



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Reducción de tiempo de Cambio de Producto en una Empresa  
de Fabricación de Alimento Balanceados para camarón usando  
Herramientas estadísticas”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**Wladimir Andrés Perero Navarrete**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2024**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, a mi Esposa, a mis Padres y a todas las personas que me brindaron el apoyo, guía y tiempo para la ejecución de este proyecto, y a todos los que fueron parte de este viaje de aprendizaje.

## DEDICATORIA

Este trabajo que esta realizado con esfuerzo y empeño está dedicado a mi Esposa, mis Padres, mi familia. Que este proyecto sea el testimonio del compromiso con el crecimiento personal y profesional.

# **TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

---

**María Fernanda López S., M.Sc**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**María Denisse Rodríguez Z., Ph.D.**  
**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Wladimir Andrés Perero Navarrete

# RESUMEN

El presente proyecto de titulación se realizó en una empresa de fabricación de alimentos balanceados, en la línea de fabricación de alimentos para camarón línea 3A, que es una línea automatizada. A partir del año 2022 la variedad de productos fabricados aumentó en un 35%.

Para tener una línea más flexible, y aumentar la tasa de utilización en esta línea de fabricación de alimento balanceado, se necesita disminuir los tiempos de paralizaciones programadas, principalmente los tiempos de cambios de productos.

El objetivo general de este proyecto es proponer e implementar mejoras para disminuir el tiempo de cambio de producto de 46 min a 30 minutos en la línea 3A mediante el uso de herramientas estadísticas para mejorar la disponibilidad de la línea 3A.

La metodología usada inicia con la situación actual del proceso, definición de un problema enfocado, identificación de la capacidad de proceso, identificación de causas de variación, posteriormente un análisis de causas de variación por medio de herramientas cualitativas y cuantitativas con el objetivo de encontrar la causa raíz de estos problemas y proponer soluciones para eliminar o reducir las causas de variación encontradas.

Finalmente, se implementan las mejoras y se realiza un estudio de estabilidad y capacidad del proceso a través de cartas de control y análisis de capacidad para demostrar el mejoramiento de la variable de respuesta enfocada, el tiempo de cambio de productos de peletizado a peletizado (tipo1), se determina la reducción de tiempo a 24,9 minutos y además se toman datos para monitorear la variable de respuesta general y observar la reducción del tiempo de cambio de productos a 25,9 minutos verificando que se sobrepasó el objetivo inicial de 30 minutos.

# ÍNDICE GENERAL

1.	GENERALIDADES.....	1
1.1.	Antecedentes .....	1
1.2.	Definición del problema u oportunidad .....	3
1.3.	Objetivos.....	4
1.3.1.	Objetivo General .....	4
1.3.2.	Objetivos Específicos .....	4
1.4.	Descripción de la metodología .....	5
2.	APLICACIÓN DE METODOLOGÍA .....	6
2.1.	Análisis de la Situación Actual.....	6
2.1.1.	Medición de la Situación Actual.....	7
2.1.2.	Plan de Recolección de Datos. ....	8
2.1.3.	Declaración del Problema Enfocado. ....	12
2.1.4.	Análisis de Capacidad Actual. ....	12
2.1.5.	Identificación de causas de variación. ....	13
2.1.6.	Análisis de Causas.....	16
2.2.	Desarrollo de SMED .....	16
2.2.1.	Descripción del cambio de matriz.....	16
2.2.2.	Diagrama Causa-Efecto .....	17
2.2.3.	Mapeo del tiempo de cambio de matriz.....	18
2.2.4.	Conversión de actividades Internas a Externas.....	19
2.2.5.	Análisis de Desperdicios .....	21
2.2.6.	Perfeccionar Tareas Internas y Externas.....	21
2.2.7.	Propuestas de Mejora .....	23
2.3.	Implementación de Mejoras .....	23
3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	28
3.1.	Análisis de Capacidad después de la mejora. ....	28
3.2.	Análisis Costo - Beneficio.....	31
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
4.1.	Conclusiones.....	32
4.2.	Recomendaciones.....	33
	BIBLIOGRAFÍA.....	34

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

El presente proyecto se desarrolló en una planta de fabricación de alimento balanceado para camarón que lleva más 60 años en el mercado ecuatoriano. La industria del camarón en estos últimos años ha crecido exponencialmente convirtiéndose en el primer país en producción de camarón a nivel mundial, por lo que, es necesario que planta de fabricación crezca tanto en volumen como en eficiencia en todos los procesos de la fábrica para continuar liderando en calidad y nutrición de las dietas que se ofrecen.

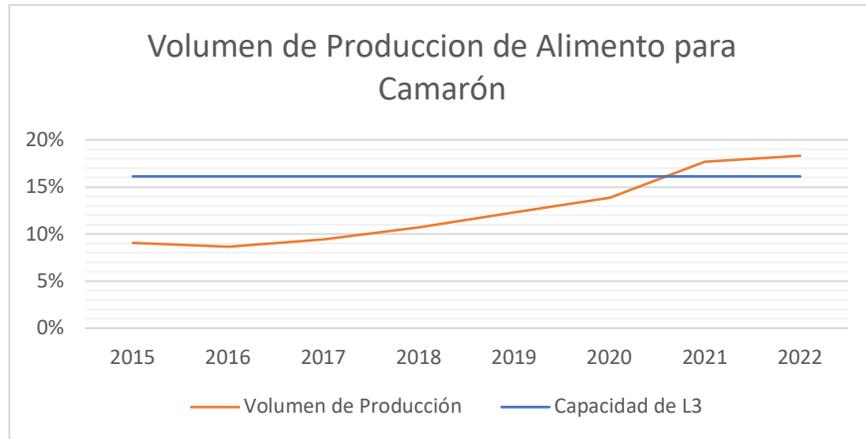
El crecimiento del mercado ecuatoriano va de la mano con nuevas exigencias del mercado y retos del alimento balanceado en el campo, por lo que, los productos ofrecidos por la compañía se diversifican ocasionando más variedad de productos fabricados como se indica en la tabla 1.

Además, la producción de alimento balanceado en la compañía ha venido incrementando en los últimos años, superando la capacidad máxima de planta como se observa en la figura 1.1, en donde el excedente de demanda es fabricado en otras líneas.

**Tabla 1**  
**Cantidad de lotes y productos fabricados por mes 2022**

MESES	CANTIDAD DE LOTES FABRICADOS	NUMERO DE PRODUCTOS FABRICADOS
ENERO	103	20
FEBRERO	122	21
MARZO	107	22
ABRIL	163	21
MAYO	162	29
JUNIO	115	25
JULIO	122	29
AGOSTO	156	27
SEPTIEMBRE	128	27
OCTUBRE	138	27
NOVIEMBRE	150	27
DICIEMBRE	105	25

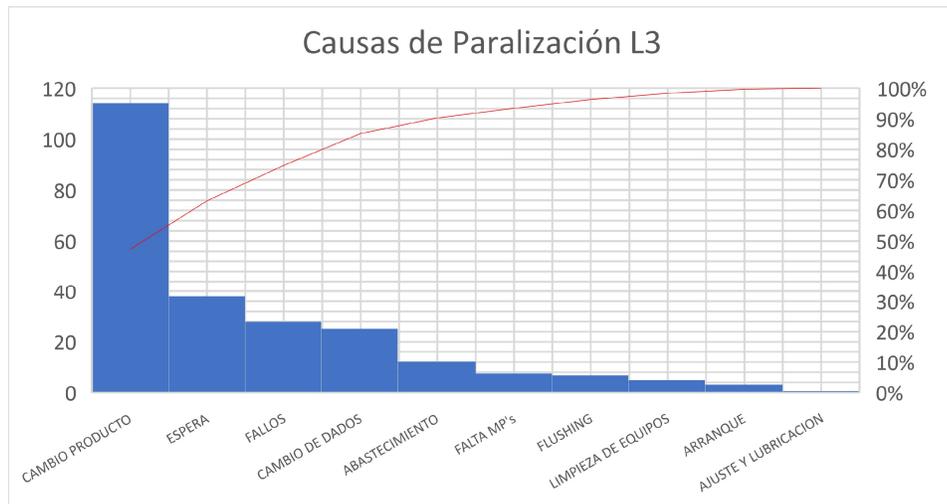
Fuente: Autor



**Figura 1.1 Volumen de Producción de Alimento de Camarón.**

Fuente: Autor

En la planta existen varias líneas de fabricación, y para este estudio se ha escogido la línea que produce la mayor variedad de dietas, con el objetivo de buscar reducir los tiempos de paralización y aumentar la utilización de la línea. Para este fin, se ha recogido información de los tiempos en que el cuello de botella permanece paralizado y sus causas (programadas y no programadas) en toda la línea durante el año anterior como se indica en la figura 1.2.



**Figura 1.2 Causas de Paralización en L3 (promedio mensual) 2022**

Fuente: Autor

Dentro de la segregación de las causas de paralización de la línea que se observa en la figura 1.2, se ha identificado que el tiempo de descargas por cambio de producto es la mayor causa de paralización en las líneas de camarón. La línea 3A es la que produce mayor variedad de dietas, por ende, tiene mayor cantidad de horas paralizadas por cambio de dietas.

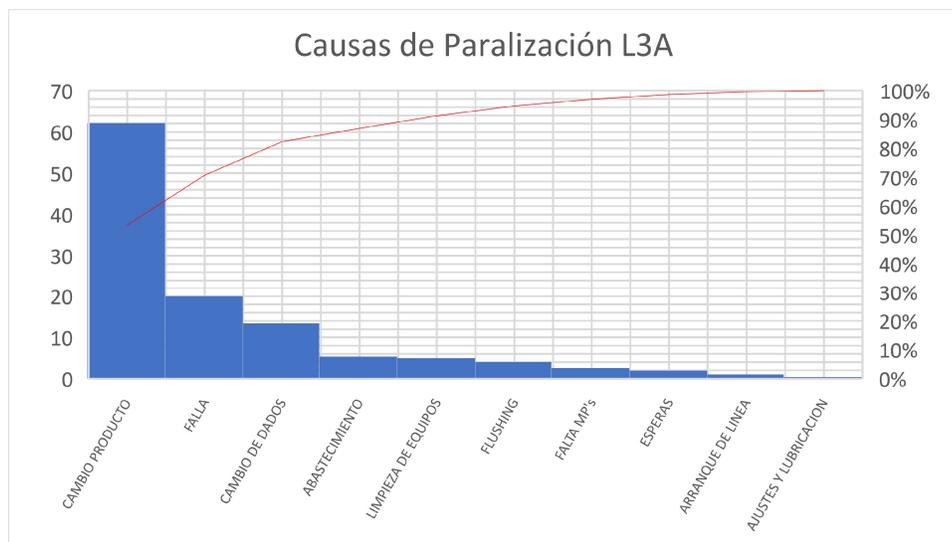
## 1.2. Definición del problema u oportunidad

La línea 3, se compone por 2 líneas de proceso, la línea 3A y línea 3B, la línea 3A está diseñada para fabricar más variedad de dietas, por lo tanto, se la ha escogido para este proyecto.

En la línea 3A cerca del 50% de las paralizaciones de la línea son por descargas por cambio de dietas, con un tiempo mensual de 62 horas, y con un tiempo promedio de 46 min por descarga como se observa en la figura 1.3.

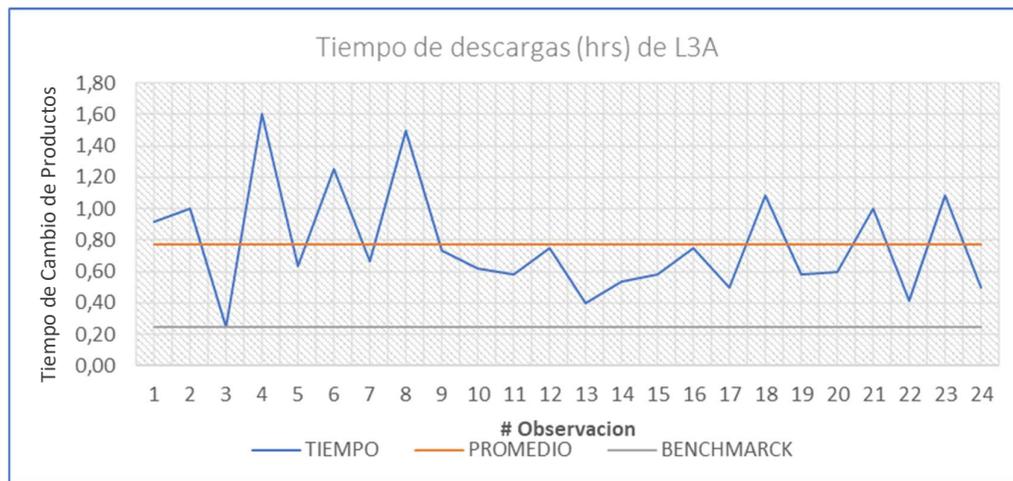
El tiempo promedio de cambio de producto de la línea 3A en los últimos 12 meses es de 0,77 horas, mientras que el menor tiempo alcanzado es de 0,28 horas, por lo tanto, se evidencia que hay una oportunidad de mejora.

Para efectos de visualización en la figura 1.4 se presentan los últimos 24 datos registrados del tiempo de cambio de producto promedio en la línea 3A.



**Figura 1.3 Causas de Paralización en L3A (promedio mensual) 2022**

Fuente: Autor



**Figura 1.4 Tiempo de cambio de producto (hrs) L3A**

Fuente: Autor

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

Este proyecto tiene como objetivo reducir el tiempo de cambio de producto de 46 min a 30 minutos en la línea 3A mediante el uso de herramientas estadísticas para mejorar la disponibilidad de la línea 3A.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la estabilidad y capacidad del proceso mediante gráficas de control y análisis de capacidad para caracterizar la variabilidad inicial del proceso.
- Identificar causas de variación por medio de herramientas cuantitativas y cualitativas.
- Implementar soluciones para eliminar causas de variación.
- Validar resultados por medio de gráficas de control y análisis de capacidad luego de las implementaciones.

