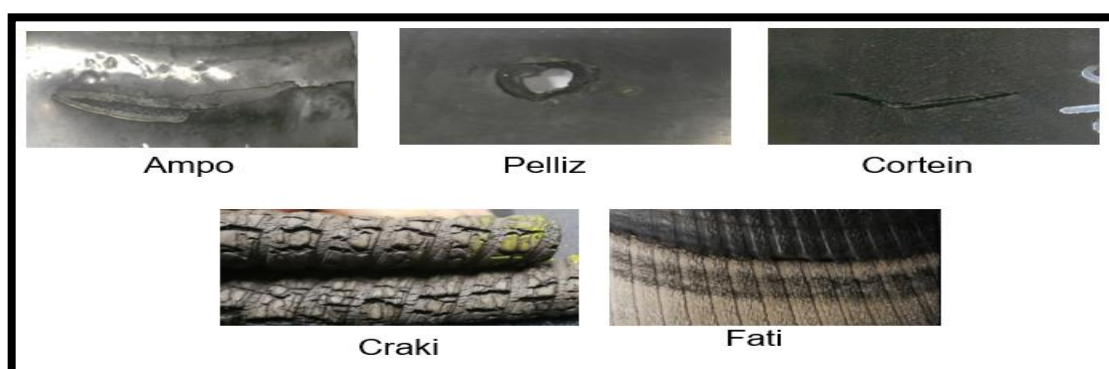


Nota: se observa cómo se encuentra la vejiga en máquina de curado. La fuente de la figura es de Apollo Tyres Chennai Factory (2015).

Estas vejigas, durante su uso, pueden presentar diversos defectos entre ellos: ampo, craki, fati, pelliz, cortein, entre otros (en la Figura 9 se muestran

imágenes de estos defectos); si se presenta alguno de estos defectos se tiene que quitar la vejiga que se encuentra en la máquina y se coloca una nueva. También, se procede a un cambio de esta cuando ha cumplido con su vida útil (cantidad de llantas que puede curar la vejiga) según el objetivo que establezca el Departamento de Procesos.

Figura 9. Vejigas defectuosas



Nota: se observan ejemplos de vejigas defectuosas de la empresa Aleka S. A. La fuente de la fotografía es el registro de documentos de Aleka S. A.

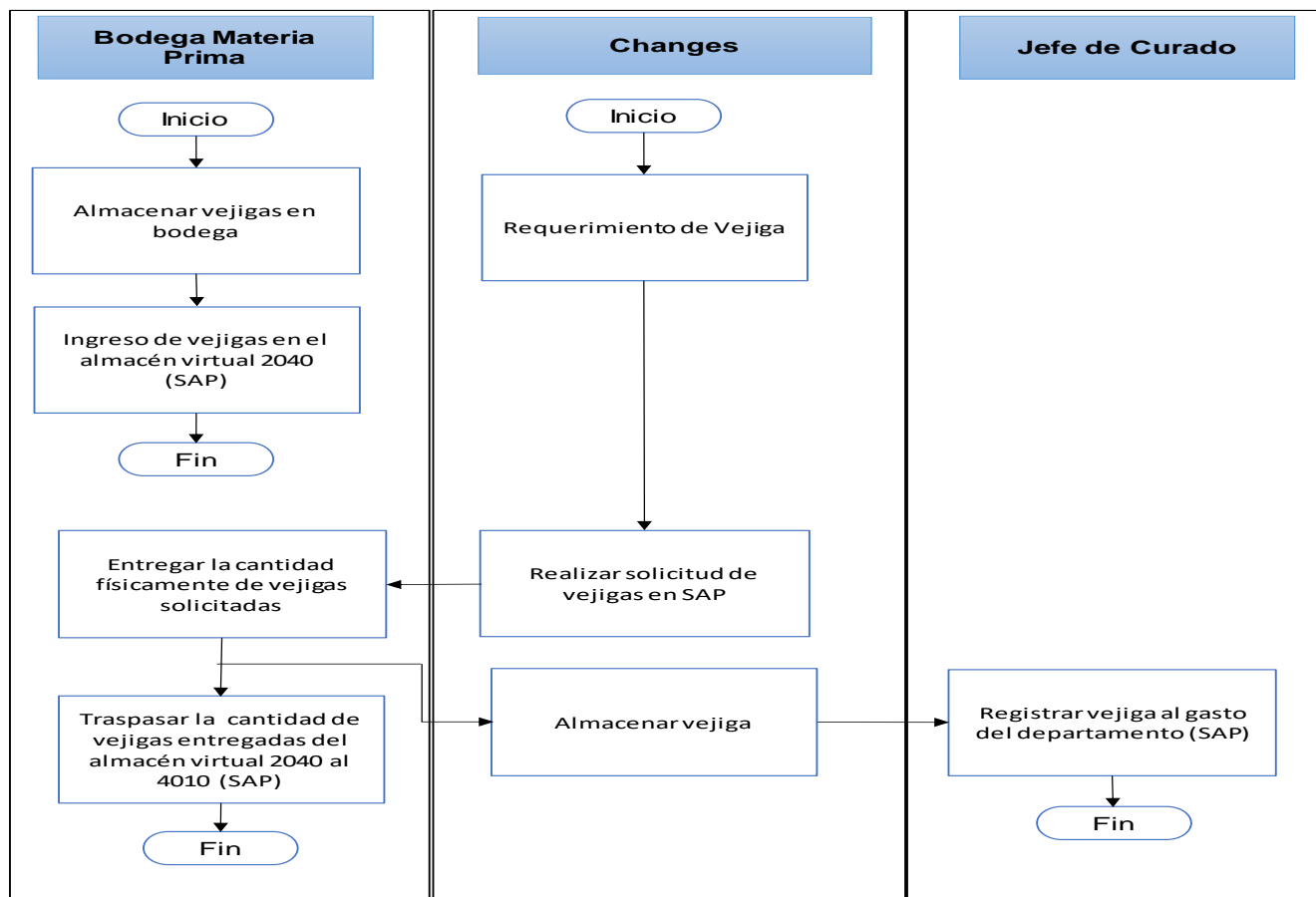
En el Departamento de Curado, en el área de *changes*, se encargan de realizar los cambios de medida en máquina y de vejigas. Además, son los responsables de solicitar la cantidad de vejigas necesarias a la bodega de materia prima y del almacenaje en el área de *changes*.

Las vejigas ingresan a bodega hasta haber cumplido los estándares de calidad, posterior a eso el encargado de la bodega registra cada una de estas en el almacén virtual 2040 (SAP), en el momento que un encargado de *changes* requiera

una vejiga, la debe solicitar en bodega y el bodeguero lo traspasa al almacén virtual 4010 de producción (SAP).

Cada vejiga que se utilice en la máquina de curado se debe registrar el gasto por medio un movimiento en SAP que realiza el jefe del área y las vejigas que se encuentra en el área de almacenaje de *changes* se deben de encontrar en el almacén virtual 4010 (SAP) de producción. Recordando que las vejigas es el principal gasto del Departamento de Curado (ver Figura 10).

Figura 10. Solicitud de vejigas



Nota: la fuente de la figura del diagrama del proceso de solicitud de vejigas de la compañía es Aleka S. A.

Hay que recordar que no se está cumpliendo con el objetivo de la vida útil de las vejigas, ya que cumple su vida útil en un 75 %, en promedio, como se puede observar en la Figura 5.

## 1.2 Problema

¿De qué manera se puede aumentar la vida útil de la vejiga para obtener un beneficio económico en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A?

### 1.3 Alcance

El alcance se enfoca en una propuesta de mejora en el área de Curado de la empresa Aleka S. A. porque es el principal beneficiado, este proyecto se desarrolla con datos de marzo de 2021 a julio de 2022.

#### 1.3.1 Entregables

En la Tabla 1 se plantea la lista de entregables que se definen en el capítulo 4 y se desarrollan en el capítulo 5.

Tabla 1 Entregables

<b>Etapa</b>	<b>Entregables (Herramientas)</b>
Definir	SIPOC
	Diagrama Columnar
	Partes interesadas
	Plan de comunicación
Medir	Diagrama multicolumnar
	VSM
	Simulación del proceso
	Gráficos
Análisis	Benchmarking
	Ishikawa
	Priorización de Causas
	5 porqués
Mejorar	FMEA
	Análisis 360 de la solución
	Plan de implementación
	Viabilidad financiera
Control	Plan de control-Semáforo

Nota: herramientas por utilizar en el proyecto. La fuente de la tabla es de elaboración propia.

### 1.3.2 Limitaciones

La información confidencial de la empresa puede llegar a ser una limitante, ya que no se podría utilizar el mismo vocabulario o las mismas palabras que se utilizan en la empresa, pueden solicitar restricción a cierta información que brinden, agregar un factor (una modificación) en los datos y que no se exponga en el desarrollo del proyecto.

El tema de la pandemia por la COVID-19 podría presentarse como una limitante, debido a que si el Ministerio de Salud establece medidas de cierre la empresa suspendería sus labores, lo que impide, así, el desarrollo del proyecto.

### 1.3.3 Hipótesis

- Hipótesis nula:

$H_0$ : al reutilizar las vejigas no se encuentra un beneficio económico. De tal manera que la media de curas de las vejigas reutilizadas es mayor a la media de las curas de las vejigas de primer uso.

- Hipótesis alternativa:

$H_1$ : al reutilizar las vejigas se encuentra un beneficio económico. De tal manera que la media de curas de las vejigas reutilizadas es menor o igual a la media de las curas de las vejigas de primer uso.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Aumentar la vida útil de las vejigas por medio de una propuesta de mejora aplicando la metodología DMAIC para la obtención de un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Explicar el proceso de colocación de la vejiga en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.
- Desarrollar la medición en el proceso de colocación de la vejiga en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.
- Examinar las causas de la problemática en el proceso de colocación de la vejiga en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.
- Evaluar la propuesta de mejora en el proceso de colocación de la vejiga en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.
- Comprobar la propuesta de mejora en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.

## 2 Marco teórico

### 2.1 Contexto de la organización

La empresa Aleka S. A. inició sus operaciones en los años de 1967 como Industrias Ular de Costa Rica. Asimismo, empezó a trabajar con 200 funcionarios y se fabricaban 425 llantas al día, a principios de los años setenta llegaron a fabricar 1.200 llantas por día.

Actualmente, la compañía fabrica más de 12.000 llantas diarias, cuenta con la participación de más de 1.000 colaboradores. Es importante mencionar que Aleka S. A. (Aleka: es un nombre ficticio, ya que por temas de confidencialidad se cambió el nombre), posee un alto estatus en cuanto a su comercialización, tanto nacional como internacional (Información suministrada por Aleka S. A.).

La fabricación de las llantas está compuesta por los siguientes Departamentos de Producción: Mezclado, Extrusión, Aros, Calandrado, Cortadora, Acero, Formado, Curado y Revisión de la llanta.

## 2.2 Variables de investigación

Tabla 2 Variables de la investigación

<b>Objetivo específico</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual de la variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición instrumental</b>
Explicar el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Identificar proceso	Representación gráfica del proceso	Cantidad de Diagramas	SIPOC Diagrama Columnar
Desarrollar la medición en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Medición del proceso	Representación de la situación actual del proceso	Cantidad de diagramas	VSM Simulación
Examinar las causas de la problemática en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Causas	Origen del problema	Cantidad de causas	Ishikawa 5 porqués
Evaluar la propuesta de mejora en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Propuestas Viabilidad financiera	Solución de la problemática Beneficio de la solución	Cantidad de soluciones Costo	FMEA 360

Comprobar la propuesta de mejora en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Comprobación de mejora	Verificar el comportamiento del proceso	Semáforo de acuerdo con la cantidad de curas	Plan de Control
--	------------------------	---	--	-----------------

Nota: Variables por desarrollar en el proyecto. La fuente de la tabla es de elaboración propia.

### 2.3 Respaldo teórico

Se basará en la metodología DMAIC, ISO 13053-1:2011 describe una metodología para la mejora empresarial conocida como Six Sigma. La metodología suele estar compuesta por cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC, por sus siglas en inglés).

ISO 13053-1:2011 recomienda la práctica preferida o mejor para cada una de las fases de la metodología DMAIC utilizada durante la ejecución de un proyecto Six Sigma. También, recomienda cómo se deben gestionar los proyectos de Six Sigma y describe las funciones, la experiencia y la formación del personal involucrado en dichos proyectos. Por lo que es aplicable a las organizaciones que utilizan procesos de fabricación, así como procesos de servicio y transaccionales.

Dentro de las herramientas y metodologías mencionadas anteriormente se podría desglosar como ejemplo: Six Sigma, la cual sería la metodología por usar y posteriormente, conforme se avance el proyecto se utilizarán más herramientas para que brinden un mejor soporte a la principal y doten de una mejora constante al proceso.

Para adaptar una filosofía de Six Sigma se debe obtener una gestión estratégica, ya que innova y otorga el mejoramiento continuo de procesos y productos. El proceso de adaptación a la metodología de Six Sigma se enfoca en obtener beneficios en tres esquemas, el operativo, el táctico y el cultural. Basado en el desarrollo de la metodología DMAIC, la cual se desarrolla desde la definición real del problema, investigación estadística de la situación y el control de estas para obtener beneficios a largo plazo (Evans, 2008, citado en Baldemar & Abrego, 2015).

Esta metodología DMAIC, desarrollada con las bases de la manufactura esbelta, define como meta un nivel de control Six Sigma, así como las metas secuenciales para que los proyectos puedan ser realizados y no solo queden plasmados en ideas en papel, ya que las métricas y objetivos deben ser alcanzados en primera instancia, esto refiere que estadísticamente nuestros procesos no se deben de desviar de los estándares establecidos, así como establecer metas alcanzables (Baldemar & Abrego, 2015).

### **Fases de Six Sigma**

Six Sigma es una metodología compuesta por cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Por lo tanto, representa el número de desviaciones

estándar obtenidas a la salida del proceso. “Su objetivo es aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen los mínimos defectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles para el cliente” (Navarro *et al.*, 2017, p. 76).

### **Estructura del Six Sigma**

Six Sigma es una herramienta poderosa, sin embargo, su impacto depende en gran medida de su estructura. Para la implementación de Six Sigma existen diversos niveles de entrenamiento (práctica occidental), dependiendo del rol que ocupe cada persona en el desarrollo de la metodología (Salazar, 2019).

#### *Master Black Belt*

Para Salazar (2019), “el Master Black Belt es el formador de los Black Belts; para acceder a este nivel un profesional debe demostrar gran experiencia por medio de resultados en proyectos complejos. A esta distinción lo caracterizan el prestigio y el liderazgo”.

#### **Black Belt**

Es un experto en las herramientas de la filosofía Six Sigma; su función es liderar equipos de implementación de la metodología; ha estudiado y demostrado por medio de resultados su experiencia en proyectos de disminución de desperdicios y variación de procesos (Salazar, 2019).

Según Salazar (2019): “El Black Belt es usualmente un consultor interno, para acceder a este nivel un profesional debe recibir una capacitación de entre 120 horas y 150 horas” (párr. 4).

### Green Belt

Los Green Belt son empleados de cualquier nivel de la organización, que no lideran ni se dedican al 100 % a las actividades de desarrollo de Six Sigma, pero que conocen la metodología y que han estado involucrados en la aplicación de la implementación de proyectos Six Sigma. Para acceder a este nivel un empleado debe recibir una capacitación de entre 48 y 72 horas acerca de la metodología. (Salazar, 2019). Usualmente, son elementos de apoyo y pueden liderar proyectos pequeños.

### Patrocinadores

Son ejecutivos que conocen y lo más importante, creen en las bondades de las herramientas de Six Sigma. Su rol es de vital importancia porque son los encargados de patrocinar los programas de capacitación y dar la relevancia necesaria al programa dentro de la compañía y desde los niveles más altos de dirección. (Salazar, 2019).

### Champions

Para Salazar (2019) “Son directivos de un nivel alto en la organización los cuales asignan recursos y medios para la capacitación e implementación de

proyectos de los Black Belts. Como tal deben recibir formación respecto a la metodología” (párr. 10).

### **Definir**

Según Gerges (2020), definir se trata, quizás, de la fase más importante de cualquier proyecto Lean Six Sigma, la definición establece cuál es la situación actual y establece, claramente, los objetivos por conseguir.

Para que la definición sea útil y pragmática, se deben establecer unas métricas que sirvan para cuantificar el estado presente de los procesos. Estas métricas son necesarias para poder hacer un seguimiento de la evolución de la mejora del proceso y el grado de avance hacia los objetivos fijados. Esos objetivos deben tener asociado un valor para cada una de las métricas, de tal forma que el equipo de trabajo disponga de una referencia con la que comparar el estado de los procesos en todo momento (Gerges, 2020).

Una vez que se tienen claros la situación actual, el problema que genera dicha situación y los objetivos que se quieren conseguir, se debe definir el proyecto como tal. La definición del proyecto incluye, entre otros, alcance, cronograma, presupuesto, equipo de trabajo y stakeholders (Gerges, 2020).

### **Herramientas**

En lo que a Salazar (2019) respecta, indica que “en esta etapa se pueden desarrollar distintas herramientas como diagramas matriciales, diagramas Pareto, mapa de procesos” (párr. 18).

## **SIPOC**

El diagrama SIPOC proporciona un panorama general de un proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Además, muestra cómo los participantes de un proceso reciben materiales o datos unos de otros y, a menudo, se utiliza para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente. (MacNeil, 2022)

El acrónimo SIPOC proviene de los siguientes cinco componentes:

- Proveedores (Suppliers): la fuente de las entradas del proceso.
- Entradas (Inputs): los recursos que se necesita para que el proceso funcione.
- Proceso (Process): los pasos generales que componen el proceso.
- Salidas (Outputs): los resultados del proceso.
- Clientes (Customers): las personas que reciben los resultados o salidas, o se benefician del proceso (MacNeil, 2022).

## **Partes Interesadas**

Consideraremos que una Parte Interesada es una organización, persona o conjunto de ellas, que la actividad, decisiones o las acciones realizadas en la respectiva empresa puedan afectarles directa o indirectamente. Dichas consecuencias pueden ser beneficiosas o perjudiciales, y en ambos casos deben

de ser analizadas según las normas ISO 9001: 2015 o la ISO 14001: 2015. (Contreras, 2018).

Para Contreras (2018) “en ocasiones se diferencia entre las partes interesadas internas (empleados, propietarios...) y las partes interesadas externas (clientes, proveedores, sociedad...), para favorecer la identificación” (párr. 2).

### **Plan de comunicación**

Un plan de comunicación es una hoja de ruta, en la cual se plasma la forma en la que una empresa va a comunicarse con su público y cuándo. En este se establecen, de forma clara, los objetivos de comunicación que se quieren alcanzar. Además, facilita un orden de las tareas y acciones que se realizarán (Guijarro, 2020).

Pero ¿para qué sirve exactamente un plan de comunicación? Un plan de comunicación es crucial para unificar el mensaje de tu marca. Tanto los empleados como el público objetivo conocerán la personalidad, los valores y los objetivos de esta, y se evitarán confusiones por ambas partes (Guijarro, 2020).

Un buen plan de comunicación empresarial puede ser muy útil para comunicar la información correcta a los integrantes indicados del proyecto. Los ejecutivos no necesitan recibir notificaciones de cada detalle del proyecto, al igual que muchos de los otros miembros del equipo pueden no necesitar participar en una conferencia telefónica con socios externos. Al aclarar por dónde y cómo se comunicarán, se puede reducir el tiempo que se demora en adivinar qué hacer y, además, liberar al equipo de obstáculos (Martins, 2021).

## **Matriz de interesados**

### **Los interesados (stakeholders)**

La gestión de stakeholders o grupos de interés se ha transformado en las últimas décadas en un elemento clave para el éxito de las empresas. Sin ir más lejos, Don Tapscott, director general de The Tapscott Group y experto en estrategia comercial, transformación organizacional y en el papel de la tecnología en los negocios, afirma lo siguiente:

En una era en la que todas las cosas y todo el mundo están conectados a través de redes de vidrio y aire, nadie —ninguna empresa, organización, agencia gubernamental o país— está aislado. Por ello, si se quiere crear valor para los accionistas, hay que hacer lo correcto con todos los grupos de interés. Y una cosa está clara: ninguna organización puede tener éxito en un mundo que falla (Santander Universidades, 2022, párr. 2).

Para la Santander Universidades (2022) es “por esta razón, resulta fundamental crear una estrategia que permita gestionar de manera adecuada las relaciones con los stakeholders que rodean a una empresa” (párr. 3).

Los interesados (stakeholders) —término difícil de traducir literalmente al español— son grupos o personas que se podrían ver impactados de manera positiva o negativa por el proyecto o el resultado del proyecto. En los proyectos de desarrollo, la gestión de los interesados (stakeholders) es de suma importancia para lograr el éxito. El proceso de identificar a los interesados (stakeholders) y definir sus niveles de interés e influencia en el proyecto es el punto de partida para desarrollar

las estrategias destinadas a conseguir el apoyo necesario de los interesados (stakeholders) claves, que permitan alcanzar los objetivos del proyecto. Dependiendo del tipo de proyecto, los interesados (stakeholders) pueden variar tanto en número como en nivel de influencia e interés. Al clasificar a los interesados (stakeholders), el gerente del proyecto está en una mejor posición para utilizar su tiempo más eficientemente en el desarrollo de las relaciones y las comunicaciones del proyecto con los más importantes (Siles y Mondelo, 2012).

Dado que los interesados (stakeholders) son personas u organizaciones cuyas influencias (a favor o en contra) pueden afectar la finalización exitosa del proyecto, es altamente recomendable tener un plan de gestión de los interesados (stakeholders) que se traduzca en un plan de comunicaciones del proyecto (Siles y Mondelo, 2012).

El proceso para desarrollar la matriz de interesados (stakeholders) se inicia con la identificación de las agencias o personas que suministran la información que se necesitará como entradas del proceso, las técnicas o herramientas y, finalmente, las salidas que serán usadas por clientes o usuarios de los resultados del proceso (Siles y Mondelo, 2012).

### **La identificación de interesados (stakeholders)**

La identificación de interesados (stakeholders) consiste en seleccionar a todas las personas, los grupos o las entidades que serán impactados de alguna manera por el proyecto o su resultado. Esto implica no solo identificar a quienes recibirán beneficios del proyecto, sino también a quienes serán impactados

negativamente por este. Como sucede en todo tipo de intervención social, no todos los proyectos de desarrollo son recibidos positivamente, siempre existen personas, grupos o instituciones que se opondrán por diversas razones que responden a un amplio rango que va desde motivos políticos o económicos hasta sociales, religiosos, etcétera (Siles y Mondelo, 2012).

En cada proyecto existe un grupo de interesados (stakeholders) claves cuyo nivel de influencia puede impactar significativamente en el éxito del proyecto. Por esta razón, el gerente del proyecto y el equipo deben identificar a los interesados (stakeholders) al inicio del proyecto y determinar las estrategias de gestión de cualquier influencia negativa o las estrategias para maximizar su colaboración y apoyo (Siles y Mondelo, 2012).

En cuanto al impacto de los stakeholder en las empresas, no todos los stakeholders tienen el mismo grado de influencia sobre las decisiones estratégicas de una empresa, además, no todos se benefician o perjudican de la misma manera por los resultados de esta (Tomas, 2020).

Según Tomas (2020): “para poder valorar el impacto de un stakeholder en concreto sobre la empresa, debemos tener en cuenta dos factores: el impacto sobre los proyectos de la empresa y su actitud o postura hacia los mismos” (párr. 2).

Como hemos visto anteriormente, algunos stakeholders tienen un impacto determinante en la definición, ejecución, aceptación y gestión de los planes de la empresa, mientras que otros son más secundarios o sustituibles. Por ejemplo, los proveedores suelen ser reemplazables, pero si una administración pública no

concede una licencia de actividad, no suele haber margen para actuar (Tomas, 2020).

De la misma manera, no todos los stakeholders se ven impactados de igual manera por la actividad de la empresa. Los propietarios, trabajadores y accionistas están muy ligados al éxito o al fracaso del negocio, mientras que, en otros actores, como los medios de la comunicación, el impacto es mucho más residual (Tomas, 2020).

En cuanto a la actitud o postura hacia los proyectos de la empresa, debemos tener en cuenta que hay stakeholders que se ven beneficiados por los buenos resultados de la empresa y otros que tienen una relación antagónica. Por ejemplo, los accionistas entrarían dentro de la primera categoría y las empresas de la competencia dentro de la segunda (Tomas, 2020).

### **Medir**

Medir corresponde a la segunda etapa del ciclo DMAIC. Lo esencial aquí es medir las variables críticas de calidad (CTQ) identificadas en la etapa anterior (Definir), para obtener datos que nos permitan conocer cuál es el comportamiento y desempeño del proceso que está bajo estudio (León y Ferreiro, 2020).

Medir un proceso susceptible de mejora es útil y necesario para caracterizarlo y comprender cómo está funcionando, obtener datos precisos para evaluar su rendimiento o capacidad, y contrastar teorías sobre los condicionantes y las pautas de variación que ocasionan defectos. Mencionamos una cita de Lord Kelvin:

A menudo digo que cuando podemos medir aquello de lo que estamos hablando, y expresarlo mediante números, sabemos algo acerca de ello, cuando no podemos expresarlo mediante números, nuestro conocimiento es escaso e insatisfactorio; puede ser un principio de conocimiento, pero apenas avanzamos todo lo que debemos hacia el estado de la Ciencia (Mayoral y Morales, 2022).

