

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

Reducción de tiempos muertos en el cambio de SKU y calibre
(1,8 mm a 0,8 mm) en la línea 2 de extrusora en una empresa de
balanceado para camarón.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIALES

Presentado por:

Nicolth Yasbeck Ocho Naranjo

Steven Jeigson Mestanza Richards

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2023

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado especialmente a mis padres, por apoyarme en todas las decisiones que he ido tomando a lo largo de mi vida, gracias a su esfuerzo, estoy cumpliendo una meta más. A mis hermanos, mis abuelitas, mis sobrinos, mi familia, la cual hacen que mis días sean mejores. A aquellos amigos que conocí en los primeros semestres de la carrera, que me apoyaron en las buenas y en las malas.

A todas aquellas personas que me han ayudado a crecer profesional y personalmente, que hicieron que todo el esfuerzo y los momentos vividos hayan valido la pena, gracias por todo el apoyo y cariño incondicional de las personas a mi alrededor.

-Nicolth Yasbeck Ochoa Naranjo

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a todas aquellas personas que han aportado en este largo y difícil camino en los últimos años, a quienes estuvieron siempre apoyando y no me permitieron rendirme en ningún momento. Para mis padres que han sido mi guía y mi fortaleza para seguir adelante, a mis hermanos, amigos y compañeros que le dieron a este camino un toque de alegría y satisfacción. A la empresa sus colaboradores que nos abrieron las puertas y ayudaron con la mayor predisposición para obtener el objetivo planteado.

-Steven Mestanza Richards

AGRADECIMIENTOS

Agradezco totalmente a mi familia, especialmente a mis padres, las personas que se esforzaron día a día desde mi niñez para verme alcanzar todos mis sueños. A mis abuelitas por ser uno de los amores más puros y sinceros que la vida nos regala. A todos aquellos amigos que conocí a lo largo de estos 5 años llenos de aventuras, definitivamente sin ellos la carrera no hubiera sido igual. A mi compañero de tesis, el cual conocí en primer semestre de la universidad y ha sido mi confidente y buen amigo estos años. A la ESPOL, por enseñarme a crecer, no solo profesionalmente sino también como persona, la vida es un proceso de constantes cambios, gracias por enseñarme que soy capaz de cumplir todo lo que me proponga. Sobre todo, un agradecimiento especial a aquella persona que me impulsa a ser mejor cada día, que cree en mi potencial, que saca lo mejor de mí, incluso cuando yo misma dudo, sin ti este proceso hubiera sido diferente, gracias por estar, siempre.

-Nicolth Yasbeck Ochoa Naranjo

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a mi madre quién me ha sido mi aliento durante todos estos años, para mi familia y amigos por estar pendientes y ayudarme a cumplir siempre mis objetivos y avanzo en cada etapa de mi vida logrando realizar las metas que me he propuesto. Agradecerle a Dios por todas las bendiciones recibidas y fortalecerme en cada paso, permitiendo entender de que todo es una enseñanza para definir quién eres.

Gracias a la ESPOL por forjar profesionales del más alto nivel con muchos profesionales aptos y capaces de transmitir su conocimiento a los estudiantes. Mi más sincero agradecimiento a Angie quién ha estado pendiente y apoyándome incansablemente. Y especial agradecimiento a mi compañera de tesis por todos estos años siendo compañeros y amigos y poder lograr este objetivo tan valioso.

-Steven Mestanza Richards

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Steven Jeigson Mestanza Richards; Nicolth Yasbeck Ochoa Naranjo y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Steven Mestanza

Steven Jeigson
Mestanza Richards

Nicolth Ochoa Naranjo

Nicolth Yasbeck Ochoa
Naranjo

EVALUADORES

Ph.D. María Denise Rodríguez Zurita

PROFESOR DE LA MATERIA

Ph.D. Marcos Buestán Benavides

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El proyecto actual muestra la aplicación de la metodología DMAIC para reducir los tiempos muertos en el cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) en la línea 2 de extrusora.

En primer lugar, se realizó la etapa de definición de la metodología, estableciendo la problemática actual de la empresa, en esta se obtuvo la variable de respuesta "Disminución de tiempos muertos", con un tiempo promedio de cambio de 118 minutos. En el siguiente paso, se definieron pilares fundamentales con el fin de alcanzar las métricas del proyecto como lo son: social, económico y ambiental. En el pilar social se definió la métrica de personal capacitado en la línea 2 de extrusora. Por otro lado, en el pilar económico, se consideró, la utilidad neta del producto, toneladas producidas y el número de cambios al mes, de esta manera, se podría analizar cuanto sería el ahorro generado mensualmente por una reducción de 30 minutos en el cambio de sku y calibre (1.8mm a 0.8 mm). Finalmente, en el pilar medio ambiental se consideró la disminución del consumo de agua en la limpieza del cañón de la línea 2 de extrusora.

Por otro lado, en la etapa de medición se analizó estadísticamente las diferentes partes del proceso, con el fin de obtener mejor evidencia y visibilidad del enfoque del problema, estratificando de esta manera los datos obtenidos y poder enforarlos en aquellos que generaban mayor impacto en el proceso.

En la etapa de análisis, se realizaron lluvias de ideas, Ishikawa, análisis de matriz causa – efecto, 5 por qué, en compañía en un equipo multidisciplinario, con el objetivo de conocer las causas raíz de los problemas definidos, en donde se encontraron: Falla en el diseño de la tolva, inadecuada mesa de trabajo, proceso no estandarizado, casilleros no asignados para el personal, falta de checklist para uso de herramientas, personal no capacitado.

En la etapa de mejora, se realizaron lluvia de ideas con posibles soluciones a realizar, las cuales fueron seleccionadas con base al impacto-fuerza que iban a tener en cada una de las causas raíz.

Los resultados obtenidos fueron: disminución de aproximadamente 30 minutos en el cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) generando un ahorro de \$6.960 mensuales, capacitación del 100% del personal de la línea 2 de extrusora, estandarización de herramientas a utilizar para el proceso y disminución del consumo del agua en limpieza del cañón de la línea 2.

Palabras claves: Extrusora, proceso, disminución, tiempo.

ABSTRACT

The project shows the application of the DMAIC methodology to reduce downtimes in the change of sku and caliber (1.8 mm to 0.8 mm) in line 2 of the extruder.

In the first place, the definition stage of the methodology was carried out, establishing the current problems of the company, in which the response variable "Decrease the downtime" was obtained, with an average changeover time of 118 minutes. In the next step, fundamental pillars were defined to achieve the metrics of the project such as: social, economic and environmental. In the social pillar, the metric of trained operators in line 2 of the extruder was defined. On the other hand, in the economic pillar, the net profit of the product, tons produced and the number of changes per month were considered, in this way, it could be analyzed how much would be the savings generated monthly by a 30-minute reduction in the change. of sku and caliber (1.8mm to 0.8mm). Finally, in the environmental pillar, the reduction in water consumption in cleaning the barrel of line 2 of the extruder was considered.

On the other hand, in the measurement stage, the different parts of the process were statistically analyzed, to obtain better evidence and can have visibility of the approach to the problem, thus stratifying the data obtained and being able to focus them on those that generated the greatest impact on the process.

In the analysis stage, brainstorming, Ishikawa, cause-effect matrix analysis, 5 whys, were carried out in the company of a multidisciplinary team, with the aim of knowing the root causes of the defined problems, where they were found: Defect in the design of the hopper, inadequate worktable, non-standardized process, unassigned lockers for personnel, lack of checklist for the use of tools, untrained staff.

In the improvement stage, brainstorming was carried out with possible solutions to be carried out, which were selected based on the impact-force that they would have on each of the root causes. The results obtained were a reduction of approximately 30 minutes in the change of sku and caliber (1.8 mm to 0.8 mm) generating a monthly saving of \$6,960, training of 100% of the personnel of line 2 of the extruder, standardization of tools to be used for the process and reduction of water consumption in cleaning the line 2 canyon.

Keywords: Extruder, process, reduction, time.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	vii
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
ABREVIATURAS	vii
SIMBOLOGÍA	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Equipo de trabajo	4
1.3 Justificación del problema	4
1.3.1 Justificación social	5
1.3.2 Justificación económica	5
1.3.3 Justificación ambiental.....	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 Marco teórico.....	7
1.5.1 Metodología DMAIC.....	7
1.5.2 Herramienta SMED.....	8
1.5.3 SIPOC.....	8
1.6 Definición.....	9
1.6.1 Requerimiento del cliente	9
1.6.2 Herramienta SIPOC	11
1.6.3 Establecimiento de metas.....	12
1.6.4 Planteamiento del objetivo SMART	13

1.7	Restricciones de proyecto	13
capitulo 2		14
2.	Metodología.....	14
2.1	Problema enfocado	14
2.1.1	Plan de recolección de datos.....	14
2.2	Medición	15
2.2.1	Diagrama del proceso - OTIDA.....	15
2.2.2	Plan de recolección de datos.....	19
2.2.3	Prueba de normalidad.....	20
2.2.4	Plan de confiabilidad de los datos.....	21
2.2.5	Importancia del SMED en el proyecto.....	24
2.2.6	Validación de las variables del proceso	25
2.2.7	Estratificación de datos.....	29
2.2.8	Análisis de capacidad	30
2.2.9	Ilustración 24 Diagrama de capacidad del proceso [Fuente: Elaboración propia]Problema enfocado	32
2.3	Análisis	33
2.3.1	Lluvia de ideas	33
2.3.2	Ishikawa.....	36
2.3.3	Estudio de causas potenciales.....	38
2.3.4	Plan de verificación de causas.....	42
2.3.5	Verificación de causas	42
2.3.6	Análisis de 5 por qué	48
2.4	Mejora	49
2.4.1	Propuesta de mejora.....	49
2.4.2	Lluvia de ideas: Soluciones propuestas.....	50
2.4.3	Plan de implementación.....	50

2.4.4	Causa raíz: Defecto en la tolva	51
2.4.5	Causa raíz: Tamaño inadecuado de la mesa de trabajo.....	52
2.4.6	Causa raíz: Proceso no estandarizado	54
2.4.7	Causa raíz: No hay casilleros asignados para los operadores	55
2.4.8	Causa raíz: No existe un checklist para identificar los puntos que se deben revisar	57
2.4.9	Causa raíz: Personal sin capacitación de la estandarización del proceso.	58
2.4.10	Impacto de soluciones propuestas	59
capitulo 3		65
3.	Resultados y análisis.....	65
3.1	Soluciones.....	65
3.1.1	Implementación de solución: Instalación de vibradores.....	65
3.1.2	Implementación de solución: Rediseño de carro móvil	66
3.1.3	Implementación de solución: Estandarización del proceso.....	67
3.1.4	Implementación de solución: Casilleros en el área	70
3.1.5	Implementación de solución: Comunicación visual en el área	72
3.1.6	Implementación de solución: Checklist de herramientas	73
3.1.7	Implementación de solución: Capacitación del personal	75
3.2	Mejoras del proceso	76
3.2.1	Serie de tiempo.....	76
3.2.2	Prueba de normalidad.....	77
3.2.3	Análisis de capacidad	79
3.3	Justificación económica.....	79
3.4	Justificación ambiental	80
3.5	Justificación social.....	81
3.6	Plan de control	82
capitulo 4		84

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1 Conclusiones.....	84
4.2 Recomendaciones.....	84
5. References	85

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

SMED Single Minute Exchange of Die

CTQ Critical to Quality

DMAIC Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar

SIPOC Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers

OTIDA Operación, Transporte, Inspección, Demora y Almacenamiento

SIMBOLOGÍA

h	horas(h)
min	minuto(s)
lt	litro(s)
\$	dólar
mm	milímetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Gráfica de tiempos de cambio en los meses de agosto 2022 a mayo 2023 [Fuente: Elaboración propia].....	3
Ilustración 2 Equipo de trabajo para el proyecto [Fuente: Elaboración autores].....	4
Ilustración 3 VOC del personal operativo [Fuente: Elaboración de autores]	9
Ilustración 4 VOC del departamento de mejora continua [Fuente: Elaboración de autores]	10
Ilustración 5 Diagrama de afinidad con relación al cliente [Fuente: Elaboración de autores].....	10
Ilustración 6 CTQ tree [Fuente: Elaboración de autores].....	11
Ilustración 7 Diagrama SIPOC [Fuente: Elaboración de autores].....	11
Ilustración 8 objetivo SMART [Fuente: Elaboración de autores].....	13
Ilustración 9 Diagrama OTIDA: Paso a paso de cambio de sku y calibre en línea 2 de extrusora, parte 1 [Fuente: Elaboración de autores].....	16
Ilustración 10 Diagrama OTIDA: Paso a paso de cambio de sku y calibre en línea 2 de extrusora, parte 2 [Fuente: Elaboración de autores].....	17
Ilustración 11 Diagrama OTIDA: Paso a paso de cambio de sku y calibre en línea 2 de extrusora, parte 3 [Fuente: Elaboración de autores].....	18
Ilustración 12 Plan de Recolección de Datos [Fuente: Elaboración propia]	19
Ilustración 13 Prueba de normalidad [Fuente: Elaboración propia]	21
Ilustración 14 Prueba de potencia [Fuente: Elaboración propia]	23
Ilustración 15 Resultado de la Potencia de prueba [Fuente: Elaboración propia].....	23
Ilustración 16 Costos y utilidad generada para la empresa [Fuente: Elaboración propia]	24
Ilustración 17 Comparación de tiempos de paro [Fuente: Elaboración propia].....	26
Ilustración 18 Descripción estadística de la comparación de tiempos de paro [Fuente: Elaboración propia].....	26
Ilustración 19 Resultados estadísticos de la comparación de tiempos de paro [Fuente: Elaboración propia].....	27
Ilustración 20 Comparación de tiempos de paro por operador [Fuente: Elaboración propia]	28

Ilustración 21 Resultados estadísticos de comparación de tiempos de paro por operador [Fuente: Elaboración propia].....	28
Ilustración 22 Diagrama de Pareto de las actividades [Fuente: Elaboración propia].....	30
Ilustración 23 gráfica de control del proceso [Fuente: Elaboración propia] Según las pruebas ejecutadas donde se encuentran la mayor cantidad de actividades que se realizan en el proceso fueron: orden y limpieza, búsqueda de herramientas y ajuste, con las cuáles se realizaron análisis de capacidades para comprobar si estas pueden satisfacer los tiempos de cambios que existen actualmente. Se usaron los índices de capacidad potencial del proceso (Cp) y el índice de capacidad central del proceso (Cpk).	

31

2.2.9 Ilustración 24 Diagrama de capacidad del proceso [Fuente: Elaboración propia]Problema enfocado.....	32
Ilustración 25 Lluvia de ideas para orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia]	34
Ilustración 26 Lluvia de ideas para búsqueda de herramientas [Fuente: Elaboración propia]	35
Ilustración 27 Lluvia de ideas para ajuste [Fuente: Elaboración propia]	35
Ilustración 28 Ishikawa para orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia]	36
Ilustración 29 Ishikawa para búsqueda de herramientas [Fuente: Elaboración propia] .	37
Ilustración 30 Ishikawa ajuste de cuchillas [Fuente: Elaboración propia]	38
Ilustración 31 Diferencia de medias de las tareas en orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia].....	43
Ilustración 32 Tolva compactada con mucho producto [Fuente: Elaboración propia]....	44
Ilustración 33 Tolva compactada con poco producto [Fuente: Elaboración propia].....	45
Ilustración 34 Demostración de cómo se tienen los carros de trabajo en la actualidad [Fuente: Elaboración propia].....	45
Ilustración 35 Prueba de hipótesis para la diferenciación de tiempos de cambio y uso de herramientas [Fuente: Elaboración propia].....	46
Ilustración 36 Diagrama Ishikawa: Bodega de repuestos - Línea 2 de extrusora	47
Ilustración 37 Ajuste de cuchillas previo al arranque de línea 2 de extrusora [Fuente: Elaboración propia].....	48
Ilustración 38 Análisis del 5 por qué [Fuente: Elaboración propia]	49
Ilustración 39 Lluvia de ideas de soluciones propuestas	50
Ilustración 40 vibrador eléctrico de 0.18 HP [Fuente: Aiser , Aires y servicios S.A.]	52

Ilustración 41 Diseño del plato de extrusión [Fuente: Proveedor nacional de platos de extrusión para la empresa]	53
Ilustración 42 Diseño de la mesa de trabajo [Fuente: Elaboración propia]	54
Ilustración 43 Proceso estandarizado para el cambio de calibre [Fuente: Elaboración propia]	55
Ilustración 44 Diseño de casilleros para operadores extrusores [Fuente: Elaboración propia]	56
Ilustración 45 Comunicación visual para el área	56
Ilustración 46 Check list para cambio de sku y calibre [Fuente: Elaboración propia]	57
Ilustración 47 Check list de herramientas [Fuente: Elaboración propia]	58
Ilustración 48 Contenido de capacitación a operadores extrusores	59
Ilustración 49 Matriz impacto – esfuerzo [Fuente: Elaboración propia]	61
Ilustración 50 Diagrama de Gantt parte 1 [Fuente: Elaboración de autores]	63
Ilustración 51 Diagrama de Gantt parte 2 [Fuente: Elaboración de autores]	64
Ilustración 52 Vibrador en tolva de línea extrusora [Fuente: Elaboración de autores]...	65
Ilustración 53 Visualización de vibradores desde el sistema [Fuente: Elaboración de autores].....	66
Ilustración 54 Diseño del carro móvil antes de la mejora [Fuente: Elaboración de autores]	66
Ilustración 55 Diseño del carro móvil después de la mejora [Fuente: Elaboración de autores].....	67
Ilustración 56 Análisis de actividades (Parte 1) [Fuente: Elaboración de autores]	68
Ilustración 57 Análisis de actividades (parte 2) [Fuente: Elaboración de autores].....	68
Ilustración 58 Análisis de actividades (parte 3) [Fuente: Elaboración de autores].....	69
Ilustración 59 Estandarización del proceso: Paso a paso [Fuente: Elaboración de autores]	69
Ilustración 60 Registro de asistencia a capacitación [Fuente: Elaboración de autores]	70
Ilustración 61 Casillero previo a la implementación de mejora [Fuente: Elaboración de autores].....	71
Ilustración 62 Implementación de casillero para cada operador [Fuente: Elaboración de autores].....	71
Ilustración 63 Mesa de trabajo antes de la mejora [Fuente: Elaboración de autores] ...	72
Ilustración 64 Mesa de trabajo después de la mejora [Fuente: Elaboración de autores]	73

Ilustración 65	Ubicación de cartelera en la línea 2 [Fuente: Elaboración de autores] ...	73
Ilustración 66	Checklist de verificación de herramientas [Fuente: Elaboración de autores]	74
Ilustración 67	Calibración de cuchillas [Fuente: Elaboración de autores].....	75
Ilustración 68	Capacitación al personal para estandarización del proceso [Fuente: Elaboración de autores].....	76
Ilustración 69	Serie de tiempo de los cambios de sku y calibre [Fuente: Elaboración de autores].....	77
Ilustración 70	Prueba de normalidad luego de las mejoras [Fuente: Elaboración de autores].....	78
Ilustración 71	Prueba estadística de los tiempos de cambio [Fuente: Elaboración de autores].....	78
Ilustración 72	Análisis de capacidad luego del SMED [Fuente: Elaboración de autores]	79
Ilustración 73	Plan de control [Fuente: Elaboración de autores].....	83

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La industria camaronera es una de las principales fuentes de economía de la economía ecuatoriana, estando por debajo del petróleo o del banano. En Ecuador, la actividad camaronera tiene sus inicios en el año 1968, en la provincia del El Oro, empezando así un gran negocio rentable para el país, creando industrias como empacadoras, laboratorios de larvas y fábricas de alimento balanceado (Calderón).

Según la revista *Acuicultura*, reconocida en el continente latinoamericano por su aportación informativa en el sector acuícola, en el año 2021, Ecuador lideró el listado de mayores productores de camarón, convirtiéndose así, en el mayor productor de camarón a nivel mundial, con un equivalente a 1.669 millones de libras, un 20% más que en el año 2020 (López, 2021).

Por lo tanto, se puede hacer énfasis en que la producción de alimento balanceado para camarón es de vital importancia para el sector acuícola de la región, puesto que, genera una gran fuente de divisas para la economía ecuatoriana.

En el mercado de fabricación de alimento balanceado para camarón, existen dos tipos de alimentos: paletizado y extruido. El alimento paletizado, hace referencia a aquellas pequeñas porciones de material por lo que el proceso de este comprende diferentes etapas de compresión, en donde, por medio del agua o vapor se busca un producto con ciertas especificaciones de dureza y durabilidad (Atehortúa, 2011). Por otro lado, el alimento extruido, al presentar una cocción rápida durante el proceso de fabricación, permite tener una textura más moldeable y suave, lo cual genera una mayor desintegración cuando se encuentra en contacto con el agua, siendo así más accesibles para los camarones.

La fabricación de este se encuentra basada en ingredientes tales como harina de pescado, harina de soja, trigo, aceites, grasas, vitaminas, minerales y en algunas especificaciones, según el tipo de balanceado, aditivos. Esta gran combinación ayuda a desarrollar fórmulas que cubran las diferentes necesidades de cada cliente en específico, sin embargo, es importante mencionar, que las fórmulas de cada tipo de alimento para balanceado puede variar según la etapa de crecimiento del crustáceo, es decir, los camarones más pequeños, en etapa de pre-cría (aproximadamente hasta los 5 gr de peso), necesitan una mayor proporción de nutrientes y proteínas, por lo que difiere de los camarones más grandes (entre los 30 y 32 gr de peso), los cuales necesitan una dieta más equilibrada, por lo tanto, la serie, calibre o modelo de alimentación de la marca va a variar dependiendo de la etapa de vida en la que se encuentra el animal, por lo tanto, las empresas dedicadas a la fabricación de alimento balanceado de camarón presentan una gran variedad de alimentos producidos de acuerdo con planificaciones semanales o mensuales previamente alineadas con la organización, en donde en base a la demanda del mercado realizan el tipo de alimento necesario para la industria acuícola.

Estudios han demostrado, que, en una industria camaronera, más del 50% de los gastos del sector van destinados al alimento del animal, por lo tanto, las empresas productoras de balanceado se encuentran responsables como proveedoras de producir alimentos de alta calidad, satisfaciendo los parámetros nutricionales necesarios para promover un crecimiento saludable del camarón.

1.1 Descripción del problema

Durante los meses de agosto del 2022 a mayo del 2023 en la ciudad de Durán se tienen datos en una empresa dedicada a la fabricación de balanceado para camarón, en donde se notó que existe un excesivo tiempo de cambio cuando se realizan en este caso, los cambios de sku y el cambio de calibre 1,8 mm a 0,8 mm. Se elaboró un gráfico de barras con los datos del total de tiempo que la máquina extrusora permanece detenida para realiza dicho cambio.

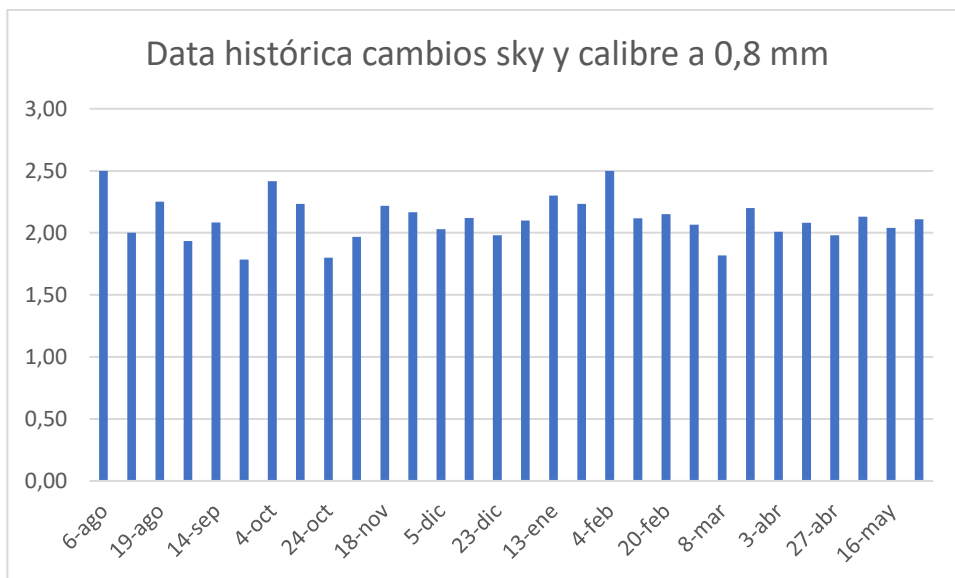


Ilustración 1 Gráfica de tiempos de cambio en los meses de agosto 2022 a mayo 2023 [Fuente: Elaboración propia]

Se utiliza también la herramienta de metodología Lean del 3w+1h en los que se toman en cuenta los detalles más relevantes para determinar de forma clara el problema actual a resolver.

Tabla 1.1 Tabla de herramienta 3w1h [Fuente: Elaboración de autores]

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Elevados tiempos en los cambios de Sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm
¿Dónde?	Máquina extrusora en la línea 2
¿Cuándo?	A partir de agosto del 2022 hasta septiembre 2023
¿Cómo?	Con los registros de tiempos muertos que se han recopilado se ha podido notar que la máquina permanece detenida durante 118 minutos en comparación al target de la compañía que es llegar a 98 minutos.