#### **1.4. Descripción de la metodología**

Para resolver el problema propuesto se usan herramientas estadísticas debido a que existen causas desconocidas que hacen que los tiempos de cambio de dietas sean muy variables además debido a la alta variedad de productos que se fabrican en esta línea es ideal estandarizar y minimizar los tiempos de cambio de dietas de la línea.

La metodología usada consistió en 4 fases. La primera fase determina la situación actual del proceso, esta es una fase exploratoria en la que se identifica cada etapa de la operación, quienes son las personas involucradas, cuáles son las entradas y salidas del proceso, para esto es muy importante la colaboración de los expertos en el proceso, operadores, técnicos y supervisores, además la obtención de data histórica y actual del proceso, que es analizada para interpretar y caracterizar el problema. (Cumbe, 2018)

En la segunda etapa, con el problema definido, levantados los procesos y analizada la situación actual, se usa técnicas estadísticas para identificar causas de variación, que serán las oportunidades para mejorar el tiempo de cambio de dietas de la línea. (Leisis Villar-Ledo, 2016)

En la tercera etapa se analizó estas causas de variación por medio de herramientas cualitativas y cuantitativas para buscar la causa raíz de estos problemas, y se propuso soluciones para eliminar o reducir estas causas de variación. (Ritter, 1994)

La etapa final, en donde se implementó las mejoras previo a una priorización de soluciones y la validación de los resultados mediante un estudio de estabilidad y capacidad del proceso a través de cartas de control y análisis de capacidad del estado futuro. (Soler, 2018)

# CAPÍTULO 2

## 2. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

### 2.1. Análisis de la Situación Actual

La línea 3A es una línea con la mayor parte de sus procesos automatizados desde el abastecimiento de materias primas hasta el almacenamiento de producto terminado en tolvas.

Se ha identificado que el cuello de botella de la línea es la peletizadora, equipo que embute la masa homogénea de ingredientes en una matriz o dado dando la forma de pellet al alimento, por lo tanto, el proyecto está enfocado en reducir los tiempos de cambio de dietas de esta parte del proceso.

El proceso de cambio de producto a fabricar se realiza de acuerdo con la planificación de producción. Una vez una corrida de producción es finalizada, se procede hacer un vaciado de la línea que es automático por medio del sistema automatizado de control de la línea, en la que secuencialmente van descargando y parando algunos equipos, una vez la línea está vacía aguas abajo del cuello de botella, se arranca el peletizado de la siguiente dieta. Mientras se realiza el vaciado, la peletizadora permanece apagada y se aprovecha para limpieza, realizar ajustes o cambiar de matrices si se necesitara. Se ha realizado un diagrama SIPOC para tener una visión clara del proceso de descarga como se muestra en la figura 2.1.

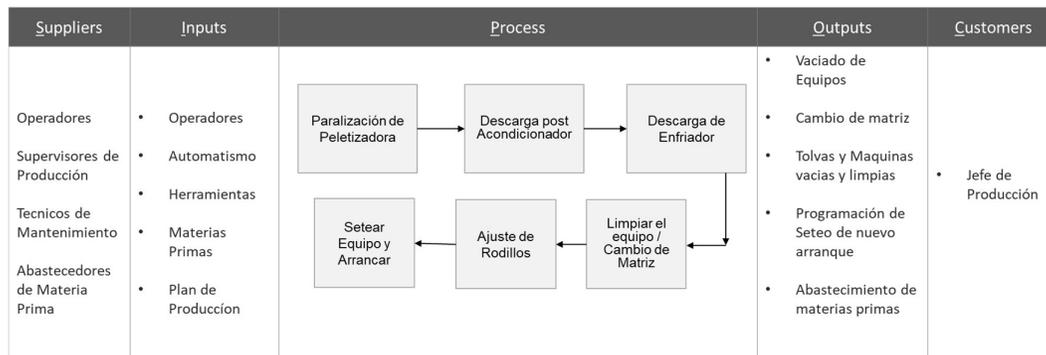


Figura 2.1 Diagrama SIPOC del proceso de cambio de dieta.

Fuente: Autor

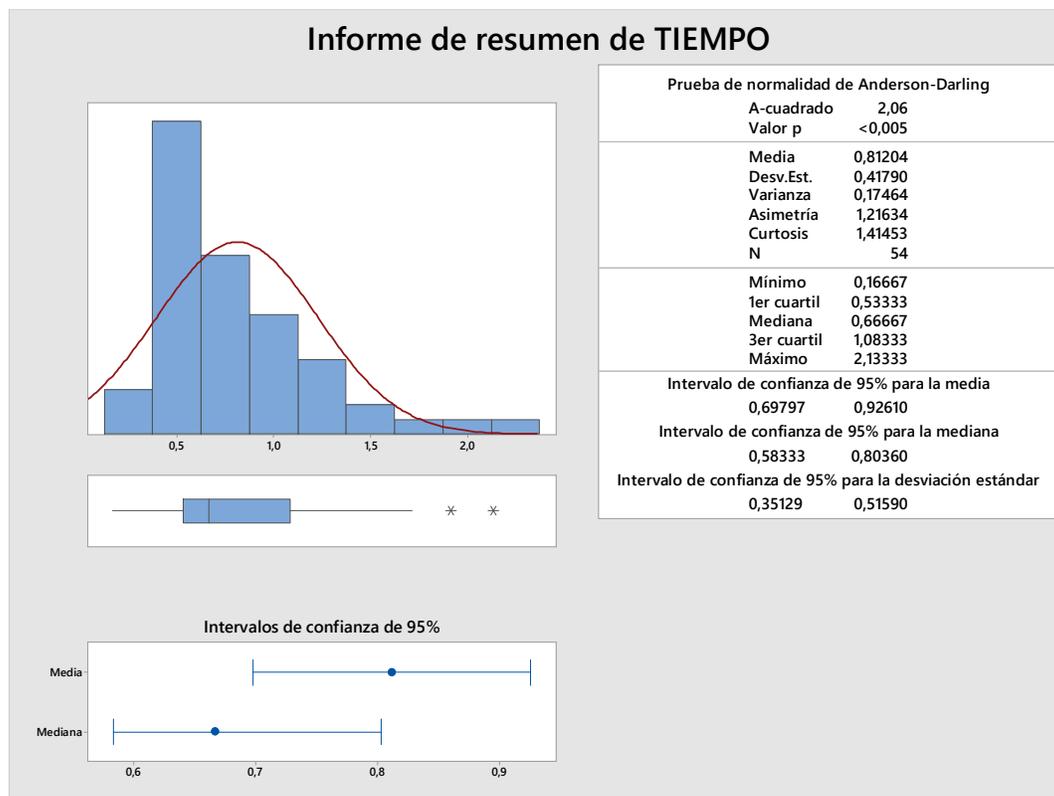
Cuando se analiza el tiempo que la peletizadora permanece paralizada por causa de cambio de producto a producir se evidencia que mensualmente esta paralización toma en promedio 80 horas mensuales, el 17% del tiempo que la línea tiene disponible para producir.

### 2.1.1. Medición de la Situación Actual

Con la finalidad de medir la situación actual de los tiempos de paralización por cambio de producto en la línea 3A se han tomado los datos del año 2022, para observar el comportamiento del tiempo.

Esta información fue tabulada y se realizó una prueba de hipótesis para comprobar normalidad, teniendo las siguientes hipótesis:

Ho: El tiempo de cambio de dietas en la línea 3A en 2022 sigue una distribución normal vs. H1: El tiempo de cambio de dietas en la línea 3A en 2022 no sigue una distribución normal



**Figura 2.2 Resumen gráfico del tiempo de cambio de dietas.**

Fuente: Autor

Por medio de la prueba Anderson-Darling que se visualiza en la figura 2.2, se tiene un valor p menor a 0.005, por lo tanto, existe suficiente evidencia estadística para rechazar

Ho en favor de H1. Podemos decir que los tiempos de cambio de dietas de 2022 no siguen una distribución normal.

### 2.1.2. Plan de Recolección de Datos.

Para poder obtener más información de los tiempos de cambio de producto se tomaron datos con más información durante 3 meses para estratificar el tiempo de cambio de dietas (ver tabla 2).

DATA PLAN DE RECOLECCION DE DATOS						
¿Qué?	Tipo de Datos	¿Cómo se medirá?	Condiciones de estratificación		Ejemplo	¿Cómo será registrada la data?
Tiempo de Cambio de Dietas	Continuo	Se registra el tiempo al momento de terminar la fabricación de una dieta, tomando como punto de inicio desde que la peletizadora termina de producir una dieta hasta que arranca la producción de una nueva dieta	¿Qué?	N/A	Se registrará la dieta que termina y la que arranca, seguido del tiempo que tomo la descarga, además del turno (1 o 2), el nombre del operador.	Se registrará en un archivo en Excel
			¿Cuál?	Dieta que termina y dieta que comienza		
			¿Cuándo?	Por turno (1 turno (dia); 2do. turno (noche)		
			¿Quién?	Nombre del Operador de Consola		
			¿Dónde?	Línea 3 A		

**Tabla 2**  
**Plan de recolección de Datos de Tiempos de Cambio de Producto en Línea 3A**

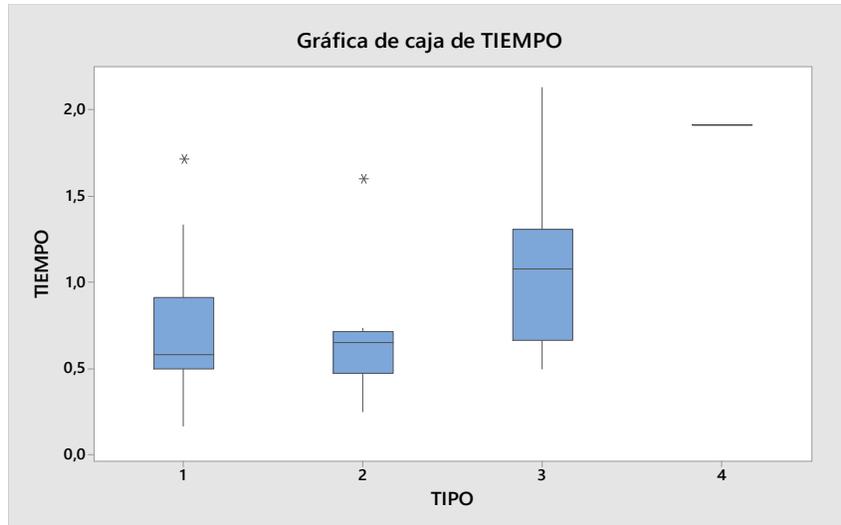
Fuente: Autor

A partir de los datos obtenidos, se segmentan por los 3 operadores del turno de producción; esto indicará si existen diferencias entre el procedimiento usado por cada uno de los turnos, además los datos se segmentan por los 2 turnos (día y noche) para analizar si existe alguna diferencia entre estos turnos

Con los datos obtenidos se observan 4 tipos de cambio de producto.

- TIPO 1: Tiempo de cambio de una dieta peletizada a otra dieta peletizada
- TIPO 2: Tiempo de cambio de una dieta peletizada a una dieta granulada
- TIPO 3: Tiempo de cambio de una dieta granulada a una peletizada
- TIPO 4: Tiempo de cambio de una dieta granulada a una granulada

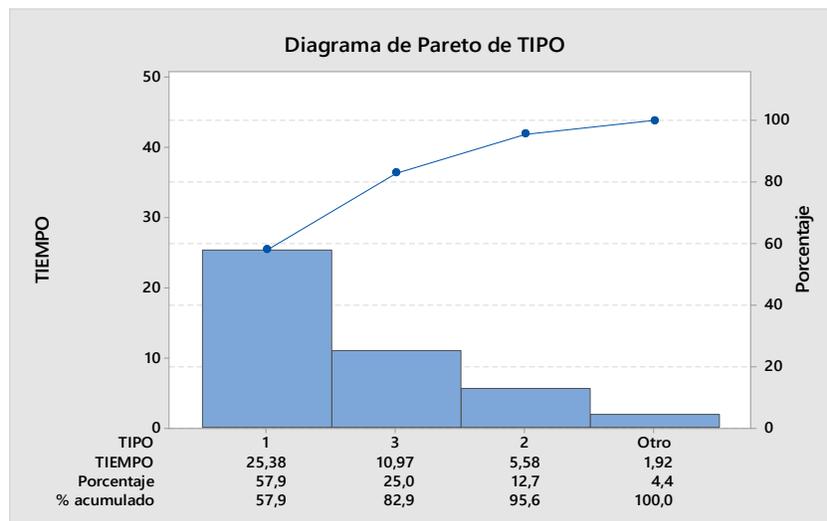
Esta estratificación ayuda a enfocar los esfuerzos en los problemas que impactan de mayor manera a que el tiempo de cambio de producto sea alto. En la figura 2.3 se aprecia una diferencia en el tiempo de cambio medio, en la mediana (principalmente con el TIPO 3), y diferencias en variabilidad.



**Figura 2.3 Diagrama de Cajas del tiempo de cambio de producto por tipo de cambio.**

Fuente: Autor

Además, se obtiene que el 82,9% del tiempo de cambio se concentra en los tipos 1 y 3, por lo tanto, el proyecto se enfocara en el primer tipo de cambios que es la que más se realizan y la que tienen más variabilidad como se observa en la figura 2.4.