## **Herramientas**

### **Diagrama columnar y multicolumnar**

En el diagrama de flujo se representan todos los pasos, las secuencias y las decisiones de un proceso o flujo de trabajo. Si bien, hay muchos tipos diferentes de diagrama de flujo, el diagrama básico es un mapa de procesos en su forma más simple. De tal manera que es una herramienta muy potente que se puede aplicar en muchos campos diferentes para la planificación, visualización, documentación y mejora de los procesos (Asana, 2022).

Según lo que dice Gaskin (2022), “los diagramas de flujo son usados ampliamente en el área de la programación de computadoras, pero también sirven para visualizar una organización, tarea laboral o proceso de negocios” (párr. 3).

Para Gaskin (2022), también “todo tipo de empresas pueden usar diagramas de flujo para sus propósitos internos y externos” (párr. 7).

### **Mapeo del proceso**

Value Stream Mapping (VSM)

Son formas especializadas de diagramas de flujo, en los que se representan el paso a paso de un proceso por medio de flechas mostrando el orden en que ocurren los pasos (Biscontini, 2017, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019). En español se conoce como mapeo de flujo de valor y cada paso se califica de acuerdo con el grado de valor que le dan los clientes a un producto a través de su percepción, es decir, es una herramienta visual y se enfoca en el punto del proceso en el que se pueden obtener los mejores resultados (Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019).

Shankar y Kumar (2015) (citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019) dicen que el mapeo de flujo de valor es ahora explorado en todo el mundo, en muchas empresas para planificar estratégicamente y ofrecer un punto de partida para cualquier transformación e implementación *Lean*. Además, debido a su capacidad de presentar de manera transparente el estado “tal como está” de un proceso y simular el impacto de posibles mejoras ha sido ampliamente adoptado como una de las herramientas clave en la metodología de “producción ajustada”. De tal manera que mapea no solo los flujos de material, sino también los flujos de información que señalan y controlan la producción (Braglia, Carmignani, y Ai, 2006, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019).

Asimismo, también se tiene el *Production Variety Funnel* o embudo de variedades de producción, el cual permite que la persona que está realizando el mapeo comprenda cómo opera la cadena de suministro y la complejidad de esta. Dicho proceso de mapeo ayuda a los potenciales clientes de investigación a

comprender las similitudes y diferencias entre su industria y otra que pudo tener mayor investigación previa. El enfoque puede ser útil para ayudar a decidir dónde apuntar a la reducción de inventario y realizar cambios en el procesamiento de productos. También, es útil para obtener una visión general de la cadena de suministro que se está estudiando (citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019).

Los beneficios reportados con mayor frecuencia en los procesos de *manufacturing* son la reducción de inventario, la reducción del tiempo de entrega, la reducción del tiempo del ciclo y la reducción de la mano de obra. Además, en los procesos administrativos de atención médica están relacionados no solo con la mejora del proceso (reducción de tiempos), sino también con la eficiencia de los recursos involucrados en este proceso (quejas de clientes reducidas y empleados con horas extras) (Wenchi *et al.*, 2017, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019).

Knoll y Prügmeie (2019, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019) mencionan tres limitaciones que puede llegar a tener el VSM. El primero tiene que ver con la complejidad del producto o proceso, ya que hay muchos procesos en la producción y subconjuntos que pueden ser complejos a la hora de visualizarlos por medio de un mapeo. El segundo hace referencia al nivel de dificultad para encontrar la información, dado que el tiempo dedicado a la construcción del mapeo y el nivel de esfuerzo tienden a ser la etapa más costosa de la herramienta. El tercero, dado que el VSM es un método estático basado en lápiz y papel, su nivel

de precisión y su capacidad para capturar dinámicas son limitadas. (Braglia, *et al.* 2006, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019)

Sumado a ello, Carmignani (2017, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019) menciona que el VSM no es posible aplicarlo a todas las organizaciones. Si la organización es de producción tiene éxito, pero si se aplica a procesos de gestión diferentes a este con parámetros diferentes, es ineficaz. Además, no tiene en cuenta la cuestión económica que puede tener un área del proceso en particular. Finalmente, asegura que por ser un modelo de flujo lineal no es posible analizar actividades externas al flujo.

Cuando el proceso de producción requiere el análisis de cada ítem que hace parte del proceso, dificulta la obtención de información, es decir, cuando hay gran variedad y poco volumen la selección de familias de productos es difícil, la visibilidad es limitada como resultado del desempeño de muchos pasos en una sola máquina automatizada o los procesos de producción y la información de producción podrían estar mal definidos a nivel individual (Brown, Amundson y Badurdeen, 2014, citado en Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019)

Se debe recordar que todas las herramientas del *Lean Manufacturing* tienen limitaciones, por eso es importante saber cuál herramienta es la mejor para implementarla, en este punto el equipo o la persona encargada de realizar e implementar el modelo de gestión debe tener conocimiento y experticia sobre el tema (Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F., 2019).

### **Simulación de procesos**

La simulación la define Castro (2017, citado en Cruzado, 2020) como: “la representación de un proceso o fenómeno mediante otro más simple, que permite analizar sus características” (p. 18).

Actualmente, Condori (2016, citado en Cruzado, 2020) “explica que el uso de la simulación se ha aumentado dentro del ámbito industrial y comercial, producto del desarrollo de las computadoras, las que constituyen una valiosa herramienta para aplicar esta técnica” (p. 6).

Botero y Acevedo (2013, citado en Cruzado, 2020) indican que “la elaboración y aplicación de la simulación acelera la comprensión del proceso industrial y permite explicar, capacitar, mejorar y probar cualquier posible situación o cambio en el sistema” (p. 3).

En otras palabras, la simulación es la manera como se aproxima el modelo a la realidad que se busca representar. Para lograr esto se puede recurrir a una serie de modelos de simulación agrupados en varias clasificaciones, sin embargo, para el desarrollo de este artículo solo interesan los que se agrupan dentro de la clasificación de modelos discretos. Esta clasificación obedece al tipo de variable que se utiliza, la cual se limita solo a algunos valores específicos definidos por la presencia o ausencia de algún atributo, lo que es lo mismo, se orienta a un conjunto finito de valores (Madrigal, 2021).

Madrigal (2021) indica que dentro de las principales ventajas de elaborar modelos de simulación se encuentran las siguientes:

- Permite evaluar todos los aspectos para la toma de decisiones necesarios para apreciar el impacto de los cambios o adiciones, antes de implementar un sistema.
- Facilita el explorar nuevas políticas y procedimientos sin interrumpir la operación de los procesos del sistema real.
- Logra presentar un proceso en la escala de tiempo que se requiera, acelera o disminuye su marcha y se obtiene información más o menos detallada según se necesite.
- El análisis de resultados y condiciones permite dilucidar el origen de algunas situaciones.
- Con un modelo válido de simulación se pueden explorar diferentes posibilidades de comportamiento de un sistema.
- Hace factible diagnosticar problemas presentes en los procesos de producción.
- Puede poner de manifiesto en qué proceso se produce una demora del sistema.
- Identifica restricciones o cuellos de botella en un proceso.
- Visualiza el plan de trabajo.
- Ofrece un punto de vista objetivo y racional para la propuesta de cambios y prepara los procesos para estos cambios.

- La inversión resulta más baja con relación a los costos de implementación de los cambios.

- Ayuda en la obtención de requerimientos específicos de un sistema.

Madrigal (2021), también sugiere que dentro de las posibles desventajas de utilizar la simulación se encuentran las siguientes:

- En situaciones complejas requiere equipo costoso y la obtención de los resultados puede tomar un tiempo considerable.

- Por ser una aproximación del sistema real no genera necesariamente las soluciones óptimas para los problemas.

- El usuario debe generar las condiciones y restricciones. • Se requiere de equipo informático, software especializado y del conocimiento y entrenamiento necesarios para poder aplicarlo.

- Por ser un enfoque iterativo de ensayo y error puede generar diferentes soluciones. Los sistemas de simulación son medios para producir una aproximación de la realidad, pero no para reemplazarla, de aquí que será conveniente su utilización si se hace de manera adecuada y conociendo sus limitaciones y particularidades (Madrigal, 2021).

### **Diagrama Pareto**

Carro (2018), dice que “el Diagrama Pareto es utilizado para determinar prioridades para ciertas actividades que impulsen el control total de la calidad. Es

una gráfica de barra que muestra la frecuencia relativa de problemas en un proceso. (p.25).

Carro (2018), también sugiere que “el Diagrama Pareto ordena las causas según su importancia de mayor a menor, lo que muestra claramente que algunas destacan mucho más que las otras (p.25).

Según Tinoco (2013) “un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones cuando su dispersión es menor que la distancia entre las especificaciones (límite superior e inferior)” (p. 70).

### **Analizar**

En esta tercera etapa, Carrillo y Vargas (2022) indican lo siguiente: “ante los resultados obtenidos en la etapa anterior, se lleva a cabo un análisis donde se llega hasta las causas primeras que han originado el problema” (p. 9).

### **Herramientas**

#### ***Benchmarking***

¿De qué sirve mirar a los competidores si no se sabe qué hacer con lo que se ve? Aquí aparece la idea del benchmarking. Que, aunque recuerda a un método de espionaje, en realidad es una técnica de mejora continua que ayudará a dar con la ventaja competitiva sobre la competencia (Bayés, 2022).

El *benchmarking* es el proceso de crear, recopilar, comparar y analizar indicadores claves que permitan medir el rendimiento de los procesos y las funciones más importantes dentro de una empresa. Dichos indicadores se conocen

como “benchmarks” y sirven como un estándar de éxito empresarial (Rosgaby, 2018).

Para Rosgaby (2018) el benchmarking es una actividad continua debido a que el mercado está constantemente en transformación y es importante conocer cómo las empresas responden ante esto, y cómo lo hacen las corporaciones líderes de cada mercado.

Incluso, se podría decir que tampoco es una metodología para reducir costos: hacer un *benchmarking* requiere de recursos económicos, humanos y tecnológicos para obtener y analizar la información. Por lo que su ejecución no es económica, pero si puede ayudar a aprovechar el capital de trabajo en un futuro (Rosgaby, 2018).

Rosgaby (2018) indica que no es proceso rígido: el *benchmarking* debe ser flexible para incorporar nuevas formas y vías de obtener información. Además es importante acotar que un estudio completo de *benchmarking* es aquel que evalúa los indicadores seleccionados tanto interna, como externamente, es decir, dentro de la misma organización que está desarrollando el benchmarking, como de aquellas que son líderes en su mercado, sean competencias o no (Rosgaby, 2018).

### **Etapas del *benchmarking***

En Hosting Plus (2021) se establece que el desarrollo de una estrategia de *benchmarking* es un proceso que debe planificarse conscientemente, puesto que se desarrolla mediante las siguientes etapas:

- Seleccionar la empresa o empresas que serán objetivos del estudio comparativo. También es necesario definir qué objetivos se persiguen con el benchmarking.
- Asignar un equipo encargado de realizar el estudio y análisis, dotándoles de las herramientas y recursos necesarios.
- Buscar y definir las fuentes y canales de información que se utilizarán durante el proceso. En esta etapa es habitual establecer las métricas y KPI (métricas alineadas a objetivos) que se utilizarán durante el benchmarking.
- Organización y análisis de todos los datos recabados para poder elaborar informes y proponer acciones de mejora.
- Aplicar las mejoras a la empresa obtenidas durante el proceso de benchmarking.
- Evaluar el éxito del benchmarking monitorizando su aplicación.

(Hosting Plus, 2021)

### **Beneficios del benchmarking**

Con base en Hosting Plus (2021) las ventajas del *benchmarking* son numerosas, debido a que se conoce cómo lo están haciendo los competidores para estar en una buena posición en el mercado, esto permitirá aplicar el conocimiento en beneficio propio.

Ventajas: no hay restricciones aparentes en su aplicación, realiza pronósticos útiles y en ese sentido da más tiempo para actuar; ayuda a elegir mejores

estrategias puesto que guarda el registro de los efectos de las prácticas llevadas a cabo por las empresas, incentiva la mejora constante, establece objetivos e incentiva la planificación sostenida, registra tendencias en los mercados y aprovecha oportunidades (Máxima, 2019).

Para Máxima (2019), incluso, existen desventajas, por ejemplo: las posibles violaciones a la privacidad, el alto costo en el que se puede llegar a incurrir, por lo que se considera su aplicación en situaciones trascendentales o de urgencia para el negocio.

Dato histórico del *benchmarking*: el benchmarking fue utilizado por *Xerox Corporation* con el fin de aventajar a su competencia japonesa; resulta que, en 1979, Ricoh, Canon y otras compañías japonesas empezaron a vender fotocopias en Estados Unidos a precios mucho más económicos que los mismos costos de producción de Xerox, lo cual terminó arrojándola a una crisis competitiva (Máxima, 2019).

De tal manera que, para resolver la situación, Charles Christ (presidente de Xerox en ese momento) envió a un par de empleados a analizar los procesos, los métodos, los materiales y el producto de un afiliado de la corporación -Fuji-Xerox-. El diagnóstico determinó el retraso que tenía Xerox con respecto a las nuevas empresas, por lo que se establecieron rápidamente nuevos objetivos. Así, Xerox se embarcó en el *benchmarking* con resultados más que positivos. Se disminuyeron los defectos de manufactura, los costos y el tiempo de fabricación (Máxima, 2019).

Según More Steam (2021) se pueden usar diferentes herramientas, dos de ellas son las siguientes: Diagramas de Causa y efecto y cinco porqués. Además, indica, que el diagrama de causa o *Ishikawa* se utiliza para identificar todas las causas fundamentales que pueden estar ocasionando un problema. Esta metodología se puede utilizar en cualquier tipo de problema y el usuario puede adaptarla a las circunstancias.

### **Matriz de Priorización**

Según Quiroa (2021), “la matriz de priorización es una herramienta que permite comparar y seleccionar entre ciertos problemas o soluciones las prioridades para tomar una decisión” (párr. 4).

Una matriz de prioridades es una herramienta de análisis de tareas del proyecto, que se utiliza principalmente con otras herramientas de gestión de procesos empresariales. También se utiliza con las técnicas de Six Sigma para evaluar las opciones con la utilización de ciertos criterios y decidir dónde debe concentrarse la gente de negocios (Das, 2022).

De tal manera que es un sistema que facilita la toma de decisiones y que garantiza que se emprenden acciones basadas en criterios de utilidad objetiva. Ayuda a conocer cuáles son las formas de actuar más rentables y beneficiosas en un caso concreto. Se utiliza en múltiples contextos, que pueden incluir desde la compra de material en una empresa, a la contratación de personal para un proyecto concreto o para ayudar a los gerentes de proyectos a determinar qué problemas deben resolverse primero para cumplir con los objetivos (Martín, 2018).

## **5 porqués**

El método de análisis de los 5 porqués se utiliza para superar los síntomas y comprender la verdadera causa raíz de un problema. Se dice que solo preguntando "¿Por qué?" cinco veces, sucesivamente, puede ahondar en un problema lo suficientemente profundo como para comprender la causa raíz última. Para cuando llegue al 4º o 5º por qué, es probable que esté analizando directamente las prácticas de gestión (es posible que se requieran más de 5 por qué para problemas complejos). Esta metodología está estrechamente relacionada con el diagrama de Causa y Efecto y se puede utilizar para complementar el análisis necesario para completar un diagrama de Causa y Efecto (More Steam, 2021).

### **Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial (AMEF)**

El AMEF (FMEA por sus siglas en inglés) resulta ser un registro sistemático y disciplinado de observaciones y consideraciones, orientadas a la identificación y evaluación de fallas potenciales de un producto o proceso, junto con el efecto que pueden provocar, con el fin de establecer prioridades y decidir acciones para reducir las posibilidades de rechazo, por lo que es favorable en el aspecto de confiabilidad del producto o proceso (Reyes, 2007, citado en Montalban-Loyola, 2015).

### **¿Cuándo se debe implementar el AMEF?**

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera que considerar implementarlo no requiere de condiciones específicas de las operaciones. Sin embargo, pueden detectarse situaciones en las cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Etapas de documentación de procesos y productos.
- Etapas de recopilación de información como recurso de formación.
- Por exigencia de los clientes.

El AMEF es por excelencia la metodología propuesta como mecanismo de acción preventivo en el diagnóstico y la implementación del *Lean Manufacturing*. Este se activa por medio de los indicadores cuando se requiere prevenir la generación de problemas (Salazar, 2019).

### **Ventajas potenciales de AMEF**

Según Salazar (2019) este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, a continuación, el ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.

- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Generar Know-how.
- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos (Salazar, 2019).

### **Análisis 360**

Para Coindreau (2022) “la Evaluación 360 Grados es el conjunto de retroalimentación sobre competencias profesionales y personales que recibe un colaborador por parte de sus compañeros de trabajo, que sirve como apoyo para identificar sus principales fortalezas y áreas de oportunidad” (párr. 5).

Además, Coindreau (2022) indica también que “la razón por la cual se le llama 360 es porque incluye la autoevaluación del colaborador evaluado y además las evaluaciones de sus compañeros de trabajo, incluyendo al Líder Inmediato, Pares, Reportes y Clientes” (párr. 7).

Asimismo, Coindreau (2022) afirma que a diferencia de las evaluaciones de desempeño anuales que califican a los colaboradores en el cumplimiento de objetivos y resultados medibles, este tipo de evaluación se centra en las competencias profesionales y personales, las cuales son fundamentales para estas responsabilidades.

## **Mejorar**

En esta cuarta etapa se tiene que evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas, asegurándose que se reducen los defectos (la variabilidad). En donde Cotrina (2016, citado en Silador y Utrera, 2021) menciona que, en la etapa de mejora, el equipo de trabajo en base al conocimiento y su experiencia trata de establecer la relación de causa y efecto con el fin de pronosticar, perfeccionar y optimizar el proceso; para ello se aplica una solución a pequeña escala en un ambiente real de negocio, con el objetivo de medir el resultado cuantificable positivo y que asegure que en el momento de ser implementada por completo sea proactiva.

En la cuarta fase Mejorar se generan las posibles alternativas de solución para la mejora de procesos, con la utilización de la simulación. Posteriormente, se utilizan las técnicas de toma de decisiones multiatributo para ordenar estas alternativas, en el cual se considera el conjunto de criterios emitidos por los expertos y se selecciona la mejor. (Ríos, 2016, citado en Silador y Utrera, 2021).

### **Análisis 360 de la solución**

La herramienta 360 de solución, es una adaptación a la de 360 de evaluación de desempeño. Lo que busca es, precisamente, ver como interactúa la solución con respecto a cada uno de los contextos (Pasado, Futuro, Cultura y Resultados)

### **Plan de implementación**

Un plan de implementación es un documento en el que se describe cómo se ejecutará el plan de negocio y pondrá en funcionamiento el negocio. La idea es que

con el plan de implementación se haga realidad el negocio y que comience a funcionar y a lograr sus primeros clientes (Planner, 2020). Además, determina que “su objetivo es mostrar que existe un rumbo claro y que el proyecto de negocio está bajo control” (Planner, 2020, párr. 3).

### **Los pasos para implementar una estrategia de proyectos**

Su implementación requiere del desarrollo de procesos creados con las partes interesadas, además del conocimiento pleno de las compañías que lo realizarán. Para ello, se debe considerar la misión, visión, políticas y factores externos a la organización. Aunado a esto la Alta Gerencia debe desarrollar la estrategia al mismo tiempo que identifica oportunidades de negocios. Estas, previa evaluación, serán seleccionadas para, posteriormente, convertirse en casos de negocio u otros documentos (Esan, 2018).

De ellos pueden resultar uno o más negocios adicionales que proporcionen productos, servicios o resultados que generan beneficios; estos últimos son determinados por la Alta Gerencia de la empresa, que utilizará los entregables del proyecto para lograr que estén alineados con la estrategia del negocio. En este sentido, el experto resalta los pasos de implementación de una estrategia de proyectos:

- Definir la estrategia de negocios.
- Identificar las oportunidades existentes en ella.
- Seleccionar la estrategia de proyectos en base a ello.

- Considerar los beneficios que tendrán cada oportunidad y cada estrategia (Esan, 2018).

De esta manera, implementar una estrategia de proyectos permitirá a las organizaciones relacionar los resultados del proyecto con los objetivos del negocio. Asimismo, podrán competir de una manera más eficaz en los mercados y generar valor agregado para incrementar los beneficios. Todo ello responde en forma sistémica a los cambios en el entorno empresarial sobre los proyectos, mediante una adecuación de los planes para la gestión de este (Esan, 2018).

### **Beneficios de contar con un plan de implementación**

Para Asana (2022) la planificación de la implementación tiene muchos beneficios, y es el éxito del proyecto el más importante de todos. Al implementar un plan de proyecto se establece una hoja de ruta para ejecutar el proyecto sin inconvenientes.

Otros beneficios de tener un plan de implementación:

- Una mejor comunicación entre los miembros del equipo y los participantes clave
- Una mejor organización y gestión de los recursos
- Responsabilidades más claras para todos los colaboradores del proyecto
- Cronograma y flujo de trabajo diario más estructurados

Colaboración simplificada entre los miembros del equipo (Asana, 2022).

Pasar directamente a la fase de ejecución sin un plan de implementación es como subir al escenario para dar un discurso sin haber preparado lo que se dirá. La preparación es clave para un rendimiento óptimo (Asana, 2022).

## **Control**

Mantilla y Sánchez (2012) indican que “la última etapa trata sobre el control de las implementaciones, esto puede definir el éxito y la permanencia de las mismas, y también la incorporación de la empresa en un proceso de mejoramiento continuo” (p.40).

Para mantener la mejora Mantilla y Sánchez (2012) recomiendan lo siguiente:

- Validar los resultados de las mejoras implementadas, antes de formalizar los cambios que han implicado las implementaciones se hace necesario validar los resultados, ya que se pueden presentar situaciones donde el resultado de la mejora no sea el esperado y se deban realizar ajustes.
- Documentación y estandarización: realizada la validación y los cambios necesarios, se recomienda avanzar a un proceso de documentación y estandarización, con el propósito de que se hagan más homogéneos los resultados y se facilite la administración y el control.
- Institucionalización: estando definidos, documentados y estandarizados los procedimientos, estos deben comunicarse e implementarse de forma permanente en toda la organización. La

institucionalización implica volver a implementar una filosofía, guía, herramienta y/o metodología de trabajo permanente.

- Control: finalmente es recomendable establecer los canales de comunicación y controles que permitan dar seguimiento al proceso, para lo cual se recomienda la auditoría, ya sea interna, externa o de ambos tipos. La auditoría es una herramienta que facilita el control de las implementaciones y también retroalimenta el sistema para el mejoramiento continuo (p.40).

## **Herramientas**

### **Plan control de Semáforo**

La Gestión del Riesgo se entiende como una de las mejores prácticas que actualmente se llevan a cabo en todo tipo de organizaciones. En el Instituto Nacional de Cancerología E.S.E. es considerado un procedimiento del nivel estratégico que trasciende a toda la institución, por ende, a los procesos estratégico, misionales y de apoyo, necesario para minimizar la vulnerabilidad, reducir la incertidumbre y aumentar la probabilidad de alcanzar los objetivos del Plan de Desarrollo Institucional mediante un enfoque preventivo y a través del tratamiento eficaz de los riesgos. (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2022).

Como se trata de un proceso sistémico, sistemático y cíclico dentro de la organización, está compuesto por etapas, todas ellas interrelacionadas en el siguiente proceso:

1. Establecer el contexto

2. Identificación de los riesgos

3. Valoración De Riesgos

3.1 Análisis de los riesgos

3.2 Evaluación del riesgo

4. Tratamiento del riesgo

5. Monitoreo, seguimiento y revisión

6. Comunicación y Consulta (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2022).

La Gestión de Riesgos se constituye en un tema primordial en el quehacer institucional, al permitir de una forma sistemática, objetiva y mensurable la identificación, análisis, evaluación, administración y revisión de la probabilidad de que ocurran eventos, que tendrían consecuencias (negativas primordialmente) sobre el debido cumplimiento de los objetivos institucionales (TEC, s.f.).

La Gestión del Riesgo Institucional, se vincula al proceso de la formulación del Plan Anual Operativo, por ende, la Valoración de Riesgos es realizada a partir de la formulación de los Planes de Acción de las Vicerrectorías, Dirección de Sede y Centros Académicos, vinculados al Plan Estratégico Institucional, según corresponda (TEC, s.f.).

La valoración de riesgos es aplicada a todas las metas estratégicas y operativas, con excepción de la meta de funciones ordinarias y la meta relacionada

con el equipo y la infraestructura, de forma tal que las dependencias o grupos consultivos identifiquen los posibles eventos que podrían influir en el cumplimiento de estas (TEC, s.f.).

### ***Checklist***

Salamanca (2019) indica que “una lista de verificación o checklist no es más que la enumeración de una serie de ítems que aparecen agrupados con el fin de verificar su cumplimiento y así alcanzar algún objetivo concreto (p. 1).

Las listas de comprobación o *checklist* son una herramienta de control. Por lo que sirven para verificar los asuntos pendientes y resueltos, y pueden aplicarse a las labores diarias de un trabajador, lo mismo que a los procesos y subprocesos en marcha en un área entera de trabajo (Equipo editorial Etecé, 2022).

Los ítems de un *checklist* representan en general aquellas labores de importancia que ameritan ser verificadas, o sea, que no pueden dejarse a la memoria. Así, es posible después acudir a la lista para comprobar qué cosas están resueltas y cuáles están pendientes todavía (Equipo editorial Etecé, 2022).

El uso de la herramienta permite a los funcionarios y colaboradores realizar todas sus tareas con excelencia, sin omitir ningún paso. Esto garantiza un trabajo más ágil y efectivo, además de promover otros beneficios, tales como: seguridad para trabajadores y clientes, productos de calidad, prevención de pérdidas, entre otros (Silva, 2020).

## **Comunicación**

La comunicación con los colaboradores es fundamental para el desarrollo de la empresa y el cumplimiento de los objetivos establecidos. No se puede alcanzar el éxito si no existe una vía fluida de información entre el equipo y sus líderes, por ende, se deberá estructurar estos canales de forma tal que no salga perjudicada la organización (Rodríguez, 2022).

### **La comunicación interna**

Esta es la que se produce en el interior de la empresa, entre los miembros que forman parte de ella, tanto a través de los canales formales establecidos para ello (reuniones internas, correo electrónico, intranet, redes sociales corporativas), como a través de las diferentes redes sociales y relaciones personales entre los miembros de esta. En muchos casos, no se le da la importancia que merece. Por lo que resulta vital para fomentar la participación y el compromiso de las personas que forman parte de la organización. Asimismo, es importante fortalecer una identidad corporativa interna, en la que todos los integrantes de la empresa se sientan identificados con la marca, antes de poder lanzar a los clientes una imagen corporativa consistente. (Campos, 2020)

Ventajas de mantener una buena comunicación:

1. Aumenta la productividad de los empleados y los procesos
2. Disminuye la rotación de empleados, el turnover
3. Incrementa la satisfacción, lo que contribuye a un ambiente de trabajo saludable

4. Fomenta el intercambio de conocimientos entre empleados
  5. Agrega mayor credibilidad y transparencia a la comunicación empresarial
  6. Optimiza el trabajo en equipo
  7. Alinea la visión, misión y valores de la empresa con los empleados
  8. Reduce el ruido de la comunicación
  9. Incrementa el sentido de pertenencia en relación con la organización
  10. Alinea las expectativas con respecto al desarrollo profesional.
- (Cardozo, 2021).

### 3 Marco metodológico

#### 3.1 Tipo de investigación

Esta investigación es cuantitativa, ya que se recolectó y analizó datos numéricos con la idea de demostrar cómo se encuentra el problema por medio de tendencias, gráficos y análisis estadísticos.

#### 3.2 Alcance de la investigación

La presente investigación se realiza por medio de un estudio explicativo, porque buscar explicar la causa de un problema y como se provoca o cuál es la causa que dos variables o más se relacionan.

### 3.3 Fuentes de información

En la Tabla 3, se observan cuáles fueron los medios que se utilizaron para recolectar la información del proyecto actual.

Tabla 3 Fuentes de información

Fuente primaria	Fuentes secundarias	Fuentes terciarias
Libros físicos Libros digitales Artículos de revistas científicas Tesis académicas Testimonios de expertos	Proyectos similares realizados en la empresa Benchmarking	Prácticas estándar corporativas

Nota: Documentos que se usaron para el desarrollo del proyecto. La fuente es elaboración propia.

### 3.4 Muestra

Se define la muestra de tres meses (junio, julio y agosto del año 2021) según la conveniencia de la persona experta.

- **Datos:**

Muestra: 88 vejigas

Nivel de confianza: 95 %

Probabilidad de éxito/ fracaso: 50 %

Margen de error: 10,45 %

### 3.5 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para este proyecto se utilizaron cuatro instrumentos, se describen a continuación:

- **MCM:** sistema que registra información de la máquina de curado, trabaja por medio de un algoritmo
- **Tarjetas CV:** esta permite registrar la información por medio de una técnica gráfica para evaluar los resultados obtenidos.
- **SAP:** se trata de un *software* que permite recolectar y procesar datos en una plataforma en tiempo real.
- **Gembas:** se trata de una técnica observación, preguntas y dar seguimiento.

### 3.6 Procedimiento metodológico de la investigación

1. Se plantea el capítulo 1 y se establece que el problema es buscar de qué manera se puede aumentar la vida útil de las vejigas en búsqueda de un beneficio económico en conjunto con esto se establece que el alcance del proyecto es una propuesta de mejora en el Departamento de Curado de la empresa Aleka S. A. Además, se presenta que la información de la empresa es confidencial, lo cual es la principal limitación. Se determinan cinco objetivos específicos en búsqueda de que nos ayude a responder el objetivo general.

2. Se definen los capítulos 2 ,7 y 8, se indica como se encuentra conformada la empresa Aleka S. A., como fue el inicio de la empresa y como está actualmente. También, que la empresa está compuesta por nueve departamentos de producción. Según los objetivos específicos se establece cuáles son variables, la definición conceptual de la variable, el indicador a usar y cual instrumento se va a utilizar. Se procede a realizar un respaldo teórico sobre el DMAIC, explicando la metodología y herramientas a utilizar según en la etapa que se encuentre, conjunto a esto se anota las referencias de donde se obtuvo la información.

3. Se propone el capítulo 3, en donde se realiza una investigación cuantitativa por medio un estudio explicativo, ya que se busca explicar cuál es la causa del problema. Por medio de diferentes fuentes de información entre ellos: libros, artículos, tesis, Benchmarking, prácticas corporativas, entre otras. Utilizando diferentes instrumento y técnicas de recolección de datos, tomando una muestra a conveniencia en la fecha establecida.

4. Desarrollar los capítulos 4,5 y 6, en los cuales se efectúan cada etapa del DMAIC, primero se realiza la primera etapa que es definir de que trata el proyecto, medir como se encuentra el problema y analizar las variables para proceder con la segunda etapa que es proponer o aplicar las mejoras que se establecieron y controlar, que la idea es buscar que se puede aplicar para que esa mejora se mantenga en el tiempo. Al final se procede a realizar las conclusiones y recomendaciones que se vieron en el proyecto.

5. Ajuste de capítulos 1,2,3 ,7 y 8, de tal manera que se realiza ajuste en la introducción, se actualiza la información del marco teórico con fechas más recientes, se corrige el marco metodológico, actualización de referencias y colocación de anexos.

## 4 Desarrollo

### 4.1 Definir

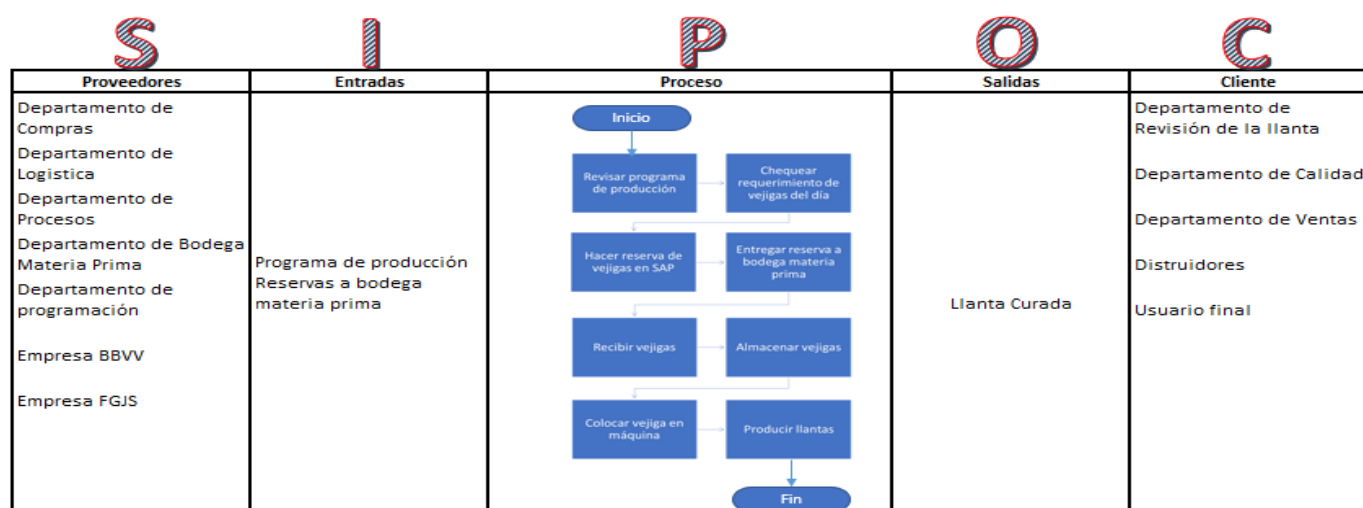
Problema: ¿De qué manera se puede aumentar la vida útil de la vejiga para obtener un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A?

Meta: Aumentar en un 15 % (225 a 258 curas) la vida útil de las vejigas que se utiliza para lograr transmitir el calor a la llanta para que esta se cure de manera uniforme en el departamento de Curado para el segundo semestre del 2022.

#### 4.1.1 SIPOC

Se aplicó la herramienta SIPOC para identificar las entradas y salidas de los procesos del consumo de vejigas, con el fin de analizar los proveedores, los procesos involucrados y conocer los clientes.

Figura 11. Diagrama SIPOC



Nota: en el diagrama SIPOC se encuentra desde los proveedores hasta los clientes del proceso. La fuente de la figura es elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

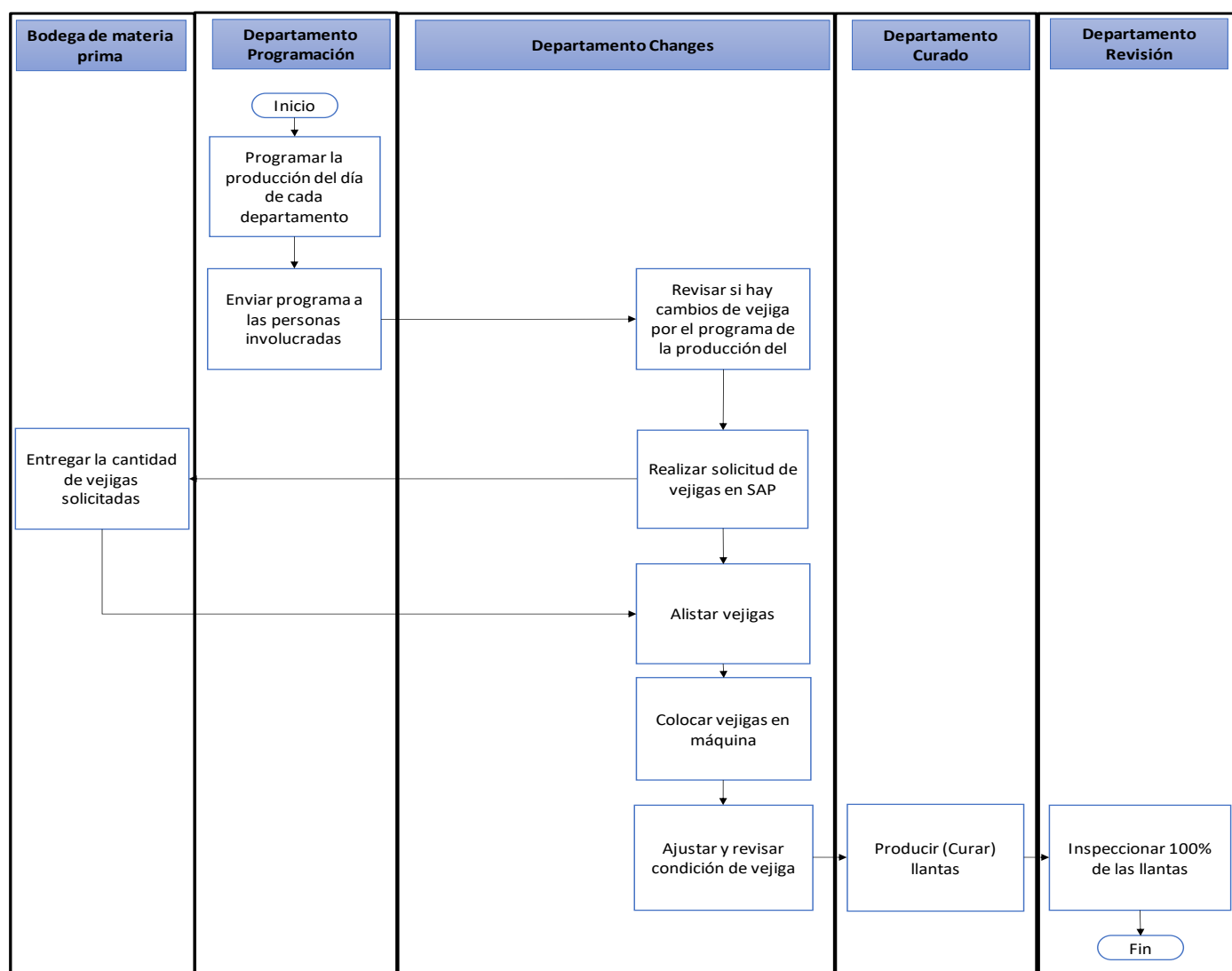
En la Figura 11 se observa lo siguiente:

- Proveedores: cuenta con 7 proveedores entre ellos: Departamento de compras, logística, procesos, materia prima, programación y las empresas BBVV y FGJS.
- Entradas: cuenta con los siguientes:
  - **Programa de producción:** Indica que tipo de llantas se van a producir en cada máquina de curado, esto permite que el equipo de *change* revise si hay que hacer algún cambio de vejiga alguna máquina.
  - **Reservas de bodega de materia prima:** Solicitud de la cantidad de vejigas que se necesita al día, esto lo realiza el supervisor de *change* al departamento de materia prima.
- Proceso: se muestra cuáles son los procedimientos que se realizan.
- Salidas: al unir las entradas, insumos y realizar el proceso concluimos con el producto final que son llantas curadas.
- Cliente: se analizó que existen cinco clientes que son los siguientes: el departamento de revisión de la llanta, calidad, ventas, distribuidores y usuario final.

#### 4.1.2 Diagrama Columnar

En la ilustración 10 se muestra el diagrama de flujo del proceso de consumo de la vejiga. Se observa cuales son los procesos involucrados según los departamentos.

Figura 12. Mapeo del proceso de consumo de la vejiga



Nota: se muestra las actividades que se realiza en el proceso de consumo de la vejiga de la empresa Aleka S. A. La figura es de elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

#### 4.1.3 Partes interesadas

Se elabora una matriz en la cual están incluidas todas las partes interesadas internas para el proyecto, con la finalidad de que cada una se involucre en desarrollo para ser patrocinador del proyecto, por esa razón no se toma las partes interesadas externas.

Figura 13. Partes interesadas

#	Puesto	Departamento	Etiqueta	Necesidad	Influencia	Interés
1	Ingeniero Calidad	Gerencia de Calidad	Ingeniero	Verificación de condiciones de llanta y máquina	Media	Calidad de la llanta
2	Jefe de Calidad	Gerencia de Calidad	Jefe	Aprobación de las condiciones de llanta y máquina	Media	Calidad de la llanta
3	Ingeniero de procesos	Gerencia de Procesos	Ingeniero	Pruebas para aplicación de mejoras	Alta	Rendimiento de vejigas (Aumento de vida útil de bladder)
4	Jefe de Procesos	Gerencia de Procesos	Jefe	Aprobación de pruebas	Alta	Rendimiento de vejigas (Aumento de vida útil de bladder)
5	Jefe de Curado	Gerencia de Operaciones	Jefe	Seguimiento del proyecto Aprobación de mejoras	Alta	Rendimiento de vejigas (Aumento de vida útil de bladder) y ahorros en gastos del departamento
6	Supervisor de Changes	Gerencia de Operaciones	Supervisor	Aplicación de mejoras	Alta	Rendimiento de vejigas (Aumento de vida útil de bladder)
7	Ingeniero Mejora Continua	Gerencia de Operaciones	Ingeniero	Seguimiento y control de actividades de mejora	Media	Aumento de vida útil de las vejigas y reducción de gastos del departamento
8	Jefe de Mejora Continua	Gerencia de Operaciones	Jefe	Seguimiento y control de actividades de mejora	Media	Reducción de gastos de la empresa
9	Gerente de Operaciones	Gerencia de Operaciones	Gerente	Aprobación de requerimiento de materiales	Media	Aumento de vida útil de la vejiga y reducción de gastos para cumplir con el objetivo de la empresa
10	Operadores de Curado	Gerencia de Operaciones	Operadores	Comunicar si observan alguna desviación en el proceso	Alta	Producir mayor cantidad de llantas
11	Jefe de contraloría de planta	Gerencia de Finanzas	Jefe	Verificación de ahorros de gastos	Baja	Disminuir los gastos de la empresa
12	Especialista SR Costos	Gerencia de Finanzas	Especialista	Seguimiento de ahorro de gastos	Baja	Disminuir y controlar los gastos de la empresa

Nota: en la matriz se encuentra cuáles son las partes interesadas del proyecto. La fuente de la figura es de elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

En la matriz anterior (Figura 13) se puede observar:

- Puesto: Indica el cargo que desempeña con cada uno de los involucrados
- Departamento: al que pertenece cada uno de los interesados
- Etiqueta: como es llamado cada interesado
- Necesidad: lo que se requiere de cada uno de ellos para el desarrollo del proyecto
- Influencia: nivel de poder que se tiene con el trabajo a realizar
- Interés: es lo que cada uno de los interesados desean que se realice en el trabajo.

Para cada puesto, se realiza la siguiente tabla (Tabla 4), en la cual se brinda una puntuación de 1 (más bajo) al 10 (más alto), para poder así reflejar la influencia e interés que posee cada uno en el desarrollo del proyecto.

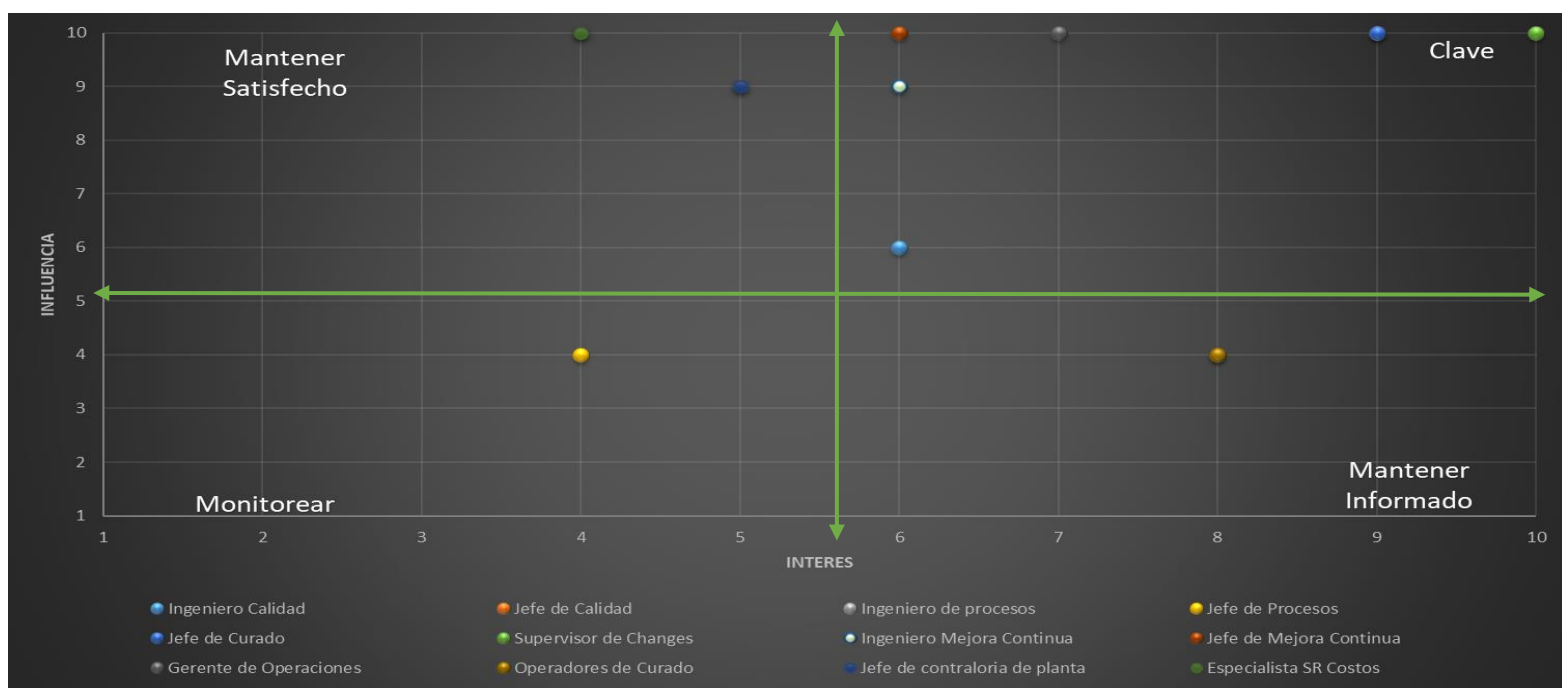
Tabla 4 Influencia e interés de partes interesadas

ID	Nombre	Influencia	Interés
1	Ingeniero Calidad	6	6
2	Jefe de Calidad	8	4
3	Ingeniero de procesos	9	10
4	Jefe de Procesos	4	4
5	Jefe de Curado	9	10
6	Supervisor de Changes	10	10
7	Ingeniero Mejora Continua	6	9
8	Jefe de Mejora Continua	6	10
9	Gerente de Operaciones	7	10
10	Operadores de Curado	8	4
11	Jefe de contraloría de planta	5	9
12	Especialista SR Costos	4	10

Nota: Se observa cuales son los puestos que tienen mayor influencia o interés en el proyecto. La tabla es de elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

Al tener los datos, se realiza una figura (Figura 14) que permite conocer la influencia y el interés según cada parte interesada.

Figura 14. Gráfico de influencia de las partes interesadas



Nota: se observa cuál es la posición de la parte interesada. La fuente es de elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

Tabla 5 Interpretación de las partes interesadas según la influencia e interés

Influencia	Característica	Involucrados
Clave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principal Grupo de Enfoque.</li> <li>• Personas que hay que mantener envueltas en las decisiones que se realicen.</li> <li>• Ellos deben de estar constantemente comunicados.</li> <li>• Sus requerimientos e intereses deben de estar bien definidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero de Calidad</li> <li>• Ingeniero de Mejora Continua</li> <li>• Gerente de Operaciones</li> <li>• Jefe de Curado</li> <li>• Supervisor de Changes.</li> </ul>
Mantener Satisfecho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación Regular</li> <li>• Áreas con interés y acuerdos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialista SR Costos</li> <li>• Jefe Contraloría de Planta</li> </ul>
Mantener Informado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener informados e involucrar en áreas de bajo riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador de Curado</li> </ul>
Monitorear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener informados a través de comunicados generales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de procesos</li> </ul>

Nota: tabla resumen de las partes interesadas. La fuente de la tabla es de elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

En la tabla 5 se muestra el resumen de cuál es la posición de cada parte interesada según el interés y la influencia.

#### 4.1.4 Plan de comunicación

Al conocer cuáles son las partes interesadas del proyecto se procede a realizar un plan de comunicación (Ver Tabla 6), con el fin de que se encuentren informados de los avances del proyecto y pueden brindar sus opiniones y recomendaciones.

Tabla 6 Plan de comunicación a las partes interesadas

Parte Interesada	Fase DMAIC	Tema	Medio	Cuándo	Responsable	Objetivo
Ingeniero Calidad	Implementar	Estatus del proyecto Indicar mejoras a implementar	Reunión	Semanal	Ing. Mejora Continua	Verificación de que las mejoras que se van a implementar no afecten la calidad de la llanta y condición de máquina
Jefe de Calidad	Implementar	Estatus del proyecto Indicar mejoras a	Presentación / Reunión	Mensual	Ing. Mejora Continua	Retroalimentación de las mejoras a implementar

		implementar y verificación de mejoras				
Ingeniero de procesos	Analizar Implementar	Estatus del proyecto Análisis de causas y propuesta de mejoras	Reunión	Semanal	Ing. Mejora Continua	Confirmación y revisión sobre el rendimiento de vejigas
Jefe de Procesos	Implementar	Estatus del proyecto Indicar mejoras a implementar y verificación de mejoras	Presentación / Reunión	Mensual	Ing. Mejora Continua	Retroalimentación de las mejoras a implementar
Jefe de Curado	Definir Medir Analizar	Estatus del proyecto	Reunión	Semanal	Ing. Mejora Continua	Aprobación de mejoras o apoyo con

	Implementar Controlar					otros departamentos para aplicar mejoras
Supervisor de Changes	Analizar Implementar	Estatus del proyecto Análisis de causas y propuesta de mejoras	Reunión	Semanal	Ing. Mejora Continua	Aplicación de mejoras
Ingeniero Mejora Continua	Definir Medir Analizar Implementar Controlar	Estatus del proyecto	Reunión	Semanal	Ing. Mejora Continua	Seguimiento de actividades de las fases y control de actividades y apoyo en utilización de herramientas ingenieriles
Jefe de Mejora Continua	Implementar Controlar	Estatus del proyecto	Presentación / Reunión	Mensual	Ing. Mejora Continua	Apoyo para aplicación de mejoras y utilización de herramientas ingenieriles

Gerente de Operaciones	Implementar Controlar	Estatus del proyecto	Presentación / Reunión	Mensual	Ing. Mejora Continua	Retroalimentación de las mejoras a implementar
Operadores de Curado	Implementar	Estatus del proyecto Mejoras encontradas	Conferencia	Quincenal	Jefe de Curado	Aplicar y retroalimentación de mejoras
Jefe de contraloría de planta	Controlar	Estatus del proyecto	Presentación / Reunión	Mensual	Ing. Mejora Continua	Retroalimentación y control en los gastos sobre las mejoras implementadas
Especialista SR Costos	Controlar	Estatus del proyecto	Presentación / Reunión	Mensual	Ing. Mejora Continua	Retroalimentación y control en los gastos sobre las mejoras implementadas

Nota: en la tabla se muestra cuáles son los medios que se van a usar para comunicar a las partes interesadas. La fuente de la tabla es de elaboración propia a partir de la información de Aleka S. A.

En la tabla anterior se indica:

- Parte interesada: El interesado en que se desarrolle el proyecto
- Fase DMAIC: En que etapa se involucra

- Tema: Información que se le va a brindar a las partes interesadas
- Medio: Forma de comunicación sobre los avances del proyecto.
- Cuando: cada cuanto se brindará la información
- Responsable: Quien será el encargado de ese trabajo
- Objetivo: Cual será la meta para desarrollar con esa parte interesada, en esa etapa.

## 4.2 Medir

### 4.2.1 Diagrama de flujo multicolumnar

Se realizó un diagrama multicolumnar, ya que permite conocer la secuencia de las actividades del proceso de cambio de vejiga (ver Figura 15). Además, se puede saber la cantidad de operaciones y si existe posibles retrocesos en los transportes.

Figura 15. Diagrama de cambio de vejiga




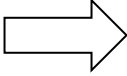

Cambio de vejiga							
Descripción de las actividades	Símbología					Tiempo	Unidad medida
Trasladar montacargas con la tarima de changes a la máquina						20	segundos
Bloquear y tarjear (seguridad)máquina						20	segundos
Colocar guantes de seguridad						20	segundos
Aflojar vejiga cavidad A						40	segundos
Aflojar vejiga cavidad B						40	segundos
Bajar pistones de ambas cavidades						20	segundos
Llevar montargas y acercar tarima a la altura de la vejiga de la cavidad A						120	segundos
Sacar la vejiga y colocarlo en la tarima						20	segundos
Bajar tarima con vejiga						30	segundos
Llevar montargas y acercar tarima a la altura de la vejiga de la cavidad B						120	segundos
Sacar la vejiga y colocarlo en la tarima						20	segundos
Bajar tarima con vejiga						30	segundos
Cerrar prensa						30	segundos
Llevar vejigas usadas al taller de changes						60	segundos
Buscar en el almacenamiento de vejigas del taller de change						60	segundos
Armar vejigas nuevas						360	segundos
Pulir anillos						120	segundos
Ventilar vejigas						60	segundos
Abrir máquina						30	segundos
Subir pistones de ambas cavidades						20	segundos
Colocar O-ring en pistón cavidad A						20	segundos
Colocar O-ring en pistón cavidad B						20	segundos
Acercar tarima a la altura del pistón cavidad A con el montarcargas						40	segundos
Colocar vejiga de cavidad A						20	segundos
Acercar tarima a la altura del pistón cavidad B con el montarcargas						40	segundos
Colocar vejiga de cavidad B						20	segundos
Alejar montarcargas de la máquina						20	segundos
Socar vejiga cavidad A						90	segundos
Socar vejiga cavidad B						90	segundos
Ajuste de alturas de las vejigas de ambas cavidades						120	segundos
Lubricar vejigas de ambas cavidades						180	segundos
Limpiar anillos de las vejigas y tapa inferior de los moldes						180	segundos
Calentamiento de vejigas						300	segundos
Desbloquear y quitar tarjetas de la máquina						20	segundos
Cambiar tarjetas de las vejigas						180	segundos

Nota: procedimiento de cambio de vejiga en máquina por empresa Aleka S. A. La

fuentes de la figura es de elaboración propia.

En el diagrama multicolumnar (Figura 15) cuenta con 26 actividades de operaciones, 2 actividades que son operaciones junto la inspección, 6 actividades de transporte y 1 actividad de almacenamiento. Además, se obtiene que el proceso de cambio de vejiga tiene una duración de 43 minutos (ver Tabla 7). Para resumir el diagrama multicolumnar se creó las siguientes tablas resúmenes (ver tabla 7 y tabla 8):

Tabla 7 Resumen de Diagrama Multicolumnar

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación		26
Inspección		0
Operación- Inspección		2
Transporte		6
Almacenamiento		1
	Total	35

Nota: resumen de la cantidad de operaciones, inspecciones, operación-inspección, transporte y almacenamiento que se realiza en el procedimiento de cambio de vejiga. La fuente es de elaboración propia.

Tabla 8 Resumen del tiempo del diagrama multicolumnar

Tiempo de ciclo en segundos	2580
Tiempo de ciclo en minutos	43

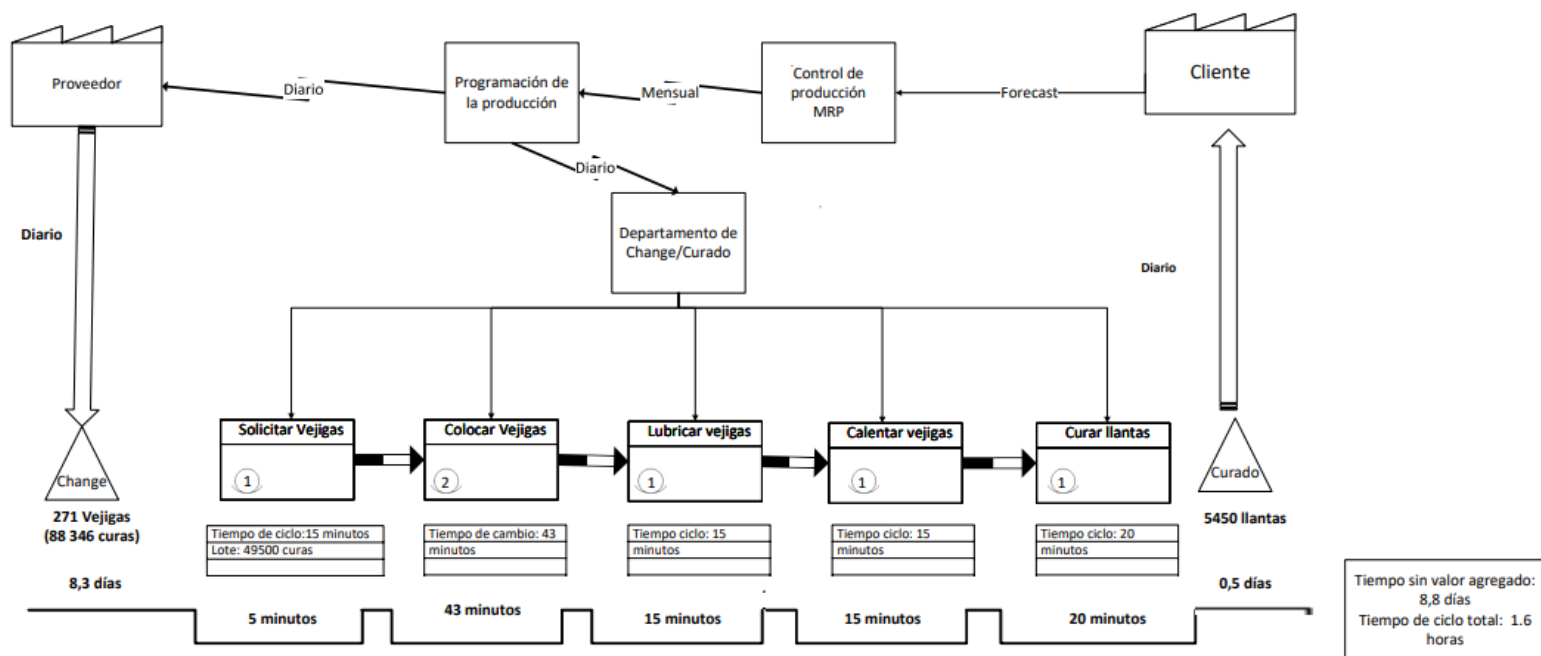
Nota: tiempo que se realiza en el procedimiento de cambio de vejiga. La fuente es de elaboración propia.

#### 4.2.2 Value Stream Mapping (VSM)

Con la representación gráfica del VSM nos permite analizar, visualizar y buscar mejoras de los procesos. En el VSM sobre la colocación de vejigas (ver Figura 16) se analiza cuáles son las entradas, inventarios, procesos, tiempo de ciclo y salidas. Al examinar el VSM se evidencia que se tiene un inventario alto de 8,3 días que equivale a 271 vejigas en el departamento de change, tomando en cuenta que promedio por día se colocan 34 vejigas.

Asimismo, es importante mencionar que el tiempo de ciclo del proceso (1,6 horas) no es considerado en los análisis, ya que no se encuentra dentro del alcance del proyecto de aumento de vida útil de la vejiga.

Figura 16. VSM colocación de vejiga actual



Nota: en el VSM se evidencia que existe un alto inventario de vejigas por empresa Aleka S. A. La fuente de la figura es de elaboración propia.

#### 4.2.3 Simulación del proceso

Con el fin de poder visualizar de una mejor manera el VSM sobre el proceso de colocación de la vejiga, se generó una simulación en el *Software Flex Sim*. A continuación, se muestra en la Figura 17 la simulación para la situación actual.

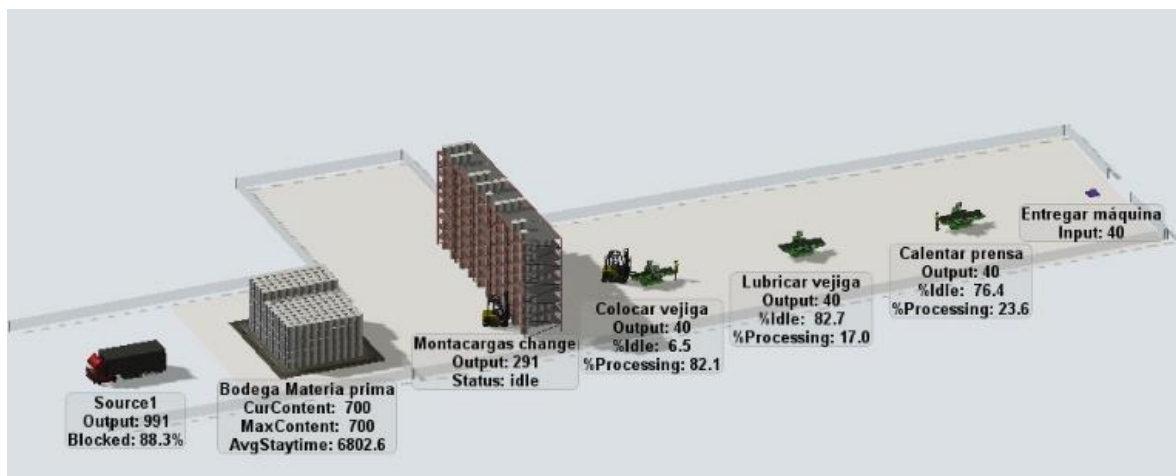
Figura 17. Simulación colocación de Vejiga



Nota: Simulación actual sobre la colocación de las vejigas de la compañía Aleka S. A. La fuente es información suministrada por Aleka S. A.

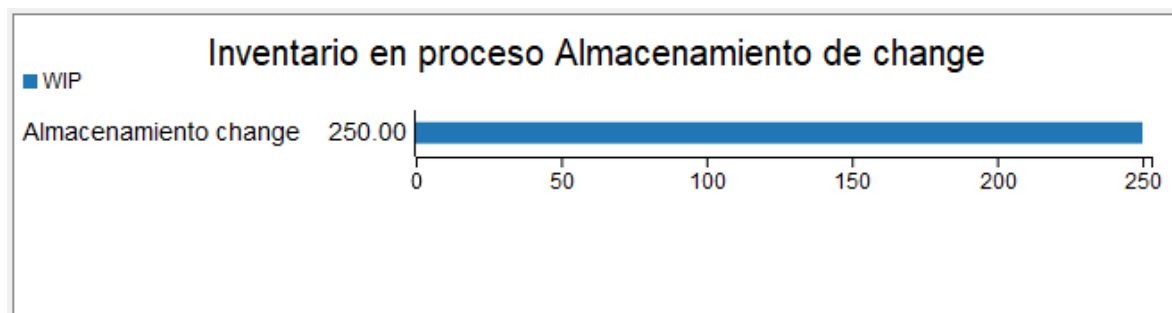
La simulación se realiza con base en los tiempos que se muestra en el VSM (Figura 17), ya que se busca tener la mayor similitud a la situación actual. En Figura 18 se observan los resultados de la simulación, se realiza con base a un día de laboral por lo cual se analiza que se puede colocar en promedio 40 vejigas en las máquinas del Departamento de Curado y se puede concluir que se tiene un alto inventario en el departamento de Change, en la Figura 19 se puede ver el gráfico que genera el *Software Flex Sim*, si se compara con la cantidad de vejigas diarias que se puede colocar.

Figura 18. Resultados de la simulación



Nota: Se muestran los resultados de la simulación de la situación actual del proceso de cambio de vejiga de la empresa Aleka S. A. La fuente es suministrada por Aleka S. A.

Figura 19. Inventario de vejigas en el almacenamiento de change



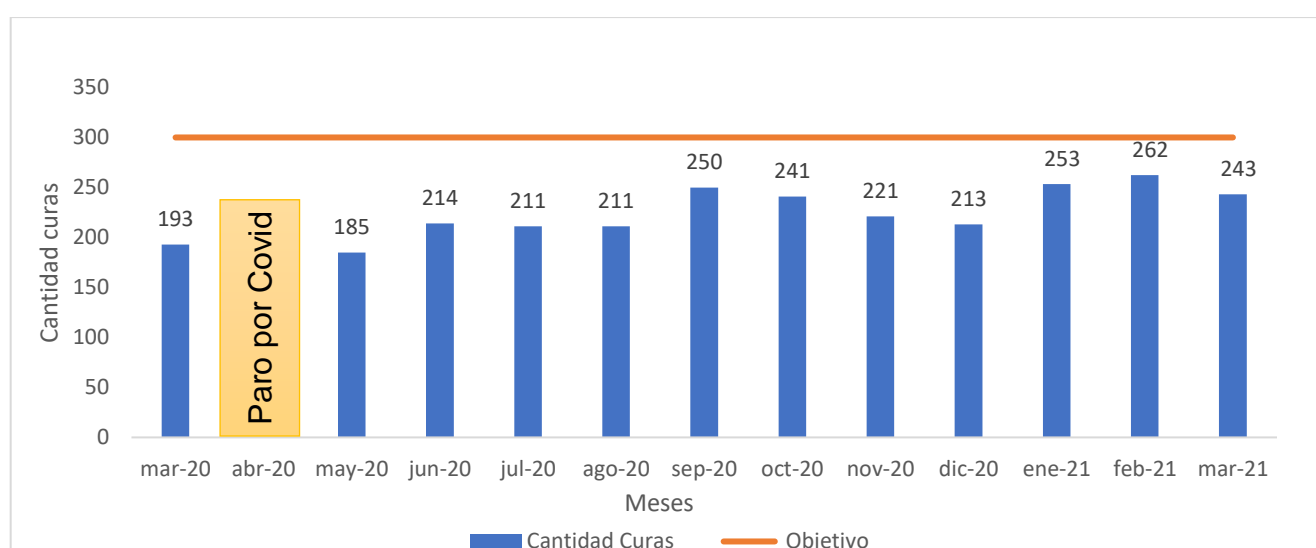
Nota: se muestra que hay un alto inventario de vejigas en el área de almacenamiento de Changes de la empresa Aleka S. A. La fuente es de elaboración propia.

Tomar en cuenta que los procesos del departamento de materia prima para atrás no es parte del enfoque del proyecto.

#### 4.2.4 Gráficos

Para conocer en qué se debe enfocar el proyecto se procede a realizar gráficos y Paretos sobre las vejigas. En la Figura 20 se puede observar que en ningún mes se cumple con el objetivo establecido según el estándar de la empresa de 300 curas; en promedio las vejigas llegan a 225 curas.

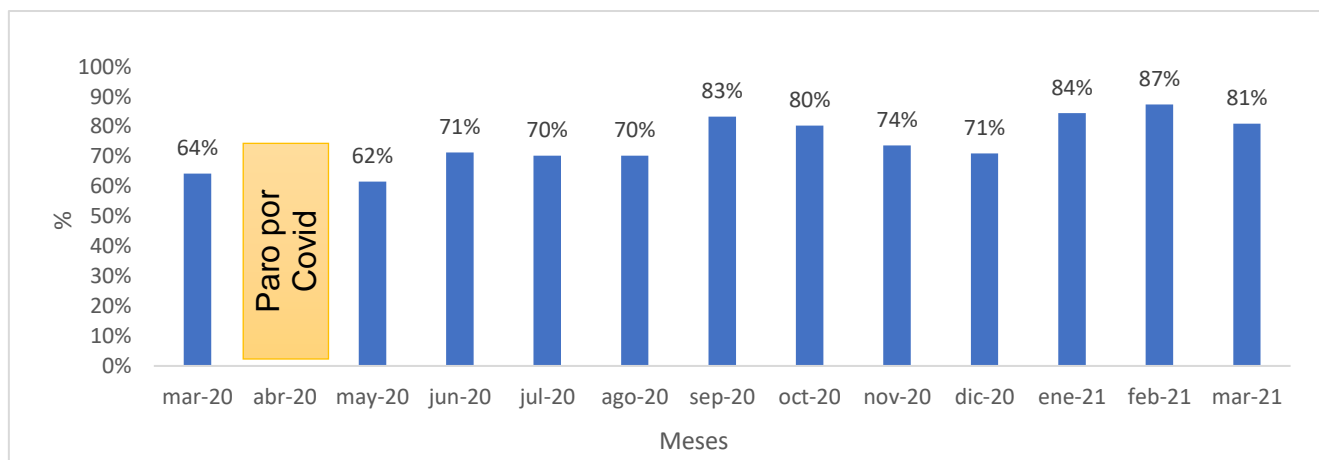
Figura 20. Cantidad promedio de curas por mes de marzo 2020 a marzo 2021



Nota: en el gráfico se observa que no se cumple con el objetivo establecido por la empresa. La fuente es de elaboración propia.

En la Figura 21 se puede observar el cumplimiento de vida útil de las vejigas en ningún mes se cumple al 100 % o al menos a un dato cercano a él, el más alto que se maneja es en febrero del 2021 con un 87 %. Lo ideal es mejorar el proceso para que estos porcentajes estén próximos al 100 %.

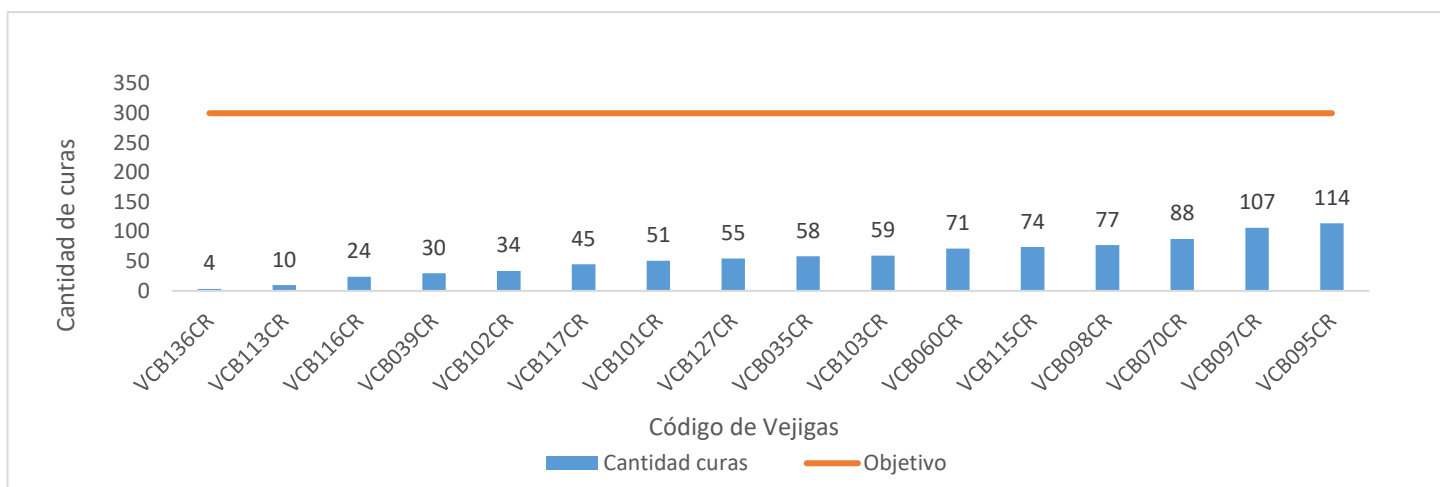
Figura 21. Cumplimiento de vida útil de marzo 2020 a marzo 2021



Nota: se observa que en ningún mes se cumple con el 100 % de cumplimiento de vida útil de las vejigas que se colocan en la empresa. La fuente es de elaboración propia.

Posterior al desarrollo de la figura anterior, se lleva a cabo una recopilación de datos para obtener la cantidad de curas promedio de las vejigas que se desechan. En promedio se desecha una vejiga con 56 curas, para esto se tomaron valores de los meses de mayo a junio del 2021, en la Figura 22 muestra la información que se menciona anteriormente.

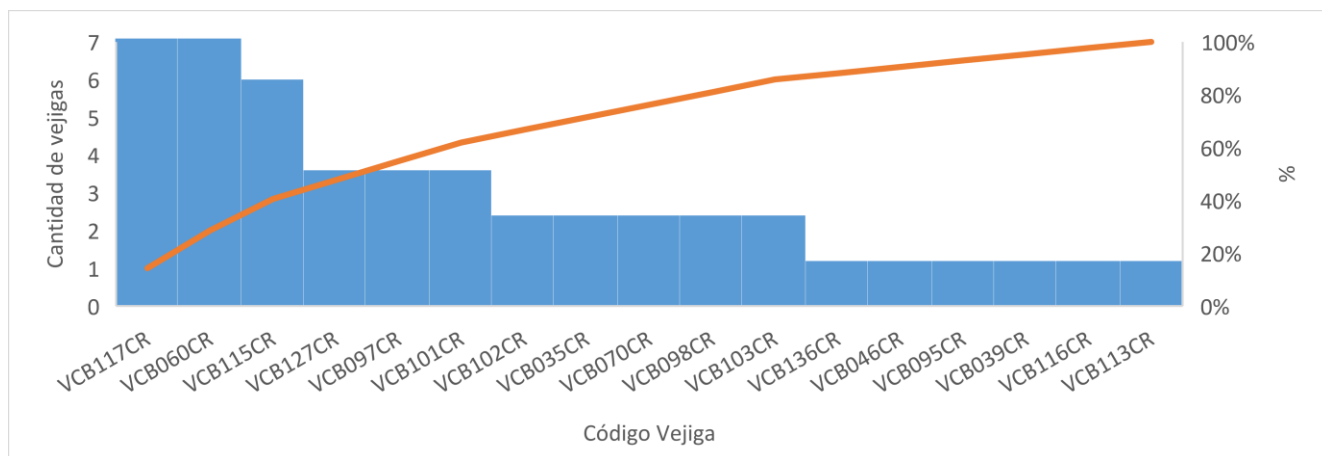
Figura 22. Cantidad promedio de curas de vejigas desechadas mayo a junio 2021



Nota: se observa que en ningún código se cumple con el objetivo de vida útil establecido por la empresa. La fuente de la figura es de elaboración propia.

Se procede a realizar un Pareto (Figura 23) para determinar que códigos de vejigas se desechan con curas menores de 150. Se utilizaron los datos de dos meses, mayo a junio del 2021, con esta información se determina los códigos que son más afectados.

Figura 23. Cantidad de vejigas con curas menores de 150 mayo a junio 2021

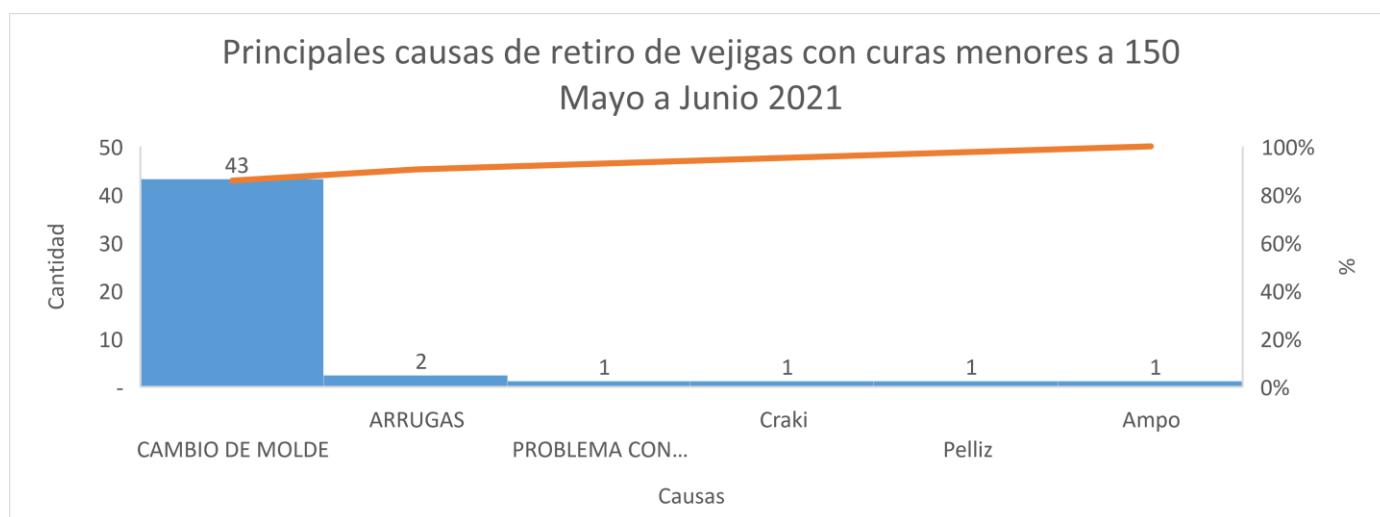


Nota: principales códigos de vejigas que se desechan con curas menores de 150 de la empresa Aleka S. A. La fuente de la figura es de elaboración propia.

Los códigos de vejigas más afectados que se desechan con curas menores a 150 son: VCB117CR, VCB060CR, VCB115CR.

De igual forma se desarrolla un Pareto (Figura 24), con el fin de conocer cuáles son las principales causas que se retiran las vejigas con curas menores a 150.

Figura 24. Principales causas de retiro de vejigas con curas menores a 150 mayo a junio 2021



Nota: el cambio de molde es la principal causa de la empresa Aleka S. A. de que se bajen vejigas con curas menores de 150. La fuente de la figura es de elaboración propia.

Como se observa en la ilustración 25 el cambio de molde (cambio de *tooling* para producir una nueva medida de llanta) es la principal causa de que se bajen vejigas con pocas curas, al tener esto claro el enfoque del proyecto se va a realizar en todos los códigos de las vejigas, ya que es un tema general.

## 4.3 Análisis

### 4.3.1 Benchmarking

Se realiza un Benchmarking con Aleka S. A. de México para conocer como maneja las vejigas, los puntos que mencionaron fueron los siguientes:

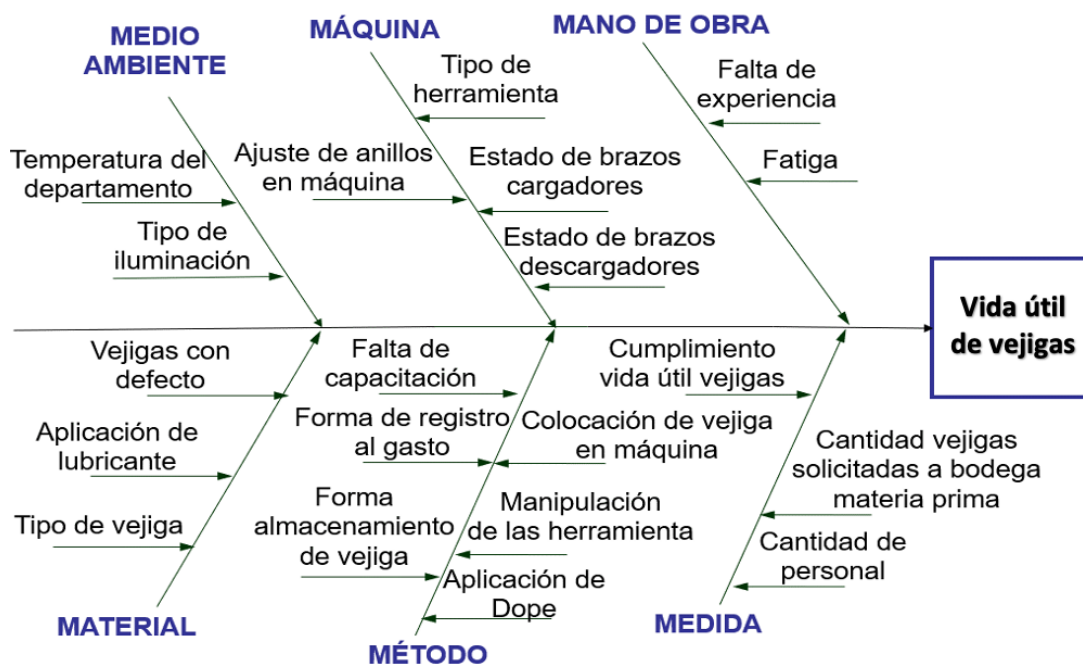
1. Realizaron un proyecto de vejigas por temas de *scrap*.
2. Fabrican el 90 % de las vejigas.
3. Fabrican como van necesitando.
4. En almacenamiento tienen un preinventario por código de 12 horas.
5. El proceso de colocación es similar al de Aleka S. A. CR

### 4.3.2 Ishikawa

Con el desarrollo de un Ishikawa se podrá ir detectando las posibles causas que generan los problemas.

Con el equipo multidisciplinario se creó un Ishikawa:

Figura 25. Ishikawa



Nota: se encontraron 19 posibles variables a mejorar en la empresa Aleka S. A. La fuente de la figura es de elaboración propia.

En el diagrama Ishikawa (Figura 25) se puede observar que hay 19 posibles variables para analizar.

#### 4.3.3 Priorización de Causas

Al tener claro los criterios de las partes interesadas y clientes se reúne con las partes interesadas y los clientes del proyecto, para conocer cuáles son los criterios que se van a establecer y su nivel de importancia, que se le asignara a cada una.

El equipo procede a realizar los criterios de priorización, en la tabla 9 se puede observar cada criterio:

Tabla 9 Criterios de priorización

Criterios	Nivel de importancia
Impacto en productividad	9: Alto
	3: Medio
	1: Bajo
Impacto en costo	9: Alto
	3: Medio
	1: Bajo
Impacto en scrap	9: Bajo
	3: Medio
	1: Alto

Nota: Se establecen los criterios de nivel de importancia. La fuente de la tabla es de elaboración propia.

El grupo desarrolla la matriz de priorización, se colocan todas las posibles variables que se encontraron en el Ishikawa (Figura 25) y se evalúa cada una de ellas con cada criterio de priorización (Tabla 10) establecido hasta analizar todas variables.

Tabla 10 Priorización de Causas

6M	Variables	Impacto en costo	Impacto en scrap	Impacto en Producción	Total
Medida	Cumplimiento vida útil vejigas	9	3	9	21
Medida	Cantida vejigas solicitadas a bodega MP	6	9	1	16
Método	Forma de almacenamiento de vejiga	6	9	1	16
Máquina	Estado de los brazos cargadores	1	9	3	13
Máquina	Estado de los brazos descartores	1	9	3	13
Material	Vejiga con defecto	9	3	1	13
Material	Tipo de lubricante	6	6	1	13
Método	Aplicación del dope	6	6	1	13
Material	Tipo de Vejiga	3	3	6	12
Máquina	Tipo de herramienta	1	9	1	11
Medio Ambiente	Temperatura del departamento	1	9	1	11
Medio Ambiente	Tipo de Iluminación	1	9	1	11
Mano de obra	Falta de experiencia	1	9	1	11
Medida	Cantidad del personal	1	9	1	11
Método	Colocación de vejiga en máquina	3	3	3	9
Máquina	Ajuste de anillos en máquina	3	3	1	7
Mano de obra	Fatiga	1	3	3	7
Método	Manipulación de las herramientas	1	3	1	5
Método	Falta de capacitación	1	1	1	3

Nota: se va a trabajar en las tres principales variables de la matriz de priorización de causas. La fuente de la figura es de elaboración propia.

Al tener la matriz de priorización lista, el equipo observa que lo principal en temas de aumento de vida útil de la vejiga es que se tiene un problema en el cumplimiento de esta, por lo cual se procede a tomar esta variable, pero además, el equipo ve como complemento tomar tres variables más que pueden ayudar al aumento de vida útil de la vejiga, pero también el equipo busca disminuir el gasto del departamento, ya que como se observó en la parte de medir la vejiga es el principal gasto del departamento, se procede a tomar las variables más altas (ver Tabla 9), en este caso se seleccionaron tres, que son las siguientes:

1. Cumplimiento de vida útil vejigas
2. Cantidad de vejigas solicitadas a bodega de MP
3. Forma de almacenamiento de vejiga

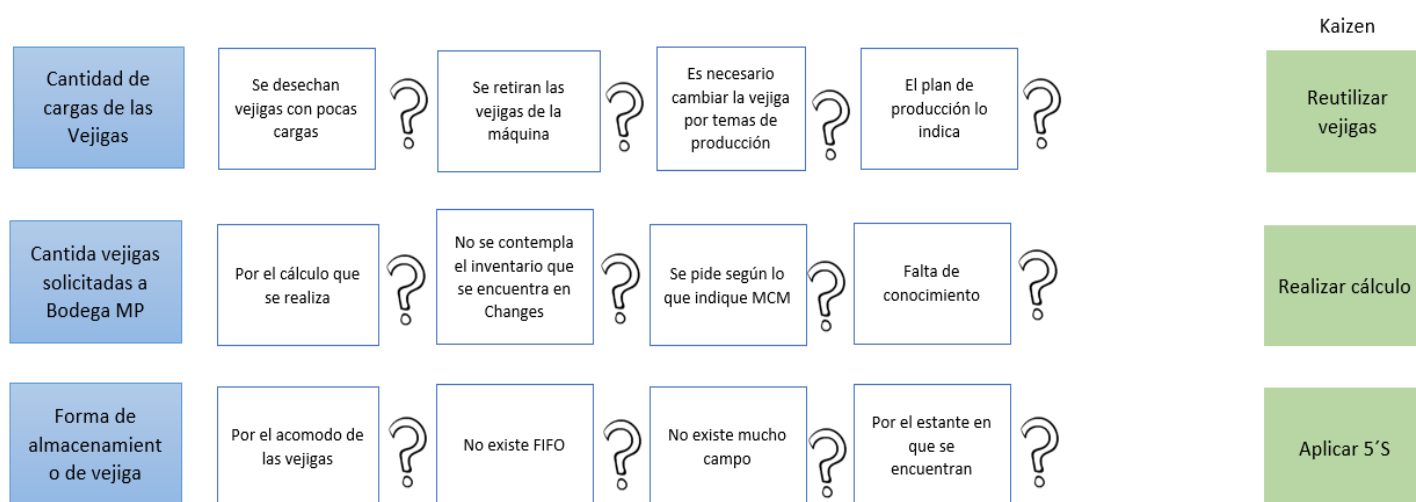
Estas son las variables en las que se deberá de trabajar para mejorar.

#### 4.3.4 5 porqués

Al tener las tres variables seleccionadas se procede a realizar el 5 porqués para encontrar la causa raíz del problema.

Al desarrollar los 5 porqués, en la empresa Aleka S. A., quedó de la siguiente manera:

Figura 26. 5 porqués



Nota: Se establece las mejoras por realizar. La figura es de elaboración propia.

Como se observa en la Figura 26 con el 5 porqués se tiene tres mejoras, que son las siguientes:

1. Reutilizar vejigas
2. Realizar cálculo de pedido de vejigas

### 3. Aplicar 5'S

Estos serían las mejoras en los que se trabajarían, para poder brindar valor a la empresa Aleka S. A.

## 5 Propuesta

### 5.1 Implementar

#### 5.1.1 FMEA

Ya que se poseen las tres propuestas de mejora, se desarrolla un análisis de modo y efecto, con esta herramienta se pudo realizar un análisis de riesgo, de esta forma el equipo multidisciplinario podrá analizar la situación que brinde el FMEA.

En el FMEA, se contemplan tres criterios a los cuales según cada criterio se les asigna un puntaje, los criterios se dividen en:

1. Severidad: siendo 1 el más bajo y 10 el más alto “peligroso”
2. Ocurrencia: 1 el más bajo y 10 el más alto “peligroso”
3. Grado de detección: 1 el más bajo y 10 el más alto “peligroso”

El equipo de trabajo se reunió para realizar el FMEA, y quedo de la siguiente manera: (ver Tabla 11 y Tabla 12)

Tabla 11 FMEA plan actual

PLAN ACTUAL									
#	ACTIVIDAD DEL PROCESO (FUNCIÓN)	MODO DE FALLA POTENCIAL (DEFECTOS)	EFFECTOS DE FALLAS POTENCIALES	SEV	POTENCIALES CAUSAS DE FALLA	CCC	CONTROLES DE PROCESOS ACTUALES	DET	RPN
2	Cantidad vejigas solicitadas a bodega Materia	Solo se revisa el plan de producción del día para solicitar las vejigas	Solicitar mayor cantidad de vejigas	8	Cálculo realizado no es el correcto	8	No existen controles	3	192
3	Forma de almacenamiento de vejigas	Utilizar vejigas más nuevas (no se cumple con el FIFO)	Perdida de calidad de vejigas	7	Mal acomodo de las vejigas por el tamaño del almacenamiento	6	No existen controles	4	168
1	Cantidad de curas de las vejigas	Desecho de vejigas	Perdidas de curas	7	Colocar vejigas nuevas cuando faltan pocas cargas	8	No existen controles	2	112

Nota: Con el FMEA se prioriza las mejoras por realizar. La fuente es de elaboración propia

Tabla 12 FMEA con acciones a ser tomadas

ACCIONES A SER TOMADAS							
ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	FECHA META	MEDIDAS A TOMAR	SEV	CCC	DET	RPN
Realizar cálculo de pedido de vejigas	Supervisor de Change	1/12/2021	Tomar en cuenta el inventario del día	5	4	2	40
Aplicar 5'S	Jefe de Curado/Ing. Mejora Continua	1/12/2021	Fecha de entrega de las vejigas	4	4	4	64
Reutilizar vejigas	Supervisor de Change	1/12/2021	Control y reutilización de vejigas	4	3	2	24

Nota: FMEA RPN con las acciones que serán tomadas. La fuente es de elaboración propia.

Con el FMEA con las acciones que serán tomadas, según el número prioritario de riesgo (NPR) de mayor a menor queda de la siguiente manera:

1. Aplicar 5´S (Forma de almacenamiento de vejigas): 64
2. Realizar cálculo de pedido de vejigas (Cantidad vejigas solicitadas a Bodega Materia Prima): 64
3. Reutilizar Vejigas (Cantidad de cargas de las vejigas): 24

Se deben de aplicar las tres mejoras establecidas en el orden anterior para disminuir estos riesgos para el proceso que a futuro podrían generar un inconveniente mayor.

### 5.1.2 Mejora 1: Aplicar 5´S

Para la variable de mejora de forma de almacenamiento de la vejiga se plantea aplicar la herramienta de 5´S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y controlar), ya que se observa que el Departamento de Change es pequeño en espacio físico y no se está abarcando de forma de acuerdo su espacio.

En la Tabla 13 se encuentra el plan que se propone para la implementación de 5´S en el departamento de Change, ya que con esta mejora va a permitir que los estantes se encuentren ordenados, limpios, aprovechar de mejor forma el espacio con las máquinas, estantes y herramientas), por lo cual no va a provocar que las vejigas se dañen antes de ser colocadas por descuidos y así poder cumplir con las cantidades de curas.

Tabla 13 Plan de implementación 5´S

<b>Plan de 5´S</b>		
<b>5´S</b>	<b>Concepto</b>	<b>Actividad</b>
Clasificar	Separar objetos (Poco uso, medio uso, mucho uso)	Separar todos los objetos innecesarios del lugar (colocar etiquetas rojas)
		Eliminar herramientas dañadas, avisos deteriorados, etc
		Apartar en un área en específico todo lo que posea etiquetas rojas, para que el supervisor determine si se desecha o se puede reparar

Ordenar	Situación de objetos necesarios	Determinar ubicación de estantes para herramientas, insumos, demarcación de áreas
		Elaborar estante para herramientas e insumos
		Ordenar las herramientas e insumos
		Realizar un inventario de todo lo que se posee
		Identificar, organizar, cuantificar y codificar herramientas y materiales a utilizar
Limpieza	Suprimir suciedad	<p>Limpiar el área de trabajo</p> <p>Limpiar muebles</p> <p>Limpiar herramientas</p> <p>Botar herramientas o muebles que se encuentren dañados</p>
Estandarizar	Señalar anomalías	<p>Realizar una estándar o ayuda visual que permita conocer cómo se debe de encontrar el área. Mantener el grado de organización, orden y limpieza</p> <p>Demarcar áreas establecidas</p>
Disciplina	Mejorar	Establecer monitoreos para supervisar que estén cumpliendo con lo establecido
		Destinar el día de la gran limpieza, para realizar una limpieza profunda para desechar lo que no se utiliza

Nota: Plan de implementación de las 5'S en el Departamento Change. La fuente de la tabla es de elaboración propia.

### 5.1.3 Mejora 2: Realizar cálculo de pedido de vejigas

Para la variable de cantidad de vejigas solicitadas a bodega el equipo multidisciplinario se reunió para crear una tabla de cálculo para obtener un inventario vejigas y con base a eso poder calcular cuantas vejigas se deben de pedir diariamente.

En la Tabla 14 se puede observar la tabla de cálculo que se realizó, la información que se muestra es: código de vejiga, el inventario inicial del mes, los traspasos que se solicitaron a bodega, la cantidad de vejigas consumidas y la operación para sacar el inventario final que sería un inventario teórico ya que se calculó de la siguiente forma: inventario inicial del mes + traspasos del mes – consumo de vejigas del mes.

Tabla 14 Ejemplo de tabla de cálculo teórico de vejigas

<b>TOTAL</b>	<b>230</b>	<b>1140</b>	<b>1178</b>	<b>168</b>
<b>Código Vejiga</b>	<b>Inventario inicial del mes</b>	<b>Traspasos</b>	<b>Consumo Vejigas</b>	<b>Inventario final (Inventario teórico)</b>
VCB098CR	8	30	47	-9
VCB097CR	12	114	126	0

VCB096CR	0	0	0	0
VCB045CR	2	10	12	0
VCB103CR	5	42	40	7
VCB094CR	8	16	25	-1
VCB117CR	5	136	141	0
VCB102CR	0	0	0	0
VCB095CR	6	108	114	0
VCB122CR	15	0	0	15
VCB116CR	6	41	47	0
VCB067CR	6	8	14	0
VCB075CR	0	0	0	0

Nota: cálculo de inventario teórico de vejigas. La fuente de la tabla es de elaboración propia.

Al tener claro cuál debería ser el inventario del departamento de Change se procede a realizar el cálculo de solicitud de vejigas a bodega. En la Tabla 15 se encuentra la siguiente información:

- Código Vejigas: El código de identificación de cada vejiga.
- Vejigas de respaldo: Tener en inventario vejigas de respaldo por algún evento importante que se pueda presentar.

- Cambio vejigas por objetivo curas: cada vejiga tiene un objetivo en promedio de 300 curas, el sistema MCM lleva un registro de la cantidad de curas que lleva cada vejiga por máquina, por lo cual todos los días se revisa un acceso de MCM para revisar cuáles vejigas están cerca de cumplir el objetivo en las próximas 24 horas.

- Liberaciones: el ingeniero de procesos examina el programa de producción que elabora el departamento de programación para revisar si entra una o más llantas nuevas a producción (Curado), ya que estas llantas pueden utilizar una vejiga que no se esté contemplando actualmente.

- Cantidad Vejigas: la cantidad de vejigas que se deben de pedir a bodega materia prima.

- ¿Solicitar bodega?: indica si se debe de pedir o no la vejiga a bodega. (Pedir se encuentra marcado con rojo y no pedir en verde)

Al aplicar el cálculo de solicitud de vejigas a bodega se puede conocer la cantidad de vejigas que se debe de solicitar a bodega diariamente y así no incrementar el gasto y poder almacenar las vejigas de forma adecuada al no tener más de lo que se necesita.

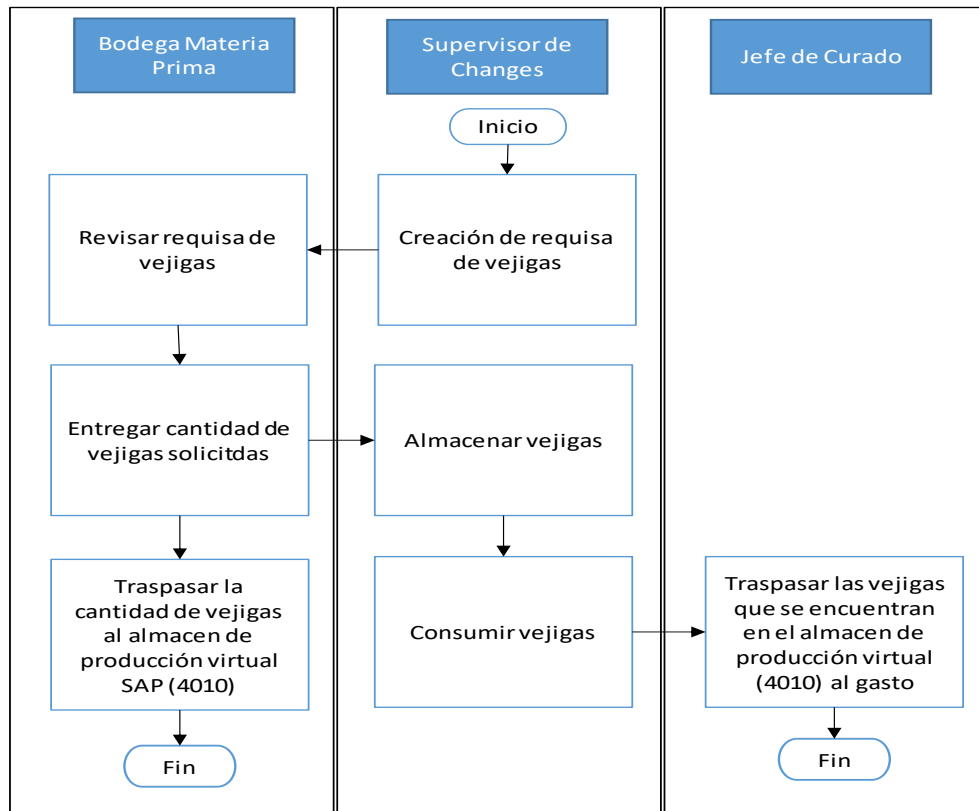
Tabla 15 Ejemplo de cálculo de solicitud de vejigas a bodega

	<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>61</b>	
<b>Código Vejiga</b>	<b>Vejigas de respaldo</b>	<b>Cambios Vejigas por objetivo curas</b>	<b>Liberaciones</b>	<b>Cantidad Vejigas a solicitar</b>	<b>¿Solicitar bodega?</b>
VCB098CR	2	0	0	2	Pedir
VCB097CR	2	1	0	3	Pedir
VCB096CR	0	0	0	0	No pedir
VCB045CR	2	0	0	2	Pedir
VCB103CR	2	1	0	0	No pedir
VCB094CR	2	0	0	2	Pedir
VCB117CR	2	3	2	7	Pedir
VCB102CR	0	0	0	0	No pedir
VCB095CR	2	2	6	10	Pedir
VCB122CR	0	0	0	0	No pedir
VCB116CR	2	0	0	2	Pedir
VCB067CR	2	2	0	4	Pedir
VCB075CR	0	0	0	0	No pedir

Nota: indica cuando se debe de realizar la solicitud de vejigas a bodega. La fuente de la tabla es de elaboración propia.

Con el cálculo de inventario teórico y la auditoria (ver Tabla 12) el equipo observa que hay un beneficio al registrar la cantidad de vejigas al gasto, ya que lo que se hace actualmente es que el último día de mes se realiza un movimiento en una transacción de sistema *SAP* en donde se traspasa del almacén virtual de producción (4010) del sistema *SAP* al gasto todas las vejigas que se pasaron del mes sin importar si se utilizaron (consumieron) o no (ver Figura 27), por lo cual el equipo analiza y propone que la forma correcta es tener claro cuál es el inventario que se encuentra en el Departamento de Change para dejar esas vejigas en el almacén virtual de producción (4010) y pasar al gasto solo las vejigas que se utilizaron en el departamento de Curado (ver Figura 28).

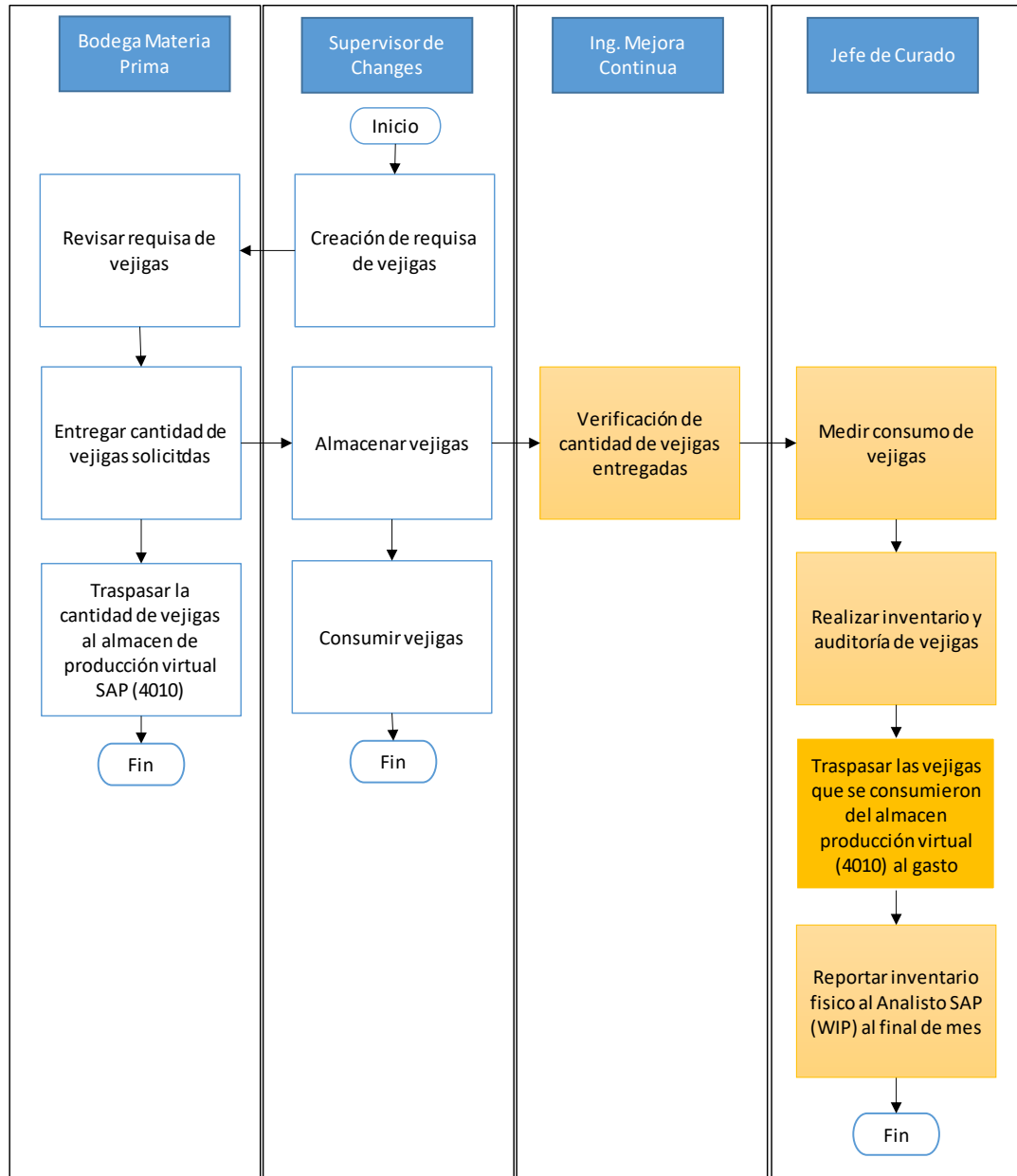
Figura 27. Proceso actual del registro al gasto de Curado



Nota:

forma de registro del gasto de las vejigas en SAP de la empresa Aleka S. A. La fuente es de elaboración propia.

Figura 28. Propuesta de registro al gasto



Nota: propuesta de registro del gasto de las vejigas en SAP. La fuente es de elaboración propia.

#### 5.1.4 Mejora 3: reutilizar vejigas

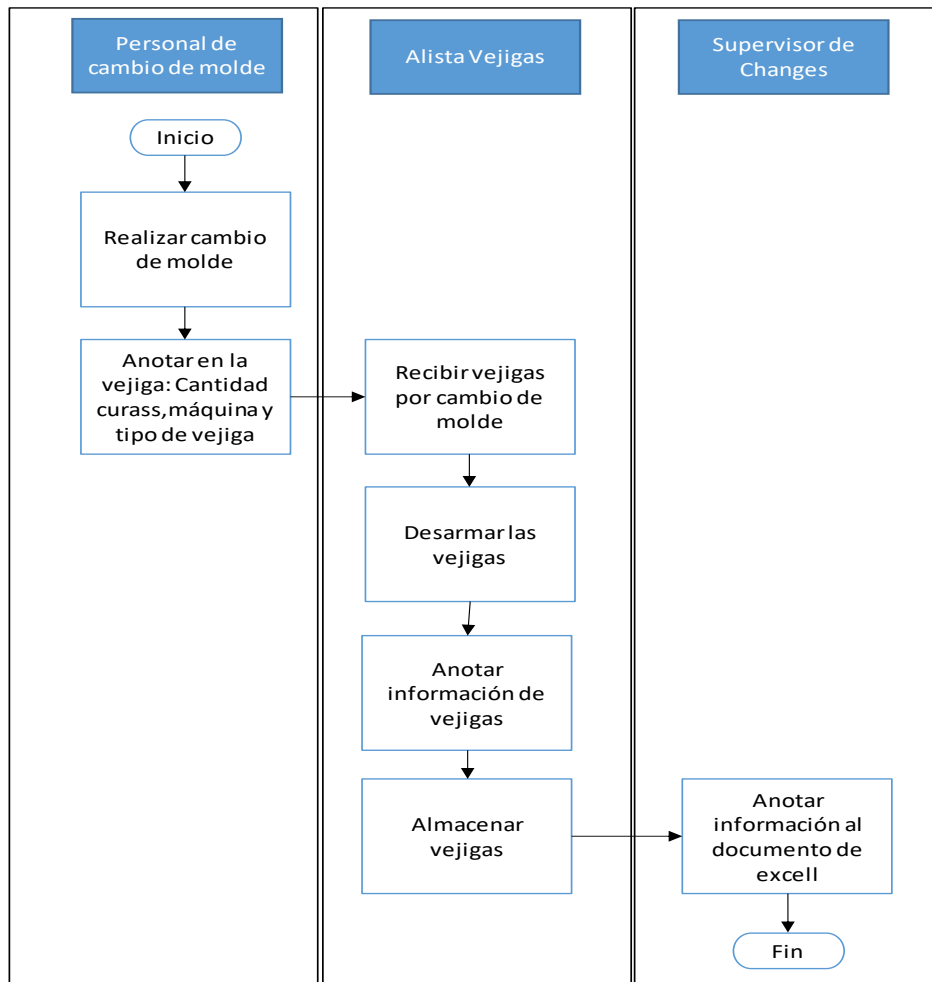
El equipo se reunió para pensar cuál puede ser la mejora para la variable de cantidad de curas de las vejigas. Se analiza la información que se tiene y como se observa en la Figura 29 se está bajando vejigas de las máquinas con cargas menores a 150 curas. Por lo cual se plantea reutilizar las vejigas que se bajan por cambio de molde con curas menores de 150 y no desecharlas. Por lo tanto, se establece el siguiente plan:

1. Buscar e identificar un lugar de almacenamiento de las vejigas menores de 150 curas en el departamento change.
2. Comunicar al personal de Change sobre la importancia del proyecto que se está realizando.
3. Comunicar al personal de Change lo siguiente:
  - a. Las vejigas menores a 150 curas se van a almacenar en el lugar establecido.
  - b. Colocarles a las vejigas la información de cuál máquina se bajó y con cuantas curas lleva.
  - c. Explicar el procedimiento de almacenamiento de vejiga reutilizada (ver Figura 29)
  - d. Explicar procedimiento de colocación de vejigas reutilizadas (ver Figura 30)
4. Crear documento de Excel para llevar el control.
5. Verificar que al reutilizar las vejigas no se presente un incremento en el *scrap* (desecho) de vejigas rotas.

6. Seguimiento de las vejigas reutilizadas.
7. Comunicar al personal de Change los resultados de la prueba.

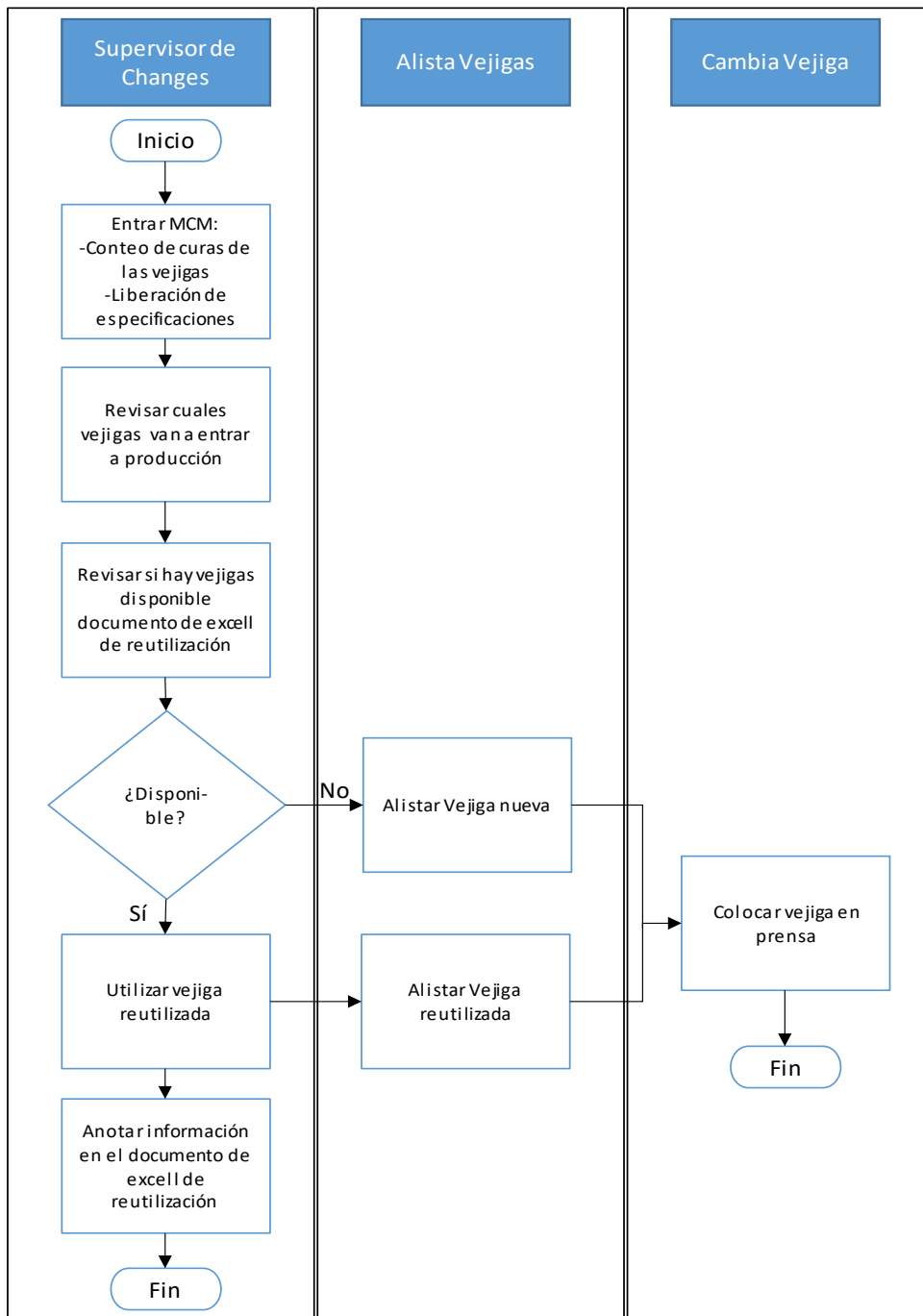
Se realiza esta prueba durante 3 meses (junio, julio y agosto del año 2021) para revisar si existe un aumento en la vida útil de la vejiga.

Figura 29. Procedimiento de almacenamiento de vejiga reutilizada



Nota: se crea un procedimiento de almacenamiento de vejigas por reutilizar. La fuente es de elaboración propia.

Figura 30. Procedimiento de colocación de vejigas reutilizadas

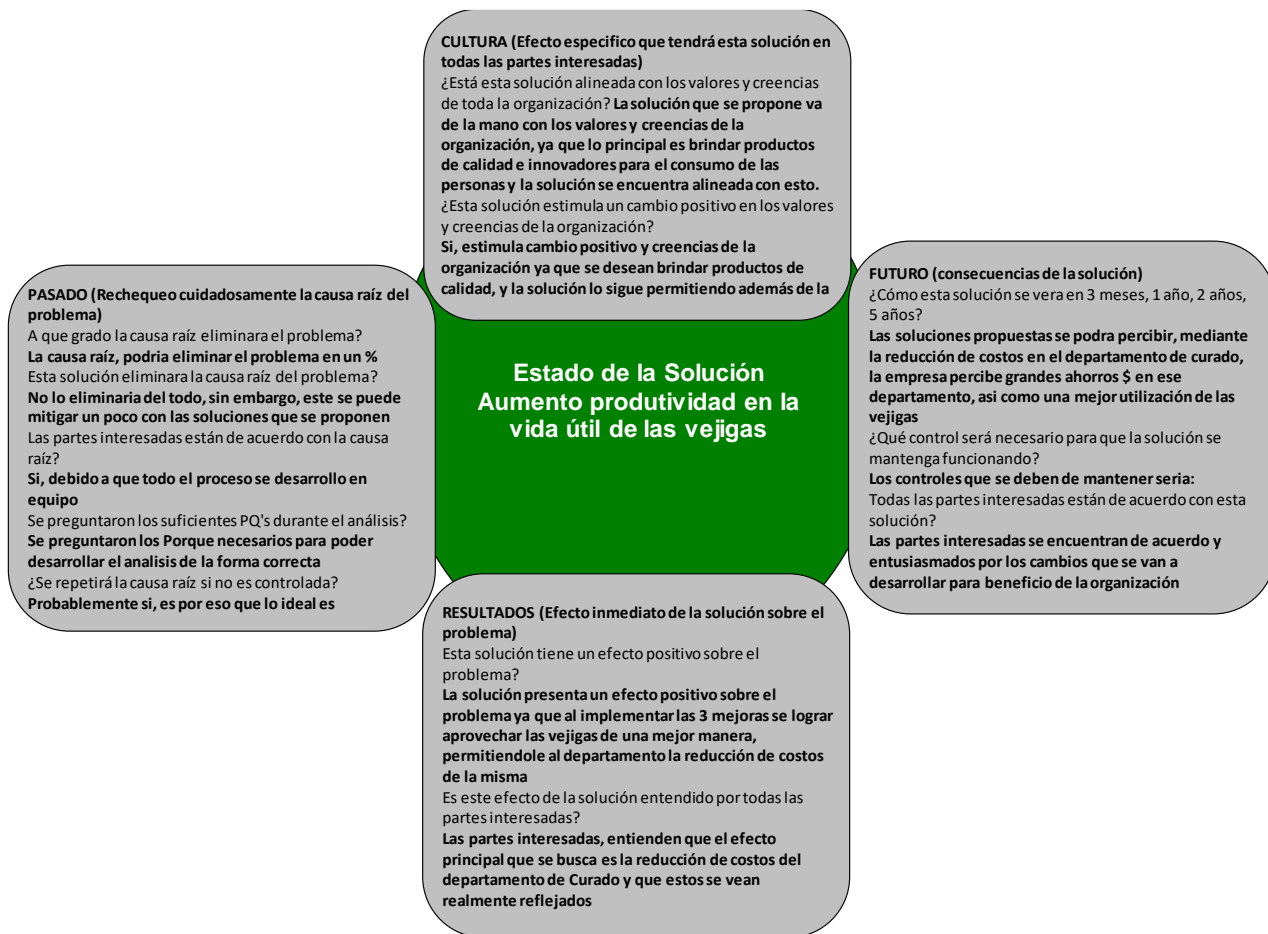


Nota: se establece un procedimiento de colocación de vejigas reutilizadas. La fuente es de elaboración propia.

### 5.1.5 360 de la Solución

Se realizó un análisis de 360 de la solución, para poder analizarlo desde la perspectiva de la cultura (el efecto específico que tendrá la solución en todas las partes interesadas), futuro (las consecuencias de la solución), resultados (efecto inmediato de la solución sobre el problema) y pasado (rechequeo cuidadosamente la causa raíz del problema).

Figura 31. Análisis 360



Nota: se realiza un análisis sobre el tema cultura, futuro, resultados y pasado del proyecto. La fuente es de elaboración propia.

En la Figura 31, se puede observar cómo quedo el análisis de esta manera se tiene una mejor visión de como interfiere las mejoras en la empresa.

### 5.1.6 Plan de implementación

Para implementar la mejora de reutilización de vejigas que se logró mostrar estadísticamente que es una mejora significativa se procede a realizar un plan de implementación. Ver Figura 32 (Observar Anexo 8.1).

Figura 32. Plan de implementación

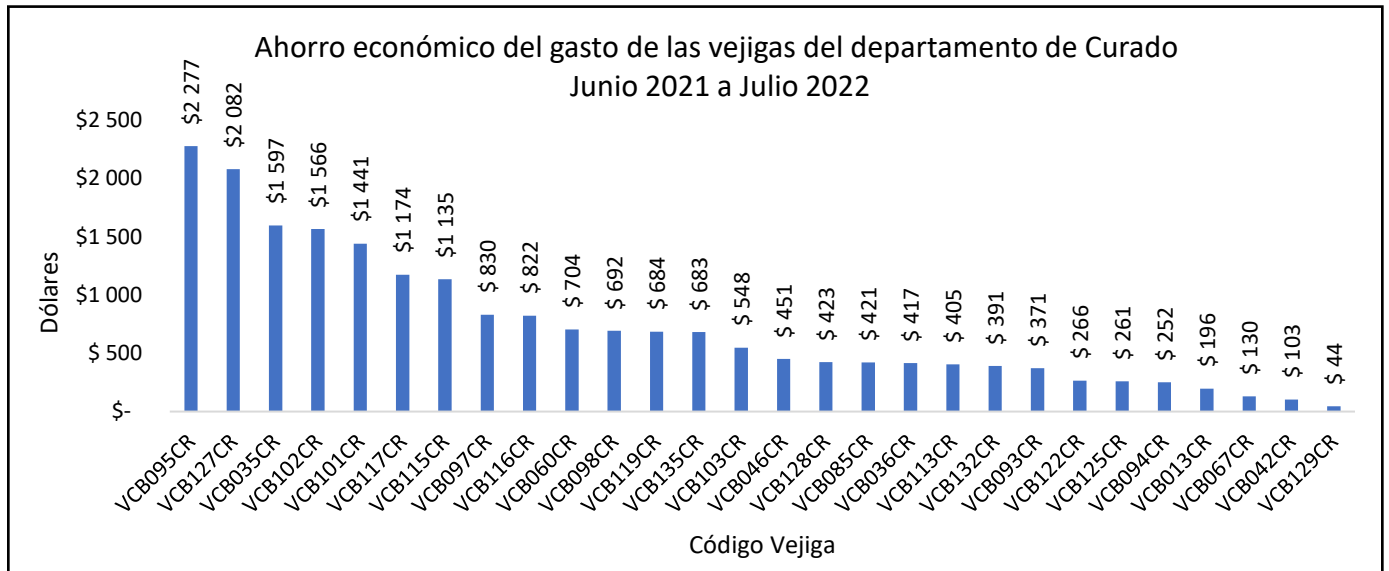
Departamento:	Curado	Fecha de Revisión:	20/12/2021	<b>Aleka S.A</b>																																															
Aprobado por:	Jefe de Curado																																																		
Elaborado por:	Karina Ulate /Alexa Artavia																																																		
Nombre del proyecto:	Propuesta de mejora para la obtención de un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S.A.																																																		
Indicadores	Actividad planeada	En Proceso	Completo	Atrasado	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21																																							
Definición del Problema	#	Actividades	Resp.	Plan/Act	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4																	
¿De qué manera se puede aumentar la vida útil de la vejiga para un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S.A.?	1	Explicar el proyecto y la importancia al personal de change	Ing MC/Jefe Curado	Plan Actual																																															
	2	Comunicación al personal de change sobre posible mejora en el uso de las vejigas	Sup. Change	Plan Actual																																															
	3	Buscar e identificar un lugar de almacenamiento de las vejigas	Sup. Change / Ing MC	Plan Actual																																															
	4	Anotar en las vejigas la información de la vejiga	Cambia vejigas	Plan Actual																																															
	5	Explicar procedimiento de colocación de la vejiga	Ing MC	Plan Actual																																															
	6	Crear documento de registro de información	Sup. Change / Ing MC	Plan Actual																																															
	7	Inicio de reutilización de vejigas	Cambia vejigas	Plan Actual																																															
	8	Seguimiento al indicador de scrap de vejigas rotas	Ing. Procesos	Plan Actual																																															
	9	Seguimiento de vejigas reutilizadas	Sup. Change / Ing MC/Jefe Curado	Plan Actual																																															
	10	Realizar análisis estadístico	Ing. MC	Plan Actual																																															
	11	Comunicar los resultado al personal de change, equipo y partes interesadas	Ing. MC	Plan Actual																																															
	12	Aplicar Mejora	Sup. Change / Cambia Vejigas	Plan Actual																																															
	13	Establecer controles	Sup Change / Ing MC	Plan Actual																																															
	14	Seguimiento mejora reutilización de vejigas	Ing MC	Plan Actual																																															
	15	Revisión de ahorro economico	Ing MC	Plan Actual																																															

Nota: se crea un plan de implementación de la mejora de reutilización de vejigas. La fuente es de elaboración propia.

### 5.1.7 Viabilidad financiera

Al analizar la parte económica se revisa el precio de cada vejiga que se evitó usar en máquina como nueva y se calcula el gasto. Se tiene un beneficio económico de \$20 365, como se observa en la Figura 33 desde junio 2021 a julio 2022, se espera un ahorro promedio por mes de \$ 1 567.

Figura 33. Ahorro económico del gasto de las vejigas del departamento de Curado de junio 2021 a julio 2022



Nota: la empresa Aleka S. A. tiene un ahorro económico por de \$20 365 al reutilizar las vejigas. La fuente es de elaboración propia.

Además, al reutilizar provoca que se usen menos vejigas nuevas, por lo que también permite un ahorro económico en el desecho de las vejigas, ya que se ha evitado usar la cantidad de 31 trailetas que equivalen a \$ 4 214 desde junio 2021 a julio 2022.

Por lo tanto, desde junio 2021 a julio 2022 se proyecta un ahorro económico de \$24 579, como se observa en la tabla 14. Provocando un 2,13 % de mejora en la cuenta de vejigas del departamento de Curado. (ver Tabla 16).

Tabla 16 Ahorro económico total del proyecto

<b>Actividad</b>	<b>Ahorro \$</b>
<b>Reutilización de vejigas</b>	\$20 365
<b>Desecho de vejigas</b>	\$ 4214
<b>Total</b>	<b>\$24 579</b>

Nota: en total se tiene un ahorro económico de \$24 579 con el proyecto realizado en la empresa Aleka S. A. La fuente es de elaboración propia.

## 5.2 Controlar

### 5.2.1 Plan de control

#### 5.2.1.1 Control – Mejora 1 Aplicar 5´S

##### 5.2.1.1.1 Monitoreo 5´S

Para mantener en el tiempo las condiciones de 5´S en al área de Change se propone utilizar un monitoreo de 5´S en área de Change. El monitoreo (ver Tabla 17) se enfoca en diferentes zonas del departamento, la principal idea es agregarlo en el sistema de monitoreos que tiene el Departamento de Mejora Continua, añadir el monitoreo a lista de asignación de monitoreos semanales con el fin de que se le asigne el monitoreo a diferentes personas y puedan realizarlo en el transcurso de la semana para obtener una nota y acciones por mejorar.

Tabla 17 Monitoreo 5´S área de Change

<b>Código:</b>	5S132010	<b>Estado:</b>	Monitoreo
<b>Revisión:</b>	1	<b>Nombre:</b>	5S Change
<b>Tipo:</b>	5S	<b>Fecha creación:</b>	10/1/2022
<b>Departamento:</b>	Change	<b>Usuario creación:</b>	Karina Ulate
<b>Área:</b>	Curado		
# de ítem	ítem	Descripción del ítem	Imagen asociada
1	Cajón de herramientas	Limpios, ordenados, sin daño estructural, que no se encuentre abiertos, que no haya cosas que no sean herramientas.	
2	Mesas de trabajo	Limpios, sin daño estructural, ordenado	
3	Área de cafetín	Ordenado y limpio	
4	Basureros	Identificados y basura clasificada correctamente	

5	Limpieza general del área	Sin objetos guindando, columnas y paredes limpias, pisos limpios, sin objetos metidos detrás de los muebles.	
6	Implementos de limpieza	Colocados en el lugar establecido	

Nota: Se propone realizar monitoreos de 5´s para mantener en el tiempo la mejora. La fuente de la figura es de elaboración propia.

### *5.2.1.2 Control – Mejora 2: Realizar cálculo de pedido de vejigas*

#### *5.2.1.2.1 Cálculo – Auditoria*

En la Tabla 18 se presenta una columna que dice auditoría; para esto se presentan dos ideas:

1. Revisar el inventario que presenta datos negativos (marcados en rojos) ya que significa que se ha consumido más vejigas de lo que se encuentra en el Departamento de Change, por lo cual se debe de investigar cuales fueron las causas de estas diferencias.

2. Cada semana realizar una toma física del inventario que se encuentra en el Departamento de Change para verificar que la cantidad teórica que dice la tabla es la que se encuentra en piso, de igual forma si existe alguna diferencia de que falta o hay más vejigas investigar las causas de esto.

Esta auditoría brinda tener un control sobre las entradas y salidas de las vejigas, además, permite conocer si lo que está en el Departamento de Change coincide con el teórico.

Tabla 18 Auditoría de inventario de vejigas en el Departamento de Changes

Código SAP	Código Vejiga	Inventario inicial del mes	Trasposos	Consumo vejigas	Inventario final (Inventario teórico)	Auditoria
VCB098CR	13RCA287	8	30	47	-9	Revisar inventario
VCB097CR	13RCA340	12	114	126	0	
VCB096CR	13RCA402	0	0	0	0	
VCB045CR	14RCT320	2	10	12	0	
VCB103CR	15RCT415	5	42	40	7	
VCB094CR	16GH388XA	8	16	25	-1	Revisar inventario
VCB117CR	16RCT432	5	136	141	0	
VCB102CR	16RCT490/5	0	0	0	0	
VCB095CR	17GP483XA	6	108	114	0	
VCB122CR	17RCT367	15	0	0	15	
VCB116CR	18RCT406	6	41	47	0	
VCB067CR	B185R14	6	8	14	0	
VCB075CR	B205R16	0	0	0	0	

Nota: se propone realizar auditorías en el almacenamiento de vejigas. La fuente es de elaboración propia.

### 5.2.1.3 Control – Mejora 3: Reutilizar Vejigas

#### 5.2.1.3.1 Comunicación al personal

Para la mejora de reutilización de vejigas se procede a comunicar al personal de Change que se va a reutilizar las vejigas, el proceso y la importancia del proyecto, ya que ellos son los actores principales para poder ejecutar el proyecto (ver Figura 34).

Figura 34. Registro de asistencia de comunicación de vejigas reutilizadas

**Aleka de Costa Rica S.A**  
**Registro de asistencia**  
**F-800-05-07**

Nombre de la Actividad: **Reutilizar las vejigas**

Temas tratados: **Reutilizar las vejigas, antes de las 150 curas**

Instructor / Proveedor: **Freddy Perez**

Duración: \_\_\_\_\_ Fecha: **25/11/21**

PARTICIPANTES		
NOMBRE COMPLETO (EN LETRA CLARA)	No. EMPLEADO	DEPARTAMENTO
Henry Dián Cemerón	3846	166
Gabriel Barrocal C	5047	166
Cristian Ojeda M	5432	166
Isaac Rea O	7709	166
Emanuel Castillo A	5369	166
Kevin Valerio	5505	169
Juan Carlos Fonseca Muñoz	2428	set-up "V"
<del>Esteban Rojas</del>	<del>4627</del>	<del>166</del>
Eder Obando Arias	4542	set-up
Miguel Borch V	4937	166
Diego Daniel Vazquez	1190	166
Davis Hernández M	5210	166
Jordan Segura A	4582	166
Giovanni Ruiz	3927	166
Eddy Arias V	5309	166
John Zamora	6398	166
Pablo Sandoval	3612	166
Justin Agüero	5027	166

Observaciones: \_\_\_\_\_

Nota: evidencia de comunicación al personal sobre la reutilización de vejigas por empresa Aleka S. A. La fuente es suministrada por Aleka S. A.

### 5.2.1.3.2 Registro de información

También, se procede a llevar un archivo de Excel (ver Figura 35) que registra información del primer uso de la vejiga e información de la vejiga reutilizada con el fin de poder llevar un control. La información que tiene el documento de Excel es el siguiente:

- Primer uso
  - a) Fecha que se bajó la vejiga
  - b) La causa de porqué se bajó
  - c) Máquina
  - d) Cantidad de curas
  - e) Código vejiga
  
- Reutilización
  - a) Fecha de montaje
  - b) Máquina
  - c) Objetivo de curas
  - d) Curas totales
  - e) Curas reutilizadas
  - f) Estatus (Reutilizado / Pendiente)

Figura 35. Registro de información de vejigas reutilizadas

Primer uso					Reutilización					
Fecha	Causa de bajo	Máquina	Cantidad de curas	Código Vejiga	Fecha de Montaj	Máquina reutiliz	Obj cura	Curas totales	Curas reutilizadas	Estatus
16-sep	CAMBIO DE MOLDE	B03 B	33	VCB037CR	16/9/2021	D06B	300	230	257	Reutilizado
22-sep	CAMBIO DE MOLDE	F07 A	20	VCB117CR	7/10/2021	F07B	350	345	325	Reutilizado
26-sep	CAMBIO DE MOLDE	B05 A	13	VCB035CR	29/9/2021	C07A	320	300	287	Reutilizado
26-sep	CAMBIO DE MOLDE	E02 A	45	VCB134CR	12/10/2021	G02A	350	275	230	Reutilizado
26-sep	CAMBIO DE MOLDE	B05 B	13	VCB035CR	29/9/2021	C07B	320	77	64	Reutilizado
26-sep	CAMBIO DE MOLDE	E01 A	58	VCB102CR	1/10/2021	A06A	400	224	166	Reutilizado
26-sep	CAMBIO DE MOLDE	E01 B	88	VCB102CR	1/10/2021	A06B	400	276	218	Reutilizado
28-sep	CAMBIO DE MOLDE	G06 B	10	VCB128CR	30/9/2021	A12A	300	193	183	Reutilizado
29-sep	CAMBIO DE MOLDE	I03 A	20	VCB115CR	30/9/2021	A11B	280	119	99	Reutilizado
5-oct	CAMBIO DE MOLDE	C08 A	163	VCB103CR	5/10/2021	C08A	320	293	130	Reutilizado
5-oct	CAMBIO DE MOLDE	C08 B	6	VCB103CR	5/10/2021	C08B	320	168	182	Reutilizado
7-oct	CAMBIO DE MOLDE	E12 A	50	VCB095CR	7/10/2021	E12A	400	232	182	Reutilizado
7-oct	CAMBIO DE MOLDE	E12 B	50	VCB095CR	7/10/2021	E12B	400	232	182	Reutilizado
11-oct	CAMBIO DE MOLDE	D12 A	29	VCB119CR	12/10/2021	B02B	230	223	194	Reutilizado
12-oct	CAMBIO DE MOLDE	E10 A	90	VCB085CR	12/10/2021	F01A	420	357	267	Reutilizado
12-oct	CAMBIO DE MOLDE	E10 B	90	VCB085CR	12/10/2021	F01B	420	323	233	Reutilizado
12-oct	CAMBIO DE MOLDE	A07 A	90	VCB095CR	12/10/2021	A02A	400	365	276	Reutilizado
12-oct	CAMBIO DE MOLDE	G08 A	11	VCB117CR	26/10/2021	E06A	350	168	157	Reutilizado
13-oct	CAMBIO DE MOLDE	B02 A	62	VCB119CR	14/10/2021	B02A	230	196	134	Reutilizado
14-oct	CAMBIO DE MOLDE	H05 A	62	VCB115CR	14/10/2021	H05A	320	225	163	Reutilizado
14-oct	CAMBIO DE MOLDE	H05 B	62	VCB115CR	14/10/2021	H05B	320	225	163	Reutilizado
21-oct	CAMBIO DE MOLDE	I04 A	47	VCB113CR	29/10/2021	B06A	310	205	156	Reutilizado
21-oct	CAMBIO DE MOLDE	I04 B	30	VCB113CR	29/10/2021	B06B	310	205	175	Reutilizado
22-oct	CAMBIO DE MOLDE	G08 B	6	VCB117CR	25/10/2021	B07B	300	297	291	Reutilizado
26-oct	CAMBIO DE MOLDE	F02 A	30	VCB095CR	28/10/2021	E12A	400	319	289	Reutilizado
26-oct	CAMBIO DE MOLDE	F02 B	30	VCB095CR	29/10/2021	F08A	350	62	62	Reutilizado
27-oct	CAMBIO DE MOLDE	A12 A	24	VCB128CR	4/11/2021	B12A	250	195	131	Reutilizado
27-oct	CAMBIO DE MOLDE	A12 B	24	VCB128CR	4/11/2021	B12B	250	155	131	Reutilizado
28-oct	CAMBIO DE MOLDE	F05 A	10	VCB035CR	1/11/2021	I04B	300	299	289	Reutilizado
29-oct	CAMBIO DE MOLDE	A01 A	6	VCB095CR	1/11/2021	A04A	400	393	387	Reutilizado
2-nov	CAMBIO DE MOLDE	B09 A	32	VCB116CR	4/11/2021	E03A	350	144	112	Reutilizado
3-nov	CAMBIO DE MOLDE	H03 A	23	VCB103CR	4/11/2021	G07A	320	116	93	Reutilizado
3-nov	CAMBIO DE MOLDE	H03 B	23	VCB103CR	4/11/2021	I03A	290	164	141	Reutilizado
3-nov	CAMBIO DE MOLDE	G01 A	28	VCB036CR	9/11/2021	G06A	280	268	240	Reutilizado
3-nov	CAMBIO DE MOLDE	G01 B	28	VCB036CR	9/11/2021	G06B	280	268	240	Reutilizado
5-nov	CAMBIO DE MOLDE	B09 B	29	VCB116CR	9/11/2021	E03B	350	314	285	Reutilizado
7-nov	CAMBIO DE MOLDE	H06 A	45	VCB036CR	9/11/2021	B06A	350	286	221	Reutilizado
7-nov	CAMBIO DE MOLDE	H06 B	45	VCB036CR	9/11/2021	B06B	350	266	221	Reutilizado

Nota: se procede a realizar un registro de las vejigas que se reutilizan en la empresa Aleka S. A. La fuente es de elaboración propia.

Con esta información permite llevar la estadística de cuántas vejigas se han utilizado, vejigas pendientes, la cantidad de curas reutilizadas, entre otra información.

### 5.2.1.3.3 Instructivo de trabajo

También, se realiza una Instrucción de Trabajo (IT) (ver Figura 36) donde se encuentra: el objetivo, alcance, responsabilidades, definiciones, procedimientos y documentos relacionados. Se realiza para que cualquier persona que entre nueva al departamento pueda conocer cuál es el enfoque de la reutilización de vejigas. Además, este documento se sube al sistema llamado SIB para que cualquier persona pueda tener acceso si tiene dudas del proceso.

Figura 36. Instructivo de trabajo reutilización de vejigas

**Aleka S. A.**

**Formato para control de cambios**

<input type="checkbox"/> Plan de Control de Proceso	<input checked="" type="checkbox"/> Nuevo	Emitido por: <u>Freddy Pérez Sánchez</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Instrucción de Trabajo	<input type="checkbox"/> Revisión	Departamento: <u>Change-Curado</u>
<input type="checkbox"/> Práctica Estándar	<input type="checkbox"/> Cancelación	Fecha de Emisión: <u>15/03/2022</u>
<input type="checkbox"/> Análisis de Modos y Efectos de Falla-PAMEF		Fecha de Revisión: <u>15/03/2022</u>
<input type="checkbox"/> Política		

No. Documento: IT-800-52	Título:
No. Versión / Revisión: 0	<b>Reutilización de Vejigas para el departamento de Curado</b>

**EMISION/HISTORIA DEL DOCUMENTO**

No. de Versión	Fecha de Revisión	Explicación del contenido/revisión	Paso (s) / Página (s)
1	15/03/2022	Procedimiento nuevo para reutilización de Vejigas en el Dpto. de Curado	Todas

**APROBACION**

Posición	Departamento
Jefe de departamento	Curado

Nota: se crea un instructivo de trabajo para quede por escrito cuales son las actividades y procedimiento por realizar en la compañía. La fuente es de elaboración propia a partir de los datos suministrados por Aleka S. A.

#### 5.2.1.3.4 Semáforo

Se crea un indicador de semáforo (ver Figura 37), este permite un mayor seguimiento sobre la cantidad de curas de las vejigas, esto más que todo con las vejigas que se bajan de la máquina con pocas curas y presentan un defecto por lo cual no se puede reutilizar, provocando que su vida útil sea poca. Por lo cual es de gran utilidad ya que si se encuentra que es recurrente en una máquina con cierta cantidad de curas permite observar el plan de control según la cantidad de curas

con su respectivo responsable, escalación y a las personas que les debe de informar.

Figura 37. Semáforo

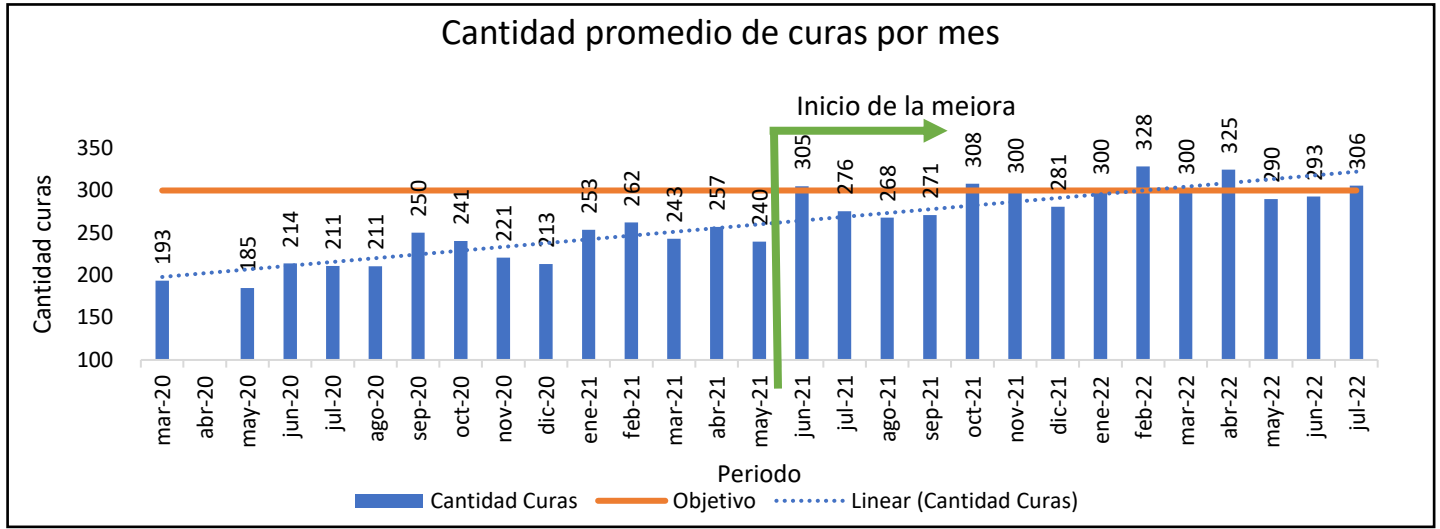
Nombre Medición	Inicio	Fin	Fuente	Fórmula	Responsable	Periodicidad	Meta	Alerta	Plan de control	Regla escalamiento	Superior a comunicar
Cantidad curas	Colocación de vejiga en máquina	Quitar vejiga de la máquina	MCM	Cantidad de curas	Ing Procesos / Ing Mejora Continua	3 veces por día	300 curas	250 curas	Monitoreo	Cada 6 horas	Supervisor
								125 y 249 curas	Realizar análisis de causas	Cada 12 horas	Ing procesos
								< 124 curas	Definir plan de acción con las partes interesadas	Cada 24 horas	Jefe

Nota: se crea un indicador visual para poder reaccionar de forma temprana. La fuente es de elaboración propia.

#### 5.2.1.3.4 Resultados de la mejora

En la Figura 38 se evidencia que a partir de la mejora se tiene una mayor cantidad de curas en promedio mensual, con un promedio de 296 curas. Por lo tanto, se tiene una mejora de un 32 % (72 curas más en promedio por vejiga), ya que se pasó de un promedio 225 curas mensual a 296 curas promedio mensual, cumpliendo con el objetivo que se estableció de un 15 %.

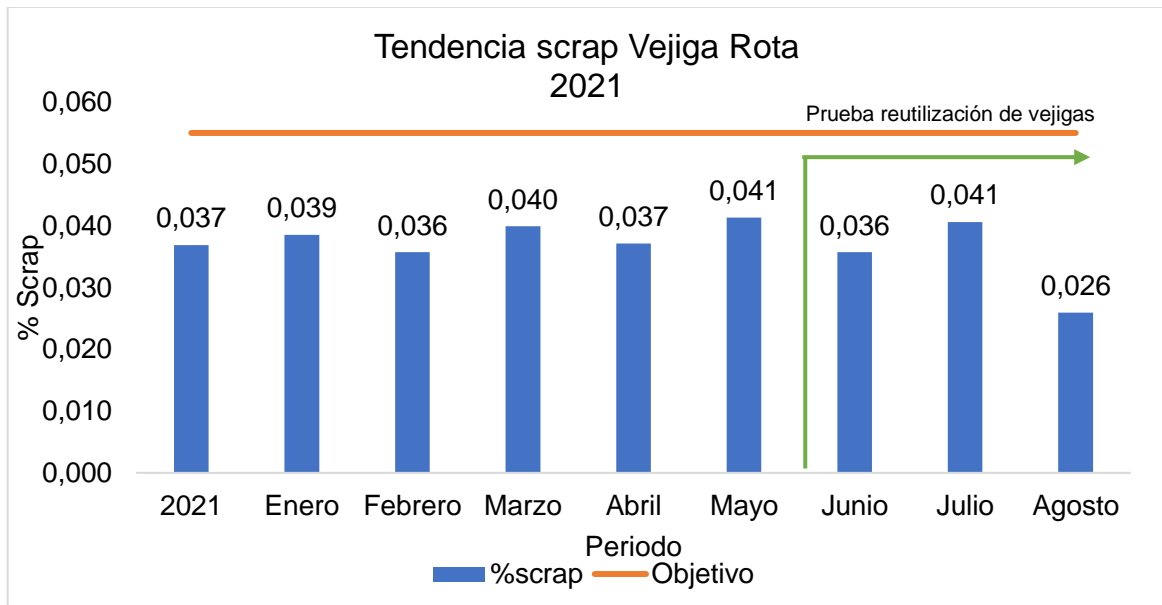
Figura 38. Cantidad promedio de curas por mes



Nota: se evidencia que existe una mejora en la cantidad de curas promedio por mes de las vejigas en la compañía. La fuente es de elaboración propia.

Se revisa si al colocar las vejigas reutilizadas se presenta un aumento en el scrap de vejiga rota en 3 meses que se realizó la prueba, como se ve en la Figura 39 el scrap no se ve afectado.

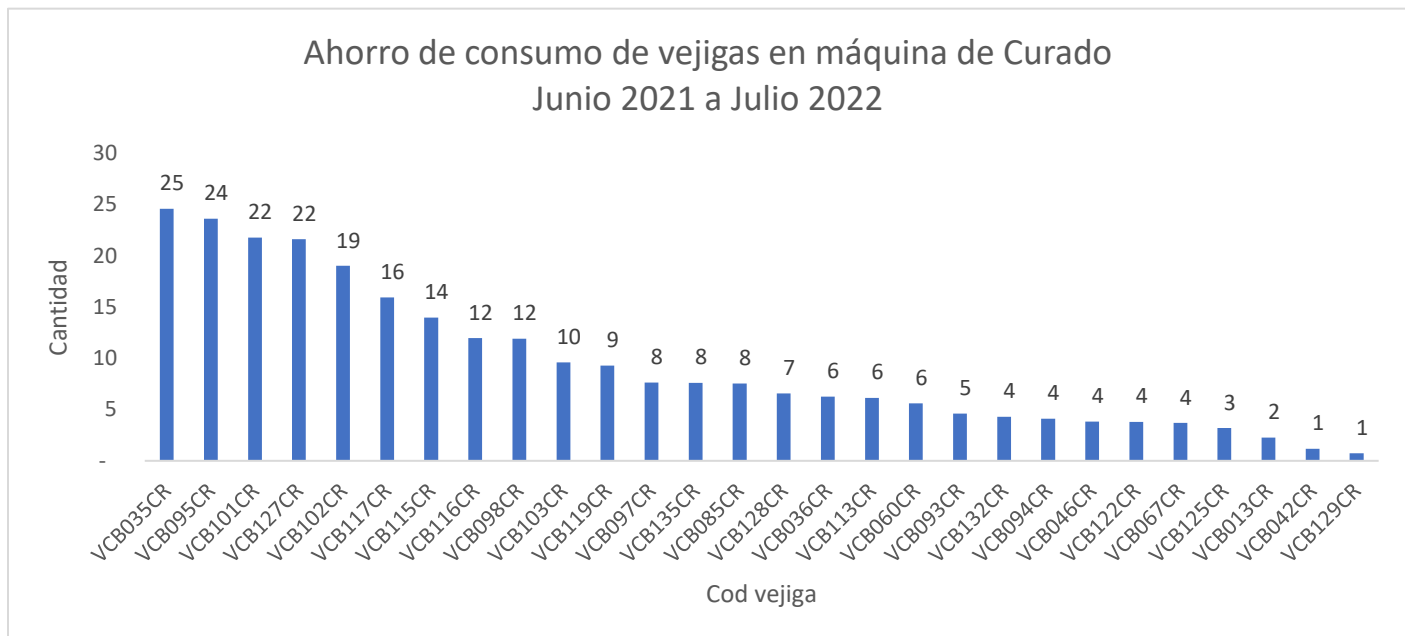
Figura 39. Tendencia de scrap de vejiga rota 2021



Nota: se evidencia que al implementar la reutilización de las vejigas no provoca un aumento en el scrap de vejiga rota en la compañía. La fuente es de elaboración propia.

Además, en la Figura 40 se puede evidenciar que se han evitado utilizar 262 vejigas nuevas ya que se colocan vejigas que tienen pocas curas desde junio 2021 a julio 2022.

Figura 40. Ahorro de consumo de vejigas en máquina de curado de junio 2021 a julio 2022



Nota: Al reutilizar vejigas se han evitado usar 262 vejigas en más de un año en la empresa Aleka S. A. La fuente de la figura es de elaboración propia.

Conjuntamente, al reutilizar las vejigas se tiene beneficios ambientales, ya que se evita producir 330,1 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes y se evitaron el uso de 48 árboles.

Además, por los resultados obtenidos se han tenido los siguientes comentarios de las partes interesadas:

- Operadores: “Nos genera un beneficio en tiempo, ya que se ahorra el tiempo de ir a bodega a recoger las vejigas”.
- Jefe de Curado: “Este proyecto impacta positivamente no solo en los gastos del departamento, sino en ambiente y productividad; ¡un proyecto tan completo como este vale la pena promoverlo! “
- Ingeniero Ambiente: “Gracias a la reutilización de vejigas se evidencia un impacto positivo en gestión ambiental, ya que se percibe en la reducción de CO<sub>2</sub>”.

## 6 Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Comprobación de hipótesis

Al tener los datos de 3 meses se realiza una prueba t de 2 muestras con el fin de verificar que las medias de dos grupos (grupo #1: vejigas reutilizadas y grupo #2 vejigas sin reutilizar) son diferentes para comprobar si esta mejora es significativa, analizando si existe una diferencia significativa de la media de las curas del primer uso y la media de curas al reutilizar las vejigas. Por lo cual se establece las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula:

$H_0$ : Al reutilizar las vejigas no se encuentra un beneficio económico. De tal manera la media de curas de las vejigas reutilizadas es menor a la media de las curas de las vejigas de primer uso.

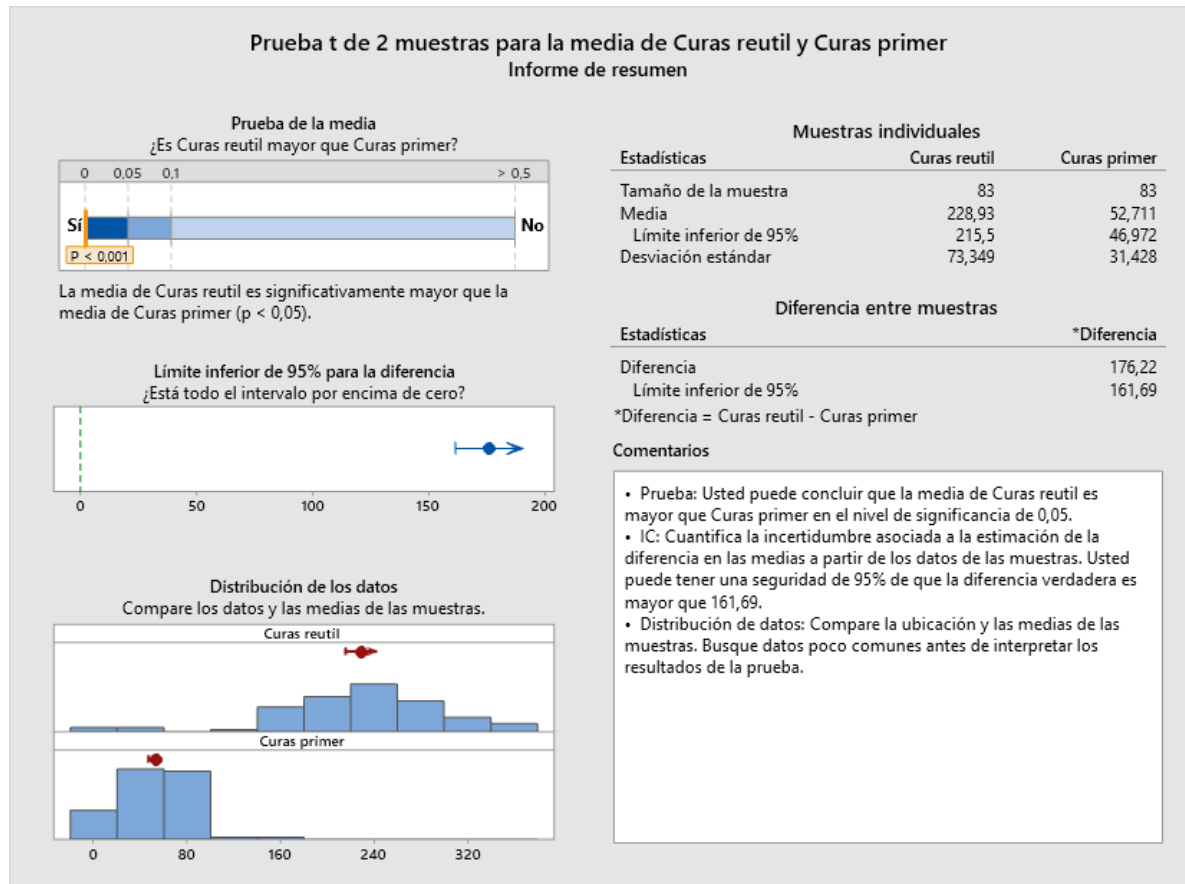
- Hipótesis alternativa:

$H_1$ : Al reutilizar las vejigas se encuentra un beneficio económico. De tal manera la media de curas de las vejigas reutilizadas es mayor o igual a la media de las curas de las vejigas de primer uso.

Como se observa en la Figura 41, el *p-value* fue 0,001 es menor a 0,05 por lo cual se procede a rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En otras palabras, hay evidencia significativa de que la media de curas de las vejigas reutilizadas es mayor que las medias de las vejigas del primer uso. Se evidencia que la media del primer uso es de 52,71 curas y la media de las vejigas

reutilizadas es de 228,93, se observa que se puede obtener más curas al reutilizar las vejigas provocando que su vida útil aumente.

Figura 41. Prueba estadística de T de 2 muestras



Nota: se evidencia con una prueba de hipótesis que al reutilizar las vejigas es una mejora significativa en la vida útil de las vejigas en la compañía. La fuente es de elaboración propia.

## 6.2 Conclusiones

Se concluye que el abordaje al problema de cómo aumentar la vida útil de las vejigas por medio de una propuesta de mejora con la aplicación de la metodología DMAIC para la obtención de un beneficio económico da resultados, desde que se aplicó la mejora junio 2021 a julio 2022 se tiene una mejora del 32 % con un ahorro económico de \$24 579.

Se logra a través de distintas herramientas en la etapa de Definir el comportamiento del proceso, entre ellas: el SIPOC se conocieron las entradas y salidas del proceso, con el diagrama columnar se observó todo lo que abarca el proceso, las partes interesadas indican quienes realmente se deben involucrar en el proyecto y con el plan de comunicación se establece como se irá comunicando los avances del proyecto.

En la etapa de Medir permite visualizar con datos el comportamiento del proceso para contribuir con la búsqueda de la causa raíz del problema, se analizaron la secuencia de actividades y con el VSM y la simulación se visualizó el proceso y el problema para buscar su mejora. El Pareto demostró que no se cumplen con los objetivos de cargas de vejigas, que estas en su mayoría se desechan con un promedio de 56 curas por vejiga incumpliendo así su objetivo de 300 curas, el objetivo es definido según el estándar establecido por la organización, además, el cambio de molde es la principal causa de que las vejigas sean retiradas con la menor cantidad de curas, es decir no cumple con el objetivo.

El *benchmarking* a México concluye que se sabe que no reutilizan vejigas, pero si realizan otras cosas como por ejemplo fabricar algunas vejigas y tener un

inventario cada 12 horas, las cuales también se pueden tomar como referencia para poder utilizar como posibles soluciones. Se analizó la opción de fabricar las vejigas en Aleka S. A., pero por motivos económicos no se vio viable, esto porque no se cuenta con la maquinaria necesaria y dicha maquinaria es de alto costo.

Con el Ishikawa se detectan las posibles causas que generan problemas y estas se utilizan para la priorización de causas que después de realizar la valoración correspondiente se determina que son tres causas importantes las cuales son: cumplimiento de vida útil de vejigas, cantidad de vejigas solicitadas a bodega de MP y la forma de almacenamiento de vejiga con estas tres causas listas, se realiza el 5 por qué del cuales salen las mejoras a desarrollar los cuales son reutilizar vejigas, realizar calculo y aplicar 5'S. Con esto se puede concluir que al llevar a cabo estas mejoras se pueden contribuir a mitigar el problema de desechar las vejigas antes de completar su objetivo de cargas.

El FMEA brindó una gestión de riesgo a las soluciones propuestas. El cual se le brindo el siguiente orden de prioridad forma de almacenamiento de vejigas, cantidad vejigas solicitadas a Bodega Materia Prima, cantidad de curas de las vejigas, las mejoras a desarrollar se implementarán en ese orden.

Las mejoras que se proponen son las siguientes:

Aplicar 5'S, por lo que se desarrolló un plan de implementación, el cual busca mantener el orden y aseo en cuanto al almacenamiento de la vejiga, con esta mejora se pretende que las vejigas se encuentren en buen estado y óptimas condiciones al momento de ser utilizadas.

Realizar cálculo de pedido de vejigas la tabla elaborada ayudara a calcular cuantas son las vejigas que se deben de solicitar diariamente, este cálculo evitara que el departamento solicite más vejigas de las que requiere o de las que realmente necesite, evitando a la empresa un gasto innecesario.

Reutilizar las vejigas que posean menos de 150 cargas, es la implementación más importante, ya que representa una mejora significativa para la empresa, ya que y desde que se aplicó la mejora junio 2021 a julio 2022 se tiene una mejora de un 15 % con un ahorro económico de \$24 579, además de generar beneficios ambientes y buenos comentarios del jefe del área y del ingeniero de ambiente.

En la etapa de controlar se procede a llevar un control de las mejoras realizados, con el fin de evitar que se regrese al problema del inicio, el control permite mantener monitoreado al personal para que realicen de forma adecuada las mejoras, es por ello que se les comunica como poder realizar los nuevos procedimientos, con esto concluimos que si el personal se encuentra informado de manera correcta, las mejoras se pueden mantener a lo largo del tiempo e ir realizando modificaciones de ser necesario.

#### 6.2.1 Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones, producto del uso de la metodología DMAIC, se colocan las siguientes:

- Se recomienda la aplicación de herramientas (SIPOC, Diagrama Columnar, etc.) para tener el conocimiento sobre las entradas y salidas del proceso, además, para tener claro el procedimiento de colocación de las vejigas en máquina del departamento de Curado en la empresa Aleka

S. A., con el fin de encontrar puntos de mejora ya sea en temas de inventario o del proceso, tomando en cuenta las partes interesadas.

- Se recomienda realizar las mediciones del proceso para conocer cómo se encuentra el proceso, entre ellos: VSM, Simulación y el estudio de datos estadísticos para conocer dónde se debe enfocar el proyecto.

- Se recomienda la aplicación de herramientas como: Ishikawa, priorización de causas y 5 porqués con el propósito de analizar todas las posibles causas y poder realizar un filtro hasta llegar a las principales causas del problema, además, es importante realizar un benchmarking para conocer cómo se trabaja y si algo que se realice funcione para la empresa de Costa Rica.

- Se recomienda aplicar las tres mejoras encontradas: aplicar 5'S, realizar cálculo de vejigas y reutilizar las vejigas, con esta última se tiene una comprobación estadística en la que se evidencia un beneficio en la vida útil de la vejiga y en conjunto se muestra un ahorro económico en el Departamento de Curado en la empresa Aleka S. A.

- Se recomienda aplicar los siguientes controles: Monitoreo de 5'S, Cálculo-Auditoria de solicitud de vejigas, comunicación al personal,

registro de la información de las vejigas reutilizadas, instructivo de trabajo actualizado y el semáforo con el objetivo de mantener las mejoras en el tiempo.

En conclusión, se recomienda aplicar el proyecto desarrollado, ya que se evidencia que con las mejoras la empresa Aleka S. A. puede tener múltiples beneficios, entre ellos en productividad y en gastos siendo esto siendo un pilar importante para cualquier organización.

### 6.3 Matriz de comprobación de objetivos específicos

Tabla 19 Matriz de comprobación de objetivos

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual de la variable	Indicador	Definición instrumental	Cumplimiento	Referencia de sección
Explicar el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Identificar proceso	Representación gráfica del proceso	Cantidad de Diagramas	SIPOC  Diagrama Columnar	Sí	4.1.1 SIPOC 4.1.2 Diagrama Columnar 4.1.3 Partes interesadas 4.1.4 Plan de Comunicación
Desarrollar la medición en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de	Medición del proceso	Representación de la situación actual del proceso	Cantidad de diagramas	VSM  Simulación	Sí	4.2.1 Diagrama de flujo multicolumnar 4.2.2 VSM

Curado de la empresa Aleka S. A.						4.2.3 Simulación del proceso 4.2.4 Gráficos y Paretos
Examinar las causas de la problemática en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Causas	Origen del problema	Cantidad de causas	Ishikawa  5 por qué	Sí	4.3.1 Benchmarking 4.3.2 Ishikawa 4.3.3 Priorización de causas 4.3.4 5 porqués
Evaluar la propuesta de mejora en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Propuestas  Viabilidad financiera	Solución de la problemática  Beneficio de la solución	Cantidad de soluciones  Costo	FMEA  Análisis 360	Sí	5.1.1 FMEA 5.1.2 Análisis 360 5.1.3 Mejora #1: Aplicar 5'S 5.1.4 Mejora #2 Realizar Cálculo de pedido de vejigas 5.1.5 Mejora #3 Reutilizar Vejigas 5.1.6 Plan de implementación

						5.1.7 Viabilidad financiera
Comprobar la propuesta de mejora en el proceso de colocación de la vejiga en el departamento de Curado de la empresa Aleka S. A.	Comprobación de mejora	Verificar el comportamiento del proceso	Semáforo de acuerdo con la cantidad de curas	Plan de Control	Sí	5.1.1.1 Control Mejora #1 5.2.1.2 Control Mejora #2 5.2.1.3 Reutilizar Vejigas 5.2.1.3.1 Comunicación al personal 5.2.3.2 Registro de información 5.2.3.3 Instructivo de trabajo 5.2.3.4 Semáforo 5.2.3.5 Resultados de la mejora

Nota: Se muestra que se cumple con los objetivos y variables establecidas.

## 7 Referencias

- Alamy Foto de stock. (2019). [fotografía]. <https://n9.cl/eq2vb>
- Apollo Tyres Chennai Factory. (2015). <https://n9.cl/80q0w>
- Asana. (17 de noviembre de 2022). ¿Qué es un plan de implementación? Descubre cómo crear uno en tan solo 6 pasos. <https://n9.cl/d3fr4>
- Asana. (7 de diciembre de 2022). ¿Qué es un diagrama de flujo? (Los símbolos, los tipos de diagrama y cómo leerlos) [https://n9.cl/diagrama\\_flujo](https://n9.cl/diagrama_flujo)
- Balagueró, T. (2021). ¿Qué es SAP y para qué sirve? Deusto Formación. <https://n9.cl/at2yb>
- Baldemar, J. y Abrego, R. (2015). Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Seis Sigma, Innovaciones de Negocios, 12(24): 207-235, <https://n9.cl/fdch1>
- Bayés, S. (2022). Benchmarking: qué es y cómo utilizarlo en tu estrategia de marketing. <https://n9.cl/4pv9>
- Campos, J. (2020). La importancia de la comunicación en la empresa, <https://n9.cl/l516f>
- Cardozo, L. (2021). La importancia de la comunicación interna y tips para aplicar mejor la estrategia en tu empresa. <https://n9.cl/a99jp>
- Carro, R. (2018). Administración de la calidad Total. Buenos Aires, Argentina. Universidad Mar del Plata. <https://n9.cl/1cybb>
- Carrillo, S. y Vargas, L. (2022), Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial-sector metalmecánico, <https://n9.cl/giaq0>

Coindreau, R. (2022). Evaluación 360 Grados: Guía Completa para Aplicarlas en 2022. <https://n9.cl/d2vd2>

Cóndor, B. (2018). Seis sigma en las Pymes, bajando costos con calidad, Vol. 39 (44) Pág. 8. <https://n9.cl/a5dcp>

Contreras, L. (2018). ¿Qué son las Partes Interesadas para los Sistemas de Gestión? <https://n9.cl/cz4o5>

Cruzado, T. (2020). MODELOS DE SIMULACIÓN PARA MEJORAR PROCESOS INDUSTRIALES. <https://n9.cl/kivuh>

Das, T. (2022). Una guía detallada sobre la matriz de priorización [4 plantillas]. <https://n9.cl/mhano>

Esan, (2018). ¿Cómo implementar una estrategia de proyectos? <https://n9.cl/uoxm68>

Equipo editorial Etecé. (2022). Checklist, <https://n9.cl/kkcmm>

Garza, R., González, C., Rodríguez, E. y Hernández, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa. <https://n9.cl/wkzr6>

Gasias M. (2015). El compromiso organizacional y su incidencia en el desempeño de los trabajadores del sector alimenticio de la zona industrial de Cagua cagua–edo. Aragua, La Morita, junio 2015. <https://n9.cl/p6lz9>

Gaskin, J. (2022). 7 tipos de diagrama de flujo y cómo elegir el correcto. *Venngage*. <https://n9.cl/t4vsu>

Gerges, M. (2020). Lean Six Sigma, una metodología aplicada a procesos reales. <https://n9.cl/lxc31>

Guijarro, M. (2020). Qué es y cómo elaborar un plan de comunicación. <https://n9.cl/279cp>

Hosting Plus. (29 enero de 2021). Beneficios del benchmarking y cuáles son sus características *Blog Hosting Plus* Perú. <https://www.hostingplus.pe/blog/beneficios-del-benchmarking-y-cuales-son-sus-caracteristicas/>

Ingrande., T. (s.f). Gemba walk.Mira, escucha, pregunta y aprenderás. Kailean consultores. <https://n9.cl/v62ny>

Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). (s.f.). Valoración del Riesgo. <https://n9.cl/93e2h>

Investigadores. (6 de julio 2020). ¿Qué es la investigación explicativa? *Blog Técnicas de Investigación*. <https://n9.cl/6c1qw>

León, R. y Ferreiro, O. (2020). Ciclo DMAIC: Medir y analizar. <https://n9.cl/0pg86>

Lugo, Z. (s.f.). Población y muestra. Diferenciador. <https://n9.cl/k4a9c>

MacNeil, C. (2022). ¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios. <https://n9.cl/9jl1y>

Madrigal, A. (2019). Uso de la simulación en procesos de construcción. <file:///Users/alexa/Downloads/13521.pdf>

Mantilla, O. y Sánchez, J. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. Estudios Gerenciales. <https://n9.cl/zjab8>

Martín, J. (2018). ¿Qué es y cómo hacer una matriz de priorización? <https://n9.cl/ohk06f>

Martins, J. (2021). Qué es un plan de comunicación y cómo elaborar uno efectivo para tu proyecto. <https://n9.cl/wfwfe>

Mayoral, A. y Morales, J. (2022). Lean Seis Sigma para la Mejora de Procesos. <https://n9.cl/ajafn>

Máxima, J. (2019) Benchmarking. <https://n9.cl/1h2ux>

Meneses, Y., Suárez, J. y Sánchez, F. (2019). Impacto del Value Stream Mapping (VSM) en diferentes compañías del sector económico y productivo. <https://docplayer.es/196157053-Impacto-del-value-stream-mapping-vsm-en-diferentes-companias-del-sector-economico-y-productivo.html>

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2022). Gestión del Riesgo. Blog Somos INC. <https://n9.cl/f68ir>

Molina, X. (s.f.). Tipos de Hipótesis en investigación científica (y ejemplos). <https://n9.cl/nw2di>

Montalban-Loyola, E. (2015) Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. <https://n9.cl/fguph>

Navarro, E. Soler, V. y Pérez, A. (2017). Metodología e implementación de Six Sigma. España. Universidad Politécnica de Valencia. <https://n9.cl/1cybb>

Peña, L. (2007). Estudio para la reducción de los costos de producción mediante la automatización de los finales de línea de la planta dressing en la empresa unilever andina colombia LTDA. <https://n9.cl/40zjf>

Pérez, M. (2005). Automatización e incorporación al sistema CCM de control en tiempo real de una prensa vulcanizadora para la producción de llantas. [Proyecto

de graduación, Instituto tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC.<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/223/Informe%20Final.pdf?sequence=1>

Planner. (2020). Pasos para elaborar un Plan de Implementación. *Blog*. <https://n9.cl/uq8ba>

Quiroa, M. (2021). Matriz de priorización. <https://n9.cl/tbmj5>

Raffino M. (4 de agosto de 2020). Técnicas de Investigación. *Blog Concepto.de*. <https://n9.cl/hxirf>

Ramírez, L. (2004). El modelo multiatributo para el cálculo de la demanda ponderada según necesidades y problemas sanitarios. Chaco; Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. <https://n9.cl/y29cx>

Ramos, M. (2014). Metodología del trabajo Universitario II. [Diapositiva Slideshare]. <https://n9.cl/hvslb>

Rodríguez, D. (2020). Investigación experimental: características y ejemplos. Lifeder. <https://n9.cl/6rskd>

Requena, B. (2014). Muestra estadística. Universo Formulas. <https://n9.cl/m2a7>

Rodríguez, H. (2022). ¿Cómo promover la comunicación entre los empleados y Recursos Humanos? <https://n9.cl/i3fxc>

Rosgaby, K. (2018). ¿Qué es Benchmarking y para qué sirve? <https://n9.cl/mdao6>

Salamanca, A. (2019). Checklist para autores y checklist para lectores: diferentes herramientas con diferentes objetivos. <https://n9.cl/ndunw>

Salazar, B. (2019) ¿Qué es Six Sigma? Seis Sigma: Control de la variación. <https://n9.cl/f7ai>

Salazar, B. (2019). Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). <https://n9.cl/gu8k>

Santander Universidades. (2022). ¿Qué son los stakeholders y por qué son tan importantes para una empresa? <https://n9.cl/upkx9>

Silador, R. y Utrera, A. (2021). Metodología Seis Sigma para mejorar la calidad del servicio en el restaurante Bouyon, Cienfuegos, Cuba. <https://n9.cl/idvoc>

Siles, R. y Mondelo, E. (2012). Guía de Gestión de Proyectos para Resultados PM4R. BID-INDES.

Silva, L. (2020). Checklist para supermercado: descubre cuáles son los principales. <https://n9.cl/ixz1u>

Ugalde, N. y Balbastre F. (2013) Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación, Ciencias Económicas 31-No.2: 2013 / 179-187, <https://n9.cl/qgv14>

More Steam. (2021). Conjunto de herramientas de diagrama de causa y efecto. <https://n9.cl/69pp6>

The Steelastic Company, LLC. (s.f). Steelastic® extruded steel belt systems [fotografía]. <https://n9.cl/x3cb8>

Tienda en línea Alibaba.com <https://n9.cl/rid5k>

Tinoco Ángeles, F. (2013). SIX SIGMA en logística: aplicación en el almacén de una unidad minera. Industrial Data, 16(2), 67-74. <https://n9.cl/m6ijw>

Tomas, D. (2020). ¿Qué son los stakeholders y cómo afectan a tu empresa? <https://n9.cl/i2iq6>

## 8 Anexos

### 8.1 Plan de implementación 2021

Ilustración 1 Plan de implementación

Departamento:	Curado	Fecha de Revisión:	20/12/2021	<b>Aleka S.A</b>																																															
Aprobado por:	Jefe de Curado																																																		
Elaborado por:	Karina Ulate /Alexa Artavia																																																		
Nombre del proyecto:	<b>Propuesta de mejora para la obtención de un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S.A.</b>																																																		
Indicadores	Actividad planeada	En Proceso	Completo	Atrasado	may-21				jun-21				jul-21				ago-21					sep-21				oct-21				nov-21					dic-21																
Definición del Problema	#	Actividades	Resp.	Plan/Act	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4									
¿De qué manera se puede aumentar la vida útil de la vejiga para un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Aleka S.A.?	1	Explicar el proyecto y la importancia al personal de change	Ing MC/Jefe Curado	Plan Actual																																															
	2	Comunicación al personal de change sobre posible mejora en el uso de las vejigas	Sup. Change	Plan Actual																																															
	3	Buscar e identificar un lugar de almacenamiento de las vejigas	Sup. Change / Ing MC	Plan Actual																																															
	4	Anotar en las vejigas la información de la vejiga	Cambia vejigas	Plan Actual																																															
	5	Explicar procedimiento de colocación de la vejiga	Ing MC	Plan Actual																																															
	6	Crear documento de registro de información	Sup. Change / Ing MC	Plan Actual																																															
	7	Inicio de reutilización de vejigas	Cambia vejigas	Plan Actual																																															
	8	Seguimiento al indicador de scrap de vejigas rotas	Ing. Procesos	Plan Actual																																															
	9	Seguimiento de vejigas reutilizadas	Sup. Change / Ing MC/Jefe Curado	Plan Actual																																															
	10	Realizar análisis estadístico	Ing. MC	Plan Actual																																															
	11	Comunicar los resultado al personal de change, equipo y partes interesadas	Ing. MC	Plan Actual																																															
	12	Aplicar Mejora	Sup. Change / Cambia Vejigas	Plan Actual																																															
	13	Establecer controles	Sup Change / Ing MC	Plan Actual																																															
	14	Seguimiento mejora reutilización de vejigas	Ing MC	Plan Actual																																															
	15	Revisión de ahorro economico.	Ing MC	Plan Actual																																															

Nota: Plan de implementación de la mejora reutilización de vejigas.

## 9 Glosario

**Bodega de materia prima:** Ingresan y se almacenan la mayor parte de los materiales que se requieren en el proceso: hule natural y sintético, acelerantes, antioxidantes, negro de humo, alambres, aceites y fibras de polyester, nylon, materiales indirectos (vejigas, pinturas, solventes, etc.), etc. En general, la fabricación de una llanta requiere al menos 120 tipos diferentes de materias primas. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Mezclado:** En este proceso, se realiza la mezcla de hule natural y /o sintético con negro de humo y los demás materiales requeridas para alcanzar las propiedades de proceso y de desempeño. Uno de los ingredientes más importantes es el azufre, el cuál posibilita la reacción vulcanización. Los productos que se obtiene se conocen como compuestos. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Calandrado:** En la etapa de calandrado de tela, se cubre la tela de polyester con una capa de hule por ambos lados para obtener así la tela calandrada, la cual es la encargada de soportar la carga de la llanta. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Acero:** A través de una extrusora, se aplica un compuesto específico el alambre de acero, para producir la capa estabilizadora, la cual cumple con la función de dar soporte, distribuir y disipar los esfuerzos, a los cuales las llantas se ven sometidas en servicio. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Cortadora:** En este proceso, la tela calandrada se corta según el ancho requerido por la especificación para cada medida de llanta. Estos cortes se almacenan en rollos que posteriormente se envían al departamento de armado. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Extrusión:** Se coextruyen diferentes de 2 a 6 tipos de compuestos, para producir ya sea las paredes de la llanta o el rodado. El rodado es el componente que tiene contacto directo con la carretera y las paredes se encuentran en el costado de la llanta y tienen la función de protegerla de golpes, pinchazos y los esfuerzos de flexión en servicio. Además, es en las paredes donde posteriormente se estampa la información útil para el cliente. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Aros:** Se forma por medio de una cantidad de alambre establecido según el tipo de llanta y el hule se extruye enrollando los alambres con el hule. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Formado:** Es el proceso en el cual todos los materiales se ensamblan para dar forma a la llanta, este se realiza en dos etapas. En la primera etapa se ensamblan los componentes internos: sellante, tela, aros y paredes. Internamente a esta primera construcción se le llama carcasa. En la segunda se terminan de colocar los componentes que tienen contacto con la carretera: las capas estabilizadoras, el *spiral layer* y el rodado. A esta segunda construcción se le llama “paquete”. El producto final es la unión de la carcasa con el paquete y se conoce como “llanta verde”. Una vez formada la llanta verde ya tenemos la llanta completamente construida, lo único que nos falta es “cocinarla”. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Curado:** Es un proceso en el que la llanta verde es calentada por medio de vapor, agua y nitrógeno provenientes de una caldera. En un ambiente de temperatura y presión controladas, se lleva a cabo la reacción de curado. Esta reacción provoca un cambio en las propiedades de los compuestos, aumentando principalmente la elasticidad, la dureza, la resistencia al desgarre y otras características de desempeño deseadas. Para cada tipo de llanta se diseña una receta o serie de pasos que se deben de ejecutar para asegura un proceso de vulcanización adecuado: esta receta se conoce como ciclo de vulcanización. Tienen duraciones que van desde los 11 y los 23 minutos dependiendo del tamaño y otras llantas como las agrícolas tardan 42 minutos vulcanizándose. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Revisión de la llanta:** En este proceso se inspecciona el 100% de las llantas producidas, éstas pasan por una primera inspección en donde se clasifican como conformes o no conformes, las llantas rechazadas pasan a segunda revisión en la cual se declara el defecto correspondiente y si son o no *scrap* (llanta no conforme), además, en este departamento existe máquinas que permiten verificar la parte interna de la llanta, por ejemplo, el peso de la llanta, si de un lado tiene mayor o menor peso. (Información suministrada por Aleka S. A.)

**Bodega producto terminado:** Las llantas conformes se almacenan en la bodega de producto terminado, para ser distribuidas posteriormente a los diferentes puntos de venta. (Información suministrada por Aleka S. A.)

Anexo IV

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE  
LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
(Trabajo en grupo)

Ciudad, Abajela

Fecha. 24/5/23

Señores/as

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores/as:

Nombre completo de sustentantes	Número de identificación
Karina Victoria Ulate Herrera	207510668
Juan Alexa Artavia Arroyo	207420928.

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

Propuesta de mejora para la obtención de un beneficio económico en el departamento de Curado de la empresa Ateka S.A.

El cual se presenta bajo la modalidad de, marque una opción:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación

Tesis de Graduación

Autorizamos a la Universidad Técnica Nacional para que nuestro trabajo sea manejado bajo los siguientes parámetros:

Ver CAPÍTULO V, DISPOSICIONES, FINALES. Artículo 43. RTFG.	
Marque con una X o un ✓	
Conservación y disseminación en las bibliotecas de la Universidad	✓
Almacenado en el Repositorio institucional.	✓
Divulgado en el Repositorio institucional.	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN (Describe en forma breve el contenido del documento)	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA) última edición en español. Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros.

La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional. Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre de estudiante	Número de identificación	Firma
Karina Ulate Herrera	207510668	
Alexa Artavia Araya	207410918	

Fecha: 24/11/23

Anexo V

BOLETA DE PRESENTACIÓN FORMAL DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN  
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

SOBRE EL AUTOR (ES) DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN				
Primer apellido	Segundo apellido	Nombre	Número de identificación	Firma del estudiante
Ulate	Herrera	Karina	207510668	
Artavia	Arroyo	Alexa	207420928	
Carrera a la que pertenece: Ingeniería en Procesos y Calidad		Título obtenido Licenciatura.		
Fecha de presentación: DÍA/MES/AÑO				
<b>USO EXCLUSIVO PARA EL DIRECTOR DE</b>				
Verificación de documentación		Marque con (x)		
		<input type="checkbox"/> Documento físico del trabajo final		
		<input type="checkbox"/> Carta de autorización para uso y manejo de los trabajos finales de graduación		
		<input type="checkbox"/> Acuso de recibido de la versión digital por parte de la Vicerrectoría de Investigación		
		<input type="checkbox"/> Copia digital para la carrera		
		<input type="checkbox"/> Entrega de resumen con palabras claves para biblioteca		
Nombre del director (a) de carrera:		Firma del director de carrera	Fecha de aprobación	