



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE
MOLDES EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES
PLÁSTICOS POR SOPLADO MEDIANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS
Y MOVIMIENTOS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial

AUTOR: LEONARDO DAVID COBOS RUIZ

TUTORA: DANIELA VERÓNICA GARCÍA TUMIPAMBA

Quito – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Leonardo David Cobos Ruiz, con documento de identificación N°.1755679527; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito 22 de julio de 2024

Atentamente,



Leonardo David Cobos Ruiz

1755679527

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Leonardo David Cobos Ruiz con documento de identificación N.º1755679527, expreso la voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: "Propuesta de mejora para el proceso de cambio de moldes en una línea de producción de envases plásticos por soplado mediante el estudio de tiempos y movimientos", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando La Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que se realiza la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 22 de julio de 2024

Atentamente,



Leonardo David Cobos Ruiz

1755679527

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniela Verónica García Tumipamba con documento de identificación N°1722418124, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Propuesta de mejora para el proceso de cambio de moldes en una línea de producción de envases plásticos por soplado mediante el estudio de tiempos y movimientos, realizado por Leonardo David Cobos Ruiz con documento de identificación N.º 1755679527, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de julio de 2024

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniela García M. Sc.', with a stylized flourish at the end.

Ing. Daniela García M. Sc.

Docente Tutor

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar de la manera más sincera mi gran cariño y aprecio a las siguientes personas:

A mis padres, Paulina Ruiz y David Cobos, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por creer siempre en mí. Siempre estaré agradecido por no dejarme solo en este camino; a pesar de los altibajos, siempre estuvieron para mí. Sus valores y enseñanzas han sido mi guía constante y fuente de inspiración.

A mi hermano, Mateo Cobos, por su compañía y por ser siempre un pilar en mi vida. Su apoyo emocional y su estímulo han sido fundamentales durante este viaje.

A mis abuelitos, por todos los consejos que me han dado, por estar siempre pendientes de mí, y por orar para que culmine de manera exitosa esta carrera. De manera especial un abrazo a mi abuelito Luis Cobos, que sin su ayuda este trabajo quizás nunca se hubiese realizado. Me llenará de mucha alegría presentarle el título de ingeniero.

A María Fernanda, por ser una amiga incondicional y por nunca dejarme solo cuando el mundo se me venía encima. Sin duda, me ayudaste mucho y quiero que sepas que te tengo un gran aprecio. Te agradezco mucho; sin ti, este camino no hubiese sido igual.

A mis amigos, sin ustedes este largo camino no hubiese sido el mismo. Gracias por cada anécdota, cada consejo y por su confianza. Sin duda, conocerlos fue lo mejor que pudo ocurrirme en este trayecto. Espero que su amistad me dure para toda la vida. Y un abrazo al compita que se nos adelantó; pronto nos volveremos a ver.

A mis profesores y mentores, especialmente a la Ing. Daniela García, por su sabiduría, guía y dedicación. Sus enseñanzas y orientación han enriquecido enormemente este trabajo.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de una manera u otra, han formado parte de mi vida académica y personal, ayudándome a alcanzar este logro. Nombrarlos a todos me tomaría una eternidad, pero, quiero que sepan que no me he olvidado de su apoyo. Los quiero mucho y siempre los llevaré en mi corazón.

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”

-Nelson Mandela

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	1
EL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	5
CAPITULO I	7
1.1 <i>Industria del plástico</i>	7
1.2 <i>Materiales termoplásticos</i>	7
1.3 <i>Moldes de soplado</i>	8
1.3.1 Definición de molde	8
1.3.2 Cambio de molde	9
1.4 <i>Proceso de moldeo por soplado</i>	10
1.5 <i>Tipos de moldeo por soplado</i>	11
1.5.1 Moldeo por extrusión-soplado.....	11
1.5.2 Moldeo por inyección-soplado	11
1.5.3 Moldeo por coextrusión-soplado	13
1.6 <i>Elementos implicados en un cambio de molde</i>	13
1.6.1 Materia prima	13
1.6.2 Manga	14
1.6.3 Tobera	15
1.6.4 Mandril	16
1.7 <i>Tiempos y movimientos</i>	17
1.8 <i>Herramienta de análisis: diagrama bimanual</i>	18
1.9 <i>Elementos de un diagrama bimanual</i>	19
1.9.1 Tiempo observado	21
1.9.2 Tiempo normal.....	21
1.9.3 Tiempo estándar.....	22
CAPITULO II	25
OBTENCIÓN DE TIEMPOS	25
2.1 <i>Descripción del proceso</i>	25

2.2	<i>Tiempo observado del proceso de cambio de moldes</i>	32
2.3	<i>Cálculo del tiempo normal</i>	36
2.3.1	Tiempo normal: Envase PQ 1000 ml 100 gr.	36
2.3.2	Tiempo normal: Galón Cilíndrico 105 gr.....	37
2.3.3	Tiempo normal: Envase Planche Fácil 600 ml PE	38
2.4	<i>Obtención del estándar de tiempo de operación</i>	39
CAPÍTULO III		41
ANÁLISIS DE RESULTADOS		41
3.1	<i>Análisis de tiempos obtenidos</i>	41
3.1.1	Comparativa de tiempos entre secciones.....	41
3.2	<i>Diagrama causa efecto</i>	42
3.2.1	Diagrama de Ishikawa de la sección 1 – Limpieza	44
3.2.2	Diagrama de Ishikawa de la sección 3 – Regulación	45
3.3	<i>Método de priorización cualitativa de procesos</i>	46
3.3.1	Método de priorización cualitativa en secciones 1 – Limpieza y 3 – Regulación.....	48
3.4	<i>Propuestas de mejora</i>	50
3.4.1	Incorporación de la normativa ISO 9001 (2015).....	50
3.4.2	Programa de capacitaciones al personal.	55
3.4.3	Propuesta de generación de indicadores de desempeño.	57
3.4.4	Propuesta de aplicación de mantenimiento productivo total (TPM).....	58
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES		65
LISTADO DE REFERENCIAS		66
ANEXOS		70
	<i>Diagramas bimanuales</i>	70
	Planche fácil 600 ml	70
	Medición 1	70
	Medición 2.....	76
	Medición 3.....	82
	PQ 100 GR	88
	Medición 1.....	88
	Medición 2.....	94

Medición 3	100
Envase Cilíndrico 1 Gal.....	106
Medición 1	106
Medición 2	112
Medición 3	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plásticos termoestables más utilizados	14
Tabla 2. Valoración RT	22
Tabla 3. Suplementos TE	23
Tabla 4. Simbología ANSI.....	25
Tabla 5. Productos seleccionados para el análisis.....	34
Tabla 6. Tiempo promedio observado PQ 1000 ml	35
Tabla 7. Tiempo promedio observado Galón Cilíndrico 105 gr	35
Tabla 8. Tiempo promedio observado Planche Fácil 600 ml PE	35
Tabla 9. Tiempo normal PQ 1000 ml.....	36
Tabla 10. Tiempo normal Galón Cilíndrico 105 gr.....	37
Tabla 11. Tiempo normal Planche Fácil 600 ml PE.....	38
Tabla 12. Tiempos estándar calculados	40
Tabla 13. Resumen de tiempos y porcentajes por sección.....	41
Tabla 14. Análisis de los componentes del método de las 6 Ms.....	43
Tabla 15. Rúbrica de calificación Priorización.....	48
Tabla 16. Escala de priorización por color	48
Tabla 17. Priorización de causas identificadas en secciones 1 y 3.	49
Tabla 18. Herramientas de mejora continua planteadas	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Molde de soplado en acero.....	9
Figura 2. Molde de soplado en aluminio.....	9
Figura 3. Proceso extrusión-soplado	11
Figura 4. Preformas transparentes	12
Figura 5. Proceso inyección-soplado.....	12
Figura 6. Proceso de coextrusión-soplado.....	13
Figura 7. Manga saliendo al exterior.....	15
Figura 8. Hembra.....	15
Figura 9. <i>Macho</i>	16
Figura 10. Tobera (hembra y macho)	16
Figura 11. Mandril.....	17
Figura 12. Diagrama bimanual.....	20
Figura 13 (a). Flujograma del proceso de cambio de moldes	26
Figura 13 (b). Flujograma del proceso de cambio de moldes	27
Figura 13 (c). Flujograma del proceso de cambio de moldes.....	28
Figura 13 (d). Flujograma del proceso de cambio de moldes	29
Figura 13 (e). Flujograma del proceso de cambio de moldes.....	30
Figura 14. Formato diagrama Ishikawa.....	43
Figura 15. Diagrama de Ishikawa - Sección 1 Limpieza	44
Figura 16. Diagrama de Ishikawa - Sección 3 Regulación	45
Figura 17. Pilares del TPM.....	59

Resumen

En el presente estudio, se realizó una propuesta de mejora para el proceso de cambio de moldes en una línea de producción de envases plásticos por soplado. El objetivo general fue optimizar este proceso mediante el estudio de tiempos y movimientos, el mismo que se efectuó mediante un levantamiento de información tanto del proceso general de cambio de moldes, como de los tiempos empleados en la realización de cada una de las subactividades implicadas en dicho proceso para tres tipos diferentes de envases que poseen alta demanda de producción. Los resultados mostraron que el tiempo promedio de cambio de molde varía según el tipo de envase, siendo 5273,24 segundos para el "PQ 1000 ml blanco 100 gr", 5012,82 segundos para el "Galón Cilíndrico 105 gr", y 6597,58 segundos para el "Planche Fácil 600 ml PE".

Se establecieron los tiempos normal y estándar del proceso, considerando los ritmos de trabajo de los operadores y factores adicionales como el trabajo realizado de pie, el esfuerzo físico, la contaminación auditiva, entre otros. Los tiempos estándar resultantes fueron 6222,42 segundos, 6465,6 segundos y 7042,47 segundos, respectivamente, reflejando la influencia de estos factores en el proceso.

Finalmente, se propuso una mejora integral del proceso, fundamentada en los resultados del análisis de tiempos y movimientos. Esta incluye la implementación de la norma ISO 9001 (2015), un programa de capacitación para el personal, y la adopción del mantenimiento preventivo total (TPM). Se espera que estas mejoras optimicen el proceso de cambio de moldes, aumentando la eficiencia operativa, reduciendo costos y mejorando la calidad del producto final.

Palabras clave: proceso de cambio de moldes, optimización, tiempos y movimientos, ISO 9001, mantenimiento preventivo total

Abstract

In the present study, a proposal to enhance the mold change process in a plastic packaging blow molding production line was undertaken. The overarching aim was to optimize this process through a comprehensive study of times and movements. Information was gathered encompassing both the general mold change process and the time allocations for each of the sub-activities involved, focusing on three distinct types of containers with high production demands. Results indicated varying average mold change times depending on the container type: 5273.24 seconds for the "PQ 1000 ml white 100 gr", 5012.82 seconds for the "Cylindrical Gallon 105 gr", and 6597.58 seconds for the "Easy Iron 600 ml PE".

The normal and standard times of the process were established, considering the operators' work rhythms and additional factors such as standing work, physical exertion, and noise pollution, among others. The resulting standard times were 6222.42 seconds, 6465.6 seconds, and 7042.47 seconds, respectively, highlighting the impact of these factors on the process.

Finally, a comprehensive process improvement was proposed, grounded in the findings from the analysis of times and movements. The proposal encompasses implementing ISO 9001 (2015), introducing a personnel training program, and adopting total preventive maintenance (TPM). These enhancements aim to optimize the mold change process, enhancing operational efficiency, cutting costs, and elevating the quality of the final product.

Keywords: mold change process, optimization, times and movements, ISO 9001, total preventive maintenance

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La eficiencia es una característica que cada una de las empresas en el mundo lucha por conseguir y mantener. Se dice que una empresa es eficiente si brinda un servicio o realiza un proceso utilizando el menor número de recursos posible. Teniendo en cuenta que otros requerimientos como la cantidad o calidad no pueden verse comprometidos, efectuar los procesos de una manera eficiente garantiza que cada paso dentro de la cadena de producción se efectúe con el menor tiempo y costo que sea posible, lo que es fundamental para mantener la competitividad de una empresa.

Para alcanzar un proceso eficiente, las empresas deben conocer cuánto tiempo se demoran en efectuar sus procesos, por lo que una buena alternativa es realizar un estudio de tiempos y movimientos. Mediante su uso, las empresas pueden identificar áreas de mejora en sus procesos operativos. Al descomponer cada tarea en sus elementos más básicos, se mide el tiempo necesario para completarlas, en donde se identifica cuellos de botella, redundancias o ineficiencias que afectan la productividad. Este análisis es la base para la implementación un proceso estandarizado.

Un proceso estandarizado tiene como objetivo principal la unificación de todas las tareas presentes en un proceso productivo. Esto se realiza con el fin de establecer procesos claros a seguir por parte del personal involucrado directa o indirectamente en el proceso. Y de este modo se logra minimizar la creación de tareas o acciones adicionales totalmente innecesarias.

Dentro del sector industrial dedicado a fabricación de envases plásticos, las empresas enfrentan desafíos tales como calidad inconsistente, el desperdicio de materia prima, tiempos de ciclo prolongados, mantenimiento de equipos, falta de flexibilidad, problemas de almacenamiento y logística. Es por eso que, la optimización de tiempo y recursos es vital para que las empresas generen cierto

nivel de rentabilidad, mediante la mejora de la eficiencia operativa en sus procesos. La empresa, en la que se desarrolló el presente trabajo de titulación, tiene en mente varios planes a futuro, pero enfrenta ciertos desafíos que dificultan el logro del objetivo que es alcanzar una mejora continua en sus procesos productivos.

EL PROBLEMA

Hoy en día, la empresa en donde se enfocará el estudio, que cuenta con más de 52 años de experiencia, realiza procesos de inyección, inyección-soplado, inyección-estirado-soplado, extrusión-soplado mediante el uso de materiales termoplásticos tales como: polietileno de alta y baja densidad, polipropileno, PVC, PET, poliestireno y policarbonato. A pesar de la amplia trayectoria que posee, la falta de procesos estandarizados ha generado inconsistencias y tiempos prolongados en los procesos de cambio de moldes, lo que impacta negativamente en la eficiencia operativa y la rentabilidad.

Una de sus mayores problemáticas radica en la ausencia de un análisis regular de los tiempos de cambio de moldes. Esta falta de seguimiento dificulta la identificación de patrones y áreas críticas que requieren atención prioritaria para mejorar la eficiencia del proceso. Además, se observa un exceso de tiempo en procesos inusuales que también están relacionados con el proceso de cambio de molde, como lo son: las pruebas de moldes para envases nuevos o con características nuevas, y para realizar limpiezas de cabezal. La realización de estos procesos siempre resulta en una interrupción significativa en la producción, más aún cuando existe la falta de control que contribuye a una pérdida adicional de recursos.