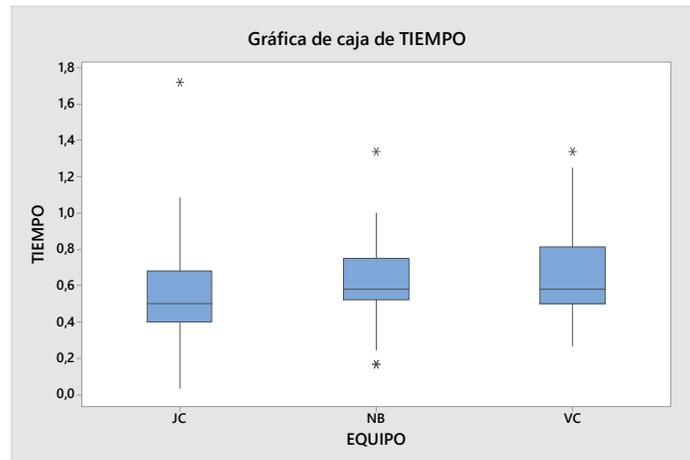


**Figura 2.4 Diagrama de Pareto del tiempo de cambio de dietas por tipo de descargas.**

Fuente: Autor

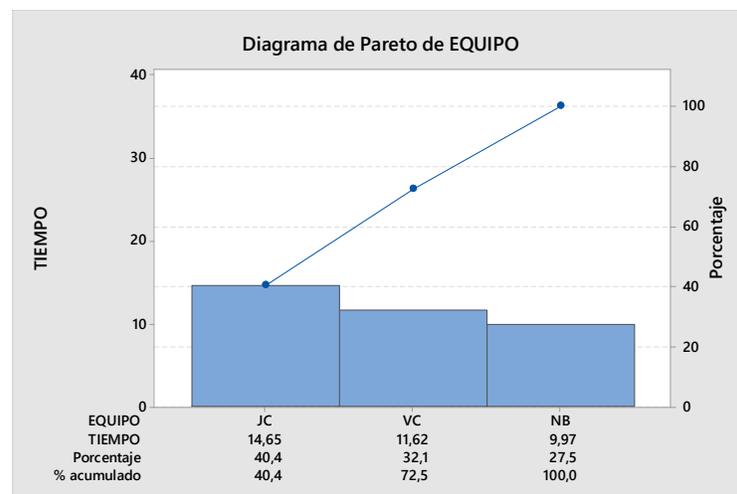
Según el diagrama de cajas para el tiempo de cambio de dietas por operador de producción, se observa que no existen diferencias significativas entre los 3 operadores que realizan el proceso de cambio de producto, sin embargo, existe variabilidad alta en los tiempos de cambio como se aprecia en la figura 2.5.

Además, según el diagrama de Pareto que se muestra en la figura 2.6 no hay un operador que aporte más al tiempo de cambio ya que los 3 tienen promedios similares, los 3 equipos rotan en diferentes horarios en el mes.



**Figura 2.5 Diagrama de Cajas del tiempo de cambio de producto por equipo.**

Fuente: Autor

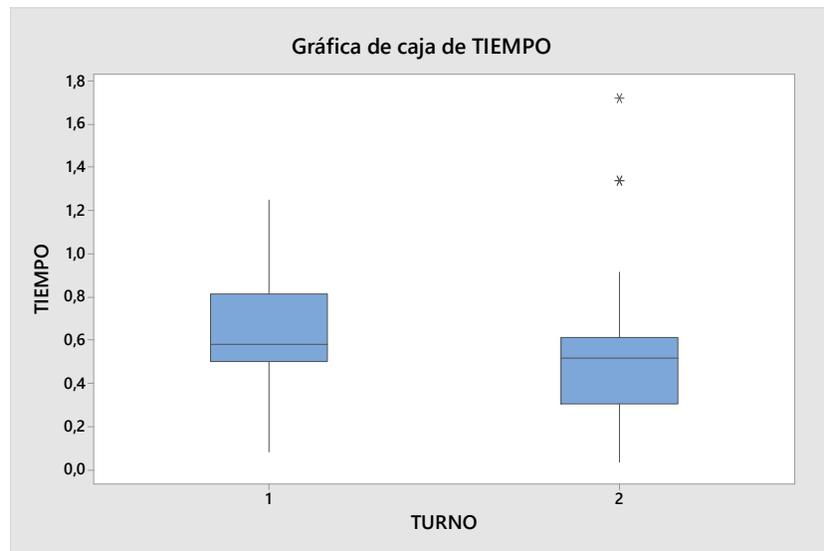


**Figura 2.6 Diagrama de Pareto del tiempo de cambio de producto por equipo.**

Fuente: Autor

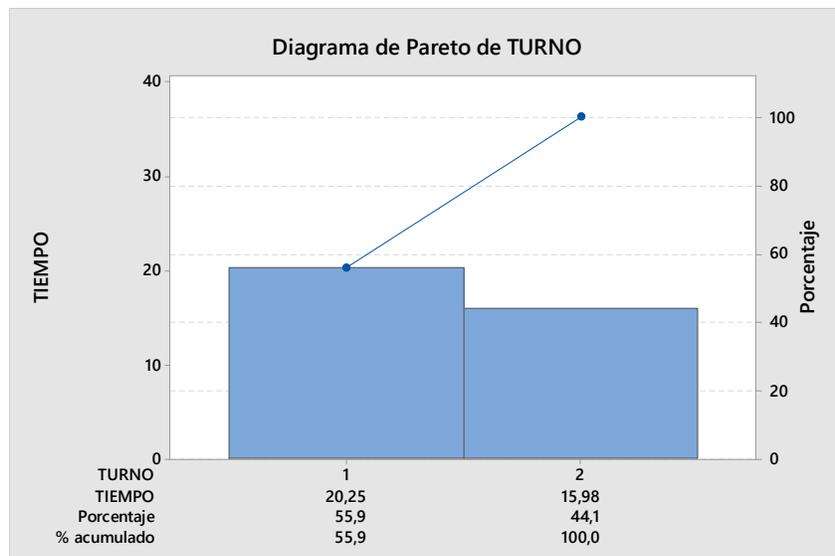
De la misma manera se tabularon los datos para observar diferencias entre el turno diurno y nocturno, y se observa que en el turno 1 (7am a 7pm) los tiempos de cambio de dietas son mayores que en el turno nocturno (turno2), como se observa en la figura 2.7.

De la misma manera según el diagrama de Pareto mostrado en la figura 2.8, se puede observar que en el primer turno se utiliza mayor tiempo para el cambio de producto.



**Figura 2.7 Diagrama de Cajas del tiempo de cambio de dietas por turno.**

Fuente: Autor



**Figura 2.8 Diagrama de Pareto del tiempo de cambio de dietas por turno.**

Fuente: Autor

### 2.1.3. Declaración del Problema Enfocado.

Después de la segmentación de datos se obtiene un problema enfocado mostrado en la figura 2.9, el problema más representativo y donde se ha observado mayor variabilidad.

Por lo tanto, nos enfocaremos en mejorar el tiempo de cambio de tipo 1, que representa el 58% de los cambios, que se realizan en el primer turno en la línea 3A, en los 3 turnos equipos (operadores) de producción.

¿Qué?	•58% del tiempo de cambio de dietas
¿Cómo?	•Tiempo de paralización de la línea por cambio de producción de un alimento a otro en promedio es de 38 min
¿Cuál?	•Descargas Tipo 1 (De alimento Peletizado a otro Peletizado)
¿Cuándo?	•Durante el 1er turno de producción
¿Dónde?	•En la línea 3 A
¿Quién?	•Con los 3 turnos de producción

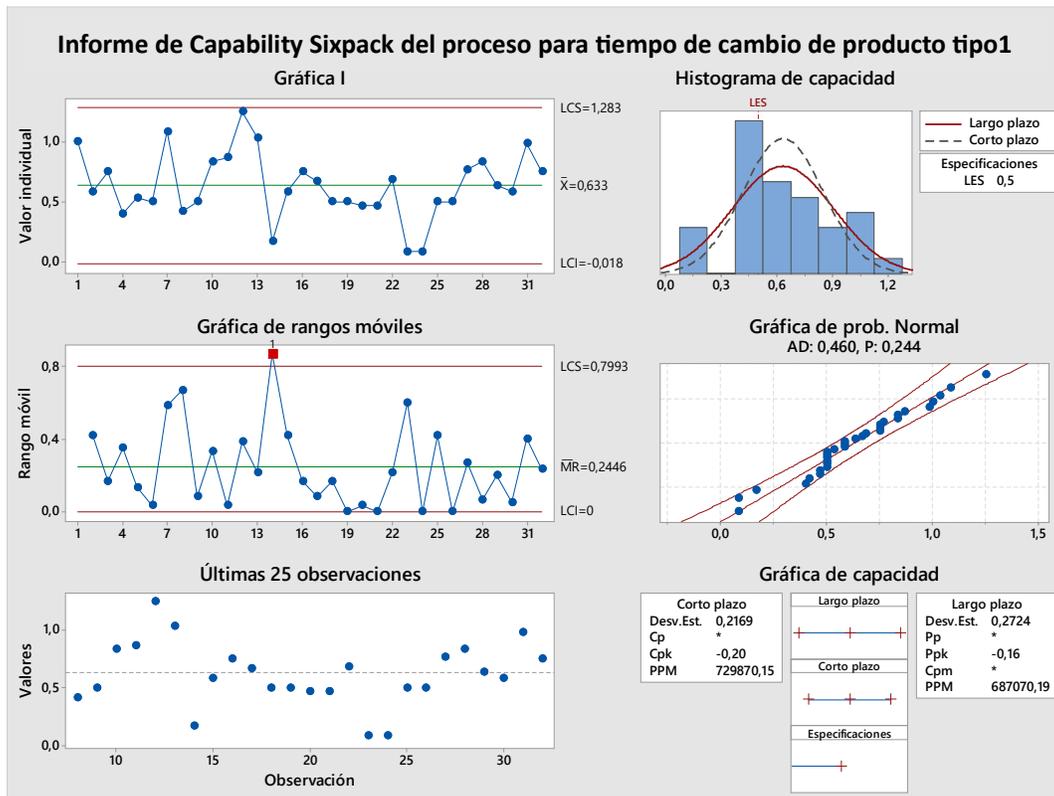
**Figura 2.9 Definición del Problema Enfocado.**

Fuente: Autor

### 2.1.4. Análisis de Capacidad Actual.

Al tomar tiempos de los cambios de dieta de tipo 1, se evidencia que se tiene un proceso no estable, se observa un proceso desfasado del tiempo objetivo y se confirma con Ppk de -0,16, según el informe de capacidad realizado en la herramienta estadística Minitab en la figura 2.10.

Al no tener un proceso estable no se puede determinar una media y varianza, además podemos decir que existen causas especiales de variación que deben ser identificadas y eliminadas o controladas.



### 2.1.5. Identificación de causas de variación.

En el proceso de cambio de dieta, existen algunos subprocesos que pueden causar que el tiempo de cambio genere variación, para lo cual se hace uso de herramientas como AMEF (ver Anexo 1), para identificar causas potenciales de variación.

Del Análisis de Modo y Efecto de Falla, podemos concluir que tenemos 3 procesos prioritarios que en los que se debe enfocar la mejora, en el vaciado del post-acondicionador y enfriador y el cambio de dados. Debido a que estas actividades pueden ser simultaneas cuando suceden no deben superar el tiempo objetivo del cambio de producto que es de 30 min. Es decir que el cambio de dado debe ser menor a 30 min y las descargas del enfriador y post acondicionador deben ser menores a 30 min para no causar un impacto en el cambio de producto.

Estas causas potenciales identificadas son validadas estadísticamente para saber si estas realmente tienen el impacto que se ha identificado, se ha muestran en las figuras 2.11 y 2.12 el resumen grafico del análisis de prueba de hipótesis de las causas potenciales de variación.

Considerando que el post-acondicionador y enfriador siguen una distribución normal, se realiza una prueba de hipótesis para el tiempo de descarga del postacondicionador y enfriador en donde,

$H_0$ : Que el tiempo de descarga del postacondicionador y enfriador es menor igual a 0,5 horas, y

$H_1$ : Que el tiempo de descarga del postacondicionador y enfriador es mayor a 0,5

De acuerdo con el valor p, rechazamos  $H_0$  en favor de  $H_1$ , por lo tanto, se puede decir que el tiempo descarga del postacondicionador y enfriador es mayor a 0,5 h.

### Estadísticas descriptivas

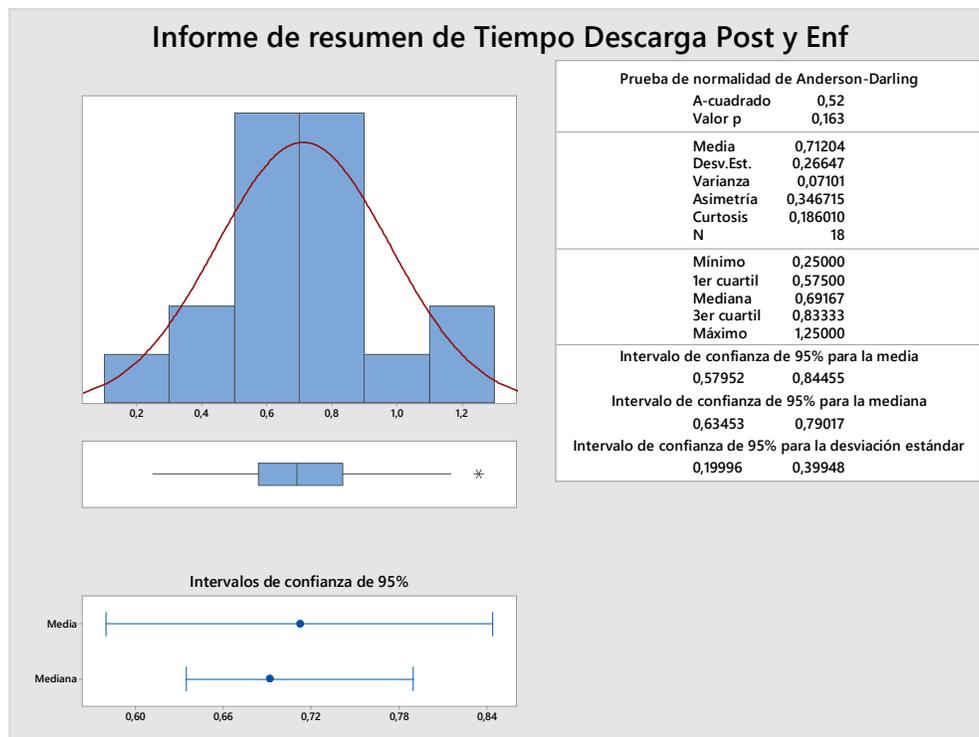
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para $\mu$
18	0,7120	0,2665	0,0628	0,6028

$\mu$ : media de Tiempo Descarga Post y Enf

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 0,5$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \mu > 0,5$

Valor T	Valor p
3,38	0,002



**Figura 2.11 Resumen Gráfico del Tiempo de Descarga de Post-Acondicionador y Enfriador.**

Fuente: Autor

Se realiza también una prueba de hipótesis para el tiempo de cambio de dado en donde,

$H_0$ : Que el tiempo de cambio de dado es menor igual a 0,5 horas, y

$H_1$ : Que el tiempo de cambio de dado es mayor a 0,5

El tiempo de cambio de dados no sigue una distribución normal, por lo que se realiza una prueba de hipótesis para datos no paramétricos y de acuerdo con valor p, rechazamos  $H_0$  en favor de  $H_1$ , por lo tanto, se puede decir que el tiempo de cambio de dado es mayor a 0,5 h.

### Método

$\eta$ : mediana de tiempo de cambio de dado

### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
tiempo de cambio de dado	15	0,820833

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ :  $\eta = 0,5$   
 Hipótesis alterna  $H_1$ :  $\eta > 0,5$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
tiempo de cambio de dado	13	91,00	0,001

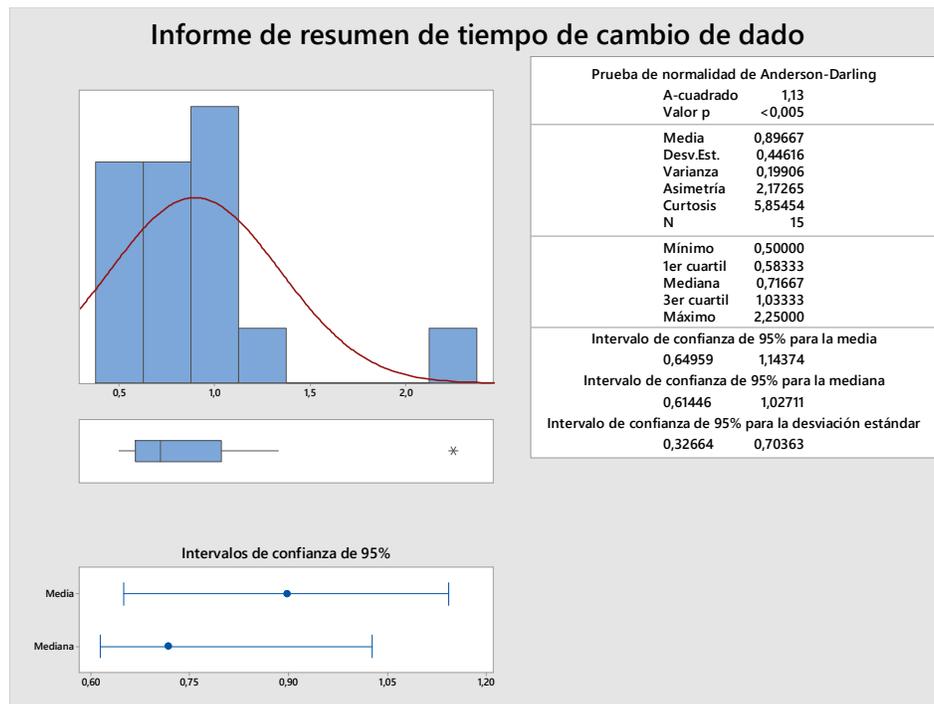


Figura 2.12 Resumen Gráfico del Tiempo de Descarga de Cambio de Dado.

Fuente: Autor

### 2.1.6. Análisis de Causas

De las causas validadas se realiza un análisis para proponer medidas de acción que permitan eliminar las causas de variación, usando la herramienta de “5 porqués” (ANEXO 2 Y ANEXO 3).

Con el análisis realizado se han identificado algunas causas raíz y planes de acción que deben ser implementados (Tabla 3)

**Tabla 3**  
**Soluciones por causa verificada**

Causa Potencial	Causa raíz	Solución
Demoras en el cambio de dados	El tiempo de cambio de dado retrasa el arranque, el tiempo no está estandarizado	Realizar un SMED de cambio de dados y estandarizar el tiempo de cambio de dado.
Demoras en el cambio de dados	Existen actividades adicionales a las actividades planificadas de mantenimiento que retrasan el arranque del cambio de dado	El operador de peletizado debe ser capacitado en actividades de mantenimiento que permita agilizar los procesos de cambio de dado.
Demoras en la descarga del post-acondicionador y enfriador	El peletizado no arranca por que la descarga del enfriador no termina	Cambiar la automatización para arrancar peletizado cuando termine el post-acondicionado
Demoras en la descarga del post-acondicionador y enfriador	No se ha definido el proceso de descarga que minimice el tiempo y garantice el cumplimiento de parámetros de calidad	Estandarizar el proceso de descarga, definir el tiempo optimo, y monitorear el cumplimiento de este proceso.

Fuente: Autor

## 2.2. Desarrollo de SMED

### 2.2.1. Descripción del cambio de matriz

De acuerdo con el plan diario de producción, se planifica un cambio de matriz dentro de un cambio de producto, dependiendo del diámetro del pellet que necesita ser fabricado, un nuevo dado o matriz es colocada en la peletizadora, esta actividad debe ser coordinada con el equipo de mantenimiento, quienes se encargan de la tarea del desmontaje y montaje de la nueva matriz, sin embargo el operador de peletizado colabora en esta actividad además de hacer otras actividades en paralelo tal como se indica en el ANEXO 4.

### 2.2.2. Diagrama Causa-Efecto

Se desarrolló un Diagrama de Causa-Efecto mostrado en la figura 2.13 en conjunto con operarios, supervisor de producción y el personal de mantenimiento; se consideró como efecto el tiempo de cambio de matriz mayor a 0,5 h.

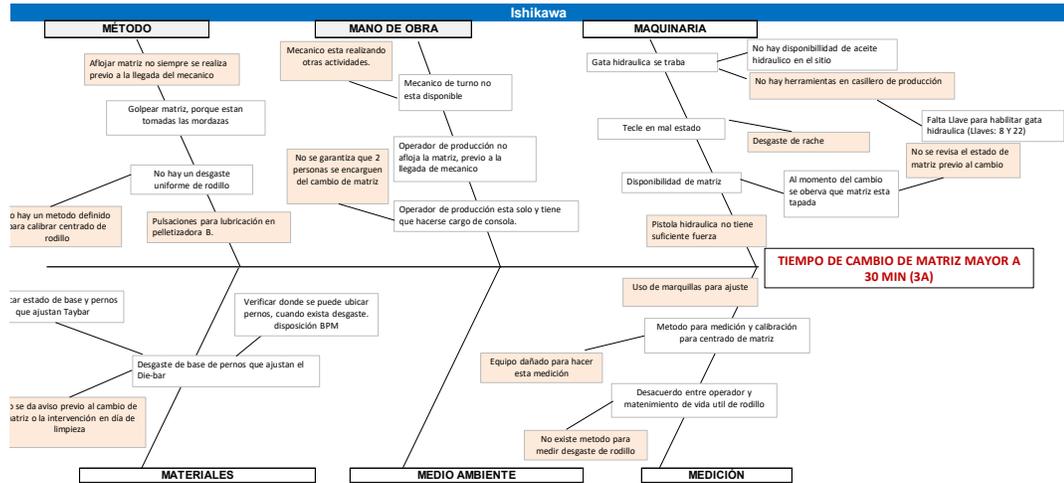


Figura 2.13 Diagrama de Causa del Tiempo excesivo de Cambio de Matriz.

Fuente: Autor

Durante la reunión los involucrados en el proceso de cambio de matriz (operador de pelletizado y mecánico de turno), comentaron diferentes demoras que ocurren en el proceso de cambio, las principales paradas que se identifican son de mano de obra, de materiales y herramientas y de maquinaria, se detalla un listado de causas probables en la tabla 4, para las que se propondrán soluciones específicas.

Tabla 4  
Causas que retrasan el cambio de matriz

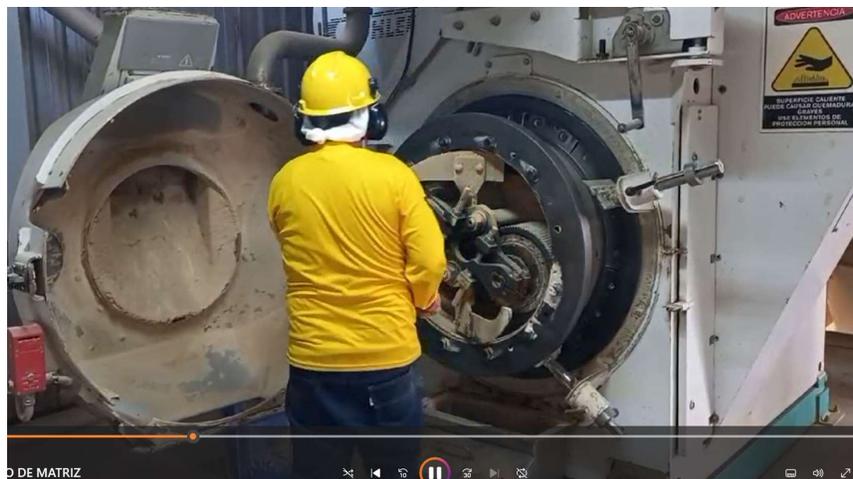
No.	Causa raíz más probable
1	Herramienta inadecuada para aflojar pernos de sujeción de matriz
2	Herramientas no disponibles en caso de fallo de gata hidráulica
3	Falta de mantenimiento en equipo para elevación de carga
4	No disponibilidad de herramientas en área previo a la paralización de pelletizadora
5	No disponibilidad del mecánico de turno
6	No se asegura la disponibilidad de 2 personas en cambio de matriz
7	No se verifica ni reporta estados de pernos de la barra de sujeción de la matriz
8	No se realizan actividades previas a la llegada de mecánico.
9	No se tiene disponible equipo para calibrar centrado de rodillo
10	Calibración de rodillos no se realiza con marquillas

Fuente: Autor

### 2.2.3. Mapeo del tiempo de cambio de matriz

Por medio de una filmación del proceso de cambio de matriz, se identificaron las actividades y se determinó los tiempos de cada una de las actividades que componen el cambio de matriz, además se identificaron las actividades que realiza el técnico de mantenimiento y el operador de peletizado, que son los recursos que intervienen en este proceso de cambio. Se muestra en la figura 2.14 una imagen del video realizado.

El tiempo total que toma el cambio de matriz en la línea 3 A es de 47:45 min según la situación actual. (tabla 5), y podemos notar que este tiempo impacta a mantener un cambio de dietas en 30 min.



**Figura 2.14 Imagen de Video de Cambio de Matriz.**

Fuente: Autor

**Tabla 5**  
**Actividades de cambio de Matriz en Pelet L3-A**

Actividad	Recurso	Tiempo	Acumulado
<b>DESMONTAJE DE TAPAS Y SEGUROS</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Preparar herramientas (pistola neumatica - gancho de rache), uso de epp	Prod.	01:13	01:13
Destapar pelletizadora	Prod.	00:11	01:24
Aflojar cuchillas	Prod.	00:10	01:34
Conectar manguera de aire comprimido - Activar aire comprimido	Prod.	00:23	01:57
Sopletear area de seguros	Prod.	00:11	02:08
Conectar taladro neumatico	Prod.	00:05	02:13
Aflojar tornillos de tapa interior con taladro neumatico	Prod.	00:17	02:30
Desmontar tapa interior y dejarla en piso	Prod.	00:07	02:37
Elegir las llaves para aflojar tornillos y seguros	Prod.	00:10	02:47
Aflojar tuercas de seguros	Prod.	00:11	02:58
Ir por otra llave para seguir aflojando seguros	Prod.	00:06	03:04
Seguir aflojando pernos y tuercas en interior	Prod.	00:36	03:40
Busqueda de palanca para aflojar seguro	Prod.	00:08	03:48
Aflojar seguros	Prod.	00:09	03:57
Busqueda de otra llave	Prod.	00:07	04:04
desmontaje de seguros	Prod.	00:24	04:28
Buscar llave	Prod.	00:08	04:36
Aflojar pernos y limpiar polvo	Prod.	00:10	04:46
Sujetar anillo a brazo mecanico	Prod.	00:38	05:24
Espera por personal de mantenimiento	Mant.	06:20	11:44
Desmontaje de pernos que sujetan el anillo con taladro neumatico	Mant.	00:54	12:38
Colocar soporte en la matriz nueva a instalar	Prod.	01:00	13:38
Bajar anillo con brazo mecanico, colocar sobre piso	Mant.	00:32	14:10
<b>Total desmontaje de tapas y seguros</b>	<b>X</b>	<b>14:10</b>	<b>14:10</b>
<b>DESMONTAJE DE MATRIZ ANTERIOR</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Desmontaje de tapa lateral de pellets	Mant.	00:00	14:10
Aflojar pernos que sujetan matriz en la parte interior de pellets con taladro neumatico	Mant.	01:04	15:14
Limpieza de anillo con espatula	Prod.	00:00	15:14
Sujetar matriz a brazo mecanico	Prod.	00:00	15:14
Instalar sistema neumatico para aflojar la matriz	Mant.	01:11	16:25
Sistema neumatico con fuga, Busqueda de aceite hidraulico	Mant.	06:45	23:10
Aflojar la matriz con sistema neumatico	Mant.	00:37	23:47
Busqueda de mazo para golpear matriz	Prod.	01:28	25:15
Golpear matriz para aflojarla	Mant.	00:58	26:13
Bajar matriz con brazo mecanico	Mant.	01:01	27:14
Traslado de matriz usada hacia el sitio de almacenamiento	Prod.	00:20	27:34
<b>Total desmontaje de matriz anterior</b>	<b>X</b>	<b>13:24</b>	<b>27:34</b>
<b>MONTAJE DE MATRIZ NUEVA</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Trasladar matriz nueva a instalar en pelletizadora	Mant.	00:09	27:43
Sujetar nueva matriz a brazo mecanico	Prod.	00:27	28:10
Elevar la matriz con brazo mecanico	Mant.	00:29	28:39
Introducir matriz en espacio disponible	Mant.	00:39	29:18
Desmontar manguera de aire comprimido y colocarlo en taladro neumatico	Mant.	00:45	30:03
Apretar tornillos que sujeta la matriz con taladro neumatico	Mant.	02:30	32:33
<b>Total montaje de matriz nueva</b>	<b>X</b>	<b>22:47</b>	<b>32:33</b>
<b>MONTAJE DE TAPAS Y SEGUROS</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Ajustar brazo mecanico para sujetar anillo	Prod.	00:00	32:33
Elevar anillo con brazo mecanico	Prod.	00:07	32:40
Desconectar sistema neumatico de la pelletizadora	Mant.	00:07	32:47
Colocar anillo en posición previo a ajustar en pelletizadora	Prod.	00:35	33:22
Colocar y apretar los pernos que sujetan el anillo	Mant.	01:51	35:13
Colocar tapa lateral	Prod.	00:19	35:32
Ajustar pernos y tuercas de seguros internos	Mant.	02:10	37:42
Buscar palanca para limpieza de boca superior	Prod.	00:17	37:59
Limpieza de boca superior donde cae el alimento	Prod.	00:48	38:47
Limpiar restos de producto en la pellets con escoba, Barrer piso	Prod.	00:25	39:12
Colocar tapa interior	Prod.	00:10	39:22
Ajustar tapa interior con taladro neumatico	Mant.	00:35	39:57
Ajustar cuchillas	Prod.	01:25	41:22
Cerrar tapa de pellets	Prod.	00:23	41:45
<b>Total montaje de tapas y seguros</b>	<b>X</b>	<b>09:12</b>	<b>41:45</b>
Encender pellets	Prod.	06:00	47:45

#### 2.2.4. Conversión de actividades Internas a Externas

Después de tener claras las actividades del cambio de matriz se identifican las actividades internas y las actividades externas, evidenciando que hay 12 actividades externas con un tiempo de 12:25 min; cada actividad interna se analiza si puede convertirse en una externa, es decir, poder realizar estas actividades cuando la pelletizadora está funcionando (no ha paralizado aún). Dentro de estas actividades se

identificaron ciertas actividades como búsqueda de herramientas, preparación de matrices, preparación de herramientas y lubricantes que se realizan con la maquina parada y pueden ser convertidas a actividades externas (tabla 6).

**Tabla 6**  
**Identificación de Actividades Internas y Externas**

Actividad	Tipo	Recurso	Tiempo	Acumulado
<b>DESMONTAJE DE TAPAS Y SEGUROS</b>	X	X	X	X
Preparar herramientas (pistola neumatica - gancho de rache), uso de epp	Externa	Prod.	01:13	01:13
Destapar pelletizadora	Interna	Prod.	00:11	01:24
Aflojar cuchillas	Interna	Prod.	00:10	01:34
Conectar manguera de aire comprimido - Activar aire comprimido	Externa	Prod.	00:23	01:57
Sopletear area de seguros	Interna	Prod.	00:11	02:08
Conectar taladro neumatico	Interna	Prod.	00:05	02:13
Aflojar tornillos de tapa interior con taladro neumatico	Interna	Prod.	00:17	02:30
Desmontar tapa interior y dejarla en piso	Interna	Prod.	00:07	02:37
Elegir las llaves para aflojar tornillos y seguros	Externa	Prod.	00:10	02:47
Aflojar tuercas de seguros	Interna	Prod.	00:11	02:58
Ir por otra llave para seguir aflojando seguros	Externa	Prod.	00:06	03:04
Seguir aflojando pernos y tuercas en interior	Interna	Prod.	00:36	03:40
Busqueda de palanca para aflojar seguro	Externa	Prod.	00:08	03:48
Aflojar seguros	Interna	Prod.	00:09	03:57
Busqueda de otra llave	Externa	Prod.	00:07	04:04
desmontaje de seguros	Interna	Prod.	00:24	04:28
Buscar llave	Externa	Prod.	00:08	04:36
Aflojar pernos y limpiar polvo	Interna	Prod.	00:10	04:46
Sujetar anillo a brazo mecanico	Interna	Prod.	00:38	05:24
Espera por personal de mantenimiento	Externa	Mant.	06:20	11:44
Desmontaje de pernos que sujetan el anillo con taladro neumatico	Interna	Mant.	00:54	12:38
Colocar soporte en la matriz nueva a instalar	Externa	Prod.	01:00	13:38
Bajar anillo con brazo mecanico, colocar sobre piso	Interna	Mant.	00:32	14:10
<b>Total desmontaje de tapas y seguros</b>	X	X	<b>14:10</b>	<b>14:10</b>
<b>DESMONTAJE DE MATRIZ ANTERIOR</b>	X	X	X	X
Desmontaje de tapa lateral de pellets	Interna	Mant.	00:00	14:10
Aflojar pernos que sujetan matriz en la parte interior de pellets con taladro neumatico	Interna	Mant.	01:04	15:14
Limpieza de anillo con espátula	Interna	Prod.	00:00	15:14
Sujetar matriz a brazo mecanico	Interna	Prod.	00:00	15:14
Instalar sistema neumatico para aflojar la matriz	Interna	Mant.	01:11	16:25
Sistema neumatico con fuga. Busqueda de aceite hidraulico	Externa	Mant.	06:45	23:10
Aflojar la matriz con sistema neumatico	Interna	Mant.	00:37	23:47
Busqueda de mazo para golpear matriz	Externa	Prod.	01:28	25:15
Golpear matriz para aflojarla	Interna	Mant.	00:58	26:13
Bajar matriz con brazo mecanico	Interna	Mant.	01:01	27:14
Traslado de matriz usada hacia el sitio de almacenamiento	Externa	Prod.	00:20	27:34
<b>Total desmontaje de matriz anterior</b>	X	X	<b>13:24</b>	<b>27:34</b>
<b>MONTAJE DE MATRIZ NUEVA</b>	X	X	X	X
Trasladar matriz nueva a instalar en pelletizadora	Interna	Mant.	00:09	27:43
Sujetar nueva matriz a brazo mecanico	Interna	Prod.	00:27	28:10
Elevar la matriz con brazo mecanico	Interna	Mant.	00:29	28:39
Introducir matriz en espacio disponible	Interna	Mant.	00:39	29:18
Desmontar manguera de aire comprimido y colocarlo en taladro neumatico	Externa	Mant.	00:45	30:03
Apretar tornillos que sujeta la matriz con taladro neumatico	Interna	Mant.	02:30	32:33
<b>Total montaje de matriz nueva</b>	X	X	<b>22:47</b>	<b>32:33</b>
<b>MONTAJE DE TAPAS Y SEGUROS</b>	X	X	X	X
Ajustar brazo mecanico para sujetar anillo	Interna	Prod.	00:00	32:33
Elevar anillo con brazo mecanico	Interna	Prod.	00:07	32:40
Desconectar sistema neumatico de la pelletizadora	Interna	Mant.	00:07	32:47
Colocar anillo en posición previo a ajustar en pelletizadora	Interna	Prod.	00:35	33:22
Colocar y apretar los pernos que sujetan el anillo	Interna	Mant.	01:51	35:13
Colocar tapa lateral	Interna	Prod.	00:19	35:32
Ajustar pernos y tuercas de seguros internos	Interna	Mant.	02:10	37:42
Buscar palanca para limpieza de boca superior	Externa	Prod.	00:17	37:59
Limpieza de boca superior donde cae el alimento	Interna	Prod.	00:48	38:47
Limpiar restos de producto en la pellets con escoba. Barrer piso	Interna	Prod.	00:25	39:12
Colocar tapa interior	Interna	Prod.	00:10	39:22
Ajustar tapa interior con taladro neumatico	Interna	Mant.	00:35	39:57
Ajustar cuchillas	Interna	Prod.	01:25	41:22
Cerrar tapa de pellets	Interna	Prod.	00:23	41:45
<b>Total montaje de tapas y seguros</b>	X	X	<b>09:12</b>	<b>41:45</b>
Encender pellets	Interna	Prod.	06:00	47:45

### **2.2.5. Análisis de Desperdicios**

Luego de convertir las tareas internas en externas, se identificaron todos los desperdicios de tiempo principalmente esperas y de movimientos excesivos. En nuestro proceso se identificaron esperas por falta de recurso humano por que el mecánico no llegaba a tiempo o por que el operador de peletizado necesitaba realizar otras actividades, por falta de herramientas o por búsqueda de estas, además de movimientos excesivos de las matrices o de herramientas para otros cambios de matriz porque no había suficientes, estas actividades suman un tiempo de 8:18 min.

### **2.2.6. Perfeccionar Tareas Internas y Externas**

En esta etapa se buscó perfeccionar las tareas internas y externas, se identificó la necesidad implementar técnicas de orden, limpieza y estandarización para la ubicación partes y herramientas usadas para limpieza y el montaje y desmontaje de matrices, para que el tiempo de búsqueda de herramientas sea menor y para que siempre estén disponibles las herramientas. Se identificó además que en el sistema de suspensión de la matriz se tenía un fallo mecánico, lo cual ocasionaba que el operador tarde más en el desmontaje; además, esta actividad representaba una condición insegura ya que al fallar el sistema de suspensión podría caer la matriz y causar un accidente durante el cambio. (tabla 7). Todas las actividades que se identifican con oportunidades de mejora se las señala con una estrella y se proponen acciones que permitan mejorarlas.

**Tabla 7**  
**Actividades de cambio de Matriz en Pelet L3-A**

Mejora	Actividad	Tipo	Recurso	Tiempo	Acumulado
	<b>DESMONTAJE DE TAPAS Y SEGUROS</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
★	Preparar herramientas (pistola neumatica - gancho de rache), uso de epp	Externa	Prod.	01:13	01:13
	Destapar pelletizadora	Interna	Prod.	00:11	01:24
	Aflojar cuchillas	Interna	Prod.	00:10	01:34
★	Conectar manguera de aire comprimido - Activar aire comprimido	Externa	Prod.	00:23	01:57
	Sopletear area de seguros	Interna	Prod.	00:11	02:08
★	Conectar taladro neumatico	Interna	Prod.	00:05	02:13
	Aflojar tornillos de tapa interior con taladro neumatico	Interna	Prod.	00:17	02:30
	Desmontar tapa interior y dejarla en piso	Interna	Prod.	00:07	02:37
★	Elegir las llaves para aflojar tornillos y seguros	Externa	Prod.	00:10	02:47
	Aflojar tuercas de seguros	Interna	Prod.	00:11	02:58
★	Ir por otra llave para seguir aflojando seguros	Externa	Prod.	00:06	03:04
	Seguir aflojando pernos y tuercas en interior	Interna	Prod.	00:36	03:40
★	Busqueda de palanca para aflojar seguro	Externa	Prod.	00:08	03:48
	Aflojar seguros	Interna	Prod.	00:09	03:57
	Busqueda de otra llave	Externa	Prod.	00:07	04:04
★	desmontaje de seguros	Interna	Prod.	00:24	04:28
	Buscar llave	Externa	Prod.	00:08	04:36
	Aflojar pernos y limpiar polvo	Interna	Prod.	00:10	04:46
	Sujetar anillo a brazo mecanico	Interna	Prod.	00:38	05:24
★	Espera por personal de mantenimiento	Externa	Mant.	06:20	11:44
	Desmontaje de pernos que sujetan el anillo con taladro neumatico	Interna	Mant.	00:54	12:38
★	Colocar soporte en la matriz nueva a instalar	Externa	Prod.	01:00	13:38
	Bajar anillo con brazo mecanico, colocar sobre piso	Interna	Mant.	00:32	14:10
	<b>Total desmontaje de tapas y seguros</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>14:10</b>	<b>14:10</b>
	<b>DESMONTAJE DE MATRIZ ANTERIOR</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Desmontaje de tapa lateral de pellets	Interna	Mant.	00:00	14:10
	Aflojar pernos que sujetan matriz en la parte interior de pellets con taladro neumatico	Interna	Mant.	01:04	15:14
	Limpieza de anillo con espátula	Interna	Prod.	00:00	15:14
	Sujetar matriz a brazo mecanico	Interna	Prod.	00:00	15:14
★	Instalar sistema neumatico para aflojar la matriz	Interna	Mant.	01:11	16:25
	Sistema neumatico con fuga. Busqueda de aceite hidraulico	Externa	Mant.	06:45	23:10
	Aflojar la matriz con sistema neumatico	Interna	Mant.	00:37	23:47
★	Busqueda de mazo para golpear matriz	Externa	Prod.	01:28	25:15
	Golpear matriz para aflojarla	Interna	Mant.	00:58	26:13
	Bajar matriz con brazo mecanico	Interna	Mant.	01:01	27:14
★	Traslado de matriz usada hacia el sitio de almacenamiento	Externa	Prod.	00:20	27:34
	<b>Total desmontaje de matriz anterior</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>13:24</b>	<b>27:34</b>
	<b>MONTAJE DE MATRIZ NUEVA</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Trasladar matriz nueva a instalar en pelletizadora	Interna	Mant.	00:09	27:43
	Sujetar nueva matriz a brazo mecanico	Interna	Prod.	00:27	28:10
	Elevar la matriz con brazo mecanico	Interna	Mant.	00:29	28:39
	Introducir matriz en espacio disponible	Interna	Mant.	00:39	29:18
★	Desmontar manguera de aire comprimido y colocarlo en taladro neumatico	Externa	Mant.	00:45	30:03
	Apretar tornillos que sujetan la matriz con taladro neumatico	Interna	Mant.	02:30	32:33
	<b>Total montaje de matriz nueva</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>22:47</b>	<b>32:33</b>
	<b>MONTAJE DE TAPAS Y SEGUROS</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Ajustar brazo mecanico para sujetar anillo	Interna	Prod.	00:00	32:33
	Elevar anillo con brazo mecanico	Interna	Prod.	00:07	32:40
	Desconectar sistema neumatico de la pelletizadora	Interna	Mant.	00:07	32:47
	Colocar anillo en posición previo a ajustar en pelletizadora	Interna	Prod.	00:35	33:22
	Colocar y apretar los pernos que sujetan el anillo	Interna	Mant.	01:51	35:13
	Colocar tapa lateral	Interna	Prod.	00:19	35:32
	Ajustar pernos y tuercas de seguros internos	Interna	Mant.	02:10	37:42
★	Buscar palanca para limpieza de boca superior	Externa	Prod.	00:17	37:59
	Limpieza de boca superior donde cae el alimento	Interna	Prod.	00:48	38:47
	Limpiar restos de producto en la pellets con escoba. Barrer piso	Interna	Prod.	00:25	39:12
	Colocar tapa interior	Interna	Prod.	00:10	39:22
	Ajustar tapa interior con taladro neumatico	Interna	Mant.	00:35	39:57
	Ajustar cuchillas	Interna	Prod.	01:25	41:22
	Cerrar tapa de pellets	Interna	Prod.	00:23	41:45
	<b>Total montaje de tapas y seguros</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>09:12</b>	<b>41:45</b>
	Encender pellets	Interna	Prod.	06:00	47:45

### 2.2.7. Propuestas de Mejora

Después de la identificación de desperdicios y oportunidades de mejora en el proceso de cambio tanto en el análisis de causa raíz como en el SMED, se identifican algunas propuestas de mejora enlistadas en la tabla 6.

**Tabla 6**  
**Propuestas de Mejora para la Reducir el Tiempo de Cambio de Matriz**

Actividad
Renovar pistola neumática para ajuste de pernos
Revisar gata hidráulica ( <b>CHECK LIST</b> )
Reparar teclé de pellet 1
Ordenar y Estandarizar áreas de ubicación de herramientas para cambio de matriz
Ordenar y Estandarizar áreas de ubicación de herramientas para limpieza
Realizar cronograma de actividades del mecánico de turno
Revisar actividades del operador de consola y coordinar apoyo
Revisar pulsaciones de lubricación de peletizadora A y B
Verificar el estado de los pernos del deflector (taybar) en cada cambio de matriz
Realizar inducción al Operador de Peletizado de las nuevas tareas de preparación para el cambio de matriz
Estandarizar uso de marquillas para calibración ( <b>INDUCCIÓN</b> )
Modificar el Método de Descarga, descarga para no esperar hasta que el enfriador termine de descargar
Estandarizar el proceso de descarga del post-acondicionador para evitar que haya producto fuera de especificación de calidad en cuanto al tiempo de hidroestabilidad,
Implementar un plan de abastecimiento para tener siempre disponibilidad de producto mezclado en tolvas para poder iniciar el peletizado sin demoras
Capacitar a los operadores consola para que puedan manejar indicadores

Fuente: Autor

### 2.3. Implementación de Mejoras

A continuación, se enlistan las mejoras realizadas después del SMED para minimizar el tiempo de cambio de dados y del análisis para reducir el tiempo de descarga del postacondicionador y enfriador como se observa en la tabla 7.

Además, se muestran algunas imágenes de la implementación de las mejoras propuestas en la tabla 8, en la que se realizó mejoras en la ubicación de las herramientas de trabajo para el cambio de matrices, implementando indicadores visuales para permitir que las herramientas estén disponibles y correctamente ubicadas para su fácil identificación previo al proceso de cambio.

Se muestran los registros de las capacitaciones de uso de marquillas, del proceso de ubicación de rodillos, limpieza y montaje correcto de cambio de matrices, al personal que interviene en el proceso de cambio de matrices como se observa en la figura 2.15.

En la figura 2.16 se puede observar el formato de una lista de comprobación (check list) para el cambio de matriz que nos asegura identificar falencias en el proceso, daños de alguna herramienta o equipo para hacer el cambio de dado y poder solventar estos eventos de una manera más ágil, además nos permite tener un insumo importante para realizar las investigaciones ante alguna desviación de tiempo de cambio de producto.

En la figura 2.17 se puede observar una pizarra de indicadores donde los principales son el tiempo de descarga y el tiempo de cambio de matriz, estos tiempos son

importante de monitorear y mantener bajo control, el objetivo de esta pizarra es que los operadores se sientan dueños de estos indicadores y puedan gestionarlos y mantenerlos dentro del estándar.

En la figura 2.18, se puede observar un ejemplo del plan de abastecimiento implementado con el objetivo de que no haya necesidades de materias primas que choquen entre sí y no permitan un correcto abastecimiento a las diferentes líneas de producción.

En el Anexo 6 se puede observar un resumen de la implementación de SMED en la línea 3A para la reducción y estandarización del tiempo de cambio de matrices.

Además, se realizan mejoras en la descarga del post-acondicionador y enfriador para reducir el tiempo de vaciado, como se indica en la tabla 9.

**Tabla 7**  
**Plan de Implementación de Mejoras**

Actividad	% Avance	Responsable	Fecha fin
Renovar pistola neumática para ajuste de pernos	100%	Mantenimiento	21-ago
Revisar gata hidráulica ( <b>CHECK LIST</b> )	100%	Mantenimiento	15-jul
Reparar teclé de pellet 1	100%	Mantenimiento	15-jul
Ordenar y Estandarizar áreas de ubicación de herramientas para cambio de matriz	100%	Sup. Producción	10-nov
Ordenar y Estandarizar áreas de ubicación de herramientas para limpieza	100%	Sup. Producción	10-nov
Realizar cronograma de actividades del mecánico de turno	100%	Mantenimiento	21-ago
Revisar actividades del operador de consola y coordinar apoyo	100%	Sup. Producción	21-ago
Revisar pulsaciones de lubricación de peletizadora A y B	100%	Mantenimiento	20-jul
Verificar el estado de los pernos del deflector (taybar) en cada cambio de matriz	100%	Mantenimiento/Producción	16-ago
Realizar inducción al Operador de Peletizado de las nuevas tareas de preparación para el cambio de matriz	100%	Sup. Producción	6-ago
Estandarizar uso de marquillas para calibración ( <b>INDUCCIÓN</b> )	100%	Sup. Producción	6-ago
Modificar el Método de Descarga, descarga para no esperar hasta que el enfriador termine de descargar	100%	Sup. Producción	28-ago
Estandarizar el proceso de descarga del post-acondicionador para evitar que haya producto fuera de especificación de calidad en cuanto al tiempo de hidroestabilidad,	100%	Sup. Producción	28-ago
Implementar un plan de abastecimiento para tener siempre disponibilidad de producto mezclado en tolvas para poder iniciar el peletizado sin demoras	100%	Sup. Producción	10-sep
Capacitar a los operadores consola para que puedan manejar indicadores	100%	Sup. Producción	6-ago

Fuente: Autor

**TABLA 8  
EVIDENCIAS DE MEJORAS EN AREA DE PELETIZADO**

ANTES	DESPUES
	
<b>UBICACIÓN DE MATRICES</b>	
	
<b>HERRAMIENTAS Y UTENSILIOS DE LIMPIEZA</b>	
	
<b>CAMBIO DE PISTOLA NEUMATICA POR UNA MENOS PESADA</b>	

Fuente: Autor

PRODUCCIÓN			
Supervisor:	Edson Reyes	Fecha:	4-8/2023
Sección:	Producción	Hora:	7:15:55
Tema Tratado: Uso de marquillas en cambio de matriz			
NÓMINA DE ASISTENTES			
N°	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	Antonio Ronquillo	Peletizador	A. Ronquillo
2	Yuri Macías	Peletizador	Yuri Macías
3			

PRODUCCIÓN			
Supervisor:	Edson Reyes	Fecha:	6-8-2023
Sección:	Producción	Hora:	7:15:00
Tema Tratado: Limpieza y lubricación de rodillos			
NÓMINA DE ASISTENTES			
N°	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	Antonio Ronquillo	Peletizador	A. Ronquillo
2	Yuri Macías	Peletizador	Yuri Macías

Figura 2.15 Registros de capacitación de uso de marquillas, limpieza y montaje de rodillos.

Fuente: Autor

**CHECK LIST - CAMBIO DE MATRIZ**

Equipo intervenido: Peletizadora 3A Operador: Antonio Ronquillo  
 Fecha: 12/01/2024 Supervisor: Jose Correa

**1. Herramientas usadas**  
 ¿Las herramientas usadas se encuentran en buen estado?  Si  No  N/A  
 ¿Las herramientas se encuentran ubicadas en el lugar asignado?  Si  No  N/A  
 ¿Gata hidraulica se encuentra lubricada y con presión adecuada?  Si  No  N/A  
 Observaciones: Olvide 1116 necesite cambio

**2. Estado de partes:**  
 ¿Rodillos se encuentran en buen estado?  Si  No  N/A  
 ¿Pernos de Tybar se encuentran en buen estado?  Si  No  N/A  
 ¿Matriz se encuentra en buen estado y disponible?  Si  No  N/A  
 ¿Otra parte dentro de peletizadora necesita cambio?  Si  No  N/A  
 Observaciones: \_\_\_\_\_

**3. Actividades realizadas**  
 ¿Se realizo lubricación de peletizadora?  Si  No  N/A  
 ¿Se realizo algun cambio de partes en peletizadora?  Si  No  N/A  
 Observaciones: Se hace lubricacion Manualmente

**4. Tiempo de cambio de matriz**  
 ¿Existieron retrasos en el cambio de matriz?  Si  No  N/A  
 ¿Se presentaron dificultades en la disponibilidad de recursos?  Si  No  N/A  
 Observaciones: A veces se necesitan pernos de ajuste de traqueal

**5. Incidencias**

A. Ronquillo Operador de Peletizado      Jose Correa C Supervisor de Producción

Figura 2.16 Check List de Cambio de Matriz

Fuente: Autor



Figura 2.17 Gráfico de Control de Cambio de Matriz y Tiempo de Descargas

Fuente: Autor

PLAN DE ABASTECIMIENTO							
CODIGO	PRODUCTO	LINEA	INVENTARIO DE INICIAL	8827-00	8730-Z	CONSUMO TEORICO (FORMULA)	CONSUMO REAL (TICKETS)
200	AFRECHO DE TRIGO	3				0	
410	POLVILLO BAJA GRASA	3	24162	17200	4080	21280	19591
410,1	POLVILLO BAJA GRASA	3				0	
701	CALIZA	3				0	
223	DDGS	3	4019	4000		4000	4019
111	HARINA DE CERDO	3	8087		720	720	1519
116	HARINA AVIAR	3	1200		1200	1200	1200
159,9	HARINA DE PESCADO DE BAJA PROTEINA	3	3211			0	
156,4	HARINA DE PESCADO DE ALTA PROTEINA	3	2530		1680	1680	1515

Figura 2.18 Plan de Abastecimiento de Materias Primas

Fuente: Autor

TABLA 9  
EVIDENCIAS DE MEJORAS EN DESCARGA DE POST-ACONDICIONADOR Y ENFRIADOR

ACTIVIDAD	ACCIONES TOMADAS
Modificar el Método de Descarga, descarga para no esperar hasta que el enfriador termine de descargar	Una vez vaciado el post- acondicionador, se modifica la automatización para que la orden de peletizado aparezca. Manualmente se cierran las compuertas del Postacondicionador para evitar que el nuevo producto caiga al enfriador y contamine el producto en esta etapa.
Estandarizar el proceso de descarga del post- acondicionador para evitar que haya producto fuera de especificación de calidad en cuanto al tiempo de hidroestabilidad,	El proceso de la ultima de descarga se relaiza de manera automatica con una vaciado automatico, que permite realizar este vaciado en 20 min, esto garantiza que el producto no pierda hidroestabilidad.

Fuente: Autor

# CAPÍTULO 3

## 3. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

### 3.1. Análisis de Capacidad después de la mejora.

Después de las mejoras realizadas para la variable enfocada, el tiempo de cambio de producto tipo 1, se observa que se tiene un proceso estable, con un PpK mayor a 1, muestra un proceso capaz. Además, se determina que el proceso tiene una media de 0,416 horas (24,9 min), con desviación estándar de 0,018h (1,08 min).

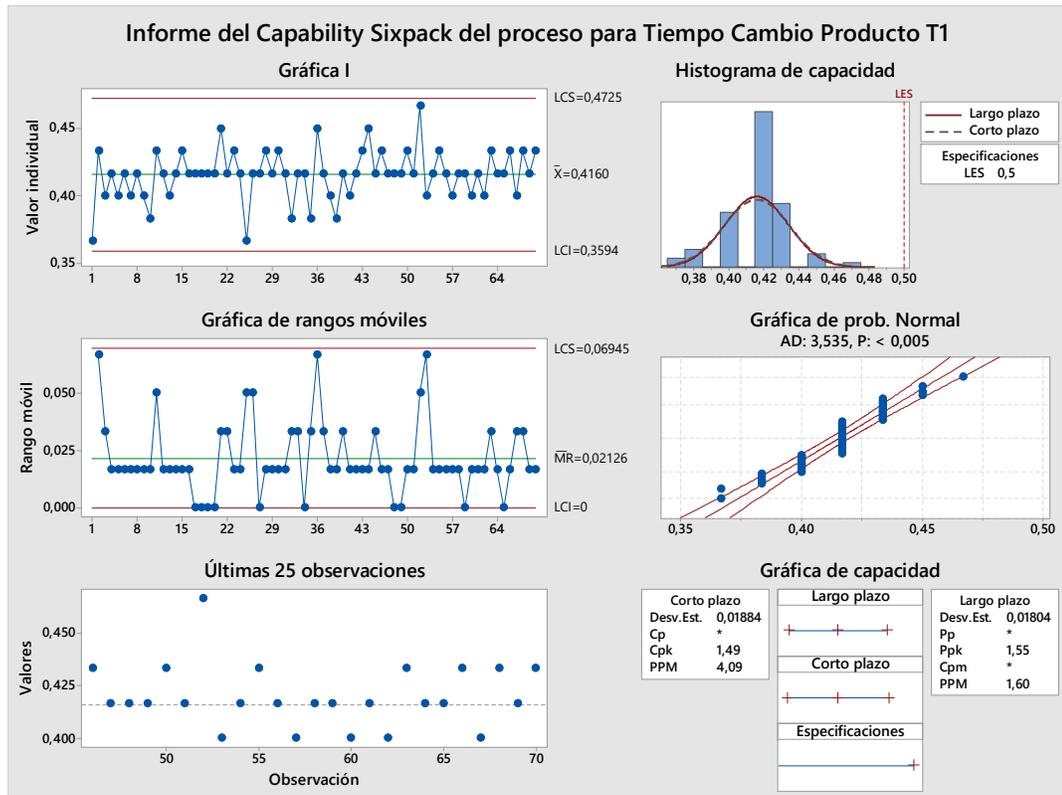
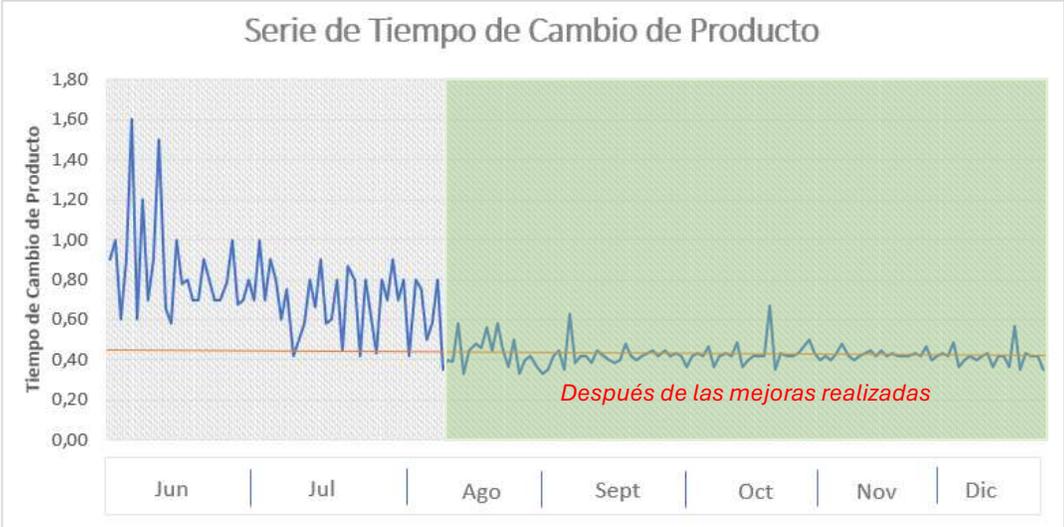


Figura 3.3. Análisis de Capacidad del tiempo de cambio de producto de tipo 1

Fuente: Autor

Las mejoras realizadas impactaron en la variable de respuesta del proyecto, el tiempo de cambio de producto en línea 3A, no solamente el tiempo de cambio de producto del tipo 1 (variable enfocada). Se muestra en la figura 3.3 el comportamiento del cambio de producto a través del tiempo, y su estabilización en los últimos meses alcanzando un tiempo promedio de 25,8 min, después de las mejoras realizadas.



**Figura 3.3. Serie de tiempo del Tiempo de Cambio de Producto**

Fuente: Autor

Además de la reducción del tiempo promedio de cambio de producto, el tiempo total de cambio de producto disminuyó permitiendo mejorar la disponibilidad de la línea en un 4%, como se muestra en la tabla 10. El tiempo de cambio de producto mensual disminuyó en promedio 28 horas con respecto al primer semestre del año 2023.

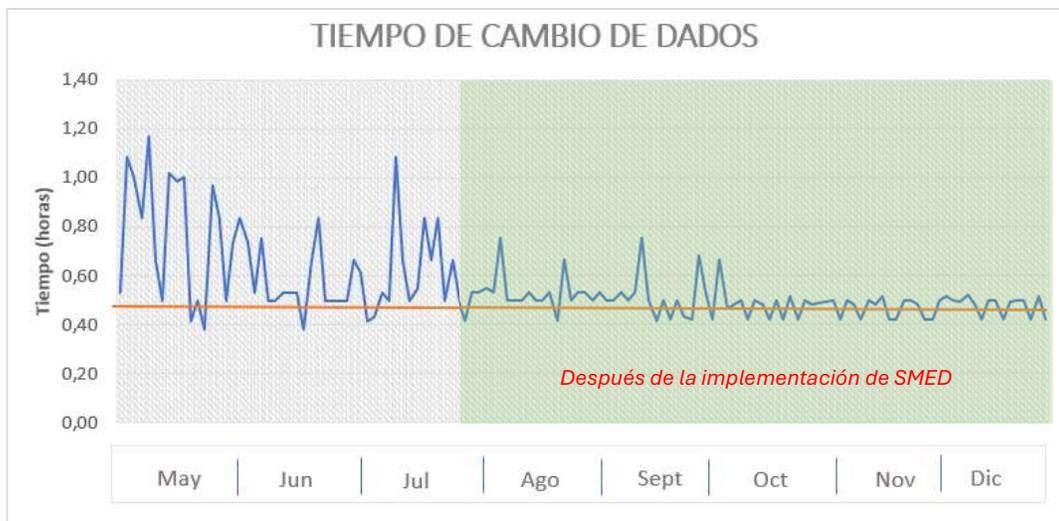
**TABLA 10  
Tiempo de Total de Cambio de Producto por Mes en 2023**

MES	TIEMPO DE CAMBIO DE PRODUCTO (h)
ENERO	62
FEBRERO	56
MARZO	68
ABRIL	62
MAYO	66
JUNIO	58
JULIO	45
AGOSTO	32
SEPTIEMBRE	31
OCTUBRE	37
NOVIEMBRE	31
DICIEMBRE	27

Fuente: Autor

Para lograr la mejora en nuestra variable de respuesta general, se muestran además los resultados después de la implementación de SMED en la reducción y estandarización del tiempo de cambio de matrices impactando en el tiempo de cambio de producto.

En la figura 3.2, se observa como el tiempo de cambio de matrices o datos se fue estabilizando de acuerdo con las mejoras implementadas alcanzando un tiempo promedio de cambio de 28 min, después del mes de julio cuando se realizaron las mejoras que más impactaban en este proceso.



**Figura 3.2. Serie de tiempo del Tiempo de Cambio de Datos (matrices) después de SMED**

Fuente: Autor

### 3.2. Análisis Costo - Beneficio

En la tabla 11 se detallan los costos asociados a la implementación, importante recalcar que la gran cantidad de mejoras que se realizaron no generaron un desembolso económico, ya que estaban orientados a mejorar procedimientos, métodos de trabajo, controles, etc.

**TABLA 11**  
**Detalle de Inversión en Implementación de Mejoras**

Inversión para implementación de mejoras	
Detalle	Costo
Soporte para matrices	\$ 120,00
Mejora en gata hidráulica	\$ 55,00
Mejora en Teclé	\$ 80,00
Mejora Ubicación de Herramientas	\$ 100,00
Compra de pistola neumática para cambio de matriz	\$ 188,00
Comprar herramientas para cambio de matriz y limpieza	\$ 40,00
Señalizaciones e Identificaciones	\$ 20,00
Tablero de Indicadores	\$ 250,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 853,00</b>

Fuente: Autor

Entre los beneficios obtenidos está contar con procedimientos estandarizados de trabajo, métodos de control que permitan medir el proceso, además de tener un tiempo estándar de cambio de producto.

Entre los beneficios monetarios se detalla el siguiente:

La mejora realizada permitió que el tiempo de cambio de producto total en el mes disminuyera de 60 horas en promedio como se observa en la figura 1.2, a 32 horas en los últimos 5 meses como se observa en la figura 3.4. Estas 28 horas adicionales, representan un incremento del 4% en la disponibilidad de la línea, logrando un ahorro por mano de obra de \$1456 al mes, en el caso que estas horas no se usen.

Por otro lado, tomando en cuenta que son horas disponibles para fabricar alimento, y que esto puede ser vendido en un 100%, con la capacidad adicional se puede ofrecer 182 TM al mes adicionales. Solo con el ahorro en horas en el caso que estas horas no fueran usadas para fabricación, la inversión se recupera en un mes, si estas horas son usadas para la fabricación de alimento el beneficio es muy amplio, en comparación a lo invertido.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Luego de realizar las mejoras en propuestas en el presente proyecto se tienen las siguientes conclusiones:

1. Se logró disminuir el tiempo de cambio de productos en la línea 3A, de 46 min a 25,8 min en promedio, además de aumentar en un 4% la disponibilidad de la línea 3A, superando el objetivo inicial del proyecto que era tener un tiempo promedio de cambio de productos de 30 min.
2. Se determinó un problema enfocado, y la variable del proyecto se acotó a los cambios de producto de tipo 1, es decir, los cambios de un producto peletizado a otro peletizado.
3. Se realizó un análisis de la situación actual identificando la capacidad y estabilidad del tiempo de cambio de producto para cambio de productos tipo 1, y se determinó que el proceso de cambio de producto tipo 1 no era estable y por consiguiente no era capaz de cumplir con las especificaciones, concluyendo que había causas especiales de variación que debían ser controladas o eliminadas.
4. Se determinaron las causas de variación del proceso de cambio de productos de tipo 1 por medio de herramientas cuantitativas y cualitativas, las causas principales de variación que se encontraron son: falta de procesos estandarizados para cambio de matrices y descargas de equipos como enfriador y post-acondicionador, esto generaba que haya mucha variabilidad en el proceso de cambio de producto, además con menor ocurrencia se encontraron deficiencias en el abastecimiento de materias primas que no permitían una arranque a tiempo.
5. Se implementaron mejoras para eliminar y reducir causas de variación para el proceso de cambio de producto de tipo 1, como la implementación de SMED en la línea para estandarizar y reducir el tiempo de cambio de dados, además se implementó un proceso de descarga que permita reducir el tiempo de descarga del postacondicionador sin perder parámetros de calidad, además se modificó el proceso de cambio de producto para no esperar la descarga del enfriador y arrancar con el siguiente producto.
6. Luego de las mejoras implementadas se realizó un análisis de capacidad y estabilidad del proceso de cambio de producto de tipo 1 y se obtiene un comportamiento estable y bajo control, y un proceso capaz, con un tiempo promedio de cambio de producto de 24.96 min y con desviación estándar de 1,08 min.

## 4.2. Recomendaciones

1. Dentro de un proceso de mejora continua es importante cuestionarse si hay oportunidades de mejora dentro del proceso bajo análisis, por lo tanto, es necesario programar revisiones frecuentes para el proceso de cambio de alimento, ya que puede haber cambios en el proceso debido al ingreso de nuevas tecnologías, cambios de equipos, cambios en las condiciones de los productos a fabricar entre otros.
2. Continuar con el monitoreo constante de los tiempos de cambio de producto debido a la variedad de productos y a que un aumento en el tiempo estándar de cambio de producto puede generar una disminución de la disponibilidad de la línea.
3. Capacitar a todo el personal involucrado en el proceso de cambio de producto en el correcto cambio de matriz, y asegurarse que el personal nuevo tenga muy claro el procedimiento.
4. Realizar análisis para mejorar el tiempo de cambio de producto para los otros tipos de cambio de producto que no se abordaron en este proyecto.
5. Levantar oportunidades de mejora para las otras líneas de producción en las que también el proceso de cambio de producto es muy relevante.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Cumbe, E. C. (2018). *“Reducción del tiempo de cambio de producto en líneas de extrusión de Alimento para Mascotas”*. Guayaquil.

Leisis Villar-Ledo, M. C.-F. (2016). *Application of statistical tools for indicators analysis*. Habana.

Ritter, M. B. (1994). *The Memory Jogger*. Salem, NH: GOAL/QPC.

Soler, V. G. (2018). *Cuadernos de Investigación Aplicada*. Alicante: ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

## ANEXO 1: ANALISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLAS DE CAMBIO DE PRODUCTO

Paso del Proceso	Objetivo	Efectos Potenciales de Fallo	Severidad	Modo Potencial de Fallo	Causas Potencial de Fallo	Ocurrencia	Detección	Priorización
Vaciado del Post-Acondicionador.	Este equipo genera que el pellet tenga estabilidad en el agua, el vaciado de este equipo debe ser controlado para que el tiempo de residencia del alimento logre los parámetros de estabilidad deseados (1h)	El vaciado es un proceso manual, en el que el método de descarga del operador genera variabilidad.	7	Si el vaciado es muy rápido la hidroestabilidad del alimento es baja, por lo tanto, el tiempo de vaciado de este equipo alto.	Para evitar caer en baja estabilidad el operador da más tiempo al vaciado de este equipo.	8	8	Alta
Vaciado del enfriador	Este equipo retira humedad y baja la temperatura del producto terminado que llega del post-acondicionado, el tiempo de descarga de este equipo es fundamental para cumplir con parámetros de temperatura (*T. Ambiente +- 5°C y humedad < 12%).	La descarga del enfriador se realiza de manera manual para garantizar que el producto descargue de manera controlada.	7	Mientras el vaciado no haya terminado no puede arrancar el peletizado de la siguiente dieta, si el vaciado es muy rápido el producto no tendrá los parámetros deseados, el tiempo de vaciado del enfriador y post acondicionador toma más de 30 min	El vaciado del enfriador se lo realiza manualmente y se le da mayor tiempo para tener los parámetros adecuados	8	8	Alta
Cambio de Dado	En el caso que la siguiente dieta se necesite con un tamaño diferente a la producción previa se requiere un cambio de dados, mismo que se debe realizar en paralelo al vaciado de los equipos anteriores una vez la peletizadora pare.	Es un proceso manual, en el que intervienen 2 personas, este proceso en ocasiones toma más tiempo del tiempo de vaciado de línea.	7	El tiempo de cambio dado retrasa el arranque	Esperas en el proceso de cambio de dados, proceso no estandarizado, disponibilidad de recurso humano, y herramientas.	6	6	Alta
Ajuste de Rodillos	Antes de arrancar a procesar la siguiente dieta el operador debe realizar ajustes de rodillos y revisar que el equipo esté funcionando de manera correcta.	Si no se hace un correcto ajuste y revisión, arrancar el peletizado puede demorarse incluso volver a realizar el ajuste y revisión una vez iniciado el proceso.	7	No realizar un buen ajuste y revisión de las partes del equipo.	Al arrancar el peletizado, si no se realizó un correcto ajuste, o algún componente no está funcionando bien, el operador debe paralizar y hacer la corrección.	4	6	Media
Abastecimiento a la tolva de Peletizado	Abastecer la tolva de peletizadora para poder arrancar el proceso de fabricación.	La tolva de peletizado debe estar por los menos con 3 TM de producto para poder arrancar.	6	Falta en el abastecimiento de alguna materia prima	Problemas mecánicos no permiten que haya un abastecimiento a tiempo.	4	4	Baja
Arranque de Peletizado	Comenzar con la fabricación de la siguiente dieta, alcanzando parámetros de temperatura en el alimento, con un rendimiento elevado (40-50%)	Al no alcanzar parámetros de proceso, el arranque puede retrasarse o generando atoramientos de producto en la máquina	8	Problemas en el arranque retrasan el tiempo de cambio de dietas	Formulas nuevas con características diferentes que causan problemas en peletizado.	1	8	Baja

## ANEXO 2: HERRAMIENTA DE 5 PORQUE'S

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Causa	Acción
Por qué el tiempo de cambio de dados es mayor a 30 min.?	Se valida	¿Por qué existen muchas demoras esperas en el cambio por herramientas?		¿Por qué no existe un proceso claro de cambio de dado, y hay actividades que demanda esperas para poder ejecutarlas?		¿Por qué no se ha optimizado el proceso de cambio de dado?		
Porque existen muchas demoras esperas	Se valida	Porque no existe un proceso claro de cambio de dado, y hay actividades que demanda esperas para poder ejecutarlas	Se valida	Porque no se ha optimizado el proceso de cambio de dado	Se valida	No existe un proceso optimizado de cambio de dados	CAUSA RAIZ	Realizar SMED, definir un estándar de tiempo
Porque el operador mecánico tiene otra tarea asignada para realizar.	Se valida	¿Por qué el operador mecánico tiene otra tarea asignada para realizar?		¿Por qué no hay un plan de tareas especiales en el día?		Existen actividades adicionales a las actividades planificadas de mantenimiento que retrasan el arranque del cambio de dado		El operador de peletizado debe ser capacitado en actividades de mantenimiento que permita agilizar los procesos de cambio de dado.
		Porque no hay un plan de tareas especiales en el día	Se valida	Porque producción no informa el plan de tareas especiales para la organización de las actividades	Se valida	No existe una planificación comunicada de tareas especiales	CAUSA RAIZ	Realizar al inicio de semana un plan de tareas especiales

## ANEXO 3: HERRAMIENTA DE 5 PORQUE'S

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Acción
¿Por qué el tiempo de descarga es mayor a 30 min?		¿Por qué hay que esperar que el enfriador termine de descargar?		¿Porque la automatización de la línea habilita la orden de peletizado una vez el enfriador está vacío?		
Porque hay que esperar que el enfriador termine de descargar	Se valida	Porque la automatización de la línea habilita la orden de peletizado una vez el enfriador está vacío	Se valida	Porque así fue diseñada la línea desde el inicio.	CAUSA RAIZ	Cambiar la automatización para que se pueda habilitar la orden de peletizado una vez el postacondicionador está vacío
Porque la descarga del postacondicionador es manual y se le da más tiempo de lo adecuado	Se valida	¿Por qué la descarga del postacondicionador es manual y se le da más tiempo de lo adecuado?		¿Por qué el proceso de descarga no está estandarizado?		
		Porque el proceso de descarga no está estandarizado	Se valida	No se ha definido el proceso de descarga que minimice el tiempo y garantice el cumplimiento de parámetros de calidad	CAUSA RAIZ	Estandarizar el proceso de descarga, definir el tiempo óptimo, y monitorear el cumplimiento de este proceso.





**ANEXO 6: INFORME A3 DE REDUCCION DE TIEMPO DE CAMBIO DE DATOS**

**INFORME A3**  
Pizarra de solución de problemas

<b>Fecha creación</b>	<b>Título del A3</b>	<b>Equipo de trabajo</b>																																																					
jul-23	Reducción de tiempos de cambio de datos	1	1er. Rev.																																																				
Lider		2	15-ago-23																																																				
		3	2da. Rev.																																																				
		4	14-sep-23																																																				
		5	3er. Rev.																																																				
			14-oct-23																																																				
			4ta. Rev.																																																				
			13-nov-23																																																				
<b>1. Descripción del problema</b>		<b>4. Analisis de la causa raíz / Brainstorming</b>																																																					
Demoras en cambio de Matriz de Pelletizadora en Línea 3A. Tiempo promedio es de 45 min.																																																							
<b>2. Situación actual Grafica</b>		<b>6. Verificación: Resultados vs Objetivo</b>																																																					
<p>TIEMPO promedio para cambio de matriz es de 45 min</p>		<p>TIEMPO DE CAMBIO DE DATOS</p>																																																					
<b>3. Objetivo SMART</b> (Que, cuanto y cuando queremos mejorar)		<b>7. Estandarización y reconocimiento</b>																																																					
Disminuir el tiempo de cambio de matriz en un 30% en la pelet A, pasando de 47 min en promedio a 30 min a finales de oct/2023		<p><b>Conclusión</b> <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">LOGRADO</span> <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">CASI LOGRADO</span> <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">NO LOGRADO</span></p> <p>QUE CAMBIO?</p> <p>IMAGEN ANTES  IMAGEN DESPUES </p> <p>IMAGEN ANTES  IMAGEN DESPUES </p>																																																					
		<p><b>Proximos pasos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Compartir plan de acción con cada turno</li> <li>2) Realizar 5S's en el Taller y en otras areas de la planta</li> <li>3) Publicar el tiempo estandar de cambio de datos por turnos en una pizarra</li> </ol>																																																					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Causa raíz más probable</th> <th>%</th> <th>No.</th> <th>Causa raíz más probable</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>Herramienta inadecuada para aflojar pernos de sujeción de matriz</td> <td>10</td> <td>7.-</td> <td>Realizar verificación extra de lubricación en LSB</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>Herramientas no disponible en caso de fallo de gata hidráulica</td> <td>10</td> <td>8.-</td> <td>No se verifica ni reporta estados de pernos en Taybar</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>Falta de mantenimiento en equipo para elevación de carga</td> <td>10</td> <td>9.-</td> <td>No se realizan actividades previas a la llegada de mec.</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>Disponibilidad de herramientas en área previo a la paralización de pelletizadora</td> <td>10</td> <td>10.-</td> <td>No se tiene disponible equipo para calibrar centrado de rodillo</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>Disponibilidad del mecanico de turno</td> <td>10</td> <td>11.-</td> <td>Uso de marquillas no esta estandarizado</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>6.-</td> <td>No se asegura la disponibilidad de 2 personas en cambio de matriz</td> <td>10</td> <td>12.-</td> <td></td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>		No.	Causa raíz más probable	%	No.	Causa raíz más probable	%	1.-	Herramienta inadecuada para aflojar pernos de sujeción de matriz	10	7.-	Realizar verificación extra de lubricación en LSB	10	2.-	Herramientas no disponible en caso de fallo de gata hidráulica	10	8.-	No se verifica ni reporta estados de pernos en Taybar	10	3.-	Falta de mantenimiento en equipo para elevación de carga	10	9.-	No se realizan actividades previas a la llegada de mec.	10	4.-	Disponibilidad de herramientas en área previo a la paralización de pelletizadora	10	10.-	No se tiene disponible equipo para calibrar centrado de rodillo	10	5.-	Disponibilidad del mecanico de turno	10	11.-	Uso de marquillas no esta estandarizado	10	6.-	No se asegura la disponibilidad de 2 personas en cambio de matriz	10	12.-		10										
No.	Causa raíz más probable	%	No.	Causa raíz más probable	%																																																		
1.-	Herramienta inadecuada para aflojar pernos de sujeción de matriz	10	7.-	Realizar verificación extra de lubricación en LSB	10																																																		
2.-	Herramientas no disponible en caso de fallo de gata hidráulica	10	8.-	No se verifica ni reporta estados de pernos en Taybar	10																																																		
3.-	Falta de mantenimiento en equipo para elevación de carga	10	9.-	No se realizan actividades previas a la llegada de mec.	10																																																		
4.-	Disponibilidad de herramientas en área previo a la paralización de pelletizadora	10	10.-	No se tiene disponible equipo para calibrar centrado de rodillo	10																																																		
5.-	Disponibilidad del mecanico de turno	10	11.-	Uso de marquillas no esta estandarizado	10																																																		
6.-	No se asegura la disponibilidad de 2 personas en cambio de matriz	10	12.-		10																																																		
		<b>5. Plan de acciones</b>																																																					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>% avance</th> <th>Responsable</th> <th>Fecha fin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1a.- Renovar pistola neumatica para ajuste de pernos</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento</td> <td>21-ago</td> </tr> <tr> <td>2a.- Revisar gata hidraulica (CHECK LIST)</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento</td> <td>15-jul</td> </tr> <tr> <td>3a.- Reparar teclé de pellet 1</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento</td> <td>15-jul</td> </tr> <tr> <td>4a.- Realizar estudio SMED, de la actividad de cambio de matriz</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Sup Produccion</td> <td>21-ago</td> </tr> <tr> <td>4b.- Orden, Limpieza y Standarizacion en Herramientas para cambio y</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento/Produccion</td> <td>10-oct</td> </tr> <tr> <td>5a.- Realizar cronograma de actividades del mecanico de turno</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento</td> <td>21-ago</td> </tr> <tr> <td>6a.- Ver actividades del operador de consola y coordinar con Sup de Turno, apoyo (INDUCCIÓN)</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Sup. Producción</td> <td>21-ago</td> </tr> <tr> <td>7a.- Revisar pulsaciones de lubricacion de peletizadora A y B</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento</td> <td>20-jul</td> </tr> <tr> <td>8a.- Verificar el estado de los pernos del taybar en cada cambio de ma</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento/Produccion</td> <td>16-ago</td> </tr> <tr> <td>9a.- Tarea de aflojar matriz se debe realizar, sin la necesidad de esperar a mecanico: INDUCCIÓN</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Sup. Producción</td> <td>15-jul</td> </tr> <tr> <td>10a Verificar disponibilidad de equipo para calibración de matriz</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Mantenimiento</td> <td>21-ago</td> </tr> <tr> <td>11a Estandarizar uso de marquillas (INDUCCIÓN)</td> <td style="background-color: green;">100%</td> <td>Sup. Producción</td> <td>21-ago</td> </tr> </tbody> </table>		Actividad	% avance	Responsable	Fecha fin	1a.- Renovar pistola neumatica para ajuste de pernos	100%	Mantenimiento	21-ago	2a.- Revisar gata hidraulica (CHECK LIST)	100%	Mantenimiento	15-jul	3a.- Reparar teclé de pellet 1	100%	Mantenimiento	15-jul	4a.- Realizar estudio SMED, de la actividad de cambio de matriz	100%	Sup Produccion	21-ago	4b.- Orden, Limpieza y Standarizacion en Herramientas para cambio y	100%	Mantenimiento/Produccion	10-oct	5a.- Realizar cronograma de actividades del mecanico de turno	100%	Mantenimiento	21-ago	6a.- Ver actividades del operador de consola y coordinar con Sup de Turno, apoyo (INDUCCIÓN)	100%	Sup. Producción	21-ago	7a.- Revisar pulsaciones de lubricacion de peletizadora A y B	100%	Mantenimiento	20-jul	8a.- Verificar el estado de los pernos del taybar en cada cambio de ma	100%	Mantenimiento/Produccion	16-ago	9a.- Tarea de aflojar matriz se debe realizar, sin la necesidad de esperar a mecanico: INDUCCIÓN	100%	Sup. Producción	15-jul	10a Verificar disponibilidad de equipo para calibración de matriz	100%	Mantenimiento	21-ago	11a Estandarizar uso de marquillas (INDUCCIÓN)	100%	Sup. Producción	21-ago
Actividad	% avance	Responsable	Fecha fin																																																				
1a.- Renovar pistola neumatica para ajuste de pernos	100%	Mantenimiento	21-ago																																																				
2a.- Revisar gata hidraulica (CHECK LIST)	100%	Mantenimiento	15-jul																																																				
3a.- Reparar teclé de pellet 1	100%	Mantenimiento	15-jul																																																				
4a.- Realizar estudio SMED, de la actividad de cambio de matriz	100%	Sup Produccion	21-ago																																																				
4b.- Orden, Limpieza y Standarizacion en Herramientas para cambio y	100%	Mantenimiento/Produccion	10-oct																																																				
5a.- Realizar cronograma de actividades del mecanico de turno	100%	Mantenimiento	21-ago																																																				
6a.- Ver actividades del operador de consola y coordinar con Sup de Turno, apoyo (INDUCCIÓN)	100%	Sup. Producción	21-ago																																																				
7a.- Revisar pulsaciones de lubricacion de peletizadora A y B	100%	Mantenimiento	20-jul																																																				
8a.- Verificar el estado de los pernos del taybar en cada cambio de ma	100%	Mantenimiento/Produccion	16-ago																																																				
9a.- Tarea de aflojar matriz se debe realizar, sin la necesidad de esperar a mecanico: INDUCCIÓN	100%	Sup. Producción	15-jul																																																				
10a Verificar disponibilidad de equipo para calibración de matriz	100%	Mantenimiento	21-ago																																																				
11a Estandarizar uso de marquillas (INDUCCIÓN)	100%	Sup. Producción	21-ago																																																				