1.2 Equipo de trabajo

En este proyecto están involucrados personal de ESPOL y personal del cliente que estos incluyen por parte de ESPOL como líderes del proyecto a los estudiantes Nicolth Ochoa y Steven Mestanza los cuales están encargados de cumplir con los objetivos propuestos aplicando los conocimientos técnicos en base a lo aprendido en la carrera, así también al PhD Marcos Buestan como Project Advisor el cuál es un recurso para los líderes del proyecto siendo un soporte para el correcto desarrollo del proyecto. Por parte del cliente se trabaja con el ingeniero de procesos, especialista de mejora continua, operadores de máquina extrusora y supervisores de turno, los cuáles se encargan de brindar la información necesaria y realizan correcciones y adecuaciones para cumplir en conjunto con los objetivos.



Ilustración 2 Equipo de trabajo para el proyecto [Fuente: Elaboración autores]

1.3 Justificación del problema

Los altos tiempos de espera y movimientos en una empresa ocasionan costos altos, por lo que las compañías buscan alternativas sostenibles a largo plazo para disminuir la pérdida que esto ocasiona. Esto ha generado múltiples estrategias en la organización, con el objetivo principal de aumentar la eficiencia operativa.

1.3.1 Justificación social

El pilar social es fundamental para que una organización funcione correctamente, ya que, al garantizar la seguridad del empleado se estará contribuyendo al éxito y crecimiento de la empresa.

Brindar una capacitación adecuada para el personal, asegura a la empresa la familiarización del empleado con los procedimientos operativos correctos, lo cual, en todo tipo de industria es de suma importancia pues son máquinas altamente riesgosas por la cantidad de riesgos que presentan, por lo tanto, capacitando al personal se puede reducir el riesgo de incidentes o accidentes en el lugar de trabajo.

Considerando la importancia de la capacitación para la manipulación de herramientas y maquinarias dentro de una organización, en el pilar social, se obtiene la métrica de la siguiente manera.

$$\text{Personal entrenado en la compañía} = \frac{\text{número de operadores capacitados}}{\text{total de operadores}} \quad (1.1)$$

1.3.2 Justificación económica

El ahorro económico es de suma importancia para toda organización, por lo tanto, mediante tendencias en conjunto con el área de producción, se determinó que existen grandes pérdidas de tiempo, también conocidos tiempos muertos, cuando se realiza un cambio de producto tipo "Grower" a "Starter", pues las dimensiones y especificaciones del calibre son muy diferentes. Este pilar, es el primero que será demostrado mediante el estudio del presente proyecto, pues el ahorro es muy significativo para la empresa.

El beneficio económico al implementar el presente proyecto es de aproximadamente \$2,320 por cada cambio de calibre, pues en cada tonelada producida se genera una utilidad mínima de \$580 considerando que, la línea corre a 8 toneladas / hora y se realizan aproximadamente de 3 a 4 cambios al mes, el ahorro

mensual es de \$6,960 al mes y en consecuencia \$83,520 dólares al año. Por lo tanto, por lo previamente descrito, el reducir 30 minutos las actividades durante la preparación del cambio de calibre y sku genera una gran ganancia para la organización. La métrica escogida para medir el ahorro económico por tiempos muertos registrados durante el cambio de calibre es:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro mensual} &= \text{tiempo reducido (h)} * \text{utilidad por tonelada} * \\ &\text{número de cambios al mes} \end{aligned} \quad (1.2)$$

1.3.3 Justificación ambiental

Ayudar al medioambiente es de suma importancia y un compromiso que se debe ir adquiriendo día a día, es por esto, que las empresas en el país se centran en promover la responsabilidad social dentro de la organización, realizando campañas de concientización, eventos, recordatorios y proyectos que ayuden a minimizar los riesgos ambientales y fomenten la innovación. En el presente proyecto se busca reducir el consumo de agua para la limpieza del cañón pues puede ocurrir de manera repetitiva. Por lo tanto, se utilizará la siguiente métrica para analizar el consumo del agua para la limpieza de la línea y los beneficios ambientales.

Reducción del consumo de agua por limpieza del cañón

$$= \frac{\text{Consumo de agua por limpieza (lt)}}{\text{Total de litros de agua utilizados en la línea (lt)}} \quad (1.3)$$

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Optimizar el proceso de cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) mediante la implementación de la metodología DMAIC con el objetivo de reducir el tiempo de cambio y mejorar la efectividad de la línea 2 extrusora de una fábrica de balanceado para camarón en un período de tiempo desde agosto 2022 a septiembre 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

- Medir los tiempos de cambios realizados por diferentes operadores en los turnos.
- Analizar los pasos ejecutados para realizar el cambio de sku y calibre por las personas involucradas en el proceso.
- Identificar oportunidades y propuestas de mejoras en el proceso de cambio de calibre y sku.
- Estandarizar el proceso de cambio de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm de la línea 2 de extrusora.
- Disminuir el tiempo de cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) en la línea 2 de extrusora, mejorando la efectividad del proceso.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Metodología DMAIC

Una de las herramientas que ha sido adoptada por la metodología Six Sigma es la de mejorar las capacidades operativas y reducir los defectos en las diferentes partes de los procesos (Mittal, et al., 2023).

La metodología incluye partes del proceso para poder lograr los objetivos de mejora en los que se detalla a continuación:

Definir: Se debe definir el problema, sus objetivos y los requerimientos implicados como recursos, fechas estimadas de comienzo y finalización del proyecto, etc.

Medición: Se examina el proceso actual del problema tomando en cuenta la cantidad de datos, documentos que demuestren el estado actual del problema, y métricas que aporten a la validación del proceso.

Analizar: Se analiza la situación actual del problema, también se deben analizar los datos de la medición, para poder así determinar las oportunidades y

posibles soluciones para mejorar el proceso, identificando así las razones de los problemas y los obstáculos que puedan existir.

Mejorar: La mejora del proceso se da en este paso probando soluciones, diseñando prototipos, hasta implementar la solución y lograr el objetivo planteado.

Control: Este es el último paso de la herramienta en la que se asegura que la mejora fue llevada a cabo de forma correcta, se documentan las mejoras y se les da seguimiento a los mismos. (Smętkowska & Mrugalska, 2018)

1.5.2 Herramienta SMED

La metodología SMED es una herramienta la cual tiene como objetivo reducir el tiempo de cambio de piezas o la configuración requerida para algún tipo de máquina en las áreas de manufactura para acortar y estandarizar los tiempos de inactividad de la máquina con diferentes herramientas y diversas técnicas.

En el proyecto se utiliza dicha herramienta comenzando con un estudio de tiempos de todo el proceso, realizando así la diferenciación de actividades externas e internas, para luego analizar las actividades que se pueden eliminar, reducir, combinar y simplificar con todas las tareas involucradas realizadas por el operador de la línea extrusora. (Karam, Liviu, Veres, & Radu, 2017)

1.5.3 SIPOC

Esta herramienta de la metodología Lean Six sigma muestra la situación actual en la que se encuentra el proceso se basa en la representación, usualmente en forma de cuadro en los que se describen los diferentes componentes del proceso de una manera más amplia, ya que toma en cuenta desde los proveedores, así como también todas las entradas y salidas que tiene el proceso, hasta poder llegar a los clientes. (González González & Escobar Prado, 2021)

Para entender un poco más, esta herramienta, nos ayuda a determinar y entender la trazabilidad del proceso y la función de cada uno de los involucrados para la ejecución de este, se detalla a continuación como se clasifican. La primera parte se enfoca en los

proveedores: Se trata de personas, compañías o partes del proceso que sirven para abastecer de los materiales necesarios en este proyecto se tienen como proveedores subprocesos como lo son materias primas almacenadas en silos y líquidos que se dosifican de forma manual.

1.6 Definición

1.6.1 Requerimiento del cliente

Se realizaron entrevistas en conjunto con el personal operativo que se encuentra en la línea 2 en diferentes turnos y con el personal perteneciente al departamento de operaciones, como lo es el jefe del departamento y el especialista de mejora continua. El objetivo primordial de estas entrevistas fue conocer los diferentes puntos de vistas de nuestros clientes, escuchar ambas partes y entender hacia donde se quiere llegar. Se utilizó la herramienta conocida como VOC (Voice Of Customer), en este caso, se realizó un VOC con el personal operativo de la línea 2 de extrusora y otro VOC con el personal de mejora continua, en donde se encontraron hallazgos que nos permitieron entender mejor las necesidades del departamento. Los resultados, se encuentran reflejados a continuación:

Segmento	Hallazgos
Personal operativo en el cambio de sku y calibre en línea extrusora 2	Las herramientas para los cambios de calibre están lejos del lugar de trabajo, ya que no hay lugar en el área para almacenarlas.
	Las mesas de trabajo tienen poco espacio, por lo que no es posible almacenar todas las herramientas necesarias para realizar el trabajo de forma correcta.
	El producto se compacta, lo que dificulta la limpieza en el cambio calibre.
	Los platos ciegos para los ajustes de la cuchilla no están correctamente identificadas, según el calibre de la cuchilla que se deba colocar.

Ilustración 3 VOC del personal operativo [Fuente: Elaboración de autores]

Segmento	Hallazgos
Departamento de mejora continua	Diferentes tiempos de preparación de la línea entre operadores
	El método de cambio de calibre difiere entre los diferentes turnos.
	Los operadores abandonan el área y no encuentran herramientas ordenadas para el siguiente turno.
	No existe una comunicación efectiva entre los operadores de diferentes turnos

Ilustración 4 VOC del departamento de mejora continua [Fuente: Elaboración de autores]

Para poder ordenar los hallazgos de ambos clientes y entender mejor las necesidades, se elaboró un diagrama de afinidad, en donde se pudo clasificar los hallazgos según una categoría asignada, como lo son comodidad / ergonomía, seguridad y producción.

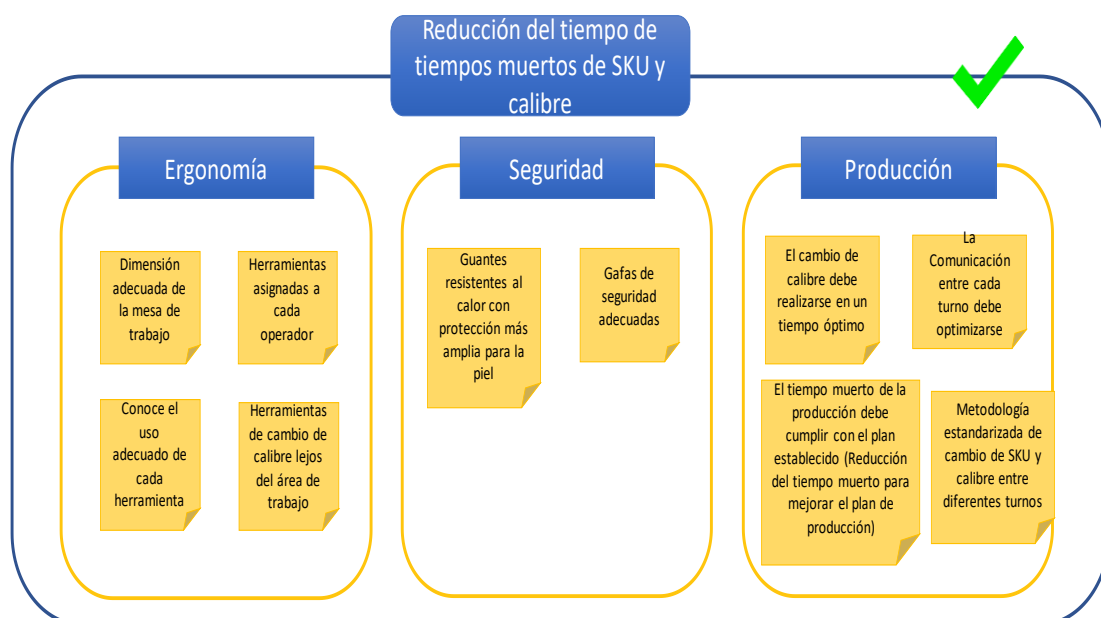


Ilustración 5 Diagrama de afinidad con relación al cliente [Fuente: Elaboración de autores]

Para conocer las necesidades y requerimientos de los clientes, se trabajó con la herramienta CTQ Tree, en donde se identifica la necesidad principal del proyecto,

la cual es reducción de tiempos muertos durante el cambio de calibre y SKU, además, esta herramienta, nos permitió establecer métricas las cuales se utilizarán para demostrar la mejora mediante la implementación del proyecto. A continuación, se muestra el CTQ Tree realizado:

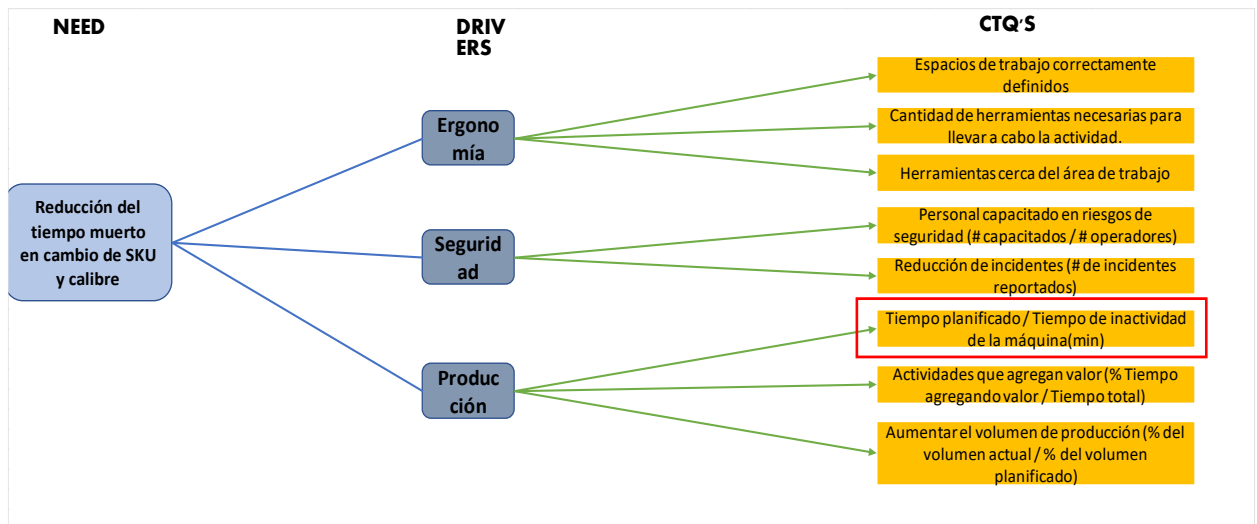


Ilustración 6 CTQ tree [Fuente: Elaboración de autores]

1.6.2 Herramienta SIPOC

Se realiza un diagrama SIPOC incluyendo todas las aristas que incluyen desde los proveedores, las entradas del proceso, en qué se basa el proceso, lo que da como



resultado y como llega hasta el cliente

Ilustración 7 Diagrama SIPOC [Fuente: Elaboración de autores]

1.6.3 Establecimiento de metas

Se estableció el GAP mediante el tiempo actual del proceso menos el tiempo en el objetivo deseado, mediante la siguiente formula:

$$GAP = \text{Tiempo total de las actividades internas} - \text{objetivo} \quad (1.1)$$

Siendo 118 minutos el tiempo tomado de duración del proceso actual de cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) y 90 minutos el objetivo del cliente al que se desea llegar.

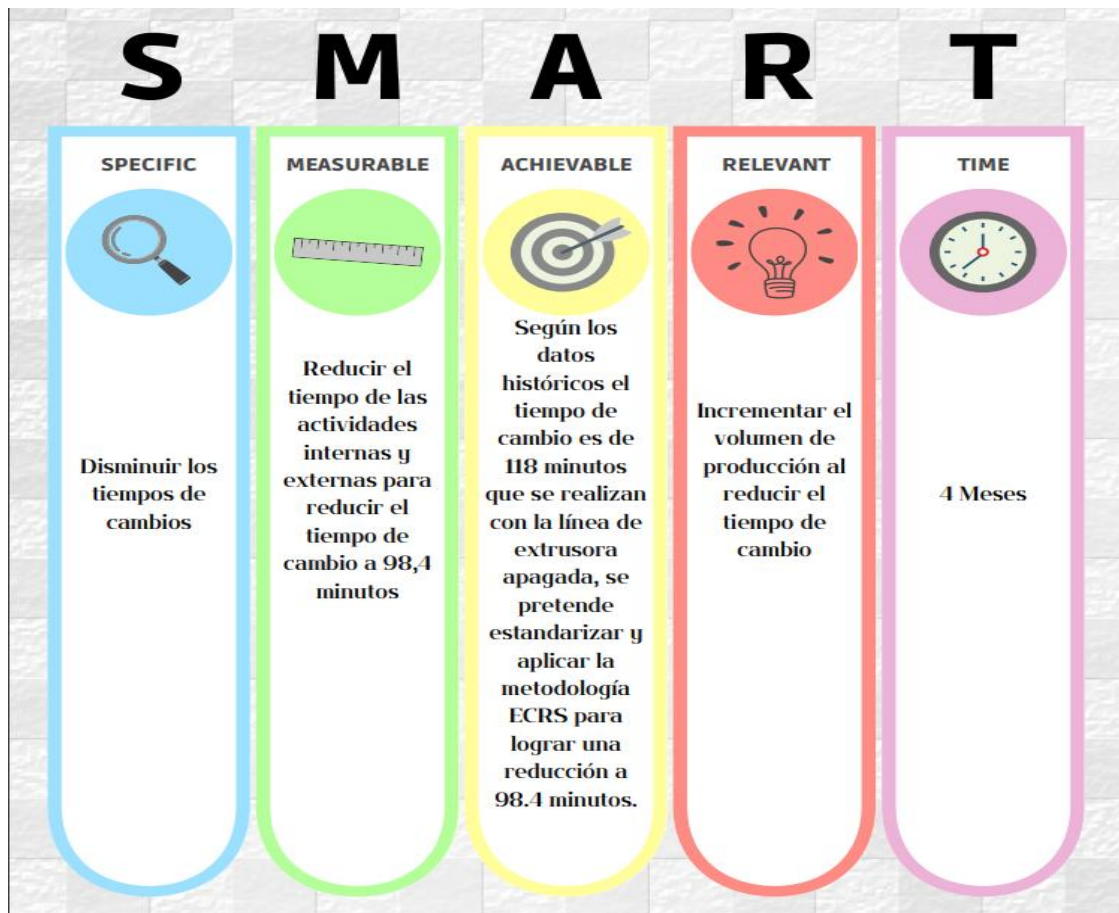
$$GAP = 118 \text{ min} - 90 \text{ min} = 28 \text{ min} \quad (1.2)$$

Estableciendo un margen del 70% de confianza se determina que el GAP mínimo alcanzando debe ser de:

$$GAP = 28 \text{ min} * 0.70 = 19.6 \text{ min} \quad (1.3)$$

1.6.4 Planteamiento del objetivo SMART

El objetivo SMART plantea la línea base del proyecto refiriéndose a la data histórica y lo que se pretende conseguir con este proyecto teniendo en cuenta que se pretende lograr llegar a un target especificado por el cliente para darle mayor valor al



enfoque el cuál es reducir los tiempos de cambios.

Ilustración 8 objetivo SMART [Fuente: Elaboración de autores]

1.7 Restricciones de proyecto

Existen algunas limitaciones para el proceso actual de cambio de sku y calibre entre estos se tienen:

- Procesos no estandarizados por lo que ciertos pasos son subjetivos para cada operador
- Las herramientas de trabajo no se encuentran a la mano de los operadores
- Comunicación poco efectiva entre turnos y entre operadores

CAPITULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Problema enfocado

Basado en el proyecto se debe de elegir una variable de respuesta o Y como se conoce en algunas metodologías, esta sería definida como la reducción en el tiempo de cambio en línea extrusora 2, teniendo como componentes de está Y a analizar las actividades que se realizan durante el cambio las cuáles serían las actividades internas externas y las actividades internas que pueden ser externas. Ahora se debe plantear el problema enfocado el cuál será : Reducir el tiempo de cambio de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm, con datos medidos en junio 2023 se establece que el tiempo que tiene el operario de la línea 2 de extrusora es de 118 minutos en actividades internas; reduciendo las actividades que pueden realizar con la máquina apagada y utilizando la metodología ECRS (eliminar, combinar, reducir, simplificar) para lograr el objetivo de realizar el cambio en un máximo 90 minutos que es el target impuesto por la empresa.

2.1.1 Plan de recolección de datos

En esta parte se definen las variables X que se producen del problema enfocado con la Y que se definió anteriormente estás X deben ser demostradas y relacionadas con el enfoque estás deben de ser medibles considerarse con una métrica, contener datos continuos o discretos los cuáles serán analizados de las bases de datos brindadas por el personal de mejora continua para poder tener datos y bases estadísticas del problema y estratificar de mejor manera lo que se plantea realizar.

En el presente proyecto se aplicó la metodología DMAIC, con el fin de mejorar de manera sistemática y eficiente el proceso de cambio de calibre y sku en la línea 2 de extrusora. Aplicando las 5 etapas representativas de la metodología como lo son: definición, medición, análisis, mejora y control, se buscó identificar el problema

principal con el objetivo de alcanzar los objetivos específicos de la organización. En el capítulo 1, se abarcó la etapa de definición en donde se mostró a mayor detalle la problemática y el enfoque principal del proyecto. A continuación, se describen las siguientes etapas de la metodología para desarrollo de este.

2.2 Medición

En la etapa de medición, se analizó el estado actual del proceso de cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) mediante el estudio de flujos y diagramas, con el objetivo de conocer y estructurar las actividades ejecutadas durante el proceso, además, se utilizó herramientas estadísticas con el fin de obtener una mayor comprensión objetiva y cuantitativa del problema presentado, validando la precisión y confiabilidad de los datos históricos y medidos en el mes de junio 2023.

2.2.1 Diagrama del proceso - OTIDA

Se realizó la herramienta de gráfica de flujos OTIDA (Operación, Transporte, Inspección, Almacenamiento o Demora), en donde se describió de manera más detallada las actividades que realizaba el operador durante el cambio de calibre, midiendo los tiempos de cada paso realizado y entendiendo las actividades ejecutadas

PROCESS					O	T	I	D	A
	Actividades	Sub actividades	Time	Add value	Operation	Transport	Inspection	Delay	Archive
1	Vaciado y limpieza de tolvas de preextruder	Vaciar tolva 1 con mezcla de preextruder (316001, 316005)	0,00	NAVN	0-1				
2		Limpieza de tolva 1 de preextruder (retirar sobrantes de mezcla)	25,00	NAVN	0-2				
3		Vaciar tolva 2 con mezcla de preextruder (316001, 316005)	0,00	NAVN	0-3				
4		Limpieza de tolva 2 de preextruder (retirar sobrantes de mezcla)	25,00	NAVN	0-4				
5	Vaciado de liveben, DDC, Acondicionadores	Vaciado de mezcla de Prebin, DDC, Acondicionadores.	18,00	NAVN	0-5				
6	Retirar plato de calibre 1,8mm	Aplicar etiquetado y bloqueo	0,75	NAV	0-6				
7		Abrir ECS y Cabezal	1,00	AV	0-7				
8		Buscar carrito	0,83	NAV		T-1			
9		Busqueda de escoba	0,15	NAV		T-2			
10	Desmontaje de Stuffer	Limpieza de mezcla regada en el piso	0,42	NAV	0-8				
11		Limpieza superficial del plato	1,08	NAV	0-9				
12		Desmontaje del stuffer de la línea	25,00	NAV	0-10				
13	Retirar plato de calibre 1,8mm	Búsqueda de pistola neumática	0,53	NAV		T-3			
14		Retirar pernos del plato y desmontaje	0,83	NAVN	0-11				
15		Limpiza interna del plato	1,13	NAVN	0-12				
16		Transporta el plato de 1.8 mm hacia pallet	0,25	NAV		T-4			
17	Retirar mezcla pegada en boquilla y cuchillas	Retirar mezcla pegada en la boquilla de la extrusora	1,92	NAVN	0-13				
18		Limpieza de mezcla regada en el piso	0,95	NAV	0-14				
19		Cierre de estructura boquilla de extrusora	0,48	NAV	0-15				
20		Limpieza superficial de cuchillas con mezcla	0,23	NAV	0-16				
21	Retirar cuchillas	Búsqueda de herramienta para retirar cuchillas	0,10	NAV		T-5			
22		Desmontaje de cuchillas	0,28	AV	0-17				
23		Lleva a enjuagar las cuchillas retiradas	0,38	NAV		T-6			
24	Calibración de cuchillas	Búsqueda de cuchillas a calibrar	0,23	NAV		T-7			
25		Verificación de cuchillas calibradas	0,57	AV				V-1	
26	Montaje de plato ciego	Búsqueda de plato ciego	0,25	NAV		T-8			
27		Limpieza superficial de plato ciego	0,73	NAV	0-18				
28		Búsqueda de cucharon con pernos	0,20	NAV		T-9			
29		Montaje de plato ciego y ajuste de pernos	2,00	AV	0-19				

Ilustración 9 Diagrama OTIDA: Paso a paso de cambio de sku y calibre en línea 2 de extrusora, parte 1 [Fuente: Elaboración de autores]

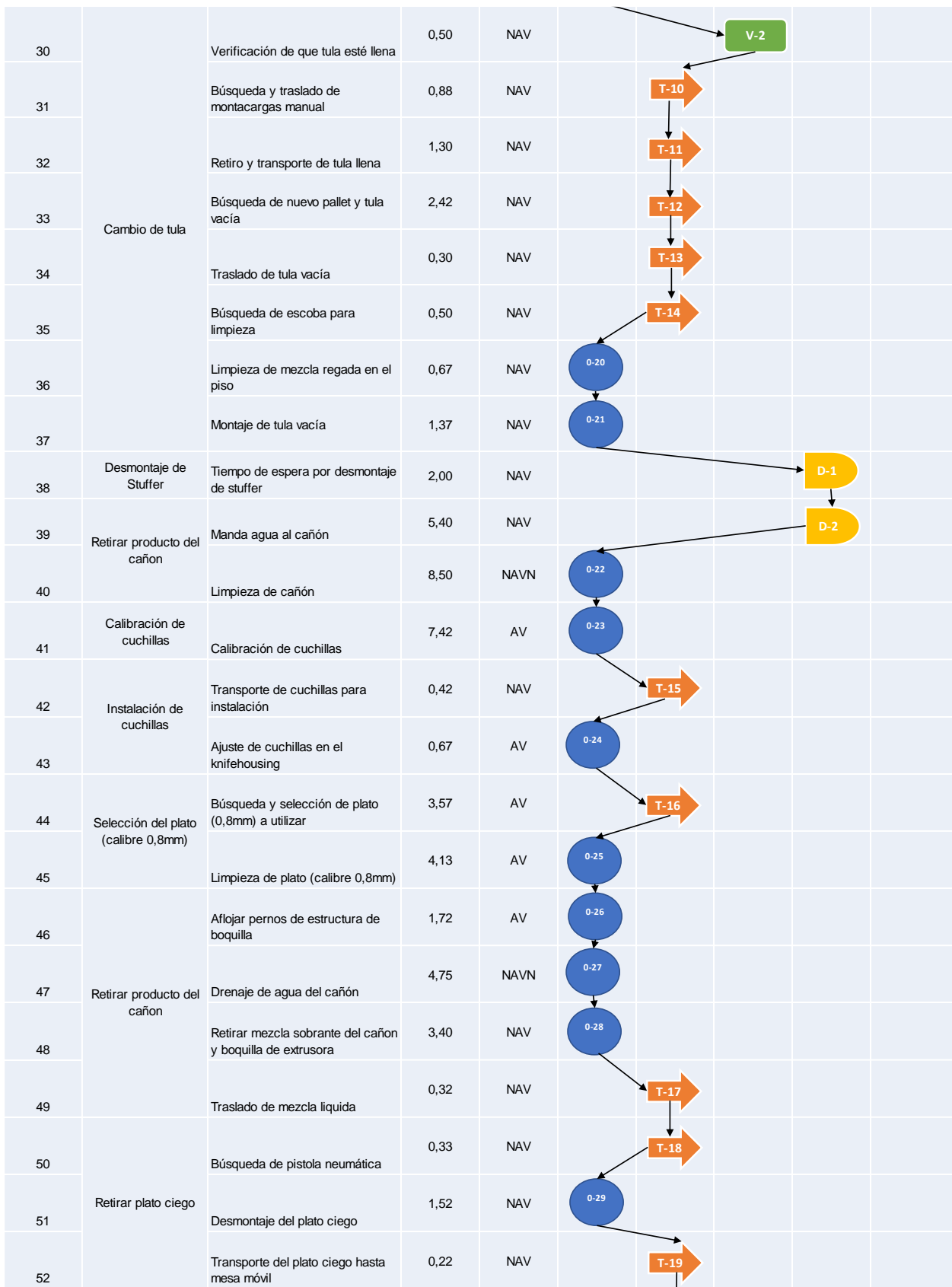


Ilustración 10 Diagrama OTIDA: Paso a paso de cambio de sku y calibre en línea 2 de extrusora, parte 2 [Fuente: Elaboración de autores]

En el diagrama OTIDA, se obtuvo un total de 74 actividades, de las cuales 16 de ellas agregaban valor, 15 no agregan valor, pero eran necesarias y finalmente 43 actividades no agregaban valor. Se clasificó el proceso en actividades internas (actividades que se realizaban con la máquina apagada) y externas (actividades realizadas con la máquina en funcionamiento), en donde se determinó que existía gran cantidad de actividades que no agregaban valor durante el proceso de cambio de sku y calibre pues el operador las realizaba con la máquina apagada cuando eran actividades que podían ejecutarse con la máquina aún en funcionamiento como lo era la preparación de las herramientas a utilizar para el cambio de calibre.

2.2.2 Plan de recolección de datos

Se utilizó la herramienta del Plan de Recolección de Datos con el objetivo principal de definir aquellos datos necesarios a ser recopilados para realizar el análisis y la toma de decisiones.

Datos			Definiciones y procedimientos operativos				
F(x)	Qué	Tipo de datos	¿Cómo se mide?	Descripción operativa	Condiciones relacionadas (factores de estratificación)	Notas de muestreo	Cómo / Dónde
Cambio de calibre en tiempo muerto de 1,8 mm a 0,8 mm	Min/ Cambio de calibre	Continuos	Información histórica	Medición de tiempo de inactividad por SKU y cambio de calibre	¿Qué? Tiempo de preparación para cambio de calibre (min) ¿Cómo? Información histórica ¿Cuando? De agosto de 2022 a mayo de 2023 ¿Quién? Líderes de proyecto ¿Dónde? En la línea de extrusoras L2	Tomado de la base de datos de producción de los últimos 10 meses	1. Datos históricos 2. Caminata Gemba
			Cronómetro	Medición de tiempo de inactividad por SKU y cambio de calibre	¿Qué? Tiempo de preparación para cambio de calibre (min) ¿Cómo? Medición de actividad con cronómetro ¿Cuando? junio 2023 ¿Quién? Líderes de proyecto ¿Dónde? En la línea de extrusoras L2	Medición de actividades en extrusora línea 2	1. Caminata Gemba
	Persona/Cambio de calibre	Discreto	Datos históricos	Personas utilizadas para cada cambio de calibre	¿Qué? Duración de la preparación de la línea por número de personas asignadas ¿Cómo? Información histórica ¿Cuando? Durante el cambio de calibre de 1,8 mm a 0,8 mm ¿Quién? Proyecto líderes ¿Dónde? En la línea de extrusoras L2	Tomado de la base de datos de producción de los últimos 10 meses	1. Datos históricos 2. Caminata Gemba

Ilustración 12 Plan de Recolección de Datos [Fuente: Elaboración propia]

En resumen, se definió los datos necesarios a validar en el presente proyecto:

1. Reducción de tiempos muertos por cambio de calibre (1.8 mm a 0.8 mm), validando mediante la data histórica la duración y el tiempo de

ejecución del proceso en minutos por cada cambio realizado desde agosto 2022 hasta mayo 2023, en la línea 2 de extrusora.

2. Reducción de tiempos muertos por cambio de calibre (1.8 mm a 0.8 mm), validando mediante la data medida con uso de cronómetro la duración y el tiempo de ejecución del proceso en minutos por cada cambio realizado durante el mes de junio del año 2023.

3. Reducción de tiempos muertos por cambio de calibre (1.8 mm a 0.8 mm), validando mediante la data histórica la duración y el tiempo de ejecución del proceso por operador en cada cambio realizado desde agosto 2022 hasta mayo 2023, en la línea 2 de extrusora.

Por lo tanto, utilizando la herramienta del Plan de Recolección de datos se proporcionó una mayor planificación de los datos necesarios para el análisis y toma de decisiones para disminución de tiempos muertos por cambios de calibre y sku en la línea 2, buscando asegurar que los datos sean lo suficientemente confiables para abordar el problema descrito en el proyecto.

2.2.3 Prueba de normalidad

Los datos históricos consolidados se sometieron a una prueba de normalidad con el objetivo de determinar si seguían una distribución normal.

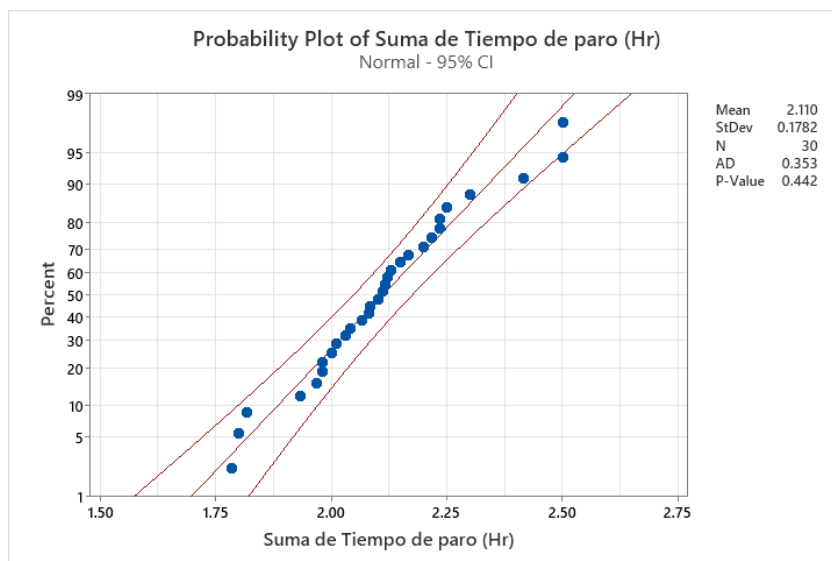


Ilustración 13 Prueba de normalidad [Fuente: Elaboración propia]

Se realizó la prueba de normalidad con los datos históricos tomados desde agosto 2022 hasta mayo 2023, en la línea extrusora 2, con un total de 30 datos. El promedio entre los datos históricos fue de 2h 06 minutos.

La prueba de normalidad fue realizada con un intervalo del 95% de confianza para determinar si cumplía la siguiente hipótesis:

Ho= Los datos siguen una distribución normal.

H1= Los datos no siguen una distribución normal.

En la figura 2.5 se puede observar como el p-value fue mayor a 0.05, por lo tanto, se pudo concluir que los datos seguían una distribución normal.

2.2.4 Plan de confiabilidad de los datos

Con base al plan de recolección de datos, mencionado en la figura 2.4, se validó la información mediante la comparación de la muestra histórica n=30, con datos recopilados desde agosto 2022 hasta mayo 2023 y la muestras medida durante el mes de junio, con un n=3, recopiladas por los líderes del proyecto mediante el uso de un cronómetro durante el cambio de calibre y sku.

Por lo tanto, se utilizó la fórmula del tamaño de muestra para determinar la cantidad de muestra necesaria a tomar.

$$N = \left(\frac{(\alpha) * (s)}{(d)} \right)^2$$

(2.1)

En donde:

N: Tamaño mínimo de la muestra.

s: Desviación estándar.

d: Nivel de precisión.

α : Nivel de confianza.

2.2.4.1 Análisis de data para determinar el tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de la muestra necesario a utilizar para realizar la medición se utilizó la fórmula 2.2, descrita previamente, obteniendo el siguiente resultado:

$$N = \left(\frac{(1,699) * (0,1782)}{(0,05)(2,11)} \right)^2 = 8,25$$

(2.2)

Como se pudo observar, el tamaño de muestras a tomar debería ser de aproximadamente 9 muestras, sin embargo, en la empresa realizan cambio de calibre y sku de 1.8 mm a 0.8 mm 3 veces al mes y por factor tiempo no se podría tomar las muestras en el tiempo determinado, por lo tanto, se procedió a realizar una prueba de potencia utilizando la desviación estándar histórica, donde se determinó que con un tamaño muestral de 3, con un nivel de significancia del 95% y logrando identificar 10.8 minutos de variación, se

obtiene una potencia de prueba del 71,2%, la cual fue aceptada por nuestro cliente.

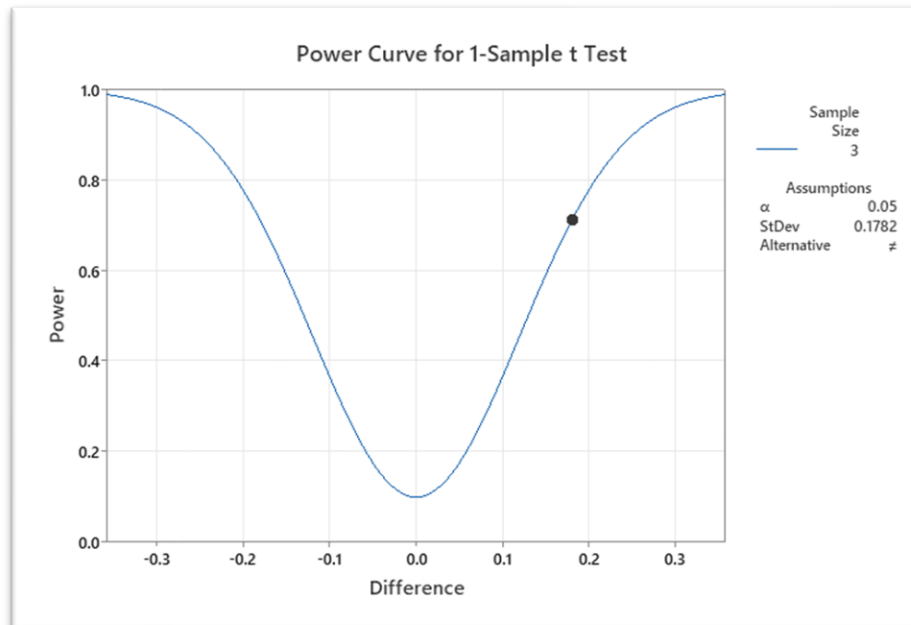


Ilustración 14 Prueba de potencia [Fuente: Elaboración propia]

Como se pudo observar en la figura 2.6 se realizó la prueba de potencia con un tamaño de muestra 3, nivel de confianza del 95% y una desviación estándar de 0.1782, obteniendo los siguientes resultados:

Results

Difference	Sample Size	Power
0.18	3	0.712163

Ilustración 15 Resultado de la Potencia de prueba [Fuente: Elaboración propia]

La confiabilidad de los datos a medir con un nivel del 71.2% de potencia fue aceptada por el cliente, con una diferencia de variación de 10.8 minutos en la toma de datos.

2.2.5 Importancia del SMED en el proyecto

Como se pudo analizar, el nivel de cambios mensuales es muy bajo en comparación con otros proyectos en otras industrias, sin embargo, en la empresa de balanceado para camarón en donde se realizó las mediciones y se ejecutó el debido análisis para el desarrollo del proyecto es de suma importancia, pues en la línea extrusora se fabrican productos conocidos con "Grower" y otros conocidos como "Starter", en donde el tipo de calibre 1.8 mm pertenece a la familia de grower y el tipo de calibre 0.8 mm pertenece a la familia de starter. Por lo tanto, mediante las mediciones históricas las cuales fueron tomadas durante largos periodos de tiempo, se pudo determinar como el cambio de grower 1.8 mm a starter 0.8 mm generaba grandes tiempos muertos y pérdidas económicas en la empresa.

Fecha	Tipo	SKU	Producto	Calibre	Sacos	Ton	Costo producto	Costo transacción	Venta	Utilidad	Utilidad/saco	Utilidad/ton
10/8/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3300	82,5	\$ 59.400	\$ 66.000	\$ 113.850	\$ 47.850	\$ 15	\$ 580
13/8/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	5280	132	\$ 95.040	\$ 105.600	\$ 182.160	\$ 76.560	\$ 15	\$ 580
25/8/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2970	74,25	\$ 53.460	\$ 59.400	\$ 105.435	\$ 46.035	\$ 16	\$ 620
9/9/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3960	99	\$ 71.280	\$ 79.200	\$ 136.620	\$ 57.420	\$ 15	\$ 580
17/9/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3630	90,75	\$ 65.340	\$ 72.600	\$ 125.235	\$ 52.635	\$ 15	\$ 580
24/9/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2970	74,25	\$ 53.460	\$ 59.400	\$ 105.435	\$ 46.035	\$ 16	\$ 620
9/10/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3300	82,5	\$ 59.400	\$ 66.000	\$ 113.850	\$ 47.850	\$ 15	\$ 580
20/10/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	4488	112,2	\$ 80.784	\$ 89.760	\$ 154.836	\$ 65.076	\$ 15	\$ 580
27/10/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2970	74,25	\$ 53.460	\$ 59.400	\$ 105.435	\$ 46.035	\$ 16	\$ 620
4/11/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3102	77,55	\$ 55.836	\$ 62.040	\$ 110.121	\$ 48.081	\$ 16	\$ 620
23/11/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3630	90,75	\$ 65.340	\$ 72.600	\$ 125.235	\$ 52.635	\$ 15	\$ 580
30/11/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2640	66	\$ 47.520	\$ 52.800	\$ 93.720	\$ 40.920	\$ 16	\$ 620
9/12/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3036	75,9	\$ 54.648	\$ 60.720	\$ 107.778	\$ 47.058	\$ 16	\$ 620
16/12/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3960	99	\$ 71.280	\$ 79.200	\$ 136.620	\$ 57.420	\$ 15	\$ 580
26/12/2022	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2244	56,1	\$ 40.392	\$ 44.880	\$ 79.662	\$ 34.782	\$ 16	\$ 620
10/1/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3960	99	\$ 71.280	\$ 79.200	\$ 136.620	\$ 57.420	\$ 15	\$ 580
18/1/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2970	74,25	\$ 53.460	\$ 59.400	\$ 105.435	\$ 46.035	\$ 16	\$ 620
29/1/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2310	57,75	\$ 41.580	\$ 46.200	\$ 82.005	\$ 35.805	\$ 16	\$ 620
8/2/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3960	99	\$ 71.280	\$ 79.200	\$ 136.620	\$ 57.420	\$ 15	\$ 580
21/2/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2310	57,75	\$ 41.580	\$ 46.200	\$ 82.005	\$ 35.805	\$ 16	\$ 620
13/3/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3300	82,5	\$ 59.400	\$ 66.000	\$ 113.850	\$ 47.850	\$ 15	\$ 580
22/3/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2640	66	\$ 47.520	\$ 52.800	\$ 93.720	\$ 40.920	\$ 16	\$ 620
20/4/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	4092	102,3	\$ 73.656	\$ 81.840	\$ 141.174	\$ 59.334	\$ 15	\$ 580
30/4/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3960	99	\$ 71.280	\$ 79.200	\$ 136.620	\$ 57.420	\$ 15	\$ 580
9/5/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	2970	74,25	\$ 53.460	\$ 59.400	\$ 105.435	\$ 46.035	\$ 16	\$ 620
22/5/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3498	87,45	\$ 62.964	\$ 69.960	\$ 120.681	\$ 50.721	\$ 15	\$ 580
2/6/2023	AX	117424	AQUAXCEL MW 424 Starter PRO SS	0.8 mm	3696	92,4	\$ 66.528	\$ 73.920	\$ 127.512	\$ 53.592	\$ 15	\$ 580

Ilustración 16 Costos y utilidad generada para la empresa [Fuente: Elaboración propia]

Como se puede observar en la figura 2.8, la línea 2 de extrusora corre a 8 toneladas por hora, la utilidad por tonelada de producción es entre 580\$ dolares americanos y \$620 dolares americanos, considerando 4 toneladas producidas en 30 minutos (0.5 horas) y considerando un valor de utilidad de \$580, se podría generar un ahorro de \$2,320 por cada cambio de calibre y sku, por lo tanto, el ahorro mensual seria de \$6,960 y el ahorro anual alrededor de \$83,520 por reducción de 30 minutos en el cambio de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm en la línea 2.

2.2.6 Validación de las variables del proceso

Se realizó la validación de cada una de las variables descritas en el Plan de Recolección de datos, con el fin de determinar si son o no confiables y poder tomar las decisiones acordes a la información.

2.2.6.1 Validación de la variable: Tiempo de ejecución del proceso en minutos por cambio de calibre y sku

Se realizó una comparación entre los datos históricos proporcionados durante los últimos 10 meses y nuestros datos medidos durante el mes de junio del año 2023, con el fin de determinar si existía diferencia significativa entre ambos datos. Para determinar si cumplen se utilizó la siguiente hipótesis:

Ho= Las medias son iguales.

H1= Las medias son diferentes.

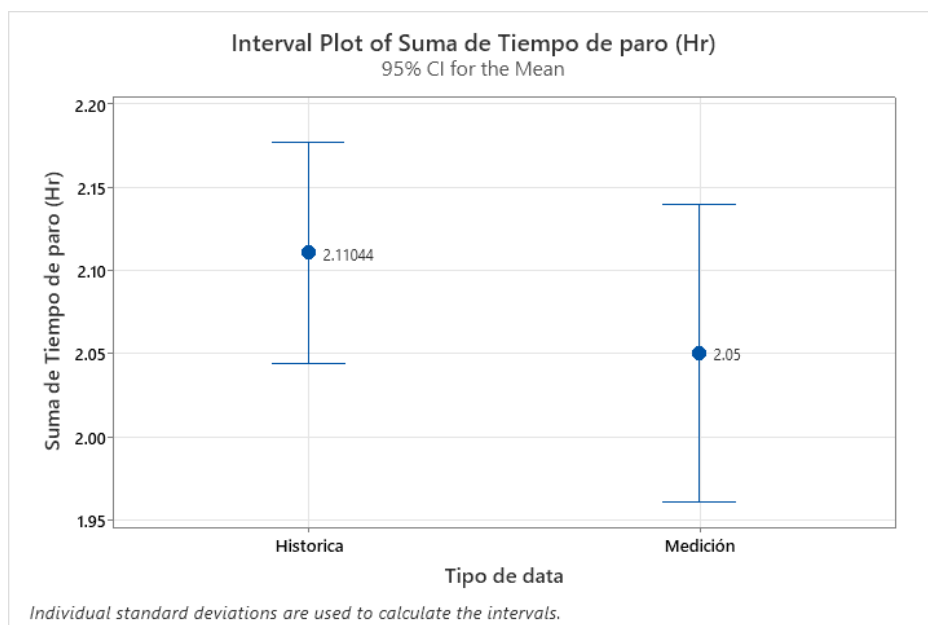


Ilustración 17 Comparación de tiempos de paro [Fuente: Elaboración propia]

En la data histórica se utilizó una total de 30 muestras, mientras que en la data medida se utilizó un total de 3 muestras medidas. La presente prueba se la realizó con un intervalo de confianza del 95 %.

Descriptive Statistics: Suma de Tiempo de paro (Hr)

Tipo de data	N	Mean	StDev	SE Mean
Historica	30	2.110	0.178	0.033
Medición	3	2.0500	0.0361	0.021

Ilustración 18 Descripción estadística de la comparación de tiempos de paro [Fuente: Elaboración propia]

Como se pudo observar, en la data histórica se obtuvo una media de 2.11h y una desviación estándar de 0.178, mientras que, en la data medida se obtuvo una media de 2.05 hrs y una desviación estándar de 0.0361.

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

<u>T-Value</u>	<u>DF</u>	<u>P-Value</u>
1.57	16	0.137

Ilustración 19 Resultados estadísticos de la comparación de tiempos de paro [Fuente: Elaboración propia]

Por lo tanto, se observa que el p-value obtenido es mayor a 0.05, con base a las pruebas de hipótesis previamente descritas, se concluye que no existe diferencia significativa entre las medias de los tiempos de los datos históricos y las medias de los tiempos tomados en la data primaria.

2.2.6.2 Validación de la variable: Tiempo de ejecución del proceso de cambio de sku y calibre por operador.

Se realizó un análisis comparativo entre los datos históricos desde agosto 2022 hasta mayo 2023 y los datos medidos en el mes de junio 2023, con el fin de determinar si existía diferencia significativa entre los datos históricos proporcionados por el cliente y los datos medidos. En la información analizada, se estudió el tiempo de cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) por operador, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

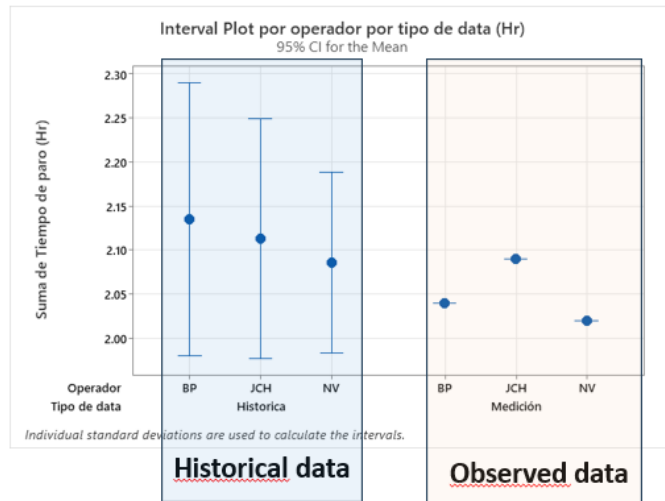


Ilustración 20 Comparación de tiempos de paro por operador [Fuente: Elaboración propia]

Se pudo observar como en la data histórica el operador con menor tiempo de paro fue “NV”, coincidiendo con la data observada en el mes de junio, adicionalmente, el operador con mayor tiempo de paro de máquina registrado mejoro su desempeño durante los siguientes meses acorde a la data observada.

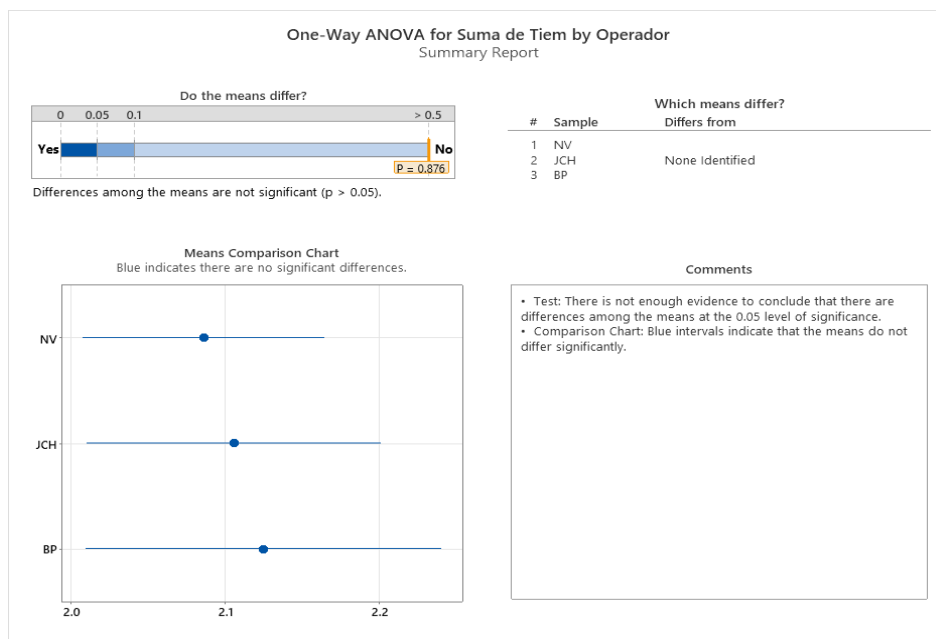


Ilustración 21 Resultados estadísticos de comparación de tiempos de paro por operador [Fuente: Elaboración propia]

La prueba de confiabilidad se la realizó con un intervalo de confianza del 95 %, considerando la hipótesis:

H_0 = Las medias son iguales.

H_1 = Las medias son diferentes.

Analizando el p-value obtenido, el cual fue de 0.876, mayor a 0.05, se concluyó que no existía diferencia significativa entre los datos históricos y los datos medidos por operadores

2.2.7 Estratificación de datos

Se tomaron datos históricos de la base de datos proporcionada por el cliente y también se procedió a tomar una data primaria con diferentes operadores de los diferentes turnos dando así un total de la cantidad de tareas que se las divide en grupos que engloban las mismas los cuales son:

- Ajuste
- Abrir/Aflojar
- Búsqueda de herramientas
- Comprobación
- Desmontaje
- Espera
- Estabilizar línea
- Etiquetado y bloqueo
- Orden y limpieza
- Transporte

De las cuales se realizó un diagrama de Pareto dando como resultado que el grupo de actividades de búsqueda orden y limpieza tiene un total de 19 actividades, búsqueda de herramientas tiene un total de 13, ajuste tiene un total de 12

herramientas, y así el resto de las actividades como se puede visualizar en la siguiente figura.

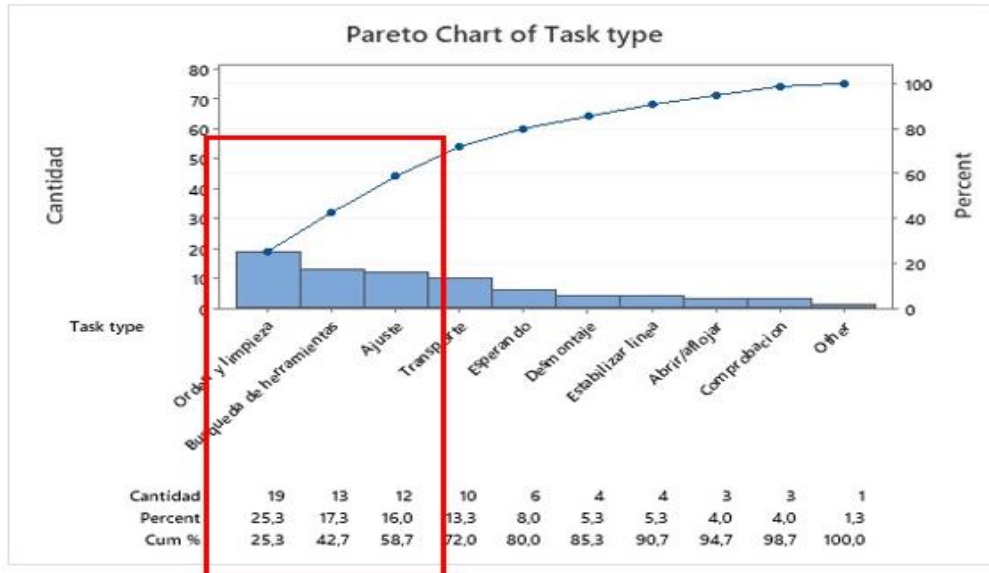


Ilustración 22 Diagrama de Pareto de las actividades [Fuente: Elaboración propia]

2.2.8 Análisis de capacidad

Para analizar la variabilidad que tiene el proceso se realizó una gráfica de control para determinar las referencias que se encuentran dentro del rango y analizar las oportunidades captadas por dicha gráfica, en las que se puede notar que hay algunas tareas que salen de la media de la gráfica donde se analiza la variable de reducir tiempos de cambio y con la estratificación se enfoca en las actividades que tienen mayor número de tareas, en la ilustración 22 se muestra el análisis.

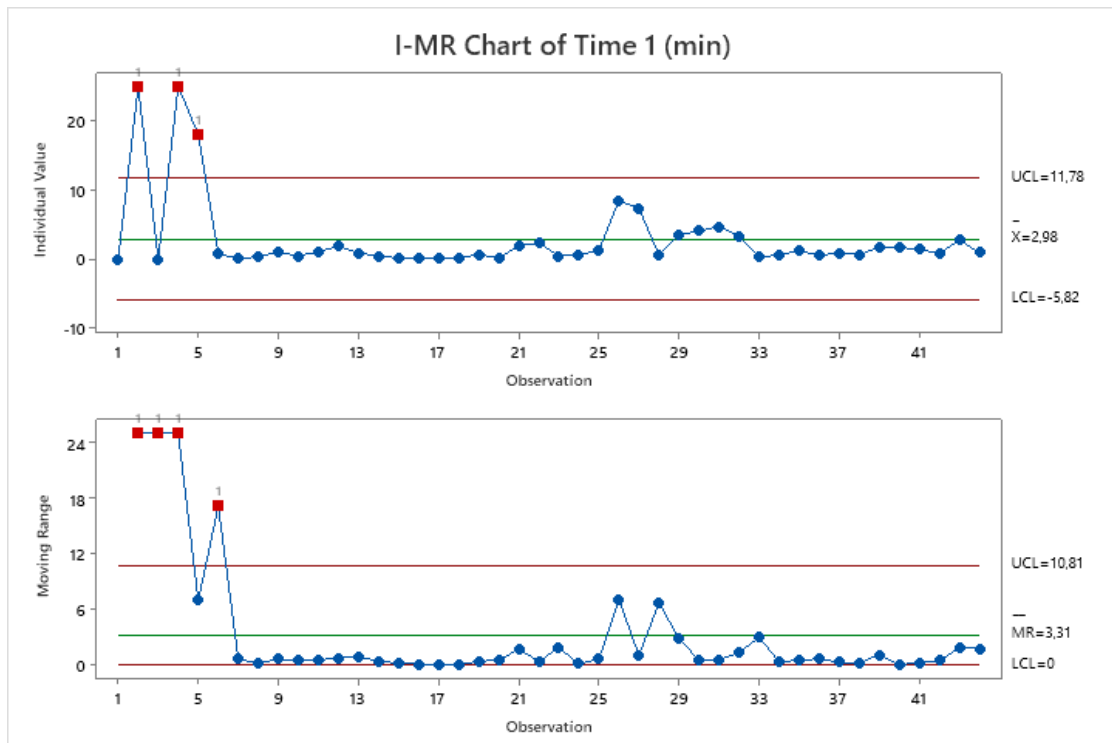


Ilustración 23 gráfica de control del proceso [Fuente: Elaboración propia]

Según las pruebas ejecutadas donde se encuentran la mayor cantidad de actividades que se realizan en el proceso fueron: orden y limpieza, búsqueda de herramientas y ajuste, con las cuáles se realizaron análisis de capacidades para comprobar si estas pueden satisfacer los tiempos de cambios que existen actualmente. Se usaron los índices de capacidad potencial del proceso (C_p) y el índice de capacidad central del proceso (C_{pk}).

El C_{pk} mide la capacidad del proceso cuando son procesos no centrados tomando en cuenta así los límites superiores como inferiores para determinar la confiabilidad del proceso y se puede referenciar con la siguiente fórmula. (Perez Urrego, Peláez Zuñiga , & Carrión Garcia, 2014)

$$C_{pk} = \min(C_p(\text{inferior}), C_p(\text{superior})) \quad (2.3)$$

En las gráficas de control que se realizaron de los procesos escogidos en el Pareto, se tiene en análisis de capacidad realizado al grupo de actividades de orden y limpieza que da un valor de C_{pk} menor a 1 demostrando que el proceso no es

capaz de cumplir con los tiempos de cambio que se tienen actualmente, se tienen tareas que tardan en exceso dando así un rango muy grande por lo que necesita realizarse modificaciones al proceso tomando en cuenta que la actividad que tiene mayor duración es de 25 minutos se tomó como referencia que ese sea el valor del límite superior, en el siguiente gráfico se muestra dicho proceso.

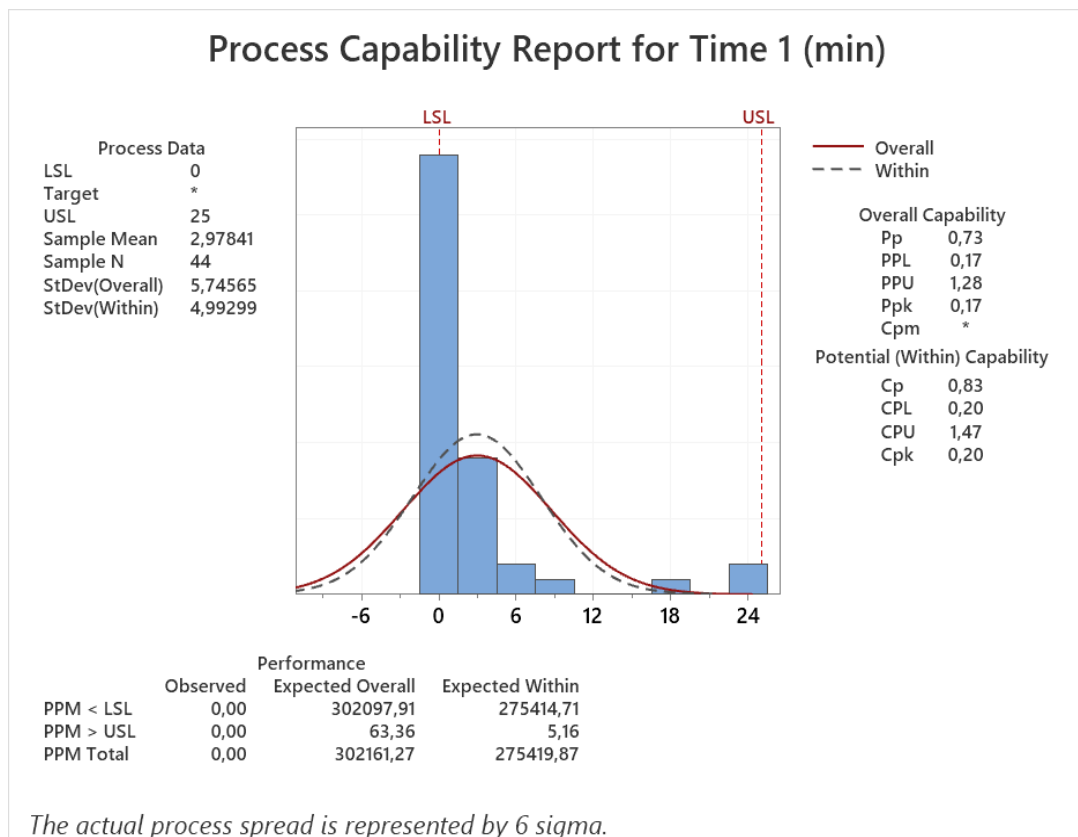


Ilustración 24 Diagrama de capacidad del proceso [Fuente: Elaboración propia]

2.2.9 Problema enfocado

Se determinó el problema enfocado utilizando la herramienta 5W2H, la cual nos sirve para responder varias preguntas que son decisivas al momento de tomar acciones en los procesos, asegurando que sean precisas y valiosas. Para facilidad de la metodología se detallan las actividades anteriormente escogidas las cuáles eran: Orden y limpieza; Búsqueda de herramientas; y Ajuste. Estas deben responder las siguientes preguntas ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Quién?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Cómo?, ¿Cuánto?, en la siguiente tabla se las explica de mejor manera. El cuanto

fue obtenido de la multiplicación del costo por tonelada multiplicado por la sumatorio de los tiempos que se demoran dichas actividades.

Tabla 2.1 Tabla de metodología 5W2H [Fuente: Elaboración propia]

Actividades	¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?	¿Cuánto?
Orden y limpieza	Reducir el tiempo de actividades en orden y limpieza	Porque algunos de estos toman mucho tiempo	Operadores	Mayo - Septiembre	Extrusora línea 2	Área de trabajo	\$3.280
Búsqueda de herramientas	Reducir tareas en la búsqueda de herramientas	Se pierde tiempo buscando herramientas en el área	Operadores	Mayo - Septiembre	Extrusora línea 2	Datos históricos	\$556
Ajuste	Buscar oportunidades en el proceso de ajuste	Algunas actividades pueden reducirse	Líderes de proyecto	Mayo - Septiembre	Extrusora línea 2	Área de trabajo	\$1.224

2.3 Análisis

A continuación, se detalla la etapa de análisis en donde se utilizaron diferentes herramientas como: lluvias de ideas, Ishikawa, matriz de causas potencias y 5 por qué, con el fin de usar la información obtenida en la etapa de medición y conocer las posibles causas raíz de cada uno de los problemas enfocados.

2.3.1 Lluvia de ideas

En base a la estratificación obtenida en el punto 2.1.8, en donde se obtuvo: orden y limpieza, búsqueda de herramientas y ajustes, se realizó una lluvia de ideas entre las personas involucradas en el proceso de cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm), con el objetivo de conocer posibles causas que provoquen elevados tiempos de cambios.

2.3.1.1 Lluvia de ideas:

Orden y limpieza

La lluvia de ideas es una herramienta enfocada para la búsqueda de posibles soluciones ya que ayuda a que las ideas de 1 o más personas se puedan utilizar para solventar un problema. (Campos, 2000)

Para esta lluvia de ideas se trabajó con el operador de la línea extrusora 2 del turno A el cuál colaboró con diferentes ideas del por qué estas actividades toman gran cantidad de tiempo al momento de realizar el cambio de calibre de 1.8 mm a 0.8 mm, también se entrevistó al especialista de mejora continua el cuál brindó desde su punto de vista los motivos por los que este cambio dura más de lo que ambos participantes consideran necesario, a continuación se presenta el gráfico de la lluvia de ideas a ambos colaboradores.

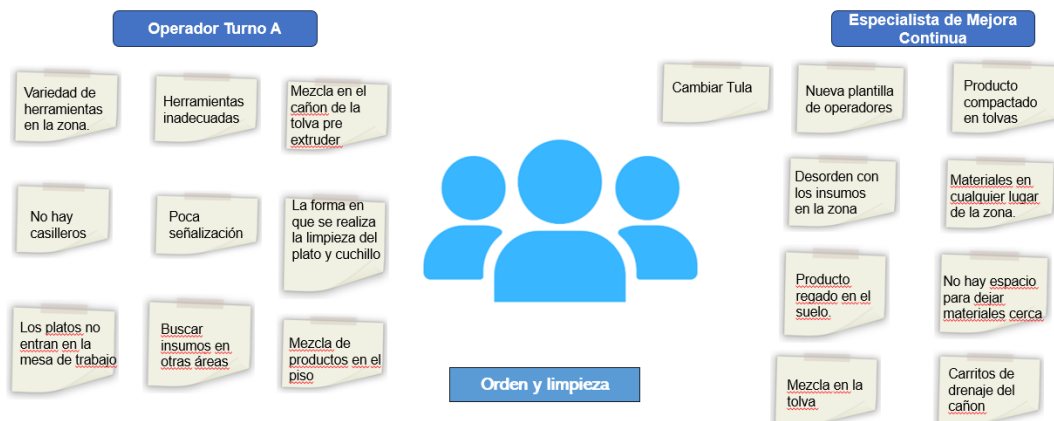


Ilustración 25 Lluvia de ideas para orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia]

Búsqueda de herramientas

Para la siguiente lluvia de ideas se trabajó con el operador de la línea extrusora 2 pero del turno B y al asistente de producción, los cuales llevan algunos años trabajando para la empresa y han podido notar que en el proceso de existen varias oportunidades en el proceso de búsqueda de herramientas y se pudieron expresar en el siguiente gráfico de lluvia de ideas.



Ilustración 26 Lluvia de ideas para búsqueda de herramientas [Fuente: Elaboración propia]

Ajuste de cuchillas

Para la lluvia de ideas de este grupo de actividades que es ajuste, fueron seleccionados el operador de la línea extrusora 2 del turno C y el técnico de mantenimiento encargado y aportaron con otros aspectos más para poder reducir los tiempos de cambio y en este caso reducir la cantidad de tareas de ajuste y mejorar el tiempo para la producción, a continuación, se presenta la lluvia de ideas de esta sección.

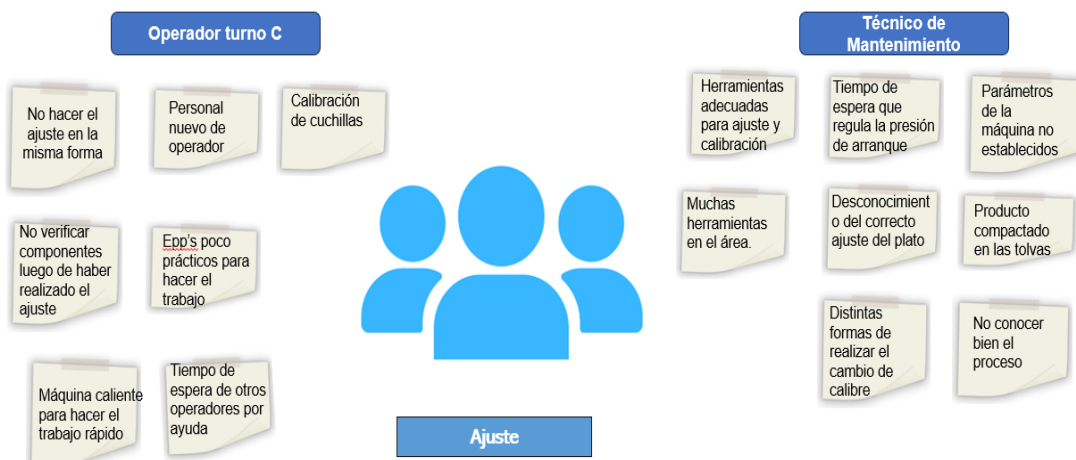


Ilustración 27 Lluvia de ideas para ajuste [Fuente: Elaboración propia]

2.3.2 Ishikawa

Se utilizó la herramienta Ishikawa con el objetivo de facilitar el análisis de las posibles causas raíz de los problemas encontrados mediante la herramienta de estratificación, se buscó clasificar de una más estructurada la lluvia de ideas del literal 2.2.1.

2.3.2.1 Ishikawa por cada problema enfocado

Orden y limpieza

En el Ishikawa de orden y limpieza se realizó una clasificación entre 5 categorías las cuales son: Método, máquina, entorno, mano de obra y material. En la figura que se presenta a continuación se puede visualizar como se realizó un desglose de las causas encontradas en el apartado 2.1.1.1 (orden y limpieza) con el fin de poder encontrar las posibles causas raíz del problema.

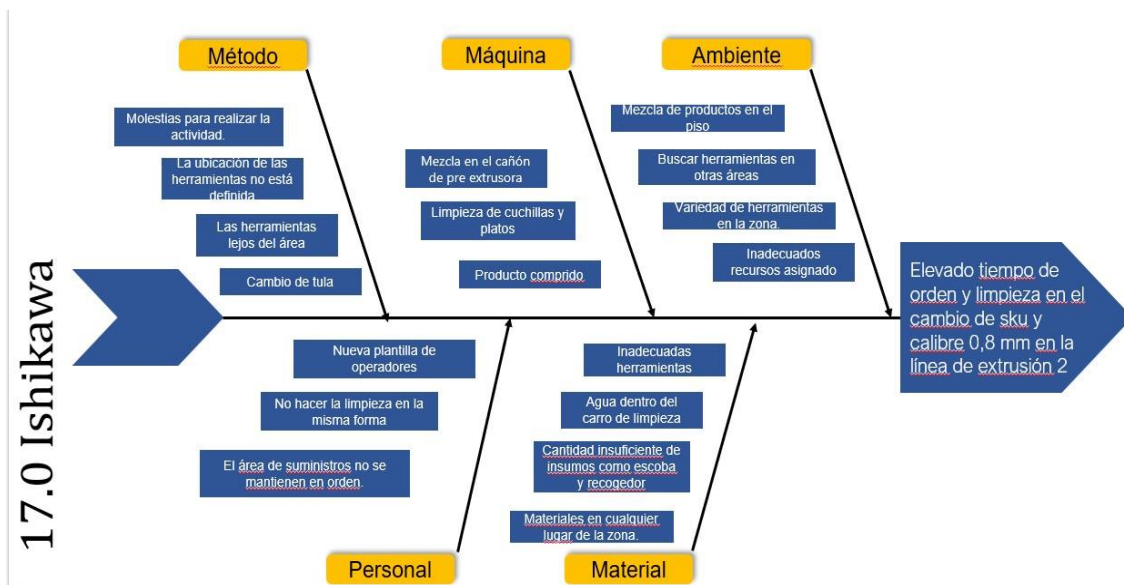


Ilustración 28 Ishikawa para orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia]

Búsqueda de herramientas

En el Ishikawa de búsqueda de herramientas se realizó una clasificación entre 5 categorías las cuales son: Método, máquina, entorno, mano de obra y material. En la figura que se presenta a continuación se puede visualizar como se realizó un desglose de las causas encontradas en el apartado 2.1.1.1 (búsqueda de herramientas) con el fin de poder encontrar las posibles causas raíz del problema.

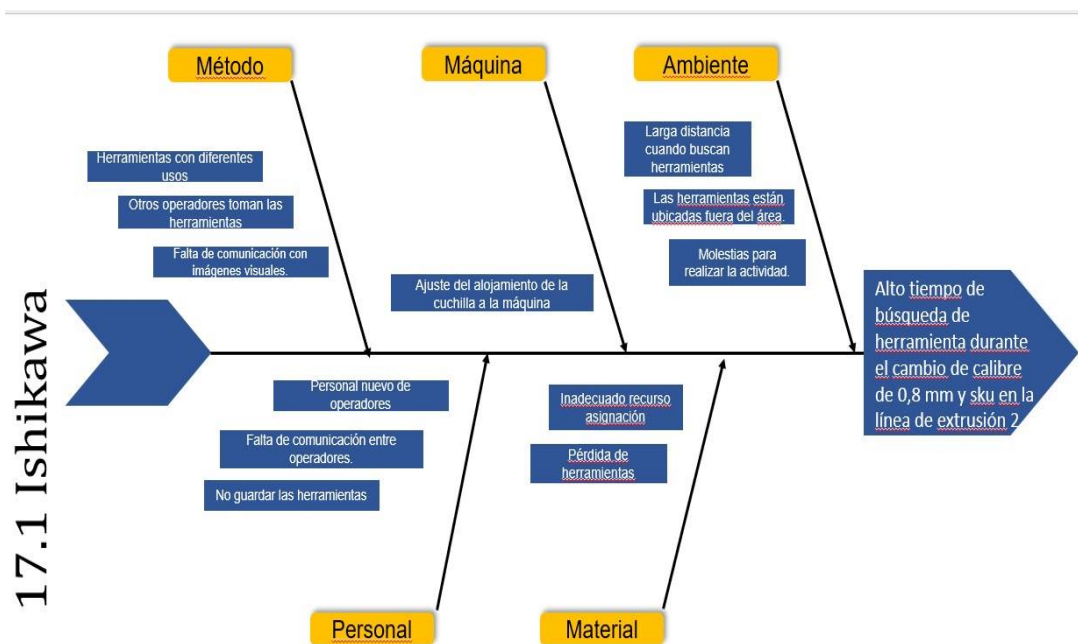


Ilustración 29 Ishikawa para búsqueda de herramientas [Fuente: Elaboración propia]

Ajuste de cuchillas

En el Ishikawa de ajuste de cuchillas se realizó una clasificación entre 5 categorías las cuales son: Método, máquina, entorno, mano de obra y material. En la figura que se presenta a continuación se puede visualizar como se realizó un desglose de las causas encontradas en el apartado 2.1.1.1 (ajuste de cuchillas) con el fin de poder encontrar las posibles causas raíz del problema.

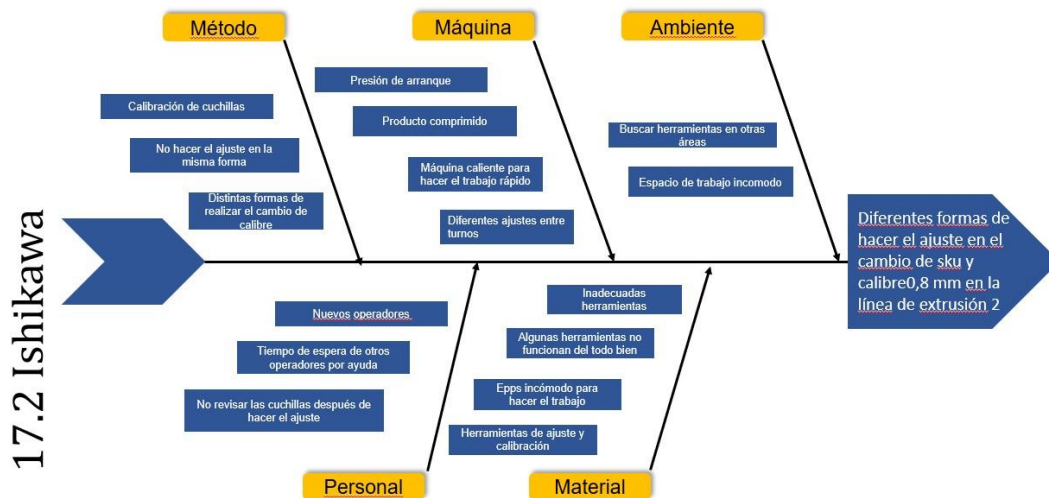


Ilustración 30 Ishikawa ajuste de cuchillas [Fuente: Elaboración propia]

2.3.3 Estudio de causas potenciales

Para aplicar la herramienta de matriz de causas potenciales se realizó una reunión en conjunto con un equipo multidisciplinario conformado por: Especialista de mejora continua (P1), asistente de producción (P2), técnico de mantenimiento (P3), operador de extrusora (P4), supervisor de turno (P5), con el fin de realizar la ponderación de las causas potenciales de cada uno de los problemas estratificados bajo la siguiente escala:

Tabla 2.2 Escalda de ponderación [Fuente: Elaboración propia]

Asignación	Puntuación
0	No tiene influencia
1	Baja influencia
3	Media influencia
9	Alto influencia

2.3.3.1 Matriz de causas potencial

Orden y limpieza

Se elaboró una matriz de causas potenciales con el fin de poder ponderar aquellas actividades que podrían afectar fuertemente al problema enfocado de orden y limpieza.

Tabla 2.3 Matriz causas potenciales: Orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia]

#	Posibles Causas	P1	P2	P3	P4	P5	Total
4	Mezclar en el cañón de bin pre-extrusora	3	3	9	9	9	33
1	Las herramientas no están listas para el arranque en línea	3	9	9	9	3	33
16	Cantidad insuficiente de insumos como escoba y recogedor	1	3	9	9	9	31
10	Asignación inadecuada de recursos	9	1	9	9	3	31
13	El área y los insumos no se mantienen en orden.	9	3	9	3	3	27
8	Buscar herramientas en otras áreas	3	1	3	9	9	25
12	No hacer limpieza de la misma manera.	9	3	1	1	9	23
6	Producto compactado	3	9	3	3	3	21
11	Nuevos operadores	3	9	3	3	3	21
15	Agua dentro del carro de limpieza.	3	9	1	3	3	19
14	Herramientas de trabajo inadecuadas.	3	1	3	3	3	13
3	Los insumos están lejos de la zona.	1	1	3	3	3	11
5	Limpieza de los cuchillos y herramientas	3	3	1	3	1	11
7	Cambio de tula	1	3	1	1	3	9

Por lo tanto, con base a la tabla 2.3 de matriz de causas potenciales y en la tabla 2.2, donde se encuentra la escala de ponderación y su significado correspondiente, se obtuvieron las siguientes causas potenciales:

- Mezcla en el cañón de pre-extruder.
- Las herramientas no se encuentran listas para el arranque de línea.

Búsqueda de herramientas

Se elaboró una matriz de causas potenciales con el fin de poder ponderar aquellas actividades que podrían afectar fuertemente al problema enfocado de búsqueda de herramientas.

Tabla 2.4 Matriz causas potenciales: Búsqueda de herramientas [Fuente: Elaboración propia]

#	Posibles Causas	P1	P2	P3	P4	P5	Total
1	Diferencia en la forma de usar las herramientas entre los operadores	9	3	9	9	9	39
5	Las herramientas están ubicadas muy lejos del área	9	3	9	9	9	39
7	Asignación inadecuada de recursos	3	9	9	9	3	33
12	Nuevos operadores	3	3	9	9	3	33
6	Molestias para realizar la actividad.	9	3	3	3	9	27
14	Pérdida de herramientas	3	3	3	9	9	27
13	Falta de comunicación entre operadores.	9	3	3	3	3	21
3	Larga distancia en busca de herramientas	3	3	3	9	3	21
9	No guardar herramientas	3	3	3	9	3	21
10	Falta de imágenes visuales.	3	3	0	3	1	10
2	Otros operadores toman las herramientas	3	0	3	3	1	10
4	Ajuste de cuchillas en la máquina	3	3	3	0	0	9
11	Epps incómodo para hacer el trabajo	1	0	3	3	0	7

Por lo tanto, con base a la tabla 2.4 de matriz de causas potenciales y en la tabla 2.2, donde se encuentra la escala de ponderación y su significado correspondiente, se obtuvieron las siguientes causas potenciales:

- Diferencia en la forma de usar las herramientas entre los operadores.
- Las herramientas están ubicadas muy lejos del área.

Ajuste de cuchillas

Se elaboró una matriz de causas potenciales con el fin de poder ponderar aquellas actividades que podrían afectar fuertemente al problema enfocado de ajuste de cuchillas.

Tabla 2.5 Matriz causas potenciales: Ajuste de cuchillas [Fuente: Elaboración propia]

#	Posibles Causas	P1	P2	P3	P4	P5	Total
12	No verificar los componentes después de hacer el ajuste	9	3	9	9	9	39
7	Buscar herramientas en otras áreas	9	3	3	9	9	33
2	Producto compactado	9	9	3	3	3	27
6	Diferentes ajustes entre turnos	9	3	3	9	3	27
14	Algunas herramientas no funcionan del todo bien	3	9	9	3	3	27
1	Calibración precisa de la cuchilla	1	3	9	3	9	25
4	Ajuste de la de la cuchilla a la máquina	3	3	3	9	3	21
3	Diferentes métodos para calibrar	9	3	3	3	3	21
5	Tiempo de espera para que otros operadores ayuden	3	3	3	9	3	21
8	Espacio de trabajo desorganizado	3	3	9	3	3	21
11	No hacer los ajustes de la misma manera	9	3	3	3	3	21
13	Herramientas de trabajo inadecuadas.	3	3	1	1	3	11
9	Molestias para realizar la actividad.	3	0	3	3	1	10
10	Nuevos operadores	3	3	3	0	1	10

Por lo tanto, con base a la tabla 2.4 de matriz de causas potenciales y en la tabla 2.2, donde se encuentra la escala de ponderación y su significado correspondiente, se obtuvieron las siguientes causas potenciales:

- No verificar los componentes después de hacer el ajuste.
- Buscar herramientas en otras áreas.

2.3.4 Plan de verificación de causas

Se realizó el plan de verificación de causas con el objetivo principal de evaluar las causas potenciales encontradas en los problemas previamente descritos: Orden y limpieza, búsqueda de herramientas y ajuste de cuchillas, el uso de esta herramienta ayudó a confirmar y descartar aquellas causas potenciales que afectarían al problema directamente.

Tabla 2.6 Matriz plan de verificación de causas [Fuente: Elaboración propia]

Por lo tanto, con base a la matriz de verificación de causas, se concluyó

#	Causas potenciales	Impacto X-->Y	¿Cómo lo compruebas?	¿Quién verifica?	¿Dónde compruebas?	Estado
X1	Mezcla en el cañón	Cuanto más producto pegado haya en la tolva, mayor será la dificultad y el tiempo de limpieza	Contraste de hipótesis de diferencias de medias entre actividades	Líderes de proyecto	En la línea de extrusión 2	Verificado
X2	Las herramientas no están listas para el arranque en línea	A menor estandarización del orden y la limpieza, mayor tiempo perdido en la búsqueda de herramientas y tiempo de inactividad durante el proceso de cambio de calibre	Gemba	Líderes de proyecto	En la línea de extrusión 2	Verificado
X3	Diferencia en la forma de usar las herramientas.	Cuanto mayor sea la capacidad de realizar el cambio de calibre y SKU, mayor será la productividad en el proceso	Diferencia media en la productividad de los operarios de los distintos turnos, entre peor escenario, caso normal y mejor escenario	Líderes de proyecto	En la línea de extrusión 2	Verificado
X4	Las herramientas están ubicadas fuera del área.	Cuanto mayor sea el tiempo de los desplazamientos a otras zonas para buscar las herramientas, más aumentará el tiempo muerto durante el cambio de calibre y sku.	Gemba	Líderes de proyecto	En la línea de extrusión 2	Verificado
X5	No verificar los componentes después de hacer el ajuste	Si las piezas no se ajustan correctamente, la línea debe detenerse nuevamente para ajustar los componentes y hay más tiempo de inactividad.	Gemba	Líderes de proyecto	En la línea de extrusión 2	Verificado

que las siguientes causas serían validadas en gemba:

- Las herramientas no están listas para el arranque de la línea.
- Las herramientas están ubicadas fuera del área.
- No verificar los componentes después de hacer el ajuste.

2.3.5 Verificación de causas

De una manera sistemática y estructurada se procedió a verificar cada una de las causas mencionadas en la tabla 2.6, con el fin de confirmar o descartar si son causas significativas que afecten al problema, obteniendo evidencia objetiva y tomando decisiones que beneficien para el proyecto.

2.3.5.1 Verificación de causas: Mezcla en el cañón

La verificación de esta causa fue realizada por medio de un análisis de medias y un gráfico de intervalos de tolerancia en los que se destaca la variabilidad en ciertas tareas que toman un mayor tiempo de limpieza debido a la mezcla que se queda pegada en el cañón de las tolvas pre extruder y así mismo en el cañón de la extrusora en el siguiente gráfico se puede notar dichos valores elevados.

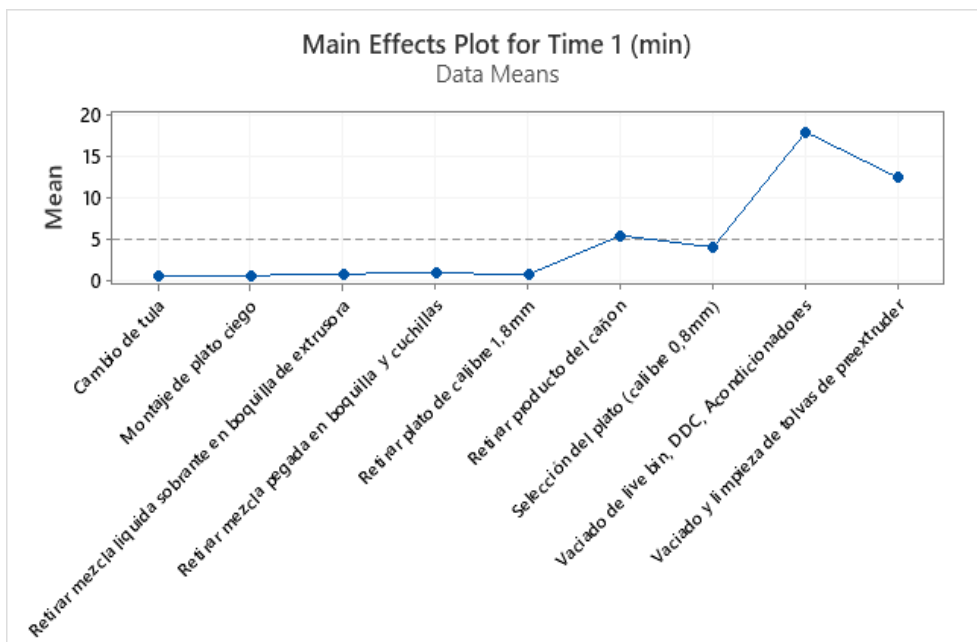


Ilustración 31 Diferencia de medias de las tareas en orden y limpieza [Fuente: Elaboración propia]

Además, con los datos medidos en junio 2023, se determinó que con X cantidad de mezcla compactada en la tolva de la línea 2 de extrusora, el tiempo promedio para limpieza de esta era aproximadamente de 38.5 minutos según los datos tomados.



Ilustración 32 Tolva compactada con mucho producto [Fuente: Elaboración propia]

Por otro lado, mediante la observación en sitio, cuando la tolva de la línea 2 se encontraba con poca mezcla compactada, el tiempo promedio de limpieza de esta era aproximadamente de 19.30 minutos, agilitando la actividad para el arranque de línea.



Ilustración 33 Tolva compactada con poco producto [Fuente: Elaboración propia]

Los datos de las actividades de limpieza de la tolva de la línea extrusora 2 fueron medidas mediante el uso de cronómetro.

2.3.5.2 Verificación de causa: Herramientas no están listas para el cambio

Los carritos que se tienen en las áreas de trabajo no tienen todas las herramientas e insumos que se necesitan para poder realizar los cambios de sku y calibre lo que provoca retrasos en la realización de dicho procedimiento hasta realizar el proceso de retirar las herramientas de la bodega de repuestos lo cual toma alrededor de varios minutos en realizar la búsqueda y dejarlos en la mesa de trabajo para proceder a usar las mismas.



Ilustración 34 Demostración de cómo se tienen los carros de trabajo en la actualidad [Fuente: Elaboración propia]

2.3.5.3 Verificación de causa: Diferentes métodos de uso de las herramientas

Se realizaron pruebas estadísticas para determinar cómo influye el método de uso de las herramientas tomando en cuenta el tiempo que se demora cada operador durante el cambio, tomando en consideración dos operadores de diferentes turnos realizando una prueba de intervalos de medias para poder así realizar una prueba de hipótesis y se tiene como H_0 que ambos operadores les toma el mismo tiempo realizar el cambio usando a la misma velocidad las herramientas y como H_1 que tienen diferentes tiempos de realización de cambio con las mismas herramientas los datos que se recolectaron tenían una distribución normal dando como resultado un valor $P=0.209$ el cuál es mayor a 0.05 aseverando que las medias de tiempos de los operadores es igual o muy parecida, en la ilustración 31 se pueden notar dicha prueba realizada.

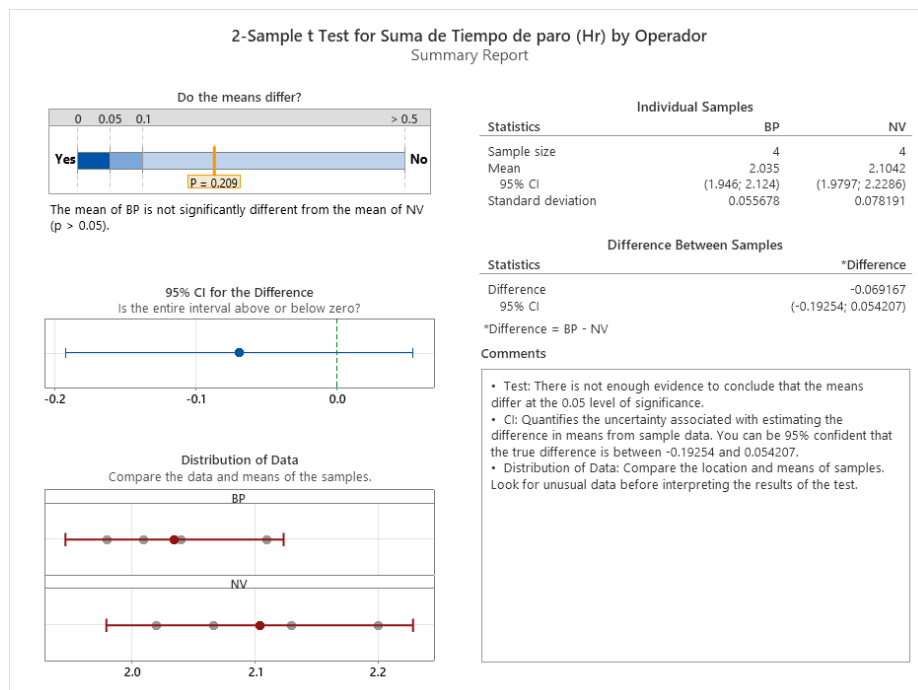


Ilustración 35 Prueba de hipótesis para la diferenciación de tiempos de cambio y uso de herramientas [Fuente: Elaboración propia]

2.3.5.4 Verificación de causa: Herramientas están ubicadas fuera del área de trabajo

El lugar donde se encuentran las herramientas es en la bodega de repuestos la cual está ubicada en la planta baja y el área de trabajo de la línea de extrusión es en el tercer piso, en donde el tiempo que toma entre subir las herramientas desde la bodega de repuestos hasta la línea de extrusión es de un promedio de 3 minutos y medio y esto provoca un retraso en el cambio de sku y calibre, en el área no se encuentran todas las herramientas necesarias.

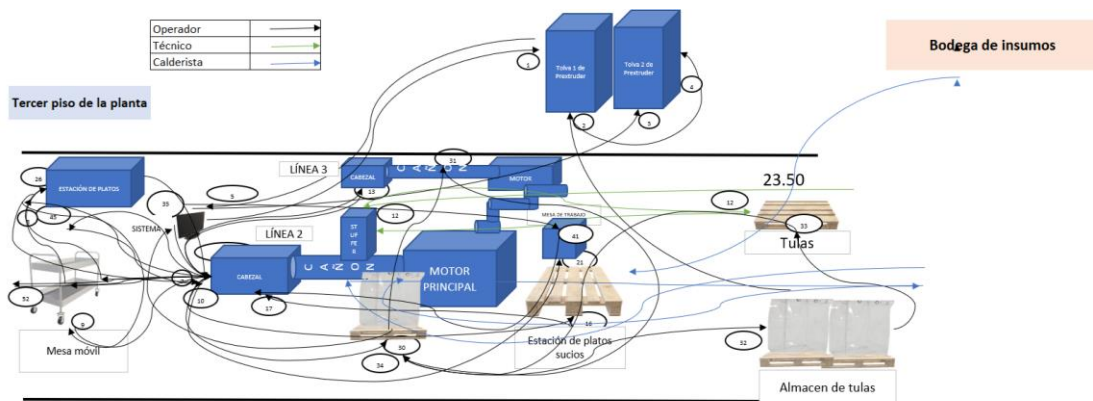


Ilustración 36 Diagrama Ishikawa: Bodega de repuestos - Línea 2 de extrusora

2.3.5.5 Verificación de causa: No se chequean los componentes luego de realizar los ajustes

En ocasiones se tiene que algunos operadores vuelven a chequear que todos los componentes que componen el cabezal y la línea extrusora, debido a que los operadores se dan cuenta que existe algún componente que no se encuentra bien calibrado cuando se encuentran en proceso de arranque o cuando se encuentra ya cerrado el cabezal, y se hace necesario volver a realizar algún tipo de ajuste a las líneas retrasando el tiempo empleado en el cambio de sku y calibre.



Ilustración 37 Ajuste de cuchillas previo al arranque de línea 2 de extrusora [Fuente: Elaboración propia]

2.3.6 Análisis de 5 por qué

Para hallar las causas raíz de diferentes problemas se pueden usar diferentes herramientas de diferentes metodologías una de esas es el análisis del 5 por qué, el beneficio de esta herramienta es que se busca encontrar los eventos que provocan el fallo. Se junto un equipo multidisciplinario de personas involucradas en el proceso a continuación se presenta la tabla 2.7 en la que se muestran las causas raíz que resultaron luego de la reunión con el equipo de trabajo.

Tabla 2.7 Análisis del 5 por qué [Fuente: Elaboración propia]

5 - Análisis del porqué						
Planteamiento del problema	¿Por qué? (La ronda 1)	¿Por qué? (La ronda 2)	¿Por qué? (Ronda 3)	¿Por qué? (Ronda 4)	¿Por qué? (Ronda 5)	Causa raíz
Mezclar en el cañón de tolva pre-extrusora	Porque hay producto compacto	¿Por qué hay un producto compacto? Por la forma final de la tolva	¿Por qué por la forma final de la tolva? Porque dificulta la limpieza de la mezcla compactada	¿Por qué dificulta la limpieza de la mezcla compactada? Porque tiene una falla en el diseño.		Porque tiene una falla en el diseño.
Las herramientas no están listas para el arranque en línea	Porque no hay orden en el área de trabajo	¿Por qué no hay orden en el área de trabajo? Porque hay muchas herramientas en el área.	¿Por qué hay tantas herramientas en el área? Porque no hay espacio adecuado para realizar el cambio de calibre	¿Por qué no hay espacio adecuado para hacer el cambio de calibre? Porque el tamaño de la mesa de trabajo no es adecuado (la mesa es pequeña)		Porque el tamaño de la mesa de trabajo no es adecuado
		Porque usan muchas herramientas para el cambio de calibre.	¿Por qué utiliza tantas herramientas para el cambio de calibre? Porque cada operador realiza el procedimiento de manera diferente	¿Por qué cada operador realiza el procedimiento de manera diferente? Porque el proceso no está estandarizado.		El proceso no está estandarizado.
Las herramientas están ubicadas fuera del área.	Porque se comparten herramientas entre operadores de diferentes áreas	¿Por qué se prestan las herramientas entre los diferentes turnos? Porque no hay suficientes herramientas.	¿Por qué no hay suficientes herramientas? Porque no han proporcionado herramientas para cada operario de la zona	¿Por qué no han proporcionado herramientas para cada operador del área? Porque las herramientas se pierden	¿Por qué se pierden las herramientas? Porque no hay taquillas asignadas para guardar pertenencias	Porque no hay taquillas asignadas para guardar pertenencias
No verifican los componentes antes de realizar el ajuste	Porque no realizan las inspecciones adecuadas	¿Por qué no realizan las inspecciones correctas? Porque no tienen la experiencia en el proceso.	¿Por qué no tienen la experiencia en el proceso? Porque no han sido informados correctamente de los puntos a revisar	¿Por qué no se les ha informado correctamente de los puntos a revisar? Porque no existe una lista de verificación que le permita identificar qué puntos deben revisarse		No hay una lista de verificación para identificar qué puntos deben revisarse
	Porque no saben exactamente qué herramientas usar	¿Por qué no saben exactamente qué revisar? Porque utilizan muchas herramientas para realizar el cambio de calibre	¿Por qué usan tantas herramientas para hacer el cambio de calibre? Porque no saben exactamente lo que tienen que hacer.	¿Por qué no saben exactamente lo que tienen que hacer? Porque hay personal nuevo que no está debidamente capacitado		Personal nuevo que no está capacitado.

2.4 Mejora

En esta etapa se diseñaron las posibles soluciones para abordar los problemas identificados en la etapa de análisis, con el fin de escoger las opciones más factibles para el proceso.

2.4.1 Propuesta de mejora

A continuación, se visualiza las causas raíz identificadas para los problemas encontrados en la etapa de análisis, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

#	Causa raíz
1	Defecto de diseño de la tolva
2	Tamaño inadecuado de la mesa de trabajo
3	Proceso no estandarizado
4	No hay casilleros asignados para almacenar las herramientas
5	No existe un checklist para identificar qué puntos deben revisarse

Ilustración 38 Análisis del 5 por qué [Fuente: Elaboración propia]

2.4.2 Lluvia de ideas: Soluciones propuestas

Se realizó una lluvia de ideas en conjunto de un equipo multidisciplinario conformado por operador de turno, jefe de operaciones, supervisor de calidad, ingeniero de proyectos y especialista de mejora continua, en donde, se encontraron posibles soluciones factibles para cada una de las causas raíz encontradas en la etapa de análisis.

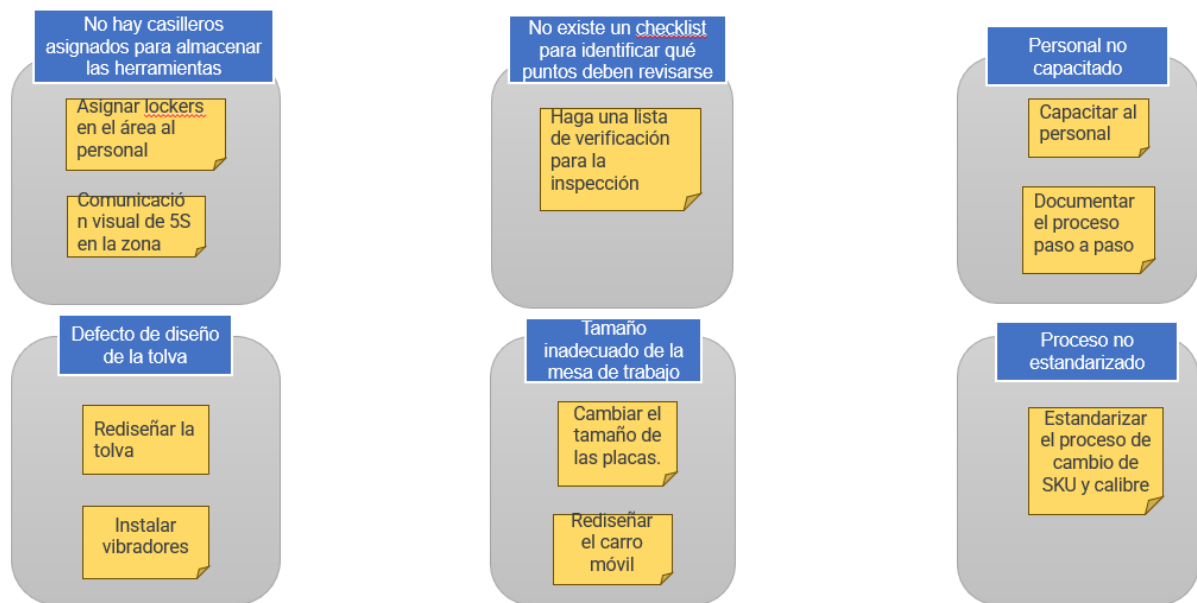


Ilustración 39 Lluvia de ideas de soluciones propuestas

2.4.3 Plan de implementación

En esta etapa, se realizó el plan de implementación con el objetivo de analizar las soluciones propuestas en la lluvia de ideas, de una manera más efectiva y estructurada, definiendo así: responsables, costos, tipo de esfuerzo y duración de este.

Tabla 2.8 Plan de implementación [Fuente: Elaboración propia]

Plan de implementación								
Causas raíz	Solución	¿Por qué implementarlo?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cuánto?	Esfuerzo
Defecto de diseño de la tolva	Rediseñar la tolva	El producto no será compactado en la tolva, por lo tanto, no habrá personal para realizar la limpieza en la tolva durante el cambio de sku y calibre.	Diseñar una nueva tolva, según especificaciones del proveedor, que no compacte la mezcla realizada antes de ingresar al extrusor.	En la tolva ubicada encima de la línea 2 del extrusor	Largo plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$15,000 / \$6,000	Alto
	Instalar vibradores	Facilitará la limpieza de la tolva, reduciendo la dificultad y el tiempo de limpieza.	Instalación de vibradores dentro de la tolva de pre extrusión	En la tolva ubicada encima de la línea 2 del extrusor	Mediano plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$435	Medio
Tamaño inadecuado de la mesa de trabajo	Cambiar el tamaño de las platos.	Porque le permitirá encajar mejor la mesa móvil y mantener las herramientas más ordenadas	Rediseñando el tamaño de los platos de 0,8 mm para adaptarlas a la mesa móvil	En el área de herramientas de la línea de extrusión 2	Mediano plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$950	Alto
	Rediseñar el carrito móvil	Los platos y herramientas de cambio de calibre ingresarán fácilmente a la mesa móvil y no se perderá tiempo buscando herramientas.	Rediseñar el tamaño de la mesa móvil para adaptarla a los platos de cambio de sku y calibre.	En el área de herramientas de la línea de extrusión 2	Mediano plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$150	Medio
Proceso no estandarizado	Estandarizar el proceso de cambio de SKU y calibre	Reducir el tiempo de inactividad durante el cambio de calibre (1,8 mm a 0,8 mm) aumentando la eficiencia del proceso	Diseñar el paso a paso para cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm)	En la línea de extrusión 2	Corto plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$0	Bajo
No hay casilleros asignados a las pertenencias de los operadores.	Asignar lockers en el área al personal.	El personal extrusor almacenará sus herramientas en el área asignada y no perderá tiempo buscando herramientas.	Rediseñar los casilleros existentes en el área para almacenar todas las herramientas del operador de línea.	En el área de herramientas de la línea de extrusión 2	Mediano plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$450	Medio
	Comunicación visual de 5S en la zona.	Facilitará el orden de herramientas en el área asignada para evitar su pérdida.	Desarrollar la comunicación visual para el almacenamiento y ubicación de herramientas.	En el área de herramientas de la línea de extrusión 2	Corto plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$43.16	Bajo
No existe una lista de verificación para identificar qué puntos deben revisarse	Realizar una lista de verificación para la inspección	El personal de extrusión podrá saber qué puntos verificar antes del inicio de la línea para evitar detener nuevamente la línea por calibración de cuchillas.	Prepare la lista de verificación para la calibración de la hoja antes de iniciar el inicio de la línea.	En la línea de extrusión 2	Corto plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$0	Bajo
Nuevo personal no capacitado	Capacitar al personal	Todo el personal del extrusor seguirá los mismos pasos para el cambio de SKU y calibre para que no haya diferencia horaria significativa.	Capacitar al personal de la línea de extrusora 2 que se dedica al cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm), enseñando el paso a paso, forma correcta y reportando rutas en caso de novedades.	En las oficinas de producción, cerca de la zona de la línea de extrusora 2.	Corto plazo	Líderes de proyecto (Steven Mestanza, Nicolth Ochoa)	\$18.08	Medio

Como se puede observar en la tabla anterior se analizan los diferentes problemas y las soluciones.

2.4.4 Causa raíz: Defecto en la tolva

Para solventar el problema del defecto en la tolva se obtienen 2 propuestas de soluciones, la primera es la recomendación del fabricante de rediseñar o cambiar la tolva con especificaciones de que la forma cónica sea más alargada y el cono disminuya de

tamaño evitando así mayor compactación de producto en la parte del cono de la tolva y en general de las paredes se obtuvo la cotización de parte del fabricante con el cambio en el diseño lo cual resultaba en un costo de \$9,000 por la tolva, y se le aumenta el precio de la importación debido a que el fabricante es de estados unidos incluyendo impuestos y todos los gastos asociados se aumentan \$6,000 por lo que está posible solución daría un costo de \$15,000. Se buscó también propuestas nacionales en la que se dio un proveedor nacional con las especificaciones que se necesitaban resultando así en un costo de \$6,000 por la tolva que se necesita para el proceso.

Otra opción de mejora para solventar el inconveniente es la instalación de vibradores en la tolva para este tipo de tolvas y con la capacidad de almacenamiento de 15 toneladas, con la ayuda del coordinador mecánico se realizó un estudio y se acordó que se necesitaría un vibrador eléctrico de 0.18 HP, un proveedor nacional que tiene este tipo de vibradores que se necesitan tiene un costo alrededor de \$435.



Ilustración 40 vibrador eléctrico de 0.18 HP [Fuente: Aiser , Aires y servicios S.A.]

2.4.5 Causa raíz: Tamaño inadecuado de la mesa de trabajo

Para este problema se tuvieron 2 posibles soluciones las cuales fueron el rediseñar el plato para que quepa justo en la mesa de trabajo, y rediseñar el carro de

trabajo para en este se pueda poner tanto el plato en un puesto específico, como las herramientas necesarias para la realización efectiva del cambio de sku y calibre.

La primera propuesta de solución fue cambiarle el diámetro al plato pasando de 579 mm a 529 mm, adicionalmente el aumento de huecos que se tienen en el plato, esto como una mejora adicional al proceso con respecto a la calidad del producto, el proveedor indicó que el valor del nuevo plato de extrusión es de \$450 más \$50 del acople necesario para la colocación del plato, en el mes se usan 2 platos, también se pueden enviar a rectificar los platos para volverlos a usar sin afectar la calidad del producto.

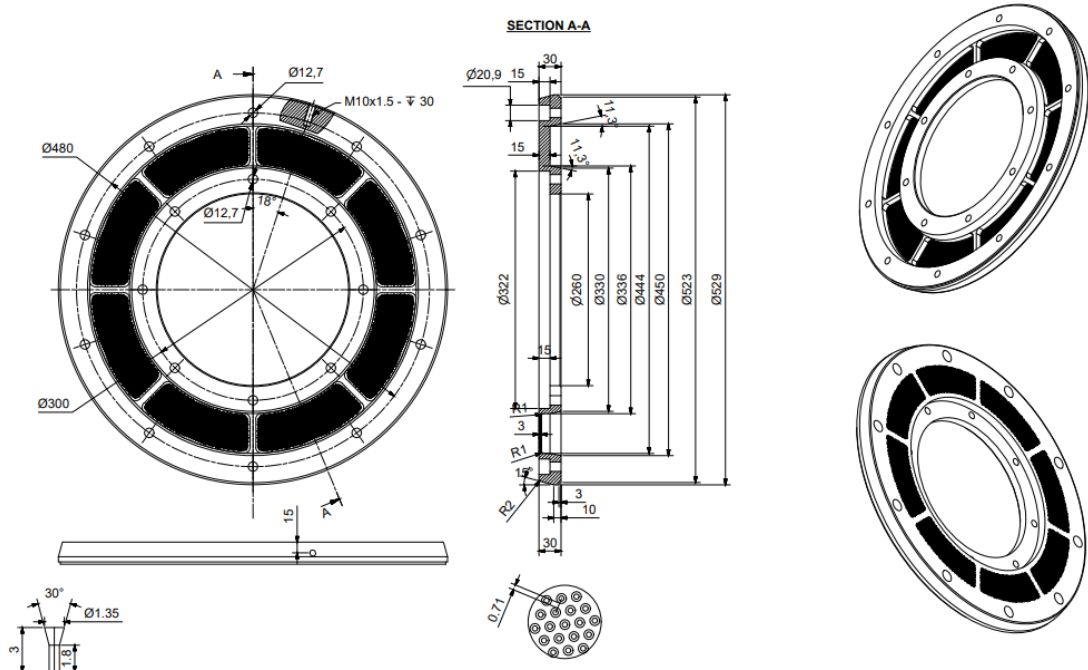


Ilustración 41 Diseño del plato de extrusión [Fuente: Proveedor nacional de platos de extrusión para la empresa]

La segunda solución que se tuvo fue mejorar el diseño del carro de trabajo se realizó una mejora en la parte superior en la que se implementó una división para que el plato pueda ingresar sin ningún inconveniente, y al otro lado las herramientas que se necesitan, las dimensiones del carro son de 1.2 metros de alto, 1 metro de ancho y 0,6

metros de profundidad, se realizó el diseño en la herramienta de AutoCAD, para la realización del cambio solicitado.

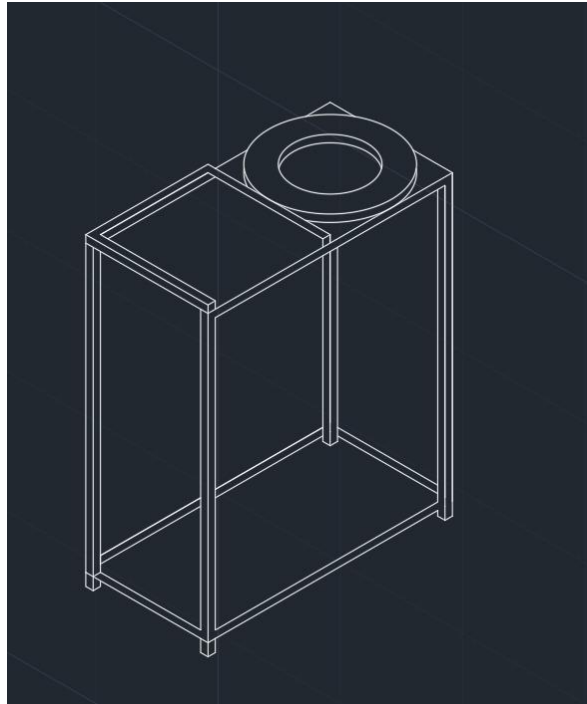


Ilustración 42 Diseño de la mesa de trabajo [Fuente: Elaboración propia]

2.4.6 Causa raíz: Proceso no estandarizado

El proceso de cambio de sku y calibre se puede realizar de diferentes formas el cual quedaba a criterio de los operadores extrusores, se decidió realizar un paso a paso detallado involucrando a otros operadores que faciliten y aporten a la realización de este proceso en 90 minutos, también se realizó un paso a paso detallado para los operadores extrusores y así poder lograr que en los 3 turnos existentes logren el objetivo de realizar dicho cambio en un tiempo máximo de 90 minutos.

CAMBIO DE CALIBRE DE GROWER A STARTER (1.8 mm a 0.8mm)			
#	Descripción de la actividad	Tiempo (min)	Responsable
1	Detener recuperación de finos por elevador de molienda	1	Operador mixer
2	Asegurarse que quede vacía la tolva de mezcla molida a utilizar	2	
3	Crear orden actenium	2	
4	Inspección de línea de molienda (mallas y martillos) para garantizar texturas > 90 %	4	Técnico mantenimiento
5	Bloqueo de equipos para limpieza de cleaner e imán	2	Operador 16.50
6	Limpieza de clenaer e imaán pre mixer y post mixer	8	
7	Desbloqueo de equipos (cleaner e imán)	2	
8	Realizar análisis de texturas en la molienda	4	Analista de calidad
9	Limpieza de restos de mezcla pegada de orden anterior en tolvas de pre extruder	12	Operador extruder
10	Revisión y limpieza de tolva de post mixer	4	
11	Envío de un batch para barrido en línea de mezclado	10	
12	Vaciado de acondicionadores y cañón de extrusora	6	Operador 16.50
13	Bloqueo de acondicionadores	1	
14	Limpieza de acondicionadores DDC	3	Operador extruder
15	Limpieza de acondicionador 1	3	
16	Limpieza de acondicionador 2	4	
17	Limpieza profunda del cañón con agua y vapor	4	
18	Colocar cuchillas nuevas y calibradas	4	
19	Desbloqueo de equipos	2	
20	Revisión de alineación del knifehousing (Se engrasa plato)	3	
21	Montaje de plato para calibre de starter	3	
22	Desbloqueo de equipos	2	
23	Regulación de vapor	3	
24	Inicio de secuencia de arranque	1	
	Tiempo total	90	

IMPORTANTE:

1. Se debe utilizar el checklist de herramientas previo al cambio de calibre
2. Si el cambio de calibre (1.8 mm a 0.8mm) se hace luego de un mantenimiento no aplica el punto 4
3. Se debe realizar limpieza de acondicionadores y DDC

Ilustración 43 Proceso estandarizado para el cambio de calibre [Fuente: Elaboración propia]

2.4.7 Causa raíz: No hay casilleros asignados para los operadores

Esta causa raíz surgió debido a la cantidad de movimientos y el tiempo que se utilizaba únicamente para realizar el recorrido hacia la bodega de repuestos/herramientas se optó por la opción de asignarles casilleros a los operadores extrusores para que cada uno en dicho casillero tengas las herramientas necesarias para realizar los cambios de sku y calibre y todo se encuentre en la misma área de trabajo.

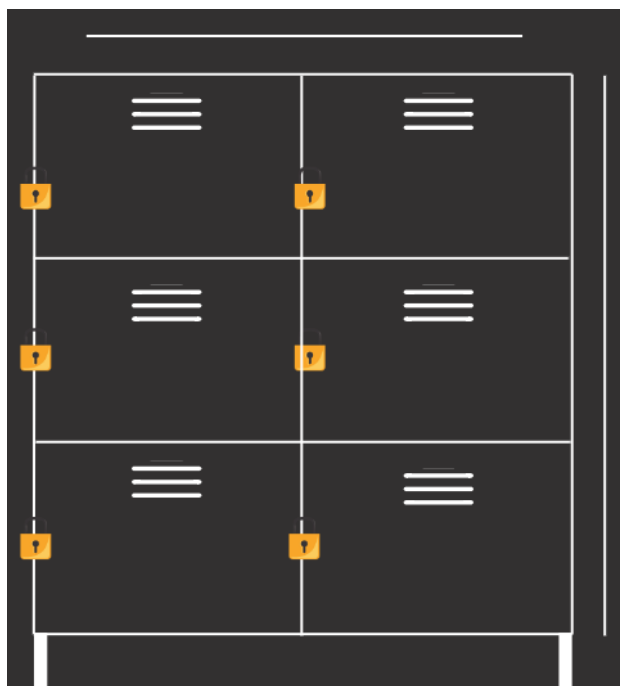


Ilustración 44 Diseño de casilleros para operadores extrusores [Fuente: Elaboración propia]

Además de los casilleros se implementó la metodología 5S y se planteó que la señalización de los lugares donde estarían ubicados todos los elementos que se usan, como herramientas, insumos, platos, cuchillas, etc. Esto con el fin de que los operadores sepan donde se encuentran los elementos necesarios para realizar sus funciones de una manera ágil y eficiente. Se realizaron los diseños de la cartelería necesaria con proveedor de una empresa gráfica especializada.



Ilustración 45 Comunicación visual para el área

2.4.8 Causa raíz: No existe un checklist para identificar los puntos que se deben revisar

Como punto a recalcar era que herramientas usar de mejor manera, y como usarla durante el proceso de cambio, se realizó el check list también para que el departamento de mantenimiento colabore con las herramientas solicitadas por producción y que sean almacenadas actualmente en los casilleros establecidos, además se realizan dobles verificaciones antes de dar por finalizado el cambio y empezar a trabajar la extrusora con el nuevo producto, evitando así retrasos posteriores por un mal arranque o porque algún componente no se encuentre correctamente calibrado o posicionado.

CHECK LIST PARA CAMBIO DE CALIBRE DE [1.8mm a 0.8mm]			
Fecha:		Línea:	
Turno:		Operador:	
#	Mesa móvil	Uso	¿Se encuentra en la ubicación? Sí / No
1	Grasa	Alineación de knife housing Cambio de plato y cuchillas	
2	Brocha	Alineación de knife housing	
3	Plato que se va a colocar para el cambio	Cambio de plato	
4	Pistola y Manguera neumática	Cambio de plato y cuchillas Limpieza del cañon	
5	Dado Allen 14 mm	Cambio de cuchillas	
6	Dado Allen 27 mm	Cambio de plato y cuchillas	
7	Espatulas (4pulg, 2 pulg y 1pulg)	Limpieza del plato, boquilla de la extrusora y knife housing	
8	Dado Allen 10mm y llave Allen 4mm	Cambio de plato y cuchillas	
9	Tecele	Hacer limpieza del cañon con agua y vapor	
10	Cucharon	Cambio de plato y cuchillas	
#	Mesa de trabajo	Uso	
11	Llave boca corona 30mm	Alineación de knife housing	
12	Llave boca corona 17mm	Alineación de knife housing	
13	Accesorio de Seguridad para cuchillas (Portacuchillas)	Cambio de cuchillas	
14	Rachet 3/4 para Dado 27mm	Limpieza del cañon de extruder	
15	Cuchillas calibradas	Montaje de cuchillas	
#	Ubicaciones Fijas	Uso	
16	Lavacara de porta cuchilla	Desmontaje de cuchillas	
17	escoba	Limpieza de mezcla regada en el piso	
18	Yale	Cambio de tulla y desmontaje de Stuffer	
19	Tulas vacías	Cambio de tulla	
20	Pala	Cambio de tulla	
21	Carro recolector	Retirar producto del cañon Arranque	
CUMPLIMIENTO REAL			
CUMPLIMIENTO REQUERIDO			21
			%
Firma del Operador:		Nombre y Firma del Supervisor de turno:	

Ilustración 46 Check list para cambio de sku y calibre [Fuente: Elaboración propia]

HERRAMIENTAS			
#	Herramientas	Uso	Cantidad
1	Llave boca corona 17mm	Alineación de Knife Housing	1
2	Llave boca corona 30mm	Alineación de Knife Housing	1
3	Dado Allen 14 mm	Cambio de cuchillas	1
4	Dado Allen 27 mm	Cambio de plato y cuchillas	1
5	Dado Allen 10mm	Cambio de plato	1
6	Llave Allen 4mm	Cambio de cuchillas	1
7	Llave Allen 10mm	Desmontaje de Stuffer	1
8	Rachet 3/4 para Dado 27mm	Limpieza del cañon de extruder	1
9	Espátula 4 pulg	Limpieza de la parte externa del plato	1
10	Espátula 2 pulg	Limpieza del plato parte interna	1
11	Espátula 1 pulg	Limpieza del plato parte interna	1
12	Palanca de 30cm con punta plana	Limpieza de la boquilla de la extrusora	1
13	Portacuchillas para L3	Cambio de cuchillas	1
14	Portacuchillas para L2	Cambio de cuchillas	1

Ilustración 47 Check list de herramientas [Fuente: Elaboración propia]

2.4.9 Causa raíz: Personal sin capacitación de la estandarización del proceso

El cambio de Sku y calibre lo realizaban operadores extrusores que llevan algunas de 3 a 4 años de experiencia y también operadores extrusores que tienen 6 meses en el puesto, esto generaba un poco de variabilidad en los tiempos de cambio, con los cambios que se tienen propuestos se pretende realizar capacitaciones a los 3 turnos con los operadores extrusores y los operadores de respaldo para la línea de extrusión en cómo se debe realizar el cambio y los check list que deben utilizar mediante una presentación de power point y en el punto físicamente al momento que se realicen los primeros cambios de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm.

CONTENIDO



- 1 ¿Por qué el orden y la limpieza son importantes?
- 2 ¿Qué herramientas tengo que tener?
- 3 ¿Cuál es el paso a paso correcto?
- 4 ¿Cómo verifico el ajuste correcto de las cuchillas?
- 5 ¿A quién debo informar la noticia?

Ilustración 48 Contenido de capacitación a operadores extrusores

2.4.10 Impacto de soluciones propuestas

Una vez que se tienen todas las posibles soluciones y se las presenta al equipo multidisciplinario del cliente, se analizan las opciones que se tienen y verificar que tan viables y representativas son especialmente en el corto y mediano plazo y comprobar los beneficios que estos representan.

Tabla 2.9 Matriz de priorización [Fuente: Elaboración propia]

N	Escenarios	Costo asociado	Horizonte de tiempo	Priorización
1	Rediseñar la tolva	\$15,000 / \$6,000	A largo plazo	C
2	Instalar vibradores	\$435	Corto plazo	A
3	Cambiar el tamaño de los platos.	\$950	Término medio	B
4	Rediseñar el carro móvil	\$150	Corto plazo	A
5	Estandarizar el proceso de cambio de SKU y calibre	\$0,00	Corto plazo	A
6	Asignar casilleros en el área al personal.	\$450	Corto plazo	B
7	Comunicación visual de 5S en la zona.	\$43.16	Corto plazo	B
8	Hacer un check list para la inspección	\$0,00	Corto plazo	A
9	Capacitar al personal	\$18.08	Corto plazo	A

Una vez realizada la matriz de priorización con las cotizaciones y como serían estas en el horizonte de tiempo se tiene las opciones más viables para lograr el mayor beneficio, con el menor costo y en un lapso de tiempo lo más corto posible se realizan también categorización con una matriz impacto-esfuerzo para analizar la complejidad de cada actividad ya sea realizada por personal de planta, o que se necesiten proveedores o contratistas para la implementación de la misma.

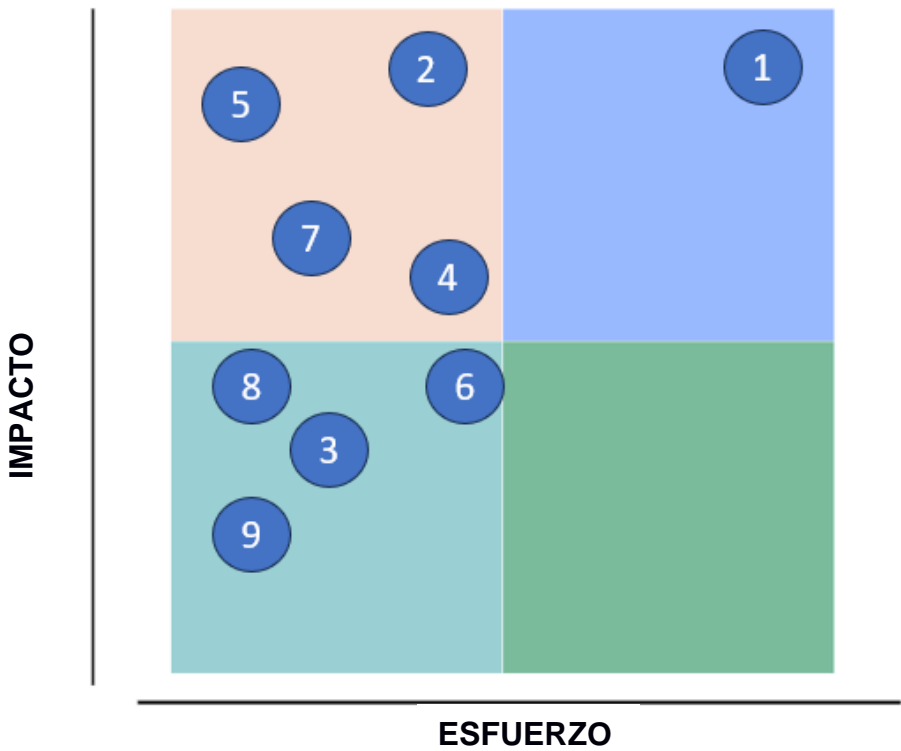


Ilustración 49 Matriz impacto – esfuerzo [Fuente: Elaboración propia]

Se determinó que la opción 1 de cambiar o rediseñar la tolva no se daría hasta el momento, se decide realizar las otras 8 propuestas de mejora las cuáles se debe planificar con los diferentes encargados del departamento tanto de mantenimiento, especialista de mejora continua, y departamento de producción. Se debe realizar la gestión adecuada para realiza las órdenes de compras con el departamento de compras, con cantidad y precios acordados con los diferentes proveedores para coordinar las fechas de instalación e implementación de las diferentes propuestas de mejora, por lo que se generaron

reuniones con las personas encargadas y se establecieron fechas mediante un diagrama de Gantt en el que se las detalla por un lapso de semanas, mientras se obtenían resultados de las implementaciones acordadas en las fechas establecidas.

Para la solución 1 instalación de vibradores se coordina con proveedor y el departamento de mantenimiento para que esta mejora se realizara el día de mantenimiento el 9 de agosto del 2023, en la solución 2 de implementación del cambio de platos los cuales se usan en la programación de producción de 0.8 mm el día 10 de agosto del 2023 durante el segundo turno. En la solución 3 el cambio del diseño del carro móvil o carro de trabajo se quedó planificado para el día 15 de agosto del 2023 para que los operadores ya hagan uso del mismo, así también la solución 4 que es la colocación de casilleros para cada operador de la línea de extrusión y que estos puedan almacenar las herramientas necesarias para el cambio de Sku y calibre, la solución 4 esta acordada con el mismo proveedor del carro móvil para el día 15 de agosto del 2023.

Para la solución 5 se realizan reuniones con los operadores y el asistente de producción para afinar detalles en la estandarización y el paso a paso detallado de cómo se debe realizar para culminar con la estandarización y la aprobación del gerente de operaciones para que este luego sea compartida con todos los operadores de las extrusoras, en la solución 6 que es la implementación del 5S incluyendo ayudas visuales y cartelería para la ubicación de las herramientas e insumos necesarios en el área de trabajo, la cual se acordó que sea entregada el día 16 de agosto del 2023. Para la solución 7 a implementarse el check list de herramientas y check list de cambios que involucran a diferentes operadores es realizado con la ayuda del especialista de mejora continua y el mismo aprobado por el gerente de operaciones para que se comience a poner en marcha a partir del 20 de agosto del 2023, y la última solución que se implementó fue la de realizar la capacitación al personal de los 3 turnos, el día 21 de agosto del 2023 pudiendo realizar ese día en el horario de las 7 a.m. al turno C y B, y al turno A se le realizó la capacitación a las 7 p.m con lo que quedarían socializadas todas las mejoras que se quedaron

acordadas con el personal involucrado, siendo así la producción día 26 de agosto del 2023 la producción de comprobación de la mejora completa.

#	Actividad	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Responsable	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
					1/08/2023 - 6/08/2023	7/08/2023 - 13/08/2023	14/08/2023- 20/08/2023	21/08/2023- 27/08/2023	28/08/2023- 3/09/2023
1	Instalar vibrador	1/8/2023	11/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Coordinador Mecánico (Wilson Huiracocha)					
1.1	Realizar la solicitud al departamento de adquisiciones.	1/8/2023	3/8/2023						
1.2	Obtener la aprobación del departamento de adquisiciones.	3/8/2023	4/8/2023						
1.3	Realizar el pedido del vibrador a la empresa.	4/8/2023	4/8/2023						
1.4	Programar la instalación del vibrador para la parada de mantenimiento	4/8/2023	6/8/2023						
1.5	Realizar la instalación con técnicos de la empresa y personal contratista.	9/8/2023	9/8/2023						
2	Cambiar los platos de tamaño	1/8/2023	13/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Ingeniero de Procesos (Allam Villavicencio)					
2.1	Realizar la solicitud al departamento de adquisiciones.	1/8/2023	3/8/2023						
2.2	Obtener la aprobación del departamento de adquisiciones.	3/8/2023	4/8/2023						
2.3	Realizar el pedido de las nuevas placas.	4/8/2023	7/8/2023						
2.4	Prueba de montaje de plato para producción 0,8 mm	7/8/2023	13/8/2023						
3	Rediseño de carro móvil	7/8/2023	20/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Coordinador de Servicios (José Luengo)					
3.1	Coordinar visita con proveedor para toma de medidas.	7/8/2023	7/8/2023						
3.2	Realizar la solicitud al departamento de adquisiciones.	7/8/2023	9/8/2023						
3.3	Obtener la aprobación del departamento de adquisiciones.	9/8/2023	10/8/2023						
3.4	Entrega el carrito móvil	15/8/2023	15/8/2023						
4	Asignar lockers en el área al personal.	7/8/2023	20/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Coordinador de Servicios (José Luengo)					
4.1	Coordinar visita con proveedor para toma de medidas.	7/8/2023	7/8/2023						
4.2	Realizar la solicitud al departamento de adquisiciones.	7/8/2023	9/8/2023						
4.3	Obtener la aprobación del departamento de adquisiciones.	9/8/2023	10/8/2023						
4.4	Entrega de casilleros y ponerlas en la zona.	15/8/2023	15/8/2023						

Ilustración 50 Diagrama de Gantt parte 1 [Fuente: Elaboración de autores]

5	Estandarizar el proceso de cambio de SKU y calibre	7/8/2023	20/8/2023						
5.1	Realizar reuniones con operadores y asistente de producción y mejora continua.	7/8/2023	11/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Asistente de Producción (Hung Wu) Mejora Continua (Milton Franco)					
5.2	Realizar un paso a paso para los operadores.	11/8/2023	14/8/2023						
5.3	Obtener la aprobación del Gerente de Operaciones	15/8/2023	16/8/2023						
6	Comunicación visual de 5S en la zona.	7/8/2023	20/8/2023						
6.1	Enviar el diseño del cartel publicitario de la zona al proveedor.	7/8/2023	9/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Mejora Continua (Milton Franco)					
6.2	Recibo de cotización del proveedor.	9/8/2023	10/8/2023						
6.3	Realizar la solicitud al departamento de adquisiciones.	11/8/2023	14/8/2023						
6.4	Obtener la aprobación del departamento de adquisiciones.	14/8/2023	15/8/2023						
6.5	Instalar cartelera	16/8/2023	16/8/2023						
7	Lista de verificación de herramientas necesarias en el área de trabajo para cambio de calibre.	7/8/2023	20/8/2023		Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Mejora Continua (Milton Franco)				
7.1	Realizar reuniones con operadores y mejora continua	7/8/2023	11/8/2023						
7.2	Realizar la lista de las herramientas necesarias	11/8/2023	14/8/2023						
7.3	Obtener la aprobación del Gerente de Operaciones	15/8/2023	16/8/2023						
7.4	Realizar la solicitud al departamento de mantenimiento de las herramientas.	16/8/2023	17/2023						
7.5	Colocar las herramientas en los casilleros.	17/8/2023	20/8/2023						
8	Capacitar al personal	21/8/2023	27/8/2023	Líder de Proyecto (Steven Mestanza-Nicolth Ochoa) Mejora Continua (Milton Franco)					
8.1	Realizar reuniones con operadores y mejora continua	21/8/2023	27/8/2023						
8.2	Realizar capacitaciones con los operadores involucrados.	21/8/2023	27/8/2023						
8.3	Realizar toma de asistencias	21/8/2023	27/8/2023						

Ilustración 51 Diagrama de Gantt parte 2 [Fuente: Elaboración de autores]

CAPITULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Las mejoras realizadas en la etapa, fueron socializadas previo a la implementación de estas y aprobadas por el personal a cargo del proyecto en la empresa de balanceado. A continuación, se muestra a mayor detalle las propuestas implementadas en la compañía.

3.1 Soluciones

A continuación, se muestran las soluciones que fueron implementadas para el desarrollo del presente proyecto, realizando una mejora en el proceso previamente definido.

3.1.1 Implementación de solución: Instalación de vibradores

Se procedió a la implementación de un dispositivo de vibración, con el fin de facilitar el proceso de limpieza de la tolva. La instalación del vibrador se realizó en compañía del departamento de mantenimiento, jefe de operaciones y proveedor nacional.



Ilustración 52 Vibrador en tolva de línea extrusora [Fuente: Elaboración de autores]

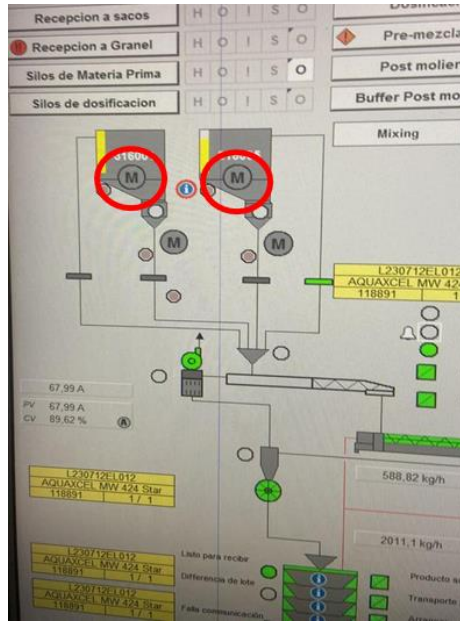


Ilustración 53 Visualización de vibradores desde el sistema [Fuente: Elaboración de autores]

3.1.2 Implementación de solución: Rediseño de carro móvil

Se procedió con el rediseño del carro móvil de los trabajadores de la línea 2, con el objetivo de mejorar las dimensiones de este, generando así, un mayor orden durante el cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm). Con la ayuda del rediseño del carro móvil los trabajadores pueden tener las herramientas más cerca de la zona en donde se realizará el trabajo, disminuyendo de esta manera la pérdida de tiempo por búsqueda de herramientas en otras áreas.



Ilustración 54 Diseño del carro móvil antes de la mejora [Fuente: Elaboración de autores]



Ilustración 55 Diseño del carro móvil después de la mejora [Fuente: Elaboración de autores]

3.1.3 Implementación de solución: Estandarización del proceso

Se realizó la estandarización del proceso con el paso a paso realizado en la sección de definición, el objetivo de la estandarización del proceso en la línea 2 de extrusión fue reducir los errores, mejorar la eficiencia operativa, facilitar el entendimiento al personal operativo y administrativo, entre otros.

Como primer punto, se analizó en conjunto con el personal involucrado en el proceso, las actividades que podrían: eliminarse, combinarse, reducirse o simplificarse, obteniendo la siguiente información:

Ste	Activity	Tasks	VE	Could it be external?	How could it be external?	Eliminate	Combine	Reduce	Simplify	How could ECRS be applied?	OPERATOR APPROVAL
1	Emptying and cleaning of pre-extruder hoppers	Empty hopper 1 with pre-extruder mix (316001, 316005)	EXTERNAL							Install vibrators to the hopper	
2	Emptying and cleaning of pre-extruder hoppers	Cleaning of pre-extruder hopper 1 (remove excess mix)	EXTERNAL					X			
3	Emptying and cleaning of pre-extruder hoppers	Empty hopper 2 with pre-extruder mix (316001, 316005)	EXTERNAL							Install vibrators to the hopper	
4	Emptying and cleaning of pre-extruder hoppers	Cleaning of pre-extruder hopper 2 (remove excess mix)	INTERNAL	YES				X			
5	Liveben drain, DDC, Conditions	Dump mix of Prebin, DDC, Conditions.	INTERNAL	NO				X			
6	Remove 1.8mm caliber plate	Apply tagging and blocking	INTERNAL	NO							
7	Remove 1.8mm caliber plate	Open ECS and Head	INTERNAL	NO							
8	Remove 1.8mm caliber plate	Search cart	INTERNAL	NO			X				
9	Remove 1.8mm caliber plate	Broom quest	INTERNAL	YES			X			Mark permanent and rapid stations on the left side of the barrel for ease of transfer when opening the head. This will allow searches to be removed in the process	
10	Remove 1.8mm caliber plate	Cleaning mixture spread on the floor	INTERNAL	YES	Perform cleaning after the line starts			X		Standardize the way in which the cart is positioned to collect the mix (lateral) in this way we throw the least amount of mix on the floor	
11	Remove 1.8mm caliber plate	Superficial cleaning of the plate to facilitate removal of bolts	INTERNAL	NO							
12	Stuffer disassembly	Disassembling the Stuffer from the line	INTERNAL	NO				X		Reduce assembly time. Perform Kaizen	
13	Remove 1.8mm caliber plate	pneumatic gun search	INTERNAL	NO				X		Assign a permanent location for the gun on the mobile cart and assign a quick station on the mobile table near the lines. This will eliminate future searches	
14	Remove 1.8mm caliber plate	Remove chaining bolts and disassembly	INTERNAL	NO							
15	Remove 1.8mm caliber plate	Internal cleaning of the plate after disassembling it	INTERNAL	NO						Put it in water as with the blades and at the end in the same container it is taken to the deep wash	DOES NOT APPROVE (Foreign bodies found in the mixture must be reported)
16	Remove 1.8mm caliber plate	The 1.8mm plate is transported to the pallet	INTERNAL	NO							

Ilustración 56 Análisis de actividades (Parte 1) [Fuente: Elaboración de autores]

Ste	Activity	Tasks	VE	Could it be external?	How could it be external?	Eliminate	Combine	Reduce	Simplify	How could ECRS be applied?	OPERATOR APPROVAL
17	Remove stuck mixture in nozzle and blades	Remove mixture stuck in the extruder nozzle	INTERNAL	NO				X		Standardize the tool to use (some use a spatula and others a screwdriver)	
18	Remove stuck mixture in nozzle and blades	Cleaning mixture spread on the floor	INTERNAL	NO					X	Standardize the way in which the cart is positioned to collect the mix (lateral) in this way we throw the least amount of mix on the floor	
19	Remove stuck mixture in nozzle and blades	Close up of extruder nozzle structure	INTERNAL	NO							
20	Remove stuck mixture in nozzle and blades	Surface cleaning of blades with mixture	INTERNAL	NO		X				I can remove the blades without removing the mixture	
21	Remove blades	Find a tool to remove blades	INTERNAL	NO							
22	Remove blades	Disassembly of blades	INTERNAL	NO							
23	Remove blades	Taken to rinse removed blades	INTERNAL	NO							
24	Knife calibration	Search for knives to calibrate	INTERNAL	YES	Check list before change						
25	Knife calibration	Verification of calibrated knives	INTERNAL	YES	Check list before change						
26	Blind plate mounting	Blind plate search	INTERNAL	NO	Check list before change	X				Change the process of removing product from the barrel as in line 3 and combine the processes of cleaning and draining the barrel	
27	Blind plate mounting	Blind plate surface cleaning	INTERNAL	NO	5'S in work table and mobile cart	X					
28	Blind plate mounting	Bolt-On Bucket Search	INTERNAL	NO		X					
29	Blind plate mounting	Blind plate assembly and bolt adjustment	INTERNAL	NO		X					
30	Tula change	Verification that tula is full	INTERNAL	NO							
31	Tula change	Search and transfer of manual forklifts	INTERNAL	NO				X		Permanent location of the yale below the tula	There is only one yale per floor
32	Tula change	Withdrawal and transport of full tula	INTERNAL	NO				X			
33	Tula change	Search for new pallet and empty Tula	INTERNAL	NO				X			
34	Tula change	empty tula transfer	INTERNAL	NO				X			
35	Tula change	Search for broom for cleaning	INTERNAL	NO		X				Location in fast station to the left of the canyon	

Ilustración 57 Análisis de actividades (parte 2) [Fuente: Elaboración de autores]

Sl#	Activity	Tasks	I/E	Could it be external?	How could it be external?	Eliminate	Combine	Reduce	Simplify	How could ECRS be applied?	OPERATOR APPROVAL
56	Remove excess liquid mix in extruder nozzle	Cleaning the extruder nozzle	INTERNAL	NO			x				
57	Remove excess liquid mix in extruder nozzle	Adjust bolts of the extruder nozzle structure	INTERNAL	NO							
58	Plate assembly for knife housing calibration	Search for the plate to use for calibration of the knife housing	INTERNAL	YEAH	Check list before change			x		Apply 5'S in the area designated for chainings (there are chainings that are no longer used and take up space in which 13 chainings could enter, it could be separated by caliber, new and worn)	
59	Plate assembly for knife housing calibration	Adjust plate for knife housing calibration	INTERNAL	NO							
60	Plate assembly for knife housing calibration	Search for calibration grease	INTERNAL	NO							
61	Plate assembly for knife housing calibration	Oiling the plate and knifehousing	INTERNAL	NO							
62	Knife calibration	Close the head and turn on the blade motor	INTERNAL	NO							
63	Knife calibration	Check knife housing calibration	INTERNAL	NO						This time can vary and will be used as the standard deviation of the process. In the worst case the calibration can take 15 min	
64	Lower steam pressure	Locate the boilermaker	INTERNAL	NO		x				The operator will	
65	Plate disassembly for knife housing calibration	Disassembly of the plate used for the calibration of the knife housing	INTERNAL	NO		x				The operator will	
66	Plate mounting (caliber 0.8mm)	Locate the boilermaker	INTERNAL	NO		x				The operator will	
67	Plate mounting (caliber 0.8mm)	Gauge Plate Mount (0.8mm)	INTERNAL	NO							
68	Plate mounting (caliber 0.8mm)	Headlock and ECS	INTERNAL	NO							
69	Lower steam pressure	Waiting time until the boilermaker arrives to lower pressure	INTERNAL	NO		x				Now the operator himself will do it with the help of another	
70	Lower steam pressure	Lower steam pressure to 2 bar	INTERNAL	NO		x					
71	Sart	Start	EXTERNAL								
72	Sart	locate a boilermaker to regulate steam pressure	EXTERNAL			x					
73	Sart	Change of Tula	EXTERNAL			x					
74	Sart	Regulate steam pressure	EXTERNAL			x					

Ilustración 58 Análisis de actividades (parte 3) [Fuente: Elaboración de autores]

Posteriormente, las actividades fueron clasificadas y agrupadas por familia de productos, siguiendo la metodología ECRS, se pudieron simplificar 50 actividades, obteniendo un total de 90 minutos por proceso de cambio de SKU y calibre (1.8 mm a 0.8 mm).

CAMBIO DE CALIBRE DE GROWER A STARTER (1.8 mm a 0.8mm)			
#	Descripción de la actividad	Tiempo (min)	Responsable
1	Detener recuperación de finos por elevador de molienda	1	Operador mixer
2	Asegurarse que quede vacía la tolva de mezcla molida a utilizar	2	
3	Crear orden actenium	2	
4	Inspección de línea de molienda (mallas y martillos) para garantizar texturas > 90 %	4	Técnico mantenimiento
5	Bloqueo de equipos para limpieza de cleaner e imán	2	Operador 16.50
6	Limpieza de clenaer e imaán pre mixer y post mixer	8	
7	Desbloqueo de equipos (cleaner e imán)	2	
8	Realizar análisis de texturas en la molienda	4	Analista de calidad
9	Limpieza de restos de mezcla pegada de orden anterior en tolvas de pre extruder	12	Operador extruder
10	Revisión y limpieza de tolva de post mixer	4	
11	Envío de un batch para barrido en línea de mezclado	10	
12	Vaciado de acondicionadores y cañón de extrusora	6	Operador 16.50
13	Bloqueo de acondicionadores	1	
14	Limpieza de acondicionadores DDC	3	
15	Limpieza de acondicionador 1	3	Operador extruder
16	Limpieza de acondicionador 2	4	
17	Limpieza profunda del cañón con agua y vapor	4	
18	Colocar cuchillas nuevas y calibradas	4	
19	Desbloqueo de equipos	2	
20	Revisión de alineación del knifehousing (Se engrasa plato)	3	
21	Montaje de plato para calibre de starter	3	
22	Desbloqueo de equipos	2	
23	Regulación de vapor	3	
24	Inicio de secuencia de arranque	1	
Tiempo total		90	

IMPORTANTE:

- Se debe utilizar el checklist de herramientas previo al cambio de calibre
- Si el cambio de calibre (1.8 mm a 0.8mm) se hace luego de un mantenimiento no aplica el punto 4
- Se debe realizar limpieza de acondicionadores y DDC

Ilustración 59 Estandarización del proceso: Paso a paso [Fuente: Elaboración de autores]

Finalmente, bajo la supervisión del supervisor de turno, realizó la capacitación a un total de 6 operadores de la línea 2 de extrusora, en donde, 2 de cada uno de los colaboradores pertenecían a los turnos A, B y C respectivamente.

ASISTENCIA		Código: 000-0704001 Revista: 00 Página: Página 1 de 1 Fecha: 10-01-18					
DATOS GENERALES							
TIPO DE EVENTO		DATOS DEL INSTRUCTOR PRINCIPAL					
FORMATIVO	<input type="checkbox"/>	ORIGEN	NOMBRE				
INFORMATIVO	<input type="checkbox"/>	INTERNO	ÁREA/INSTITUCIÓN				
ONBOARDING	<input type="checkbox"/>	EXTERNO	Stean Restrepo				
		Producción					
DATOS DEL EVENTO							
FECHA	LUGAR	TEMA	HORA				
21/01/18	23 50	Capacitación ORED	INICIO 2:00 FIN 3:00				
DATOS DE LOS ASISTENTE							
N°	NOMBRE Y APELLIDO	ID	CARGO	FIRMA	NOTA	AP	RP
1	Juan Carlos	00000000	Operador	[Firma]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Diego Salas	00000000	Operador	[Firma]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	San Juan Gomez	00000000	Operador	[Firma]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Luis Hernandez	00000000	Operador	[Firma]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Walter Pacheco	00000000	Operador	[Firma]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Carlos Rojas	00000000	Operador	[Firma]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LEGALIZACIÓN							
N°	INSTRUCTOR (ES)	FIRMA	OBSERVACIONES				
1	Stean Restrepo	[Firma]	Capacitación de 121 operadores con todo los cambios realizados				
2							
3							
4							

Advertencia: "El presente documento está en vigencia en modo Digital, una vez impreso es una COPIA NO CONTROLADA. Antes de utilizar, deberá verificar su vigencia."

Ilustración 60 Registro de asistencia a capacitación [Fuente: Elaboración de autores]

3.1.4 Implementación de solución: Casilleros en el área

Se asignó casilleros a cada operador de línea 2 de extrusora, dando un total de 6 casilleros, con el objetivo que cada colaborador cuente con sus herramientas propias para el cambio de SKU y calibre, de esta manera, el operador no necesitará trasladarse a otra área a realizar la búsqueda de herramientas.

Previo a la mejora, los operadores contaban en el área un casillero común en donde almacenaban cualquier tipo de herramientas u objetivo para el cambio de sku y calibre.



Ilustración 61 Casillero previo a la implementación de mejora [Fuente: Elaboración de autores]

Con la propuesta de mejora, se implementó un casillero asignado a cada operador de la línea, facilitando de esta manera el almacenaje de herramientas de uso personal.



Ilustración 62 Implementación de casillero para cada operador [Fuente: Elaboración de autores]

3.1.5 Implementación de solución: Comunicación visual en el área

Se implementó cartelería y comunicación visual en el área de la línea 2 de extrusora y cercana a la misma, con el objetivo de mejorar y reforzar la comprensión y capacitación de los operadores de la línea, de esta manera, el encontrar las herramientas ayudará a la disminución de tiempo en el cambio de SKU y calibre.



Ilustración 63 Mesa de trabajo antes de la mejora [Fuente: Elaboración de autores]

En el área se encuentra información relevante para el cambio de calibre, como el paso a paso a realizar, checklist para inspección de herramientas, rombo de seguridad y cumplimiento – pérdidas del plan de producción.



Ilustración 64 Mesa de trabajo después de la mejora [Fuente: Elaboración de autores]

A continuación, se visualiza mediante el diagrama de spaghetti la ubicación de la cartelería realiza para el área de la línea 2 de extrusora.

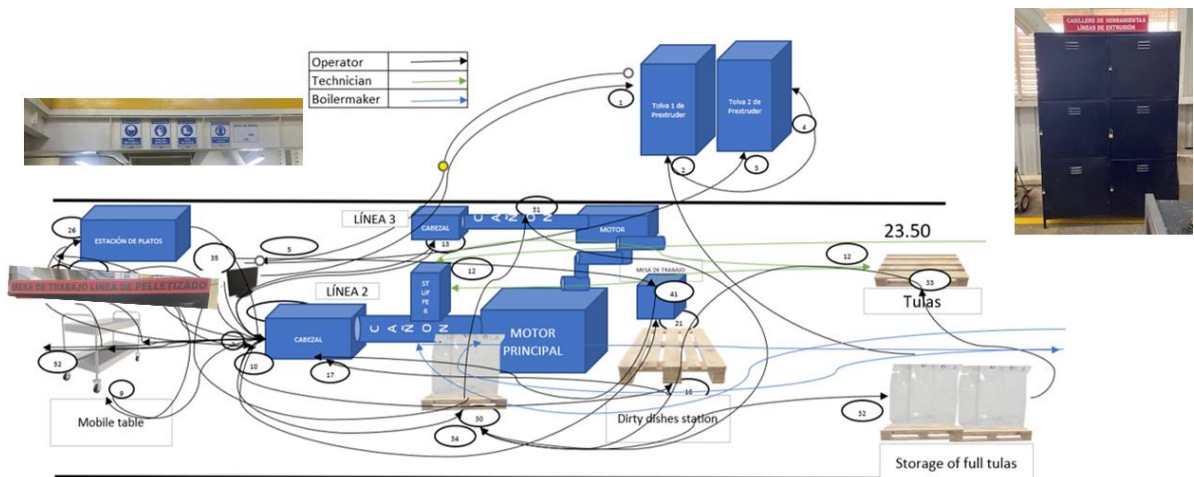


Ilustración 65 Ubicación de cartelería en la línea 2 [Fuente: Elaboración de autores]

3.1.6 Implementación de solución: Checklist de herramientas

Se implementó un checklist con el uso de herramientas necesarias a utilizar para el cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm), con el objetivo de asegurar la

eficiencia en el proceso, de esta manera, se puede minimizar los errores por falta de información o conocimiento de herramientas.

La capacitación fue realizada de manera presencial en la mesa de trabajo de la línea 2 de extrusora, con 6 de los 9 operadores pertenecientes a la línea, en compañía del especialista de mejora continua y bajo la supervisión del jefe de operaciones.

CHECKLIST PARA CAMBIO DE CALIBRE DE 1.8 mm a 0.8 mm			
Fecha:		Línea:	
Turno:		Operador:	
#	Mesa móvil	Uso	¿Se encuentra en la ubicación? Si / No
1	Grasa	Alineación de knife housing cambio de plato y cuchillas	
2	Brocha	Alineación de knife housing	
3	Plato que se va a colocar para el cambio	Cambio de plato	
4	Pistola y manguera neumática	Cambio de plato y cuchillas, limpieza del cañón	
5	Dado Allen 14 mm	Cambio de cuchillas	
6	Dado Allen 27 mm	Cambio de plato y cuchillas	
7	Espatulas (4 pulg, 2 pulg y 1 pulg)	Limpieza de plato, boquillas de la extrusora y knofehousing	
8	Dado Allen 10 mm y llave Allen 4 mm	Cambio de plato y cuchillas	
9	Tede	Hacer limpieza del cañón con agua y vapor	
10	Cucharon	Cambio de plato y cuchillas	
#	Mesa de trabajo	Uso	
11	Llave boca corona 30 mm	Alineación de knife housing	
12	Llave boca corona 17 mm	Alineación de knife housing	
13	Accesorio de seguridad para cuchillas (portacuchillas)	Cambio de cuchillas	
14	Rachet 3/4 para dado 27mm	Limpieza del cañón de extruder	
15	Cuchillas calibradas	Montaje de cuchillas	
#	Ubicaciones fijas	Uso	
16	Lavacara de porta cuchilla	Desmontaje de cuchillas	
17	Escoba	Limpieza de mezcla regada en el piso	
18	Yale	Cambio de tula y desmontaje de stuffer	
19	Tula vacías	Cambio de tula	
20	Pala	Cambio de tula	
21	Carro recolector	Retirar producto del cañón arranque	
CUMPLIMIENTO REAL			
CUMPLIMIENTO REQUERIDO			
%			
Firma del operador:		Firma del operador:	

Ilustración 66 Checklist de verificación de herramientas [Fuente: Elaboración de autores]

Los operadores desarrollaron un ejemplo práctico de la manera correcta de calibrar las cuchillas previo al arranque de línea de cambio de SKU y calibre, con los siguientes pasos:

1. Retira las placas de la superficie del plato.
2. Retira cuchillas desgastadas y coloca en mesa de trabajo.
3. Limpia placa, quita óxido y mezcla pegada.
4. Coloca cuchillas nuevas.
5. Coloca placas en la superficie del plato y aprieta los pernos.
6. Inspecciona cada cuchilla y verifica que el papel no pase por debajo de esta.



Ilustración 67 Calibración de cuchillas [Fuente: Elaboración de autores]

3.1.7 Implementación de solución: Capacitación del personal

Se realizó capacitación a los operadores de la línea 2 de extrusora, en donde se dio a conocer puntos como: importancia del orden y limpieza en el área de trabajo, herramientas necesarias para el cambio de sku y calibre, el paso a paso de manera estandarizada, verificación correcta de la calibración de las cuchillas y vías de comunicación ante cualquier novedad / anomalía durante el proceso.

La capacitación fue realizada de manera presencial, bajo supervisión del supervisor de turno.



Ilustración 68 Capacitación al personal para estandarización del proceso [Fuente: Elaboración de autores]

3.2 Mejoras del proceso

3.2.1 Serie de tiempo

Se realiza una serie de tiempo con los datos obtenidos desde agosto del 2022 hasta mayo del 2023, luego de eso se comenzó la toma de datos para realizar mediciones en piso desde el mes de Junio hasta el mes de Julio tomando datos junto con los operadores en los que se demostraba que el tiempo promedio del cambio era de 2.11 horas, según la toma de tiempos y mediciones luego de aplicar las mejoras del SMED a 1.55 horas en la siguiente ilustración se muestran las tomas de tiempos realizadas.

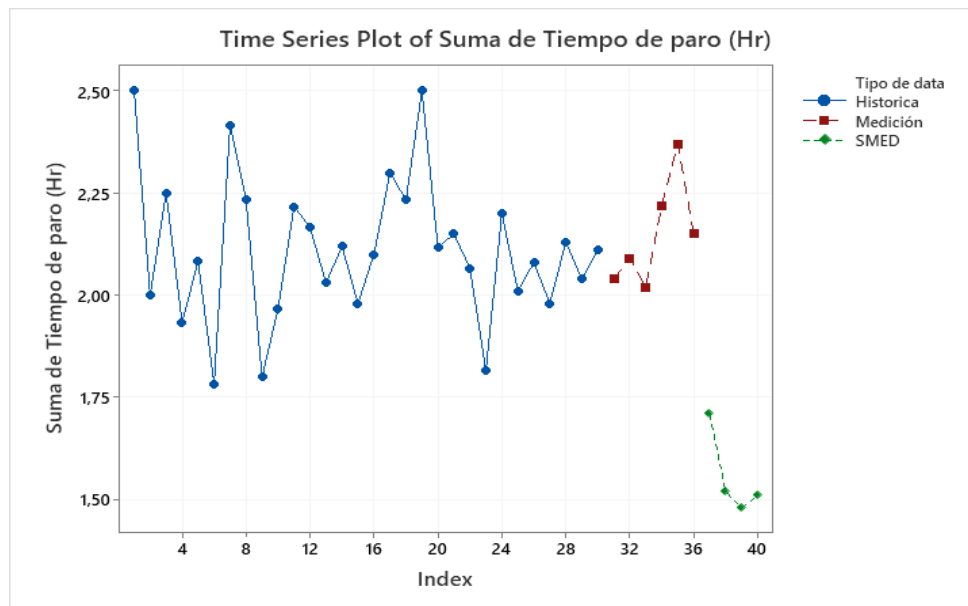


Ilustración 69 Serie de tiempo de los cambios de sku y calibre [Fuente: Elaboración de autores]

3.2.2 Prueba de normalidad

Con los datos obtenidos luego de haber realizado las mejoras, antes mencionadas se puede notar que los datos obtenidos fueron normales, todos los datos corresponden al mes de agosto y conforme fueron siendo ejecutadas las mejoras.

La prueba de normalidad fue realizada con un intervalo del 95% de confianza para determinar si cumplía la siguiente hipótesis:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H1= Los datos no siguen una distribución normal.

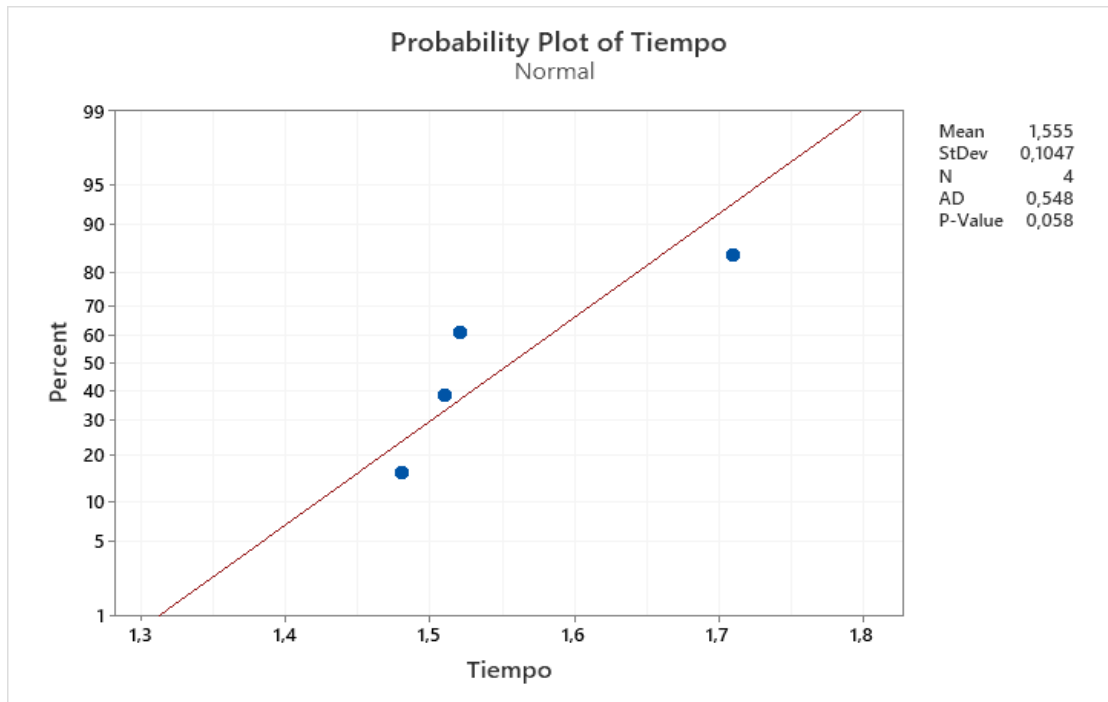


Ilustración 70 Prueba de normalidad luego de las mejoras [Fuente: Elaboración de autores]

También se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos entre la data histórica, las mediciones realizadas entre el mes de junio y julio, y los datos tomados luego de haber implementado las mejoras en los que se observa la diferencia de las medias y medianas y que se puede evidenciar la reducción del tiempo empleado en el cambio.

Statistics

Variable	Tipo de data	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1
Suma de Tiempo de paro (Hr)	Historica	30	0	2,1104	0,0325	0,1782	1,7833	1,9950
	Medición	6	0	2,1483	0,0535	0,1311	2,0200	2,0350
	SMED	4	0	1,5550	0,0524	0,1047	1,4800	1,4875

Variable	Tipo de data	Median	Q3	Maximum
Suma de Tiempo de paro (Hr)	Historica	2,1050	2,2208	2,5000
	Medición	2,1200	2,2575	2,3700
	SMED	1,5150	1,6625	1,7100

Ilustración 71 Prueba estadística de los tiempos de cambio [Fuente: Elaboración de autores]

3.2.3 Análisis de capacidad

En el análisis de capacidad se logra apreciar que la cantidad de tareas por familia de tareas disminuyó esto gracias a que algunas tareas fueron eliminadas, combinadas, y también reducidas en lo que es su duración, se logra tener un proceso más estable que el que se tenía anteriormente sin embargo aún existen actividades que no lograr reducir más la cantidad de tiempo que toman al momento de realiza el cambio de sku y calibre.

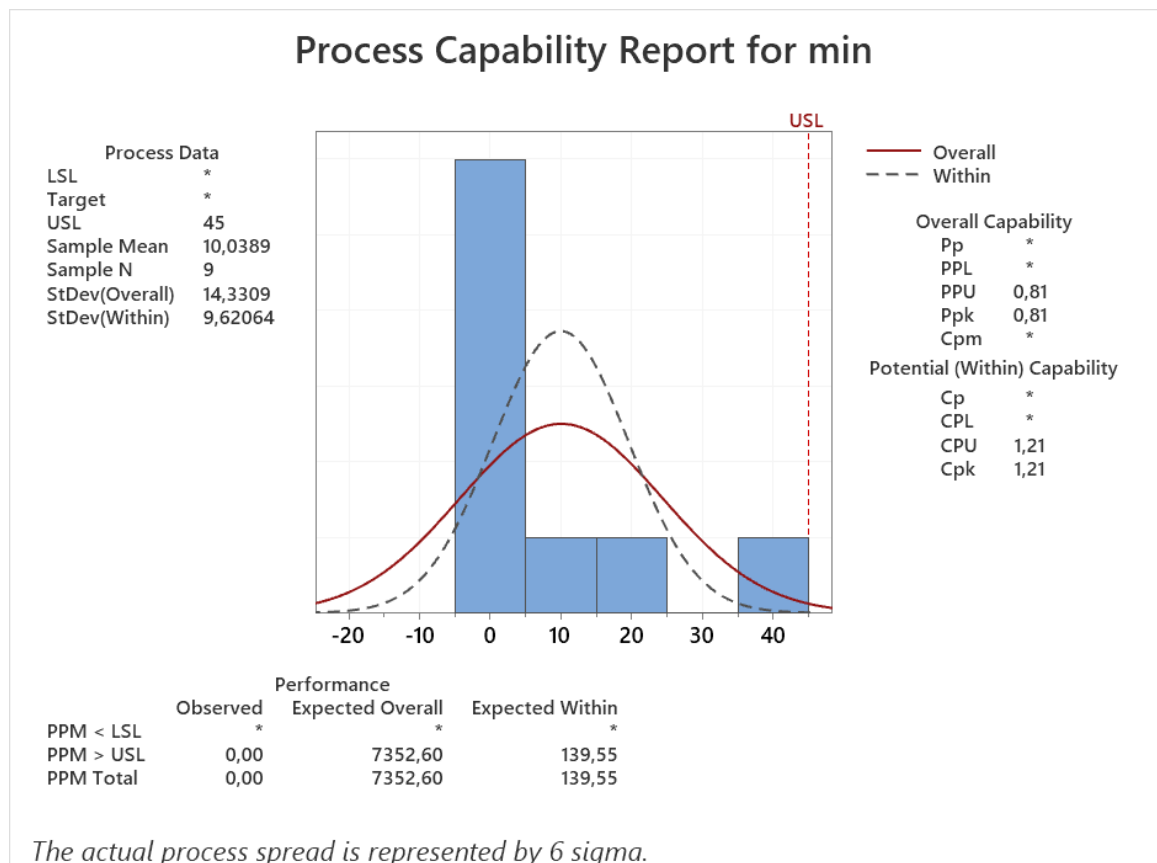


Ilustración 72 Análisis de capacidad luego del SMED [Fuente: Elaboración de autores]

3.3 Justificación económica

El beneficio económico que se obtiene con las mejoras realizadas y al reducir el tiempo esperado, se logra obtener mayor cantidad de toneladas procesadas las cuales generan una utilidad de \$580 por tonelada producida, las máquinas extrusoras con ese calibre logran producir alrededor de 8 toneladas por hora, es decir que al reducir en promedio 30 minutos se logran producir 4 toneladas más de lo que se podía producir anteriormente.

$$\text{Ganancia por cambio} = 580 \frac{\$}{\text{ton}} * 4 \frac{\text{ton}}{\text{hr}} = \$2320$$

(3.1)

Este cambio de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm se lo realiza como mínimo 3 veces al mes generando así una ganancia mensual de:

$$Ganancia\ por\ mes = 2320 \frac{\$}{cambio} * 3 \frac{cambio}{mes} = \$6960$$

(3.1)

Las mejoras implementadas anualmente representan un ahorro proyectado de \$83520 reduciendo y siguiendo los pasos estandarizados para la realización del cambio de sku y calibre

3.4 Justificación ambiental

La reducción del consumo de agua durante el proceso de limpieza de cañón durante cambio de sku y calibre, tiene importantes implicaciones ambientales y beneficios sostenibles a corto y largo plazo, ya que, no solo beneficia a la eficiencia operativa y rentabilidad de producción, sino que también favorece a la conservación de recursos, disminución de contaminación y cumplimiento de regulaciones y normativas ambientales.

Es importante recalcar que, la reducción de agua beneficia también al consumo energético, pues al disminuir la cantidad de agua utilizada durante las actividades de la limpieza en el cañón, se reduce la cantidad de energía necesaria y costos por captación, transporte, almacenamiento y tratamiento del agua.

Reducción de consumo de agua por limpieza en el cañón

$$= \frac{Agua\ consumida\ en\ limpieza\ (lt)}{Total\ de\ agua\ usada\ en\ la\ línea\ (lt)}$$

(3.2)

$$Antes = \frac{3600(lt)}{29000 (lt)} * 100 = 12,41\%$$

(3.3)

$$Después = \frac{1360(lt)}{29000 (lt)} * 100 = 4,60\%$$

(3.4)

3.5 Justificación social

La capacitación del personal en la compañía fue de suma importancia para entender la importancia del paso a paso de manera correcta, beneficiando de esta manera la eficiencia del proceso y contribuyendo a la adaptación continua de la organización.

El departamento de operaciones buscaba capacitar a un número significativo de colaboradores en el cambio de sku y calibre (1.8 mm a 0.8mm), asegurando de esta manera que exista conocimiento compartido y no dependa únicamente de una persona, de esta manera, se busca prevenir los riesgos por ausencia o rotación del personal.

Es muy importante tener en cuenta, que el desarrollo de nuevas habilidades y conocimientos brinda oportunidades de desarrollo profesional a los colaboradores, lo que aumentará la motivación y compromiso, lo cual también conlleva a una mayor productividad.

Se realizó capacitación a 6 de 6 operadores de líneas extrusoras, siendo equivalente a un 100% del personal, considerando que existen 3 turnos, los cuales constan de 2 operadores por cada uno de los turnos.

$$Personal\ capacitado = \frac{\# \text{ operadores capacitados}}{Total\ de\ operadores\ en\ la\ línea}$$

$$Personal\ capacitado = \frac{6 \text{ personas}}{6 \text{ personas}} \times 100$$

$$Personal\ capacitado = 100 \%$$

(3.5)

3.6 Plan de control

Luego de las mejoras realizadas se programan métodos de seguimiento para el cumplimiento y cuidado de estos, tales como los vibradores los cuales deben ser incluidos en los planes de mantenimiento a futuro para realizarle su respectivo mantenimiento ya sea preventivo o correctivo. El carro de trabajo que fue modificado para el personal de extrusores el cual usan a diario y debe ser controlado con orden y limpieza del mismo el cuál será verificado al finalizar cada turno con el supervisor encargado. El paso a paso mejorado debe de ser firmado como un check list por los operadores previo a la realización del cambio de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm.

Los casilleros que fueron implementados para el personal de extrusión deben de estar ordenado y limpio con las herramientas y utensilios adecuados para la realización de los cambios. Los carteles que fueron puestos en el área del 23.50 para mejorar la visualización y ubicación de donde están tanto las herramientas, las hojas de check list, ubicación de utensilios, etc. El check list de herramientas debe de ser verificado previo al cambio de sku y calibre, también recalcar que de ser el caso que exista alguna herramienta deteriorada, extraviada, o que algún utensilio ya se haya utilizado por completo se debe hacer el requerimiento con el supervisor para la bodega de repuestos y que se encuentre todo el material completo. Por último, la capacitación al personal la cuál debe de ser reforzada de manera bimensual para que se logre captar la importancia y el beneficio que la misma genera tanto para los operadores como para la industria. A continuación, se adjunta el cuadro del plan de control socializado.

Plan de control						
Que?	Quién?	Por qué?	Cómo?	Cúando?	Dónde?	Cúanto?
Instalación de vibradores	Coordinador Mecánico y técnicos mecánicos	Máquina para el proceso	Verificación y mantenimiento preventivo y correctivo	Todos los mantenimientos	Tolvas pre extrusión	\$0
Rediseño del carro de trabajo	Operadores extrusores	Manejo diario	Verificar estado y orden del mismo	Diario	23.50	\$0
Paso a paso mejorado para realizar el cambio	Operadores extrusores	Extrusores realizan dicho proceso	Realización de check list previo a comenzar el cambio	3-4 veces al mes	23.50	\$0
Asignación de casilleros al personal extrusor	Operadores extrusores	Extrusores hacen uso diario de los casilleros	Verificar estado y orden del mismo	Diario	23.50	\$0
Comunicación visual en el área	Operadores extrusores	Extrusores realizan dicho proceso	Verificar estado y orden del mismo	Diario	23.50	\$0
Check list para herramientas necesarias	Operadores extrusores	Manejo diario	Verificar estado y orden del mismo	Diario	23.50	\$20
Capacitación del personal	Especialista de mejora continua	Manejo de información necesaria	Realizando capacitaciones periódicas	Bi mensual	23.50	\$0

Ilustración 73 Plan de control [Fuente: Elaboración de autores]

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo de llegar a reducir en promedio 30 minutos en los cambios de sku y calibre de 1.8 mm a 0.8 mm, obteniendo el resultado deseado.
- Al lograr reducir en promedio 30 minutos esto representa un ahorro mensual de \$6960 mensuales basado en una cantidad de 3 veces por mes que se realice dicho cambio.
- Se logró capacitar al personal de extrusión en su 100% ya que se dio conocer el paso a paso tanto a los extrusores principales como a sus relevos.
- La estandarización y aplicación de las mejoras influenciaron tanto en la capacidad de poder producir un mayor número de toneladas, y generar un ahorro en el consumo de agua y energía eléctrica.

4.2 Recomendaciones

- El número de cambios de sku y calibre (1.8 mm a 0.8 mm) al mes es muy poco, por lo tanto, se debe realizar una planificación exacta para la toma de datos.
- Validar todas las propuestas de mejoras en conjunto de un equipo multidisciplinario con el fin de conocer los puntos de vistas desde todos los departamentos involucrados en el proceso.
- Realizar seguimiento al plan de control en el área operativa, con el fin de que la estandarización continúe en constante mejora.

5. REFERENCES

- Atehortúa, J. D. (16 de 10 de 2011). *Diseño conceptual de una máquina peletizadora de alimento para aves de corral para una producción de 1 tonelada diaria*. Obtenido de Avicultura: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/diseno-conceptual-maquina-peletizadora-t28516.htm>
- Calderón, J. (s.f.). Diagnóstico del Sector Pesca y Acuicultura de la República del Ecuador. *United Nations Industrial Development Organization*. Guayaquil, Ecuador: FAO Fisheries & Aquaculture. Obtenido de *FAO Fisheries & Aquaculture - Visión general del sector acuícola nacional - Ecuador.pdf
- Campos, Y. (2000). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Mexico: DGENAMDF.
- González González, H., & Escobar Prado, C. A. (27 de Agosto de 2021). *Revista Lumen*. Obtenido de <https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/LumGent/article/view/361/207>
- Karam, A.-A., Liviu, M., Veres, C., & Radu, H. (6 de Octubre de 2017). *Procedia manufacturing*. Obtenido de [https://pdf.sciencedirectassets.com/306234/1-s2.0-S2351978918X00055/1-s2.0-S2351978918304219/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEOj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICugchJMffbAq0UaPG%2FZd4%2Bt%2Bdcm4pPA4ZkbtAGWnq8ZAIbF5pcPW0](https://pdf.sciencedirectassets.com/306234/1-s2.0-S2351978918X00055/1-s2.0-S2351978918304219/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEOj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICugchJMffbAq0UaPG%2FZd4%2Bt%2Bdcm4pPA4ZkbtAGWnq8ZAIbF5pcPW0)
- López, A. (31 de 12 de 2021). *Ecuador es el mayor productor mundial de camarón, según revista Aquaculture*. Obtenido de CAMAE: <http://www.camae.org/camaron/ecuador-es-el-mayor-productor-mundial-de-camaron-segun-revista-aquaculture/>
- Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Wod, A. A., Mahlawat, S., & Singh, S. (13 de Marzo de 2023). *Heliyon*. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/313379/1-s2.0-S2405844023X00048/1-s2.0-S2405844023018327/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEB4aCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIA5Ybx2NF2KMC5FOzvpVCi%2BguPPqKc%2B48WiLr3famxguAiAWWTFYHxcMu13XR9rdObjfLNTVjVb%2FWVB9fN%2FH>
- Perez Urrego, M., Peláez Zuñiga, J. S., & Carrión Garcia, A. (2014). *LA CAPACIDAD DE PROCESOS COMO MÉTRICA DE CALIDAD PARA CARACTERÍSTICAS*. Obtenido de

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54200883/Cualitativa_capacidad-libre.pdf?1503352948=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_CAPACIDAD_DE_PROCESOS_COMO_METRICA_DE.pdf&Expires=1688425188&Signature=HZILsks8DtPJ8clkNv1RlqMW4kext~Jtes5eWUZr

Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (Abril de 2018). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*,. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/277811/1-s2.0-S1877042818X00020/1-s2.0-S1877042818300697/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEB4aCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQD1tmEuavic%2FQeqdnSEwLiu1uTNT86pyWOtQGxjaNC8AlgAc2S98InWY3kKsFxbdBtk72VaAkYJTijy7CMA7cLA1>