Según [1], en su investigación enfocada hacia la correcta gestión en sus procesos en una empresa dedicada a la fabricación de acero, señala que las áreas de producción son los puntos más críticos para las empresas pertenecientes a la manufactura. Además, se afirma también que estos departamentos tienen un gran impacto en el negocio y que una buena gestión en sus procesos tiene un representa

significativamente en el éxito o fracaso de la misma. Por último, se indica que, una vez estandarizados los procesos, se puede generar los debidos indicadores del mismo.

Para lograr la estandarización de los tiempos en procesos productivos, las empresas optan por realizar mediciones y posteriormente un análisis de sus tiempos. Como expone [2], en su investigación enfocada hacia la estandarización de tiempos en una empresa de producción de piezas por inyección en aluminio, los estándares de tiempo son cruciales en la gestión de la información, ya que se emplean para diversos propósitos dentro de una organización. Como, por ejemplo: para asignar y controlar costos y presupuestos, así como para la planificación, producción y gestión de inventarios. En esta investigación se concluyó que, logrando la estandarización de los tiempos, se esclareció el rendimiento de los procesos, se identificó cuellos de botellas y en base a estos descubrimientos se planteó una propuesta de mejora fundamentada en esos resultados.

Es por eso que, ante los desafíos expuestos anteriormente, surge la necesidad de desarrollar una propuesta de mejora integral que aborde estos problemas y optimice los procesos de cambio de moldes en la empresa objeto de la presente investigación.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de una propuesta de mejora enfocada en los procesos de cambio de moldes, en una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos por soplado, se sustenta en la urgente necesidad de mejorar la eficiencia operativa y maximizar la rentabilidad, es por eso que se propone realizar un estudio de tiempos y movimientos.

Como sustenta [3], en su investigación enfocada al análisis de los tiempos y movimientos en un restaurante, indica que esta metodología se presenta como una gran alternativa para la mejora de la productividad, dado que ayuda a la determinación de estándares de tiempos en los procesos de producción, resultando

en la fijación de los tiempos necesarios para realizar alguna actividad en específico. Al efectuar el estudio de tiempos, evidenció que existen varios periodos de inactividad debido a la falta de suficientes utensilios de cocina. Esto obliga a esperar a que el personal anterior termine de utilizar los utensilios para lavarlos y volverlos a utilizar nuevamente. Además, identificó que el personal no posee un esquema claro para la elaboración de ciertos platos, por lo que lo hacen de una manera diferente cada vez. La autora plantea la adquisición de nuevos utensilios de cocina que tengan alto grado de utilización. También expone sobre la importancia de definir los procesos de elaboración de los platos, por lo que desarrolla un flujograma de procesos para el personal de cocina. Todo esto con el fin de minimizar la pérdida de tiempos.

La obtención de procesos estandarizados, son la base para tomar decisiones que se encuentren orientadas a alcanzar una mejora continua. Como es el caso de la investigación realizada por [4], la cual se enfocó en el estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia de los procesos en una empresa dedicada a la producción de calzado. El autor argumenta que, gracias a la implementación de un estudio de tiempos, llegó a la conclusión que el origen del problema se encuentra en el proceso de costura, donde se evidenció un cuello de botella que surge como resultado de los métodos de trabajo utilizados en dicha empresa. Partiendo de estos resultados, se plantea como correctivo equilibrar el trabajo de los operarios, dado a que algunos tenían más carga que otros, dando como resultado tiempos estándares diferentes.

Por consiguiente, de acuerdo con la información antes presentada, la identificación de tiempos prolongados y pérdidas de recursos innecesarias son el resultado de una gestión deficiente y la falta de un seguimiento y control adecuado. Por lo tanto, el desarrollo del presente trabajo surge como una respuesta estratégica para enfrentar estos desafíos. La elaboración de esta propuesta no solo pretende abordar los problemas identificados, sino también sentar las bases para un crecimiento continuo y una adaptación eficaz a las demandas cambiantes del entorno empresarial.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de mejora para el proceso de cambio de moldes en una línea de producción de envases plásticos por soplado mediante el estudio de tiempos y movimientos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Efectuar un levantamiento de información de los tiempos de cambio de molde, empleando métodos de recolección de datos, para medir los tiempos de ejecución del proceso.
2. Establecer el tiempo estándar del proceso de cambio de moldes, mediante el análisis de tiempos y movimientos para identificar oportunidades de mejora.
3. Plantear una propuesta de mejora del proceso de acuerdo al análisis de tiempos y movimientos realizado, para la optimización de recursos.

METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se recopilará información numérica del tiempo de ejecución de los procesos de cambio de moldes. Por otro lado, también es de carácter aplicativo debido a que tiene como objetivo principal generar conocimientos a partir de los datos numéricos recolectados, y que puedan ser utilizados para resolver problemas prácticos con el fin de mejorar los procesos actuales de la empresa.

Con respecto a las técnicas de recolección de datos que emplearemos, en este caso se encuentran vinculadas a la medición de tiempos de trabajo. Por lo que será

esencial que efectuemos cronometrajes, grabaciones de video, y observaciones directas en el lugar de trabajo.

Con la obtención de los datos, se realizó un análisis mediante el uso de varias herramientas. En el siguiente listado se mencionan algunas de estas herramientas que se utilizarán para el desarrollo de este trabajo:

- a) **Diagrama de flujo:** herramienta de visualización gráfica en donde se identifica de manera secuencial cada paso de un proceso en específico.

- b) **Diagrama Bimanual:** herramienta de análisis de tiempos y movimientos generados por ambas manos en un determinado proceso.

- c) **Diagrama de recorrido o layout:** Representación del espacio físico y la disposición de equipos en planta para identificar el recorrido que realiza un operador.

- d) **Diagrama de Causa efecto:** Es una herramienta que permite el análisis de las posibles causas que generen cierto problema en específico.

- e) **Análisis FODA:** evaluación de las fortalezas, amenazas debilidades y fortalezas presentes en el proceso para desarrollar estrategias de mejora fundamentadas en hechos.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Industria del plástico

Internamente, al igual que en otros sectores industriales, las empresas del plástico buscan optimizar su eficiencia operativa y reducir costos para mantenerse competitivas en el mercado. Esto implica utilizar tecnologías avanzadas, capacitar continuamente al personal de planta y aplicar técnicas para mejorar la gestión. En este sentido, la evaluación empresarial se vuelve crucial, ya que impulsa el desarrollo de nuevas ideas enfocadas a la mejora y su implementación [5].

En la investigación titulada "Propuestas metodológicas y tecnológicas avanzadas", se destaca que el principal enfoque de la manufactura esbelta consiste en detectar y eliminar actividades que no añaden valor [6]. Además, se enfatiza la importancia de adoptar esta filosofía para mejorar los procesos, implementando métodos y sistemas que optimicen el entorno laboral, los procesos y el rendimiento del negocio. Cada vez más, las empresas están optando por la estandarización de sus procesos como estrategia para alcanzar estos objetivos.

Además, muchas empresas líderes en el mercado de los plásticos están invirtiendo en temas relacionados a la innovación con el fin de mejorar la sostenibilidad. Esto implica explorar nuevos materiales y técnicas de reciclaje, respondiendo así a las demandas de los consumidores y a las regulaciones ambientales gubernamentales. Además, estas inversiones están abriendo nuevas oportunidades de mercado, como la producción de plásticos biodegradables. En este contexto, se promueve activamente el concepto de economía circular, que busca establecer un ciclo continuo de desarrollo y transformación [7].

1.2 Materiales termoplásticos

Los materiales termoplásticos pertenecen a una categoría de polímeros reconocidos por su facilidad para ablandarse y moldearse repetidamente cuando se exponen a altas temperaturas. Estos materiales son ampliamente utilizados en

la industria del plástico debido a su versatilidad, resistencia, durabilidad y facilidad de procesamiento. Ejemplos comunes de este tipo de materiales incluyen el polietileno, el polipropileno, el policloruro de vinilo, el tereftalato de polietileno, el poliestireno, entre otros. Por lo general, estos polímeros no son completamente cristalinos, lo que les permite solidificarse y fundirse repetidamente según sea necesario, destacándose esta capacidad como una de sus características principales [8].

Este tipo de materiales juegan un papel crucial en la industria del plástico debido a la capacidad que poseen de adaptarse a varios tipos de aplicaciones. Su versatilidad permite su uso en la producción de una amplia gama de productos, como es el caso del poliestireno. Como nos recalca J. Melorose, si bien la técnica predominante para procesar poliestireno es la inyección, su excelente adaptabilidad permite emplear eficazmente otros métodos como el moldeo por soplado, el moldeo por vacío, el termoformado, la extrusión, la compresión y el maquinado. Convirtiéndolo en uno de los materiales con mayor demanda en la industria del plástico [9].

1.3 Moldes de soplado

1.3.1 Definición de molde

Un molde es un dispositivo el cual se utiliza para la fabricación de diferentes tipos de envases plásticos como botellas, recipientes y envases. Pueden estar contruidos de diferentes tipos de materiales, de los cuales se destacan el acero: debido a su durabilidad y resistencia al desgaste. Y el aluminio: por ser más ligeros y económicos en este material, son utilizados para envases de poco volumen. Las siguientes imágenes pertenecen a dos moldes de soplado, en la Figura 1 se muestra un molde para un galón fabricado en acero.



Figura 1. Molde de soplado en acero

En la Figura 2, se evidencia un molde para un envase tipo pomo, fabricado en aluminio, donde se observa la característica principal de este tipo de moldes. Son más pequeños y livianos que un molde en acero.



Figura 2. Molde de soplado en aluminio

1.3.2 *Cambio de molde*

Se denomina cambio de molde al proceso en el cual un molde es extraído de una máquina, ya sea sopladora o inyectora, con el fin de sustituirlo con otro diferente para realizar un nuevo proceso de producción, o porque su uso ha finalizado.

Hay ciertos aspectos que las empresas toman en cuenta para realizar estos procesos de cambio. Los más importantes a tener en cuenta son el uso de tiempo y recursos. Al realizar un cambio de molde se pierde tiempo en la sustitución y regulación del nuevo molde. Así como de materia prima al momento de producir

un lote piloto para realizar un control de calidad al nuevo envase o producto fabricado.

Es por eso que, siempre existe una planificación antes de realizar dicho cambio, lo ideal sería realizar este cambio la menor cantidad de veces que sea posible.

1.4 Proceso de moldeo por soplado

El modelo por soplado se describe como un proceso en el cual se elaboran piezas de plástico huecas mediante la aplicación de presión neumática [10].

Desde sus inicios en el siglo XIX, el soplado ha experimentado una notable evolución, tanto en términos de materiales como de tecnología. En la actualidad, los termoplásticos se han posicionado como el material principal para este proceso, mientras que la maquinaria asociada, desarrollada en conjunto con el grupo alemán Krupp Kautex, ha permitido un notable aumento en la producción y una reducción significativa de los costos. Kandt señala que el propósito de todos los procesos es fabricar productos de plástico con la mayor flexibilidad posible en cuanto al diseño geométrico [11].

En la investigación realizada por [12], se expresa que el desarrollo de la tecnología de fabricación de moldes para optimizar el proceso de moldeo por soplado es de gran interés, debido a que los moldes son los activos fijos más utilizados en plantas embotelladoras, y de ellos depende la calidad de los envases producidos. Su uso se ha convertido en un método fundamental en la producción de una amplia variedad de productos, desde botellas de bebidas hasta recipientes para productos químicos, envases para alimentos, juguetes y una diversidad de productos plásticos huecos.

La flexibilidad y eficiencia de este tipo de proceso lo han convertido en una opción preferida en numerosas industrias. La precisión en la forma y la capacidad de producción en masa son fundamentales en su éxito. Además, su habilidad para

adaptarse a diferentes tipos de plásticos y requisitos de diseño lo posiciona como una herramienta invaluable en la fabricación de una amplia gama de productos para diversos usos.

1.5 Tipos de moldeo por soplado

1.5.1 Moldeo por extrusión-soplado

Proceso por el cual un material termoplástico es semifundido hasta la formación de una manga tubular. La manga es el resultado de forzar al material a que pase entre una matriz y una varilla en su centro (macho y hembra), siendo la hembra quien da el grosor de la manga. Por último, la manga tubular es ingresada en un molde, el mismo se cierra herméticamente para el ingreso de aire comprimido. El cual expande por extrusión al material semifundido, de tal forma que adquiere la geometría interna que posea dicho molde [13]. La siguiente imagen permite visualizar de una mejor manera el funcionamiento interno en un proceso de extrusión-soplado:

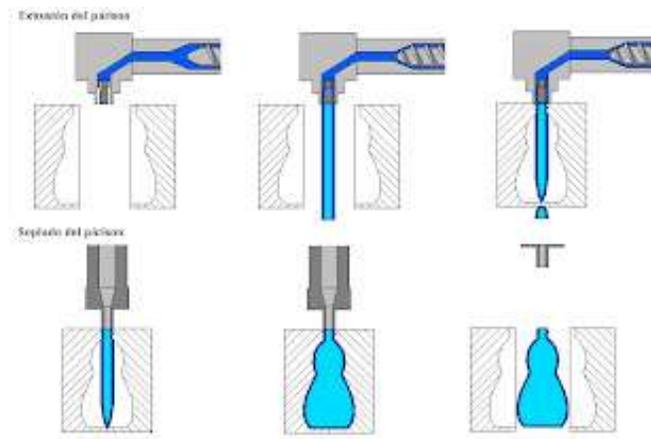


Figura 3. Proceso extrusión-soplado [13]

1.5.2 Moldeo por inyección-soplado

Este método se caracteriza por trabajar con un material similar a un tubo de ensayo denominado preforma, las cuales son obtenidas por un proceso de moldeo por inyección. Pueden tener diferentes colores, pesos y diámetros de boca. A

continuación, se presenta una imagen de un grupo de preformas a punto de ingresar a una máquina de soplado de PET:

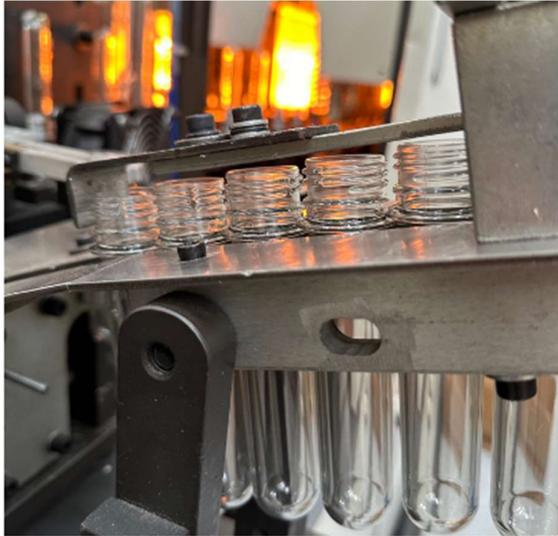


Figura 4. *Preformas transparentes*

El proceso de moldeo por inyección-soplado consiste en calentar la preforma mediante lámparas de calor y posteriormente es colocado en el molde del producto que se desee fabricar. Por último, se inyecta aire consiguiendo la expansión de la preforma a la forma interna del molde [14]. A continuación, se presenta una imagen donde se observa el funcionamiento interno de un proceso de inyección-soplado:

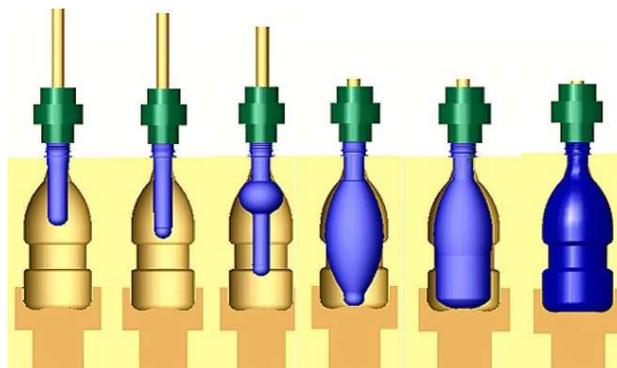


Figura 5. *Proceso inyección-soplado* [14]

1.5.3 Moldeo por coextrusión-soplado

Este tipo de moldeo se caracteriza para la elaboración de productos multicapa, esto se consigue mediante un proceso muy similar a la extrusión-soplado. La implementación de este proceso presenta varios beneficios manifiesta [14], de los cuales se incluyen los siguientes:

- Reducción de costos
- Combinación de propiedades ópticas de polímeros
- Obtención de diferentes niveles de permeabilidad

Se presenta a continuación una imagen que nos permite visualizar el funcionamiento de un proceso mediante coextrusión-soplado:

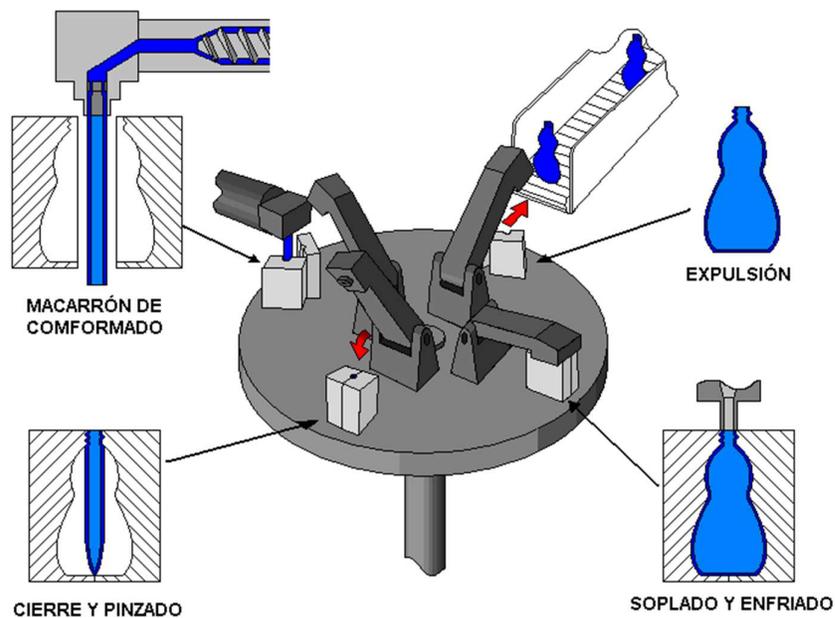


Figura 6. Proceso de coextrusión-soplado [13]

1.6 Elementos implicados en un cambio de molde

1.6.1 Materia prima

Como se ha mencionado anteriormente, existe una gran variedad de materiales denominados termoplásticos, denominados así ya que, al ser sometidos a un

calentamiento, se produce una fusión, y posteriormente un enfriamiento. Lo cual hace que el material se endurezca en un estado vítreo [15].

En la siguiente tabla se indica los materiales más utilizados por las empresas al efectuar procesos de moldeo mediante soplado, acompañado de una breve descripción:

Tabla 1. Plásticos termoestables más utilizados [8]

Código	Nombre	Descripción	Productos elaborados
	tereftalato de polietileno	Se caracteriza por su resistencia, su peso ligero y su transparencia. Se utiliza generalmente para la producción de botellas [15].	
	Polietileno de alta densidad	Este material es el polímero más simple atómicamente hablando, posee forma de gránulos, es de color blanquecino y es conocido por su alta relación resistencia-densidad.	
	Policloruro de vinilo	Material formado por macromoléculas llamadas monómeros que se alinean en largas cadenas mediante polimerización, creando así un nuevo material llamado polímero	
	Polietileno de baja densidad	Este tipo de material posee una estructura molecular menos densa y lineal, otorgándole una mayor flexibilidad comparado al HDPE	
	Polipropileno	A diferencia del polietileno, este material es más ligero y presenta mayor resistencia a temperaturas altas, materiales químicos y roturas. Sin embargo, es un material más rígido a comparación del polietileno, es decir, carece de flexibilidad.	

1.6.2 Manga

La manga, es el resultado de la materia prima fundida internamente en la máquina. Una vez que la materia prima llega a su punto de fusión, se conduce internamente por los conductos de la máquina hasta llegar a la tobera y salir al exterior. La siguiente imagen permite visualizar una manga compuesta de material semi fundido saliendo de la tobera:



Figura 7. *Manga saliendo al exterior*

1.6.3 Tobera

Se denomina tobera al par de piezas que internamente le dan el grosor a la manga. Se compone por dos piezas principales denominadas: Hembra y macho. Que en conjunto forman la tobera. A continuación, se presentan varias imágenes al respecto:



Figura 8. *Hembra*



Figura 9. Macho



Figura 10. Tobera (hembra y macho)

Además, una herramienta importante para la generación de envases con diferentes espesores es el párison, el cual es un método de programación que se utiliza con el fin de dar cierto nivel de grosor en zonas específicas de la manga. Internamente, esta programación hace que la hembra realice pequeños movimientos, lo que provoca que la manga gane o pierda espesor en los puntos que el operador decida. Generando así un envase con diferentes espesores en sus paredes.

1.6.4 Mandril

También conocido como soplador, es un dispositivo de acero, el cual ingresa por la parte superior de un molde en funcionamiento y, a través de él, se descarga aire a presión. Teniendo como resultado que la magna que se encuentra dentro del

molde, se expanda y tome la forma del mismo molde. En la siguiente fotografía se observa un mandril para la fabricación de un envase de PE de 2000 ml:



Figura 11. *Mandril*

1.7 Tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una metodología de la ingeniería industrial, orientada a mejorar la eficiencia de las empresas. Su principal objetivo es eliminar las operaciones que no agregan valor al proceso y esto a su vez, permite a las empresas maximizar su capacidad de producción, mejorar la calidad de sus productos y reducir los costos operativos [16].

Para un correcto desarrollo de un estudio de tiempos, se deben tomar en cuenta varios aspectos que influyen directamente en la veracidad de los resultados. Como nos indica [17] en su trabajo investigativo. Uno de los varios aspectos que puede influir en los resultados de un análisis de tiempos y movimientos es el área de trabajo actual. Ya que, al no contar con un buen entorno, con herramientas y el correspondiente equipo de trabajo, pueden contribuir negativamente a la eficiencia. Otro aspecto que recalca es el desempeño de los trabajadores, debido a que este es utilizado para ajustar los tiempos estándar a las actividades. Entonces,

si un trabajador no tiene un buen desempeño, ya sea de forma intencionada o no, termina por afectar a los resultados del análisis.

En caso de detectarse un mal desempeño de algún trabajador, es importante realizar el seguimiento respectivo de las posibles causas del mismo. En la investigación realizada por Arteaga [18], nos comenta que una de las causas del bajo desempeño de algunos trabajadores ocurre debido a que no se encuentran correctamente capacitados para la realización de sus funciones. Es de suma importancia que el personal implicado directa e indirectamente domine la técnica del proceso en donde se aplicará el estudio. Caso contrario, el estudio podría no generar el impacto esperado.

En base a la información anterior, si se realiza de manera correcta, un estudio de tiempos y movimientos se ha convertido en una metodología enfocada hacia la mejora de los procesos en diversas industrias, incluida la industria del plástico. Al aplicar un estudio de tiempos y movimientos en la producción de productos a base de materiales termoplásticos mediante procesos de moldeo por soplado, se pueden identificar oportunidades para optimizar la eficiencia y reducir cuellos de botella.

Existen varias herramientas para efectuar el análisis, en este caso se optó por realizarlo mediante un diagrama bimanual.

1.8 Herramienta de análisis: diagrama bimanual

El diagrama bimanual se enfoca en el registro de tiempos y movimientos del operario, utilizado para estudiar la secuencia de operaciones durante una tarea específica. Orozco [19], en su investigación, se centró en analizar tiempos para optimizar el proceso de producción de yogur en la empresa Nutrición y Vida S.A. El autor menciona que el proceso era empírico, con un gran desperdicio de recursos y varios tiempos muertos. Tras el estudio, concluyó que la fermentación láctica es el proceso que más ralentiza la línea de producción, limitando la capacidad de la empresa a 99 unidades por día. Así, utilizando el diagrama

bimanual para el análisis de movimientos, se identificaron y eliminaron un total de 11 movimientos ineficientes.

Por otro lado, es importante considerar que existe la posibilidad de encontrar procesos ineficientes que no puedan ser eliminados u optimizados, debido a que son necesarios para el proceso general de producción.

Es así que, en el trabajo investigativo perteneciente a Carrasco [20], se realizó un estudio similar, con el fin de incrementar la producción de cuero escolar en la empresa Cabaro CIA. LTDA. Uno de los resultados fue la identificación de un proceso ineficiente que no podía ser eliminado, ya que los movimientos realizados por los operadores eran más efectivos que inefectivos y, al tratarse de movimientos necesarios, se descartó la posibilidad de eliminarlos. El autor propone, como solución a este problema, optimizar las actividades de producción para eliminar movimientos repetitivos y reducir el esfuerzo físico, agilizando así el trabajo.

Ante estos puntos de vista, en la presente investigación se ha observado que un proceso de cambio de molde implica ciertos movimientos repetitivos. El tiempo del proceso puede aumentar o disminuir según el tipo de producto que se vaya a fabricar, el tipo de material y el tiempo de regulación de la máquina por parte del operador. Por esta razón, se realizó un diagrama bimanual para el análisis de tiempos y movimientos, ya que proporciona una representación visual detallada de cómo interactúan y se coordinan las diversas extremidades involucradas desde el inicio del proceso hasta la conclusión de este. Al desglosar cada paso en operaciones individuales, el diagrama bimanual permite a los analistas identificar oportunidades de optimización, eliminar movimientos redundantes y diseñar métodos de trabajo más eficientes [21].

1.9 Elementos de un diagrama bimanual

Un diagrama bimanual se encuentra compuesto por varios elementos principales, a continuación, en la Figura 12, se presenta un ejemplo de un diagrama bimanual

implementado en un proceso de lavandería, y una pequeña descripción por cada elemento señalado:

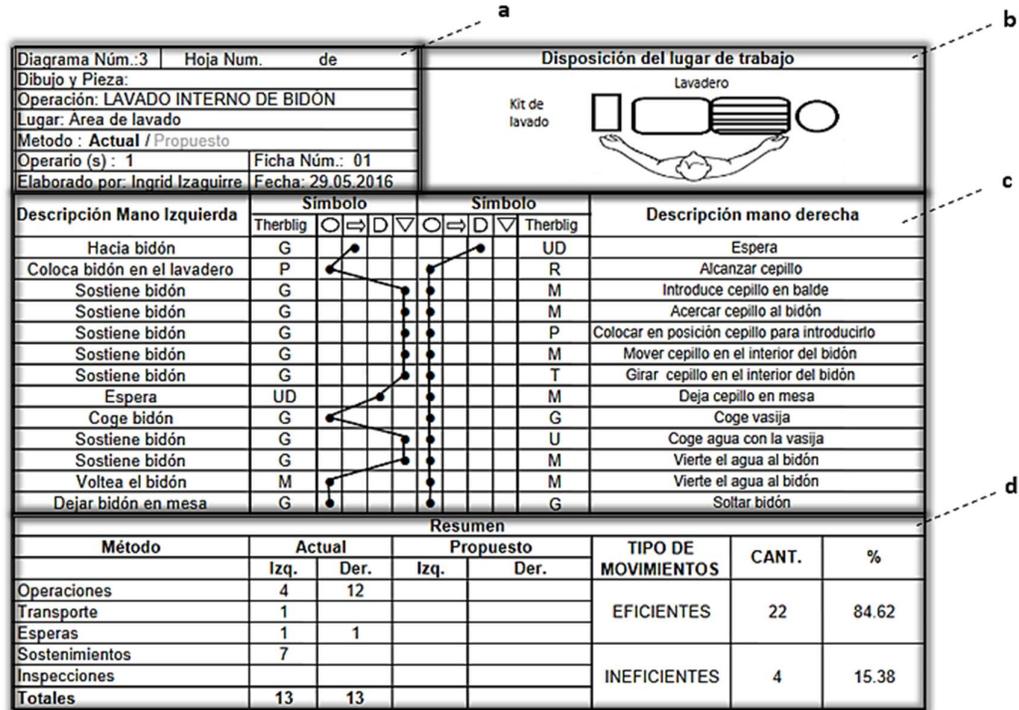


Figura 12. Diagrama bimanual [22]

- a) **Área de descripción:** En este apartado se encuentran datos generales del análisis, tales como fecha de elaboración, área en la cual se elaboró el estudio, número de operadores en el área, autor del análisis, etc.
- b) **Disposición del lugar de trabajo:** Imagen de referencia en donde se observa cómo se ubica el trabajador en el área de trabajo analizada.
- c) **Área de operaciones:** Se detallan todos los movimientos que realiza cada extremidad. Además, se utilizan símbolos para describir el tipo de proceso que representa cada uno de los movimientos detallados. Estos procesos pueden ser de operación, transporte, demora o sostenimiento.
- d) **Área de resumen:** En este apartado se expone un resumen general del análisis. Se observa un conteo de cada tipo de movimiento (operación,

transporte, demora o almacenamiento) registrado por extremidad, así como el número de movimientos eficientes e ineficientes encontrados, con su respectivo equivalente porcentual.

Como se observó en la Figura 12, para el desarrollo de un diagrama bimanual se utilizan tiempos de proceso. Estos tiempos se obtuvieron en función del tiempo observado, tiempo normal y tiempo estándar.

1.9.1 Tiempo observado

El tiempo observado se refiere al tiempo real medido mediante la inspección directa durante la ejecución de una labor o proceso. Este se obtiene registrando el tiempo que realmente le toma a un trabajador completar una actividad bajo las circunstancias específicas en las que se lleva a cabo la labor. Es importante mencionar que, el tiempo observado constituye la base para realizar análisis posteriores [23].

1.9.2 Tiempo normal

Se refiere al tiempo promedio observado, obtenido durante el muestreo, y luego multiplicado por su respectivo factor de valoración [23].

$$TN = TMO * \left(\frac{VRT}{100}\right)$$

Siendo:

- **TN:** Tiempo normal
- **TMO:** Tiempo medio observado
- **VRT:** Valor de ritmo de trabajo

Se utilizarán los siguientes criterios de evaluación para calificar el VRT de cada proceso de cambio de moldes según la normativa británica, los cuales se encuentran expuestos en la Tabla 2:

Tabla 2. Valoración RT [24]

PARÁMETROS	CALIFICACIÓN
Rápido	120
Veloz	115
Eficiente	110
Aceptable	105
Habitual	100
Algo lento	95
Lento	90
Bastante lento	85
Inadecuado	80

1.9.3 Tiempo estándar

El tiempo estándar, para una operación específica, representa la duración necesaria en la que un trabajador que desempeñe sus actividades a un ritmo habitual complete dicha operación. Para mejorar la precisión del tiempo estándar, se utiliza el tiempo estándar ajustado, el cual considera la eficiencia y la utilización en el proceso de realización de la tarea [23].

$$TE = TN * (1 + S)$$

Siendo:

- **TE:** Tiempo estandar
- **TN:** Tiempo normal
- **S:** Suplementos

Los suplementos valores añadidos al tiempo normal con el fin de compensar el tiempo que se pierde debido a demoras inevitables del operador o por circunstancias significativas durante el proceso de cambio de moldes que no pueden ser eliminadas. De este modo, el consiguiendo que el tiempo estándar sea realista y fácil de alcanzar para los trabajadores [24].

Para la evaluación del operario, se utilizó la siguiente Tabla 3, en la cual se expone los criterios de valoración enfocados en diversos factores del ambiente laboral.

Es importante destacar que los valores presentados corresponden a los adicionales considerados para evaluar a operadores de sexo masculino, dado que en el desarrollo del presente estudio participaron exclusivamente operadores de este género en el proceso de cambio de moldes.

Tabla 3. Suplementos TE [24]

Denominación	Valor
1. S. constantes	
A. Adicional por urgencias individuales	5
B. Adicional por cansancio	4
2. S. variables	
A. Adicional por actividad realizada de pie	2
B. Adicional por mala postura del operario	
Sutilmente molesta	0
Molesta	2
Bastante molesta	7
C. Adicional por esfuerzo empleado por operario	
Carga levantada	
2,5 kilogramos	0
5 kilogramos	1
10 kilogramos	3
25 kilogramos	9
35,5 kilogramos	22
D. Iluminación deficiente	
Levemente deficiente	0
Deficiente	2
Muy deficiente	5
E. Condición atmosférica (índice Kata)	
12 a 16	0
10	3
8	10
6	21
5	31
4	45
2	100
F. Intensidad de concentración	
Actividades que ameriten bajo nivel de concentración	0
Actividades que ameriten medio nivel de concentración	2
Actividades que ameriten alto nivel de concentración	5
G. Contaminación auditiva	
Permanente	0
Discontinuo e intenso	2
Discontinuo y fuerte	5
Permanente y fuerte	5
H. Carga psicológica	
Actividad compleja de realizar	1

Actividad compleja con atención dividida en más tareas	4
Actividad extremadamente compleja	8
I. Actividades rutinarias	
Tarea repetitiva	0
Tarea bastante repetitiva	1
Tarea extremadamente repetitiva	4
J. Aburrimiento	
Actividad algo aburrido de desarrollar	0
Actividad bastante aburrida de desarrollar	2
Actividad extremadamente aburrida de desarrollar	5

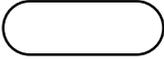
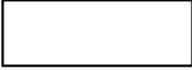
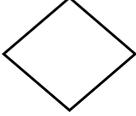
CAPITULO II

OBTENCIÓN DE TIEMPOS

2.1 Descripción del proceso

Se utilizó un esquema de flujo para visualizar el procedimiento de cambio de moldes. Según Meire [25], este tipo de esquema, también conocido como flujograma, es una herramienta gráfica que ilustra la secuencia de las actividades de un determinado proceso utilizando símbolos específicos. En este caso, se empleó la simbología ANSI para desarrollar el esquema de flujo. En la Tabla 4, se describe los símbolos empleados para el desarrollo del diagrama de flujo, acompañado de una breve descripción de cada uno de ellos:

Tabla 4. Simbología ANSI [26]

Símbolos	Descripción
	Límite: indica el inicio o fin del proceso.
	Operación: se utiliza para describir una actividad en el proceso
	Decisión: indica que en determinado punto del proceso se deberá tomar una decisión
	Dirección: las flechas muestran la dirección y orden del flujo de actividades

Para elaborar el esquema de flujo, se dividió el procedimiento general para realizar un cambio de molde en tres secciones principales. Esto permitió agrupar cada actividad presente en dicho proceso, facilitando así su comprensión y la obtención de tiempos por actividad y por sección para su posterior análisis. Las secciones identificadas son: limpieza, montaje y ajuste, las cuales se encuentran detalladas a continuación:

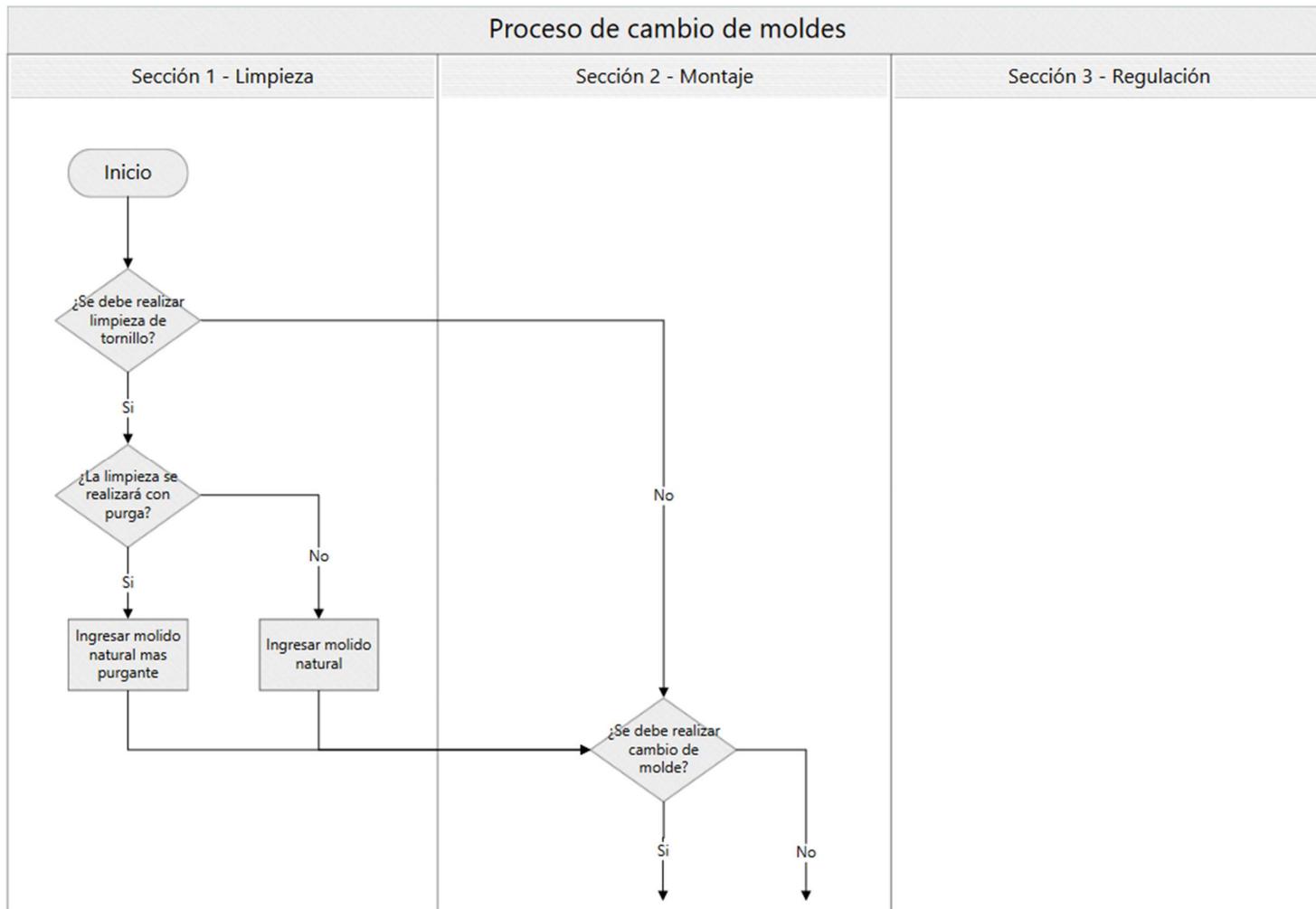


Figura 13 (a). *Flujograma del proceso de cambio de moldes*

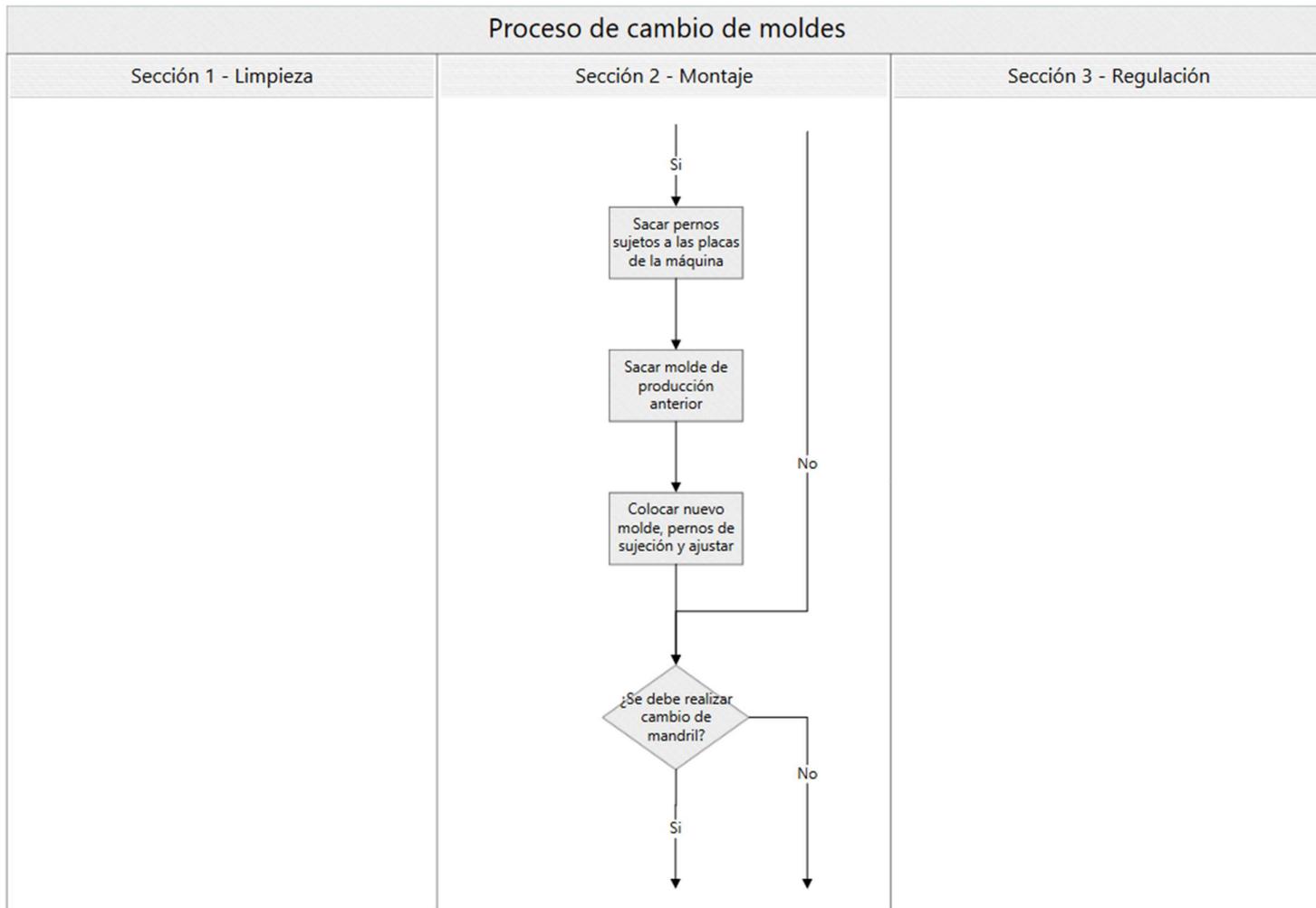


Figura 13 (b). Flujograma del proceso de cambio de moldes

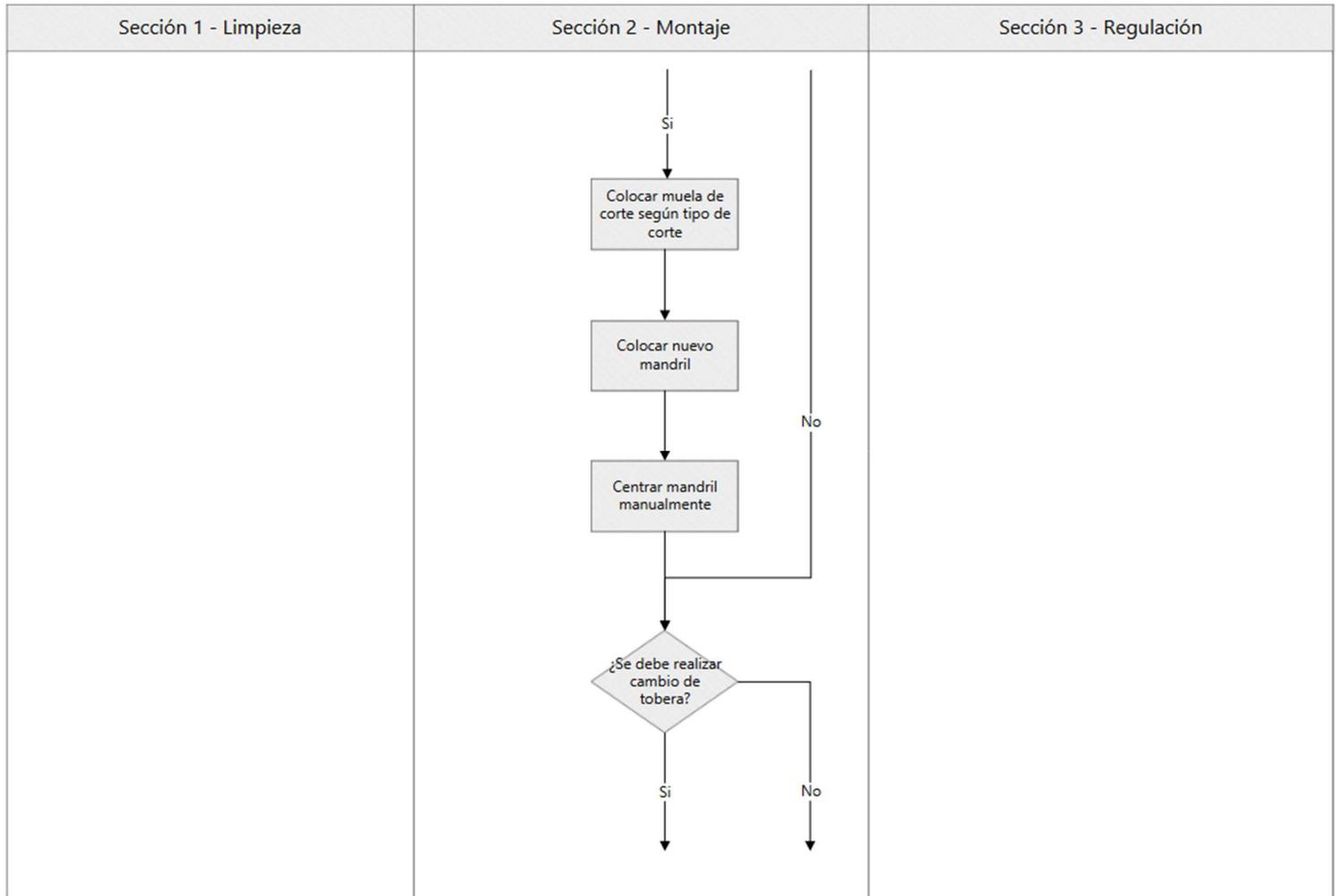


Figura 13 (c). *Flujograma del proceso de cambio de moldes*

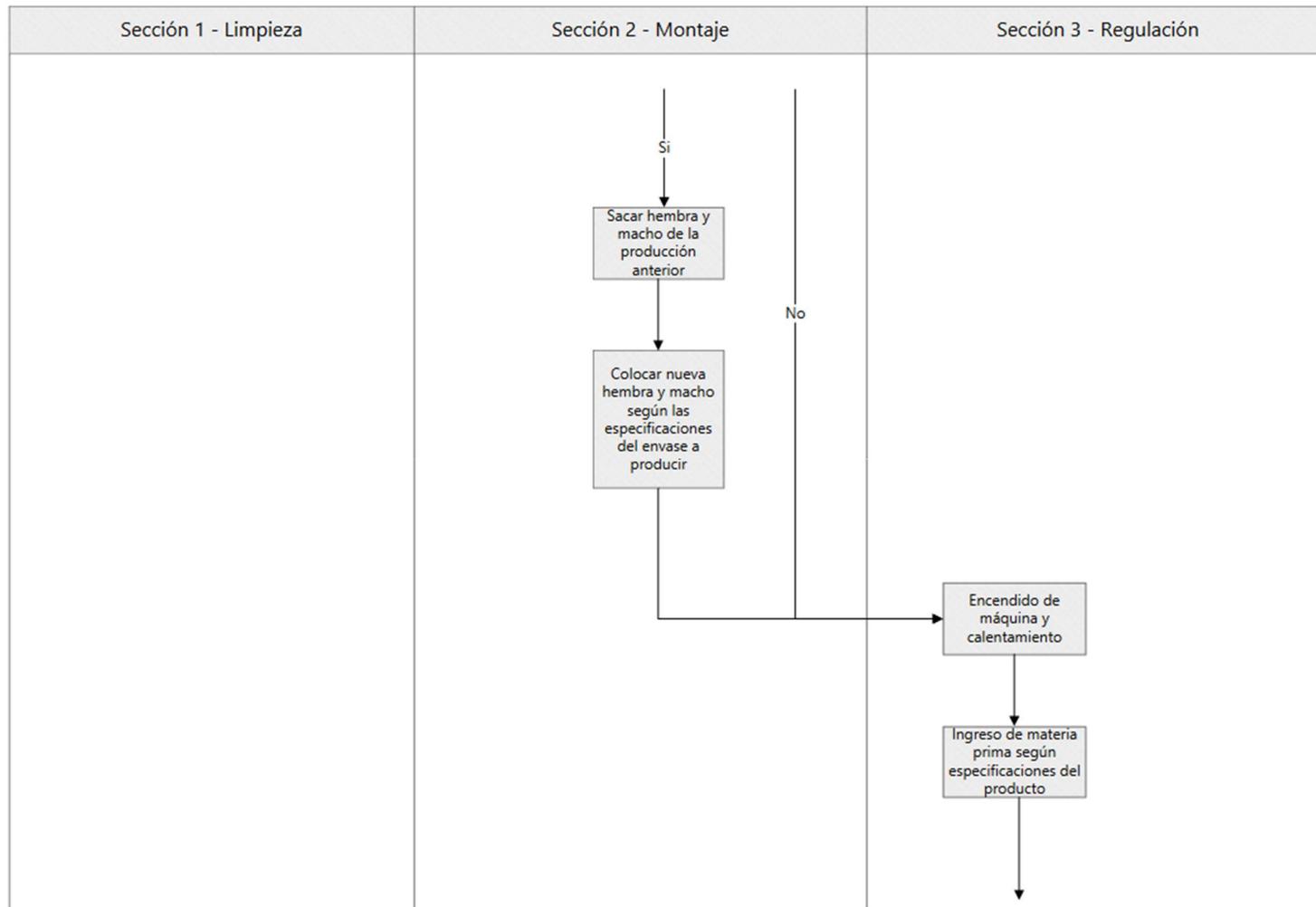


Figura 13 (d). *Flujograma del proceso de cambio de moldes*

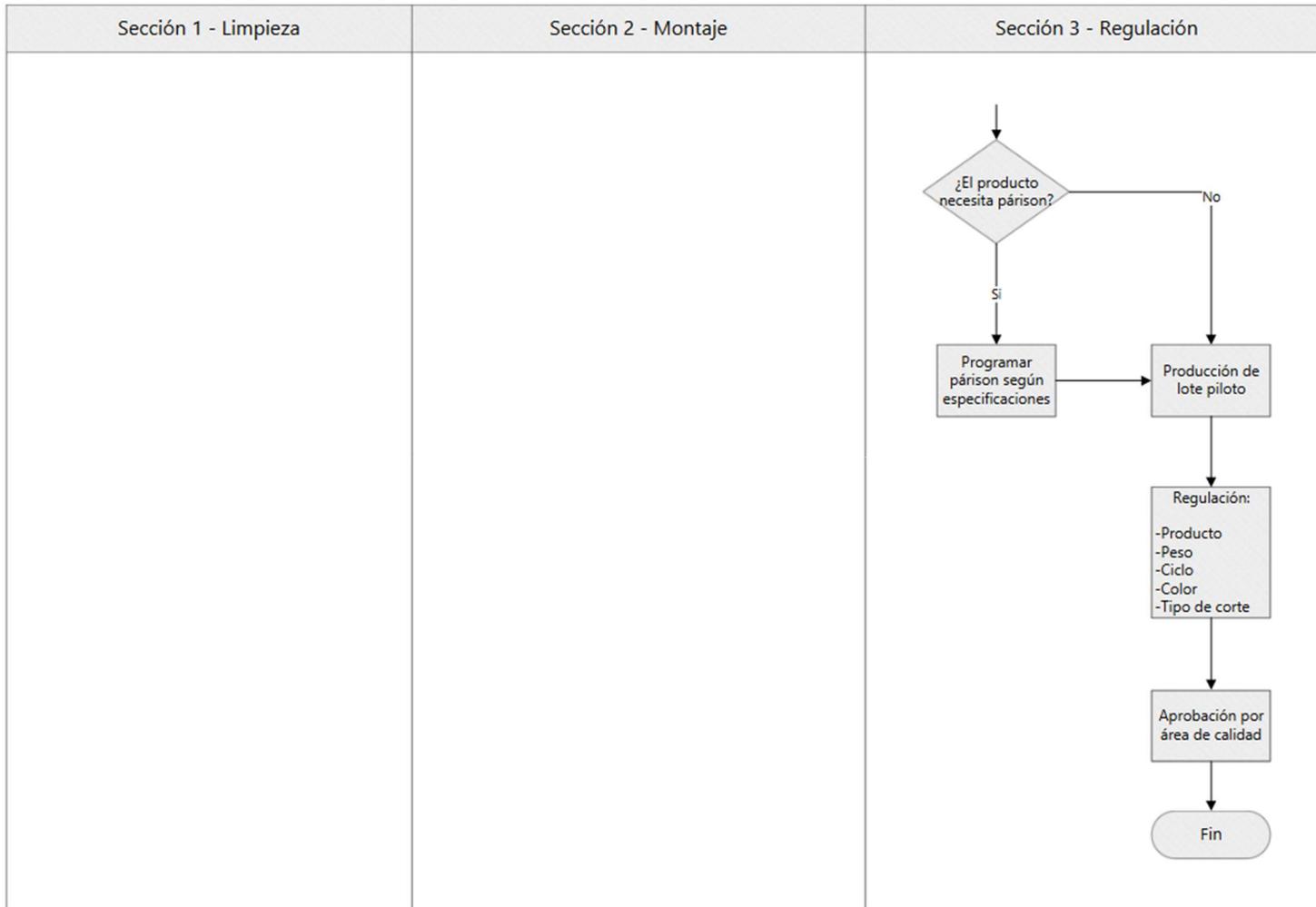


Figura 13 (e). *Flujograma del proceso de cambio de moldes*

A continuación, se detalla las actividades de cada proceso según la Figura 13:

Sección 1: Limpieza

1. Efectuar limpieza de tornillo. En este apartado tener en cuenta si es necesario añadir purgante o si únicamente se requiere utilizar molido natural.

Sección 2: Montaje

2. Si es necesario, realizar el montaje del nuevo molde. Para ello se debe aflojar los pernos sujetos a las placas de la máquina, extraer el molde de la producción anterior, montar el nuevo molde que se utilizará y empernarlo a las placas.
3. En caso de ser necesario, realizar cambio de mandril. Para ello, se debe identificar si la muela de corte es de forma directa o indirecta. Extraemos el mandril anterior, colocamos el nuevo mandril y finalmente, se realiza un centrado manual del porta mandril.
4. En caso de ser necesario, realizar cambio de tobera. Se deberá extraer el macho y la hembra de la producción anterior y colocar nuevo conjunto según las especificaciones del producto por fabricar.

Sección 3: Regulación

5. Encender máquina para su calentamiento.
6. Ingresar materia prima para producir un lote piloto.
7. Regulación de peso neto, ciclo, color y estética del envase.
8. Aprobación de envase por parte calidad.
9. Arranque de producción.

2.2 Tiempo observado del proceso de cambio de moldes

Para la medición de tiempos, se segmentó el proceso general de cambio de moldes en tres secciones principales: limpieza, montaje y regulación. Cada una de las secciones cuenta con su propio diagrama bimanual, a excepción de la sección montaje, que cuenta con tres diagramas destinados para: el montaje de molde, cambio de tobera y cambio de mandril respectivamente. Esta división posibilitó una evaluación más detallada y específica de cada etapa. Lo que facilita un análisis más exhaustivo, la identificación de posibles cuellos de botella, procesos innecesarios o tiempos prolongados.

A pesar de la importancia y utilidad de la toma de tiempos, este proceso presenta ciertas desventajas que pueden afectar la precisión de los datos obtenidos. Una de las principales desventajas es la influencia que la presencia del observador puede tener sobre el comportamiento del operador.

Cuando los operadores son conscientes de que están siendo observados, pueden alterar su comportamiento de manera significativa. En algunos casos, los operadores pueden esforzarse por trabajar más rápido de lo habitual, con el objetivo de mostrar una mayor eficiencia. Esta aceleración no refleja necesariamente su desempeño habitual y puede llevar a resultados no tan acertados. Por otro lado, la presión que puede sentir el operador por el hecho de sentirse observado puede llegar a generar estrés, haciendo que trabajen de una manera menos eficiente, lo que también distorsiona los datos y no representa fielmente su desempeño cotidiano.

De igual manera, la presencia del observador puede crear un ambiente artificial que no refleja las condiciones normales de trabajo. Los operadores pueden sentirse incómodos o distraídos, lo que afecta su rendimiento y, en consecuencia, la precisión de las mediciones registradas en los diagramas bimanuales. Este efecto, conocido como el efecto Hawthorne, se refiere a la tendencia de los voluntarios

en un estudio a modificar su comportamiento debido a la atención que reciben de los investigadores [27].

Para minimizar las desventajas generadas por el efecto Hawthorne en la toma de tiempos, se pueden implementar varias estrategias. Por ejemplo: llevar a cabo múltiples mediciones en diferentes momentos y condiciones operativas, utilizar técnicas de observación no intrusivas. Además, es esencial explicar claramente el propósito de las mediciones a los operadores y asegurarles que los datos recolectados se utilizan únicamente para mejorar los procesos y no para evaluaciones individuales. Esto ayuda a fomentar un ambiente de confianza y colaboración, donde los operadores se sientan cómodos y motivados para participar activamente en las mediciones, entre otros.

Por lo tanto, para el presente trabajo de investigación, se realizaron varias mediciones en diferentes procesos de cambio de moldes, para tres tipos diferentes de productos. Estas mediciones se realizaron en turnos diferentes con el fin de obtener una mayor veracidad en la obtención de datos ya que se logra captar una gama más amplia de condiciones operativas.

Cabe destacar que los productos seleccionados poseen una gran demanda por parte de los principales clientes, lo que hace que los moldes para su fabricación se utilicen con frecuencia. En la Tabla 5, se indica los productos seleccionados acompañado de una fotografía y una breve observación.

Tabla 5. *Productos seleccionados para el análisis*

Producto	Imagen	Observación
PQ 1000 ml blanco 100 gr		Promedio mensual de envases producidos: 30000 unidades. Este es un producto propio de la empresa.
Galón Cilíndrico 105 gr		Producto propio de la empresa, cuenta con una gran demanda por parte de varios clientes. Promedio mensual de envases producidos: 65000 unidades.
Envase Planche Fácil 600 ml PE		Molde perteneciente a uno de los principales clientes de la empresa. Promedio mensual de envases producidos: 35000 unidades.

A continuación, se presentan tres tablas que muestran el promedio de los tiempos de observación, derivados de varias mediciones realizadas durante los procesos de cambio de molde para cada uno de los productos previamente mencionados. Los tiempos de cada medición realizada, se pueden corroborar en los diagramas bimanuales que se encuentran en el ANEXO 1.

Tabla 6. *Tiempo promedio observado PQ 1000 ml*

Descripción	Mediciones			Tiempo promedio por secciones	
	(s)	(s)	(s)	(s)	(h)
Sección 1 - Limpieza	1356,55	1414,3	1409,55	1393,47	0,39
Sección 2 - Montaje molde	614,866	646,466	628,48	629,94	0,17
Sección 2 - Cambio de mandril	926,03	934,23	925,83	928,70	0,26
Sección 2 - Cambio de tobera	968,49	992,19	978,19	979,62	0,27
Sección 3 - Regulación	1365	1283,55	1376	1341,52	0,37
TIEMPO PROM. GENERAL				5273,24	1,46

Tabla 7. *Tiempo promedio observado Galón Cilíndrico 105 gr*

Descripción	Mediciones			Tiempo promedio por secciones	
	(s)	(s)	(s)	(s)	(h)
Sección 1 - Limpieza	851,2	871	923,5	881,90	0,24
Sección 2 - Montaje molde	1274	942,9	1529,54	1248,81	0,35
Sección 2 - Cambio de mandril	480,6	479,3	485,8	481,90	0,13
Sección 2 - Cambio de tobera	892,3	884,56	907,36	894,74	0,25
Sección 3 - Regulación	1662,01	1330,9	1523,5	1505,47	0,42
TIEMPO PROM. GENERAL				5012,82	1,39

Tabla 8. *Tiempo promedio observado Planche Fácil 600 ml PE*

Descripción	Mediciones			Tiempo promedio por secciones	
	(s)	(s)	(s)	(s)	(h)
Sección 1 - Limpieza	1131,07	1374	2668,43	1724,50	0,48
Sección 2 - Montaje molde	955,26	1354,86	1703,41	1337,84	0,37
Sección 2 - Cambio de mandril	1131,31	541,5	529,82	734,21	0,20
Sección 2 - Cambio de tobera	918,9	1704,05	867,31	1163,42	0,32
Sección 3 - Regulación	2040,82	1216,57	1655,42	1637,60	0,45
TIEMPO PROM. GENERAL				6597,58	1,83

Estas mediciones se llevaron a cabo meticulosamente para asegurar la precisión y confiabilidad de los datos. Cada tabla proporciona una visión detallada del tiempo requerido para los cambios de molde. En la Tabla 6, se observa que el tiempo total para el cambio de molde del producto PQ 1000 ml blanco 100 gr fue de 1,46 horas. La Tabla 7 muestra que el tiempo total para el cambio de molde del producto

Galón Cilíndrico 105 gr fue de 1,39 horas. En la Tabla 8, se indica que el tiempo total para el cambio de molde del producto Planche Fácil 600 ml PE fue de 1,83 horas. Estos datos permiten una mejor comprensión y análisis de la eficiencia en la producción de los diferentes productos.

2.3 Cálculo del tiempo normal

Para calcular el tiempo normal por producto, partimos del promedio de los tiempos observados expuestos en las tablas anteriores.

2.3.1 Tiempo normal: Envase PQ 1000 ml 100 gr.

Tabla 9. Tiempo normal PQ 1000 ml

Descripción	Tiempo promedio	VRT	Tiempo Normal Calculado
Sección 1 - Limpieza	1393,4667	115	1602,4867
Sección 2 - Montaje molde	629,9373	95	598,4405
Sección 2 - Cambio de mandril	928,6967	110	1021,5663
Sección 2 - Cambio de tobera	979,6233	95	930,6422
Sección 3 - Regulación	1341,5167	90	1207,3650
TOTAL (s)			5273,2407
TOTAL (h)			1,4648

Como se observa en la Tabla 9, cada sección cuenta con un criterio de evaluación individual debido a que cada sección tiene varios factores que influyen en el tiempo final del proceso para cada sección.

En la sección 1 – limpieza, se calificó con un ritmo de trabajo rápido porque se consideró que el tiempo implementado fue menor al que normalmente trabajan.

En la sección 2 – montaje de molde, se calificó regular, debido a que existieron tiempos muertos de espera por molde.

En la sección 2 – cambio de mandril, se calificó como óptimo ya que el ritmo de trabajo superó las expectativas.

En la sección 2 – cambio de tobera, se calificó como regular ya que el ritmo de trabajo no fue superior al que normalmente trabajan.

En la sección 3 – regulación, se calificó como lento ya que los procesos externos como control de calidad y tiempo por paso de material ralentizan el proceso.

2.3.2 *Tiempo normal: Galón Cilíndrico 105 gr*

Tabla 10. *Tiempo normal Galón Cilíndrico 105 gr*

Descripción	Tiempo promedio	VRT	Tiempo Normal Calculado
Sección 1 - Limpieza	881,9000	115	1014,1850
Sección 2 - Montaje molde	1248,8133	95	1186,3727
Sección 2 - Cambio de mandril	481,9000	110	530,0900
Sección 2 - Cambio de tobera	894,7400	95	850,0030
Sección 3 - Regulación	1505,4700	90	1354,9230
		TOTAL (s)	4935,5737
		TOTAL (h)	1,3710

Para la valoración de los ritmos de trabajo pertenecientes a este producto, se consideró lo siguiente:

En la sección 1 – limpieza, se calificó con un ritmo de trabajo rápido porque se consideró que el operador trabajó eficientemente.

En la sección 2 – montaje de molde, se calificó regular, debido a tiempos muertos de espera por herramientas de trabajo y molde.

En la sección 2 – cambio de mandril, se calificó como óptimo ya que el ritmo de trabajo superó las expectativas.

En la sección 2 – cambio de tobera, se calificó como regular ya que se registraban tiempos de limpieza de machos y hembras extensos debido a que el material cuando se seca tiende a endurecerse.

En la sección 3 – regulación, se calificó como lento ya que los procesos externos como control de calidad y tiempo por paso de material ralentizan el proceso.

2.3.3 *Tiempo normal: Envase Planche Fácil 600 ml PE*

Tabla 11. *Tiempo normal Planche Fácil 600 ml PE*

Descripción	Tiempo promedio	VRT	Tiempo Normal Calculado
Sección 1 - Limpieza	1724,5000	85	1465,8250
Sección 2 - Montaje molde	1337,8433	95	1270,9512
Sección 2 - Cambio de mandril	734,2100	100	734,2100
Sección 2 - Cambio de tobera	1163,4200	95	1105,2490
Sección 3 - Regulación	1637,6033	85	1391,9628
TOTAL (s)			5968,1980
TOTAL (h)			1,6578

Para la valoración de los ritmos de trabajo pertenecientes a este producto, se consideró lo siguiente:

En la sección 1 – limpieza, se calificó con un ritmo de trabajo “muy lento” debido a que existía demasiados tiempos muertos que necesitan ser eliminados.

En la sección 2 – montaje de molde, se calificó regular, debido a tiempos muertos de espera registrados.

En la sección 2 – cambio de mandril, se calificó como normal debido a que no se registraron tiempos de espera, pero el rendimiento del operador no fue excepcional.

En la sección 2 – cambio de tobera, se calificó como regular, ya que se registraban tiempos por espera de herramientas y toberas.

En la sección 3 – regulación, se calificó como muy lento, ya que los procesos externos como control de calidad y tiempo por paso de material ralentizan el proceso.

Como se observó en las tablas presentadas anteriormente, el tiempo medio para realizar un cambio de molde en el envase PQ 100 ml fue de 5273,24 segundos. Para el envase Galón 105 gr, el tiempo medio fue de 4935,57 segundos. Finalmente, para el envase Planche Fácil 600 ml PE, el tiempo medio fue de 5968,19 segundos, siendo este último el que, por lo general, requiere más tiempo para la realización de un cambio de molde.

2.4 Obtención del estándar de tiempo de operación

Para establecer el tiempo de operación estándar por producto, comenzamos con los tiempos normales derivados del promedio de los tiempos observados. Además, se consideraron los siguientes suplementos, ya que son relevantes durante la realización de un cambio de molde.

- **Trabajo de Pie:** Se le otorgó una puntuación de 2, debido a que el operador lleva a cabo el proceso de cambio de moldes estando de pie.
- **Fuerza de energía muscular:** Se le calificó con una nota de 9 para el envase PQ y Planche Fácil, mientras que para el envase de galón la nota es 22, dado que el molde para este tipo de envase es mucho más grande que los otros, lo que genera un esfuerzo adicional para el operador.
- **Ruido:** Se calificó con un 2, debido a que hay ruido continuo y permanente, pero con los respectivos EPP se logra minimizar estos ruidos.

- **Tensión mental:** Se le dio una nota de 4, ya que el proceso de cambio de moldes debe realizarse sin errores, lo que amerita concentración.
- **Monotonía:** Se calificó con 2 puntos, porque el trabajo tiende a volverse monótono con el tiempo

Tabla 12. *Tiempos estándar calculados*

Producto	Tiempo Normal (s)	Suplementos TE	Tiempo estándar calculado (s)	Tiempo estándar calculado (h)
PQ 100 gr	5273,24	18	6222,42	1,73
Galón cilíndrico	4935,57	31	6465,60	1,80
Planche Fácil 600 ml	5968,20	18	7042,47	1,96

En la Tabla 12, se observa que el tiempo estándar para realizar un cambio de molde en el envase PQ 100 gr es de 6222,42 segundos. Para el envase Galón cilíndrico, el tiempo estándar es de 6465,60 segundos. En el caso del envase Planche Fácil 600 ml PE, el tiempo estándar es de 7042,47 segundos, siendo este último el que requiere más tiempo para completar un cambio de molde.

En resumen, los tiempos registrados en la Tabla 12 reflejan la lentitud de los procesos actualmente manejados en la empresa. Además, según reportes de operadores y jefes de turno, las secciones 1 (limpieza) y 3 (regulación) suelen requerir más tiempo para completar sus actividades. Ante estos puntos de vista, se llevará a cabo un análisis de las posibles problemáticas presentes en estas secciones, con el objetivo de desarrollar una propuesta centrada en optimizar los tiempos de ejecución de actividades en cada una de ellas. Y de este modo, reducir el tiempo total de cambio de molde.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene como finalidad analizar los resultados obtenidos en relación con los tiempos registrados durante las mediciones realizadas en los procesos de cambios de molde en una línea de fabricación de envases mediante soplado de materiales termoplásticos. Se evaluarán las distintas secciones del proceso, se identificarán los problemas y se propondrán mejoras utilizando herramientas de mejora continua. Finalmente, se presentará una propuesta de mejora sólida y viable para la empresa.

3.1 Análisis de tiempos obtenidos

3.1.1 Comparativa de tiempos entre secciones

En la siguiente Tabla 13, se presentan los tiempos estándar de cambio de molde para cada producto. Además, se muestra la equivalencia porcentual de cada tiempo registrado por sección:

Tabla 13. Resumen de tiempos y porcentajes por sección

PROCESO	PRODUCTOS					
	PQ 100 GR	(%)	GALÓN 105 GR	(%)	PLANCHE FÁCIL 600	(%)
Sección 1 - Limpieza	1602,49	29,89%	1014,19	20,55%	1465,83	24,56%
Sección 2 - Montaje molde	598,44	11,16%	1186,37	24,04%	1270,95	21,30%
Sección 2 - Cambio de mandril	1021,57	19,06%	530,09	10,74%	734,21	12,30%
Sección 2 - Cambio de tobera	930,64	17,36%	850,00	17,22%	1105,25	18,52%
Sección 3 - Regulación	1207,37	22,52%	1354,92	27,45%	1391,96	23,32%
TOTAL	5360,50	100,00%	4935,57	100,00%	5968,20	100,00%

Como se indica en la Tabla 13, para el Producto PQ 100 gr las secciones con más tiempo de procesamiento son la 1 (limpieza) y la 3 (regulación). Para el Galón cilíndrico de 105 gr, las secciones con mayor tiempo de procesamiento son la 2

(montaje molde) y 3(regulación). Y para el envase Planche Fácil, las secciones son la 1 (limpieza) y la 3(regulación).

Gracias a la comparativa realizada con los tiempos obtenidos en las mediciones, se ha determinado que las secciones 1 (limpieza) y 3 (regulación) presentan los tiempos de procesamiento más prolongados. Esta observación coincide con los informes proporcionados por los operadores y jefes de turno, quienes han señalado demoras significativas al realizar actividades en estas áreas específicas.

A continuación, se llevará a cabo un análisis detallado de estas secciones para identificar las causas de los tiempos prolongados. Para este análisis, se utilizaron diagramas de Ishikawa y se aplicó la metodología de las 6M (Materiales, Mano de obra, Métodos, Maquinaria, Medio ambiente y Medición). Esta metodología permitirá una revisión completa y estructurada de los factores que contribuyen a las demoras, facilitando la implementación de mejoras para optimizar el proceso.

3.2 Diagrama causa efecto

El diagrama causa efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, es una herramienta fundamental en la gestión de calidad y resolución de problemas. Este diagrama facilita la identificación de las causas raíz de un problema al analizar sistemáticamente cada factor involucrado en un proceso [28].

La metodología implementada en el diagrama de Ishikawa será la de las 6M, el método de construcción más común del diagrama. Este enfoque consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera integral todo proceso, y cada uno contribuye a la variabilidad y la calidad final del producto o servicio. En la siguiente Tabla 14 se detalla a que hace referencia cada una de estas ramas:

Tabla 14. Análisis de los componentes del método de las 6 Ms

Nombre	Características
Métodos	Procedimientos, prácticas y políticas que se siguen para llevar a cabo el trabajo.
Mano de obra	Involucra al personal que realiza las tareas, su capacitación, habilidades y experiencia.
Materiales	Se refiere a los insumos y materias primas utilizados en el proceso, así como su calidad y disponibilidad.
Maquinaria	Se centra en el equipo y las herramientas empleadas, incluyendo su estado, mantenimiento y adecuación para la tarea.
Medición	Examina los sistemas y técnicas utilizadas para medir el desempeño, la precisión de los instrumentos y la relevancia de los indicadores empleados.
Medio ambiente	Considera las condiciones ambientales y el entorno de trabajo, como la temperatura, la iluminación y la ergonomía.

La Figura 14 muestra el formato de un diagrama de Ishikawa, donde se aplica el método de las 6M:

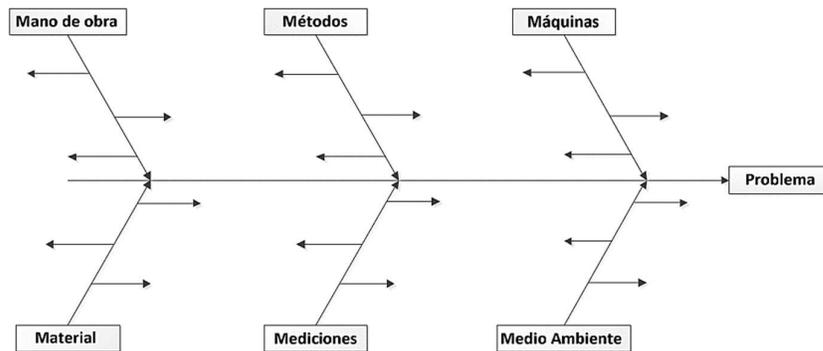


Figura 14. Formato diagrama Ishikawa [29]

3.2.1 Diagrama de Ishikawa de la sección 1 – Limpieza

Es crucial destacar que cada ramificación presentada en la Figura 14 suele estar presente en la mayoría de las situaciones, aunque no necesariamente influye como causa específica de un problema. Esto es evidente en los diagramas presentados a continuación, donde se observa que algunas ramificaciones no están incluidas porque no constituyen causas del problema en cuestión.

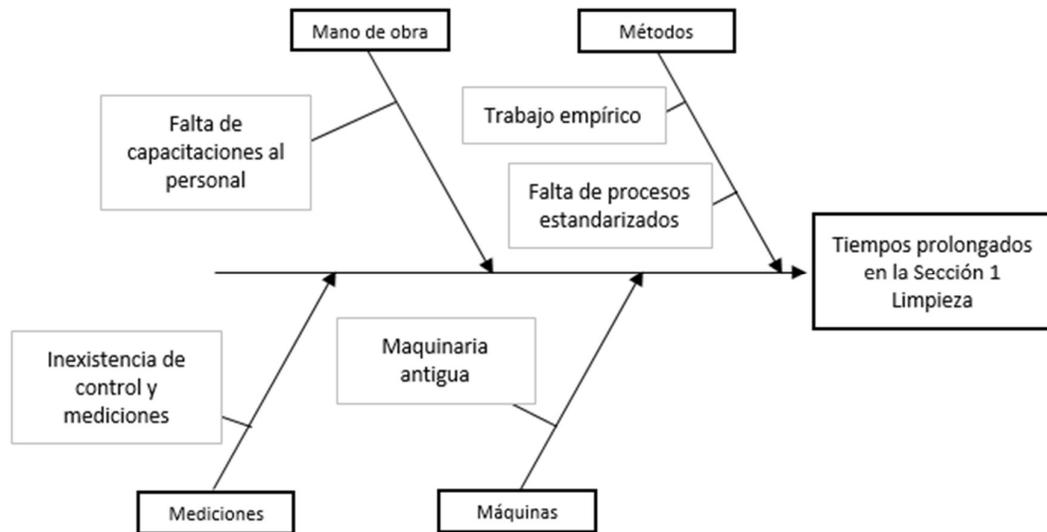


Figura 15. Diagrama de Ishikawa - Sección 1 Limpieza

En el apartado de mano de obra se considera la falta de capacitación a los trabajadores debido a que es una limitante para alcanzar estándares de calidad requeridos y afecta negativamente la productividad del equipo laboral.

Se considera como causa al trabajo empírico realizado en el apartado de métodos en el proceso de limpieza, debido a que no existe un proceso estandarizado como tal, y teniendo en cuenta la amplia trayectoria de la empresa, es alarmante.

En medición, la falta de control e indicadores dificulta la optimización de los procesos.

La maquinaria también juega un papel clave en los tiempos prolongados, ya que, al tener muchos años de uso, su desempeño no será tan eficiente como el de una máquina actual. Además, debido a su extensa trayectoria, tienden a descomponerse con frecuencia.

3.2.2 Diagrama de Ishikawa de la sección 3 – Regulación

En este análisis, también se excluye una ramificación del apartado de medio ambiente. Esta ramificación está presente durante el proceso de cambio de molde, pero no tiene un impacto negativo en la ejecución de dicha operación.

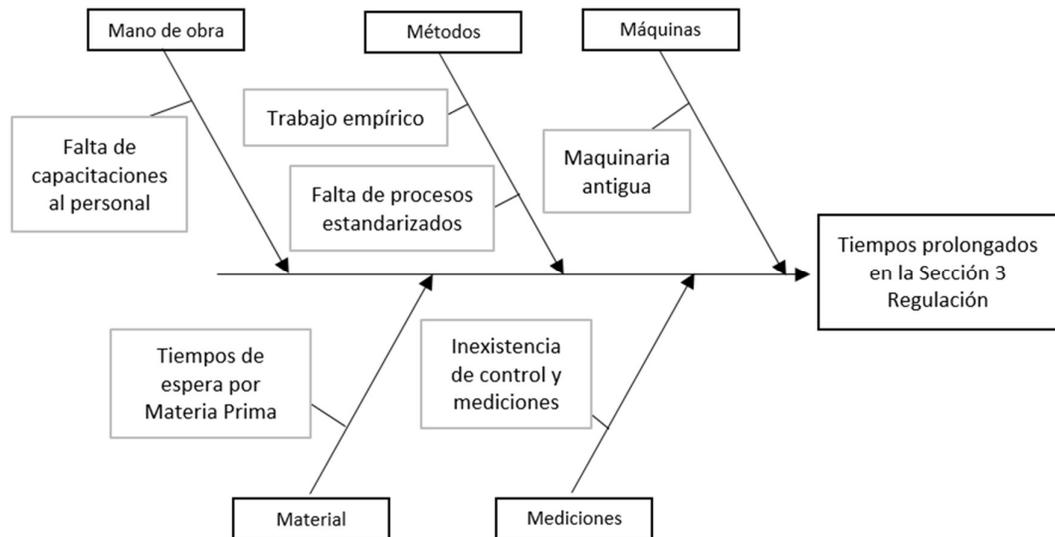


Figura 16. Diagrama de Ishikawa - Sección 3 Regulación

En el ámbito de la mano de obra, se reconoce como causa del problema central que los operadores no han recibido una capacitación adecuada, lo cual puede llevar a errores frecuentes en las tareas asignadas, afectando la eficiencia operativa y la calidad del trabajo realizado.

En métodos, una de las principales problemáticas radica en la falta de procesos estandarizados. Esto conduce a que el trabajo se base únicamente en la experiencia, lo cual tiene un impacto negativo cuando surgen nuevos retos y no se conoce cómo abordarlos adecuadamente.

La maquinaria desempeña un papel crucial en los tiempos prolongados, ya que su eficiencia disminuye con el tiempo en comparación con las máquinas más modernas.

En el apartado de material, se reconoce como una causa el tiempo muerto debido a la espera de materia prima. En ocasiones, esto se da cuando el material virgen con colorante no está disponible a tiempo o cuando se realizan errores en la preparación del color, resultando en variaciones de tono. Estas situaciones provocan esperas innecesarias que prolongan el proceso de cambio de molde en general.

Finalmente, en el apartado de medición, la ausencia de controles e indicadores dificulta la optimización de los procesos al no tener una base sólida de la cual partir para realizar procesos de mejora continua.

3.3 Método de priorización cualitativa de procesos

Este enfoque se basa en el uso del diagrama de Ishikawa para evaluar de manera subjetiva cada causa de un problema. Durante este proceso, se analizan factores críticos como la severidad del problema, la probabilidad de ocurrencia y la complejidad asociada con la implementación de medidas correctivas. Las causas que reciben evaluaciones más altas se consideran prioritarias y deben corregirse de manera prioritaria

Para calcular la priorización, se tomó en cuenta la evaluación desarrollada por Zelaya [30], en su investigación enfocada en la implementación de un sistema de gestión para una empresa comercializadora de estructuras metálicas. El autor detalla las problemáticas encontradas en el proceso actual de la empresa que impiden la correcta implementación de un sistema de gestión. Propone realizar una matriz de riesgos, la misma que evalúa las diferentes problemáticas encontradas mediante el producto de la probabilidad y la gravedad, adjudicando la calificación que considera pertinente.

En la presente investigación, se utilizaron las mismas dos variables: probabilidad y gravedad, además de una variable adicional que se consideró pertinente añadir al análisis, el factor “dificultad”. Esta incorporación es necesaria debido a las complejidades del mundo laboral actual, caracterizado por ser cambiante, exigente y demandante. A pesar de estos desafíos, se puede alcanzar una cultura de mejora dentro de la organización a través de un enfoque estratégico respaldado gerencia general.

Es así como, para efectuar la priorización de las problemáticas encontradas, partimos del producto de los tres factores principales seleccionados para esta situación: probabilidad, gravedad y dificultad.

$$\textit{Prioridad} = \textit{gravedad} * \textit{probabilidad} * \textit{dificultad}$$

Donde,

- **Gravedad:** Se refiere al impacto o la severidad del problema si ocurre. Esto puede incluir factores como el daño potencial, la interrupción del servicio, o el costo económico.
- **Probabilidad:** Es la posibilidad de que el problema ocurra. Esto puede basarse en datos históricos, análisis de riesgo, o evaluaciones.
- **Dificultad:** Indica el esfuerzo, recursos y tiempo necesarios para resolver el problema. Esto puede incluir la complejidad técnica, la cantidad de personal requerido, y el tiempo estimado para la resolución de problemas.

Estos criterios se evalúan según la Tabla 15 presentada a continuación:

Tabla 15. Rúbrica de calificación Priorización

Calificación	Gravedad	Probabilidad	Dificultad
1	Impacto mínimo	Muy improbable	Muy fácil de resolver
2	Impacto leve	Improbable	Fácil de resolver
3	Impacto moderado	Moderadamente probable	Moderadamente difícil
4	Impacto significativo	Probable	Difícil de resolver
5	Impacto grave	Muy probable	Muy difícil de resolver

El valor obtenido tras el producto de factores se clasifica en base a la Tabla 16:

Tabla 16. Escala de priorización por color

Valor de prioridad obtenido	Color
76 a 100	Rojo
51 a 75	Naranja
26 a 50	Amarillo
0 a 25	Verde

3.3.1 Método de priorización cualitativa en secciones 1 – Limpieza y 3 – Regulación

A continuación, en la Tabla 17 se exponen las causas identificadas por sección a través de los diagramas de Ishikawa. Es importante mencionar que, se realizó el análisis de manera conjunta, ya que las problemáticas detectadas son recurrentes en los tres procesos de cambio de moldes. Aunque los tiempos pueden variar ligeramente debido a la naturaleza específica de los distintos productos, los procesos son similares en esencia.

Tabla 17. *Priorización de causas identificadas en secciones 1 y 3.*

Factor	Gravedad	Probabilidad	Dificultad	Prioridad	Color de prioridad
Errores por falta de capacitación al personal	4	4	2	32	Amarillo
Errores por procesos no estandarizados	5	5	4	100	Rojo
Falta de control y mediciones en los procesos	3	5	3	45	Amarillo
Tiempos de espera por MP	2	2	2	8	Verde
Demoras por maquinaria antigua	2	3	5	30	Amarillo

Como se observa en la Tabla 17, la priorización de los factores permitió identificar cuáles problemáticas necesitan ser abordadas con mayor urgencia. Se identificaron tres problemáticas graves (marcadas en color amarillo) y una muy grave (marcada en color rojo), haciendo un total de cuatro causas que están aportando al problema general y que requieren atención inmediata. Por lo tanto, en el desarrollo de la siguiente propuesta, se han considerado cada una de estas problemáticas y se ha planteado una herramienta o propuesta específica para cada caso.

En la Tabla 18, se presenta en forma de resumen las consecuencias de cada una de estas problemáticas, acompañadas de la herramienta o propuesta específica que se empleará para abordarlas.

Tabla 18. *Herramientas de mejora continua planteadas*

Causas	Consecuencias	Herramienta / Propuesta
Errores por procesos no estandarizados	-Reclamos constantes por productos de mala calidad -Incremento de costos -Retrasos de producción -Clientes insatisfechos -Mayor tasa de devolución de envases	Incorporación de la norma ISO 9001 (2015)
Errores por falta de capacitación al personal	-Baja productividad -Alta rotación de personal -Mayor riesgo de accidentes laborales	Programa de capacitaciones al personal
Falta de control y mediciones en los procesos	-Dificultad para identificar problemas -Desperdicio de recursos -Baja competitividad -Baja calidad del producto	Mejora y/o generación de indicadores de desempeño (KPIs)
Demoras por maquinaria antigua	-Retrasos de producción -Pérdida de calidad -Baja eficiencia. -desperdicio de tiempo y recursos	Mantenimiento productivo total (TPM)

En función de las herramientas colocadas en la Tabla 18. A continuación, se presenta las propuestas desarrolladas en el siguiente apartado.

3.4 Propuestas de mejora

3.4.1 Incorporación de la normativa ISO 9001 (2015)

La ISO 9001 es uno de los certificados más solicitados por las empresas. Su objetivo es alcanzar altos estándares de calidad no solo en el producto final, sino también en todos los procesos que maneje la empresa, en este caso, incluyendo los procedimientos de cambio de moldes. La calidad debe ser vista de manera global, desde la adquisición de materia prima, los procesos involucrados, logística, almacenaje, hasta la entrega del producto terminado.

Actualmente la empresa opera sin ninguna certificación formal, basándose únicamente en la experiencia acumulada de su personal. Esta forma de trabajo, aunque funcional en ciertos aspectos, presenta serias limitaciones al enfrentar nuevos retos, ya que carecen de una metodología estricta que sirva como guía. Esta falta de estructura formal puede derivar en inconsistencias y dificultades al intentar solucionar problemas emergentes que presenta la empresa y que se detallan a continuación:

- a) **Problemas y reclamos recurrentes por baja calidad:** La falta de estandarización y supervisión en el control de calidad puede resultar en productos finales con calidad inconsistente, afectando negativamente la percepción del cliente y la reputación de la empresa.
- b) **Incremento de costos:** La ineficiencia en los procesos y la ausencia de un SGC pueden resultar en desperdicio de materiales y mayores tiempos de producción, lo cual conlleva a incrementos en los costos operativos.
- c) **Retrasos de producción:** Sin un enfoque definido, los tiempos necesarios para efectuar cambios de moldes pueden prolongarse, generando demoras en la producción y en el tema de despachos de productos a los clientes.
- d) **Clientes insatisfechos:** La suma de los problemas anteriores contribuye a una mayor insatisfacción entre los clientes, quienes pueden optar por buscar alternativas más confiables.
- e) **Mayor tasa de devolución de envases:** Productos defectuosos o de baja calidad aumentan la tasa de devoluciones, generando costos adicionales y pérdida de confianza del cliente.

Por lo tanto, para mitigar las consecuencias mencionadas anteriormente, la implementación de la normativa ISO 9001 se presenta como una excelente

alternativa, ofreciendo varios beneficios que se ajustan a la realidad actual de la empresa y que se detallan a continuación [31]:

- a) **Mejora de la calidad del producto:** la ISO 9001 proporciona un marco para asegurar que todos los procesos, incluyendo el cambio de moldes, se realicen bajo los mismos parámetros y criterios, reduciendo la variabilidad y mejorando la consistencia del producto final.

- b) **Reducción de costos:** la eficiencia operativa se incrementa, minimizando desperdicios y tiempos de inactividad, lo que se traduce en una reducción de costos.

- c) **Cumplimiento de tiempos de producción:** con una metodología clara, los tiempos para realizar cambios de moldes son más predecibles y controlables, evitando retrasos en la producción.

- d) **Aumento de la satisfacción del cliente:** la satisfacción del cliente se ve directamente influenciada por mejorar tanto la calidad del producto terminado como en la puntualidad en los despachos de la misma.

- e) **Disminución de devoluciones:** productos más consistentes y de mayor calidad resultan en una menor tasa de devoluciones, ahorrando costos y mejorando la percepción del cliente.

A continuación, se enumeran los pasos necesarios para implementar correctamente la ISO 9001 (2015), siguiendo las directrices del libro publicado por la Asociación Española de Normalización y Certificación [32]:

Compromiso de la dirección:

- **Asegurar el compromiso de la alta dirección:** la implementación efectiva del SGC requiere un compromiso sólido por parte de la alta dirección, que no solo respalde activamente el proceso, sino que también participe de manera directa en su ejecución.

Formación y capacitación:

- **Capacitación en ISO 9001:** capacitar a todo el personal sobre los principios y requisitos de la ISO 9001.
- **Designación de un representante de calidad:** designar a un representante de calidad es crucial para liderar la implementación y mantener el sistema de manera efectiva.

Análisis de la situación actual:

- **Evaluación inicial:** realizar una evaluación inicial para identificar las áreas que necesitan mejoras y establecer una línea base.

Desarrollo de documentación:

- **Política de calidad:** documento donde se exponga claramente los objetivos y compromisos de la empresa.
- **Manual de calidad:** documento donde se describa de manera exhaustiva el SGC de la empresa, orientado a su correcta implementación y mantenimiento de la misma.
- **Procedimientos y registros:** documentar todos los procedimientos y registros necesarios para cumplir con los requisitos que establece la normativa.

Implementación de un SGC:

- **Implementación de procesos:** implementar los procesos documentados y asegurar que todo el personal los siga.
- **Monitoreo y medición:** establecer métricas para monitorear y medir el desempeño de los procesos.

Auditoría interna:

- **Realización de auditorías internas:** realizar auditorías internas para verificar el cumplimiento con la ISO 9001 e identificar áreas de mejora.

Revisión por gerencia general:

- **Evaluación del SGC:** Los altos mandos deben realizar inspecciones periódicas con el fin de constatar y asegurar el cumplimiento del SGC.

Certificación:

- **Selección de una entidad certificadora:** seleccionar una entidad certificadora acreditada para realizar la auditoría de certificación.
- **Auditoría:** pasar la auditoría de certificación realizada por la entidad certificadora.

Mejora continua:

- **Cumplimiento de acciones correctivas del SGC:** continuar mejorando el sistema de gestión de calidad basado en los resultados de auditorías internas y externas, así como en los comentarios de los clientes y otras partes interesadas.

Implementar la ISO 9001 no solo eliminará los problemas actuales, sino que también posicionará a la empresa para enfrentar futuros retos con mayor eficacia y eficiencia, mejorando la calidad del producto, reduciendo costos y aumentando la satisfacción del cliente.

3.4.2 *Programa de capacitaciones al personal.*

Se propone implementar un programa de capacitaciones completo, brindado por los jefes de turno, control de calidad y gerencia de operaciones, principalmente enfocado en los procesos de cambio de molde, pero con algunos temas añadidos como lo son temas de calidad, productividad, mejora continua, etc. Con el fin de ir creando una cultura de mejora en los trabajadores.

En función de la investigación de campo realizada en el presente estudio, se ha observado que algunos operadores, a pesar de tener experiencia en la empresa, no han adquirido el conocimiento completo sobre cómo realizar correctamente un cambio de molde. Esto ha resultado en dificultades para manejar algunas situaciones extraordinarias que requieren conocimientos más avanzados y adaptabilidad por parte del personal. A continuación, se detallan algunos de los problemas que se detectaron al momento de realizar las mediciones en los procesos de cambio de moldes y gracias a la implementación de los diagramas de Ishikawa:

- a) **Baja productividad:** La falta de habilidades específicas en el proceso de cambio de molde afecta negativamente la eficiencia y productividad general de la operación.

- b) **Alta rotación de personal:** La falta de capacitación adecuada contribuye a una alta rotación de personal entre áreas, ya que al no poder completar

- c) **Alto riesgo de accidentes laborales:** La falta de capacitación completa y actualizada puede aumentar el riesgo de accidentes durante el proceso de cambio de molde, debido a la falta de comprensión de los procedimientos de seguridad.

Es por eso que, con el fin de eliminar las problemáticas antes mencionadas, se presenta algunos procedimientos a seguir con el fin de realizar correctamente la capacitación al personal operativo:

Identificación de necesidades de capacitación:

- **Evaluación de Competencias Actuales:** Realizar una evaluación para identificar las áreas de conocimiento y habilidades que los operadores necesitan desarrollar en el proceso de cambio de molde.

Desarrollo del programa de capacitaciones:

- **Definición de Objetivos:** Establecer objetivos claros y medibles para el programa de capacitación, alineados con las necesidades identificadas.
- **Diseño de Contenidos:** Desarrollar el contenido del programa, incluyendo técnicas de cambio de molde, procedimientos de seguridad, manejo de situaciones especiales, y uso de herramientas y equipos específicos.

Implementación del programa de capacitaciones:

- **Selección de Métodos de Capacitación:** Utilizar métodos efectivos como sesiones prácticas, entrenamiento en el lugar de trabajo, manuales de referencia y simulaciones.
- **Asignación de Recursos:** Asignar tiempo, personal y recursos necesarios para llevar a cabo el programa de capacitación de manera efectiva.

Evaluación y seguimiento:

- **Evaluación Continua:** Monitorear el progreso y la participación de los empleados durante el programa de capacitación.
- **Retroalimentación y ajustes:** Recopilar comentarios tanto de los empleados como de los supervisores para realizar ajustes y mejoras en el programa de

capacitación según sea necesario.

Revisión y Mejora Continua:

- **Revisión periódica:** Realizar revisiones periódicas del programa de capacitación para asegurar su relevancia y efectividad a largo plazo.
- **Mejora continua:** Estar dispuesto a ajustar y mejorar el programa según cambien las necesidades operativas y tecnológicas de la empresa.

Para abordar la segunda problemática resaltada en color amarillo, como se muestra en la Tabla 18, se propone la creación de KPIs. Es importante destacar que esta propuesta está alineada con las anteriores, ya que es necesario mejorar los procesos para lograr una optimización integral.

3.4.3 Propuesta de generación de indicadores de desempeño.

Al analizar actividades y procesos en diversos ámbitos, es crucial considerar los criterios relevantes para la toma de decisiones, asegurando así que el proceso esté alineado con los objetivos de la organización. El seguimiento de estos criterios permite evaluar el logro de las metas a través de indicadores clave de rendimiento (KPI). Estos indicadores son métricas cuantitativas que proporcionan datos sobre aspectos críticos relacionados con las expectativas definidas en una organización, proceso o personal [33].

La finalidad de los indicadores es evaluar mediante un análisis de la situación actual del proceso en relación con un estándar predefinido. En otras palabras, los KPI permiten contrastar el estado actual de un proceso en tiempo real con sus metas establecidas. Esto proporciona pruebas concretas para su posterior análisis que serán la base para la toma de decisiones en las áreas pertinentes.

Basado en la información previamente discutida, en la empresa donde se centra el desarrollo del presente trabajo investigativo, actualmente se emplea un indicador

conocido como el ciclo de producción del producto. Este indicador proporciona estimaciones sobre los tiempos de finalización de la producción de cierta cantidad de productos. Sin embargo, no se utiliza para la resolución de problemas ni para mejorar los procesos, lo que significa que su potencial no está siendo aprovechado. Por lo tanto, la propuesta se enfoca en optimizar este indicador con el fin de expandir su uso para realizar análisis de eficiencia, identificar cuellos de botella y evaluar tanto la calidad del servicio como del producto terminado. La finalidad es emplear este indicador no solo para la planificación de la producción, sino también para detectar y corregir errores de manera inmediata.

Además, también se plantea la creación de nuevos indicadores como por ejemplo los siguientes:

- **Eficiencia del uso de materia prima:** Crear un indicador que permita evaluar la cantidad de materia prima utilizada versus la cantidad planificada para identificar y reducir el desperdicio.
- **Desempeño del operador:** Medir la eficiencia y productividad de los operadores, identificando áreas para capacitación y mejora.
- **Tiempo de inactividad:** Supervisar y disminuir los tiempos de inactividad no planificados para mejorar la eficiencia general de la producción.

3.4.4 *Propuesta de aplicación de mantenimiento productivo total (TPM)*

Si comprar nueva maquinaria no es posible, podemos centrarnos en optimizar y mantener la maquinaria actual utilizando total productive maintenance. El TPM es un enfoque diseñado para mejorar el desarrollo industrial a través de la gestión de máquinas y equipos dentro de una organización. Su objetivo es reducir las interrupciones, garantizar una producción precisa y eficiente, optimizar la calidad del producto final y alcanzar la máxima eficiencia operativa con una participación activa del personal [34].

Esta filosofía necesita de ciertos pilares que constituyen un conjunto de procesos utilizados para mejorar una línea de producción. Cada uno de estos procedimientos está orientado a minimizar y eliminar varias formas de pérdidas, como defectos de calidad y fallos en equipos, entre otros problemas. Por eso, muchas empresas utilizan el TPM para mejorar la eficiencia de sus equipos y extender la vida útil de sus procesos [35].

En la Figura 17 se puede identificar los pilares que comprende el TPM y una breve descripción de cada una de ellas:

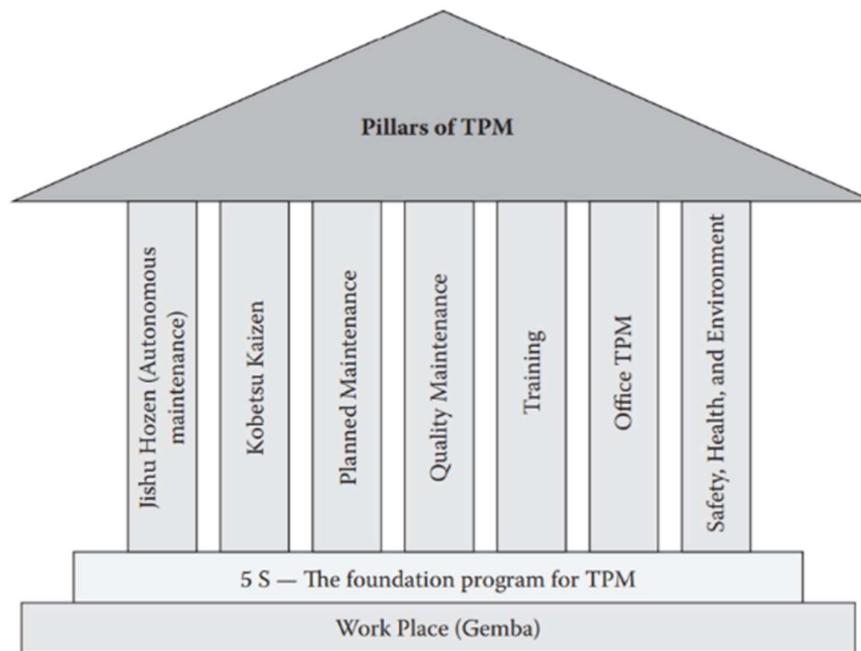


Figura 17. *Pilares del TPM* [35]

1. **La prevención del mantenimiento en la aplicación de las 5's:** Utiliza las técnicas de las 5's (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke) para organizar el entorno de trabajo y prevenir problemas de mantenimiento.
2. **El mantenimiento autónomo o jishu hozen (autonomous maintenance):** Capacita a los operadores para realizar mantenimiento básico y preventivo, aumentando la responsabilidad y el conocimiento sobre los equipos.
3. **Mejoras enfocadas (kobetsu kaizen):** Promueve mejoras específicas en equipos, procesos o áreas identificadas mediante el análisis detallado y la

aplicación de soluciones.

4. **Mantenimiento planificado (planned maintenance):** Programa actividades de mantenimiento preventivo y predictivo basadas en la planificación y el análisis de datos.
5. **Mantenimiento de calidad (quality maintenance):** Implementa técnicas para preservar y elevar la excelencia del producto final a través de procedimientos de mantenimiento.
6. **Formación del personal (training):** Proporciona capacitación continua para desarrollar habilidades técnicas y de gestión relacionadas con el TPM y otras áreas críticas.
7. **Actividades de departamento (office tpm):** Gestiona eficazmente las actividades administrativas y de soporte que respaldan las iniciativas TPM en toda la organización.
8. **Seguridad y ambiente (safety, health, and enviroment):** Fomenta un ambiente de trabajo seguro y sostenible mediante la integración de prácticas de seguridad, salud y medio ambiente en todas las operaciones y actividades de mantenimiento.

Para el caso de estudio, se propone únicamente el uso de tres pilares, mismas que se describen a continuación, ya que estos pilares se centran directamente en abordar las causas analizadas en esta propuesta:

- a) **Mantenimiento autónomo:** Capacitar a los operadores para llevar a cabo tareas de mantenimiento esencial como limpieza, lubricación y reparaciones menores ayuda a evitar problemas y mantener las máquinas en su mejor estado operativo.
- b) **Mantenimiento planificado:** desarrollar planes de mantenimiento preventivo basados en el análisis de la fiabilidad de la maquinaria.

Programar mantenimientos regulares para evitar fallos y reducir los tiempos de inactividad no planificados.

- c) **Mejoras enfocadas:** implementar mejoras incrementales en la eficiencia y confiabilidad de la maquinaria mediante proyectos pequeños y rápidos que involucren a los equipos de trabajo.

Estos son algunos de los beneficios de implementar la filosofía TPM:

- **Reducción del tiempo de inactividad:** TPM ayuda a identificar y abordar las causas raíz de las fallas de manera proactiva, reduciendo el tiempo de inactividad no planificado.
- **Mejora de la calidad:** al mantener la maquinaria en condiciones óptimas, TPM contribuye a mejorar la calidad del producto al reducir la variabilidad y los defectos.
- **Aumento de la eficiencia:** optimizar los tiempos de ciclo y mejorar la utilización de la maquinaria mediante TPM puede incrementar significativamente la eficiencia operativa.
- **Involucramiento del personal:** TPM fomenta un ambiente de trabajo colaborativo donde los operadores se sienten responsables y motivados para mejorar el rendimiento de la maquinaria.

En base a la información presentada, para efectuar una correcta implementación del TPM, es importante tener en cuenta los aspectos mencionados a continuación:

- **Formación y capacitación:** Instruir a todo el personal en los principios y técnicas de TPM, destacando la importancia del mantenimiento preventivo y la participación activa.
- **Establecimiento de objetivos y KPIs:** definir indicadores clave de

desempeño (KPIs) relacionados con el tiempo de inactividad, la eficiencia de la maquinaria y la calidad del producto.

- **Auditorías y evaluaciones regulares:** Realizar auditorías periódicas para evaluar la efectividad de las prácticas de TPM y realizar ajustes según sea necesario.
- **Monitoreo y mejora continua:** Utilizar técnicas como el análisis de los y por qué o diagramas de Ishikawa para identificar y abordar las causas fundamentales de las fallas en la maquinaria.

TPM no solo optimiza la eficiencia y extiende la vida útil de la maquinaria antigua, sino que también promueve una cultura de mejora dentro de la organización. Constituye una estrategia eficaz para administrar y maximizar los recursos disponibles sin requerir inversiones en nueva tecnología.

CONCLUSIONES

Se efectuó un levantamiento de información de los tiempos de cambio de molde para tres tipos de envases con alta demanda de producción, mediante la aplicación de métodos de recolección de datos. Se obtuvieron los tiempos observados para cada producto, los cuales representan el promedio de varias mediciones realizadas en diversos turnos y días. Este enfoque aseguró la obtención de datos más reales y precisos al minimizar la variabilidad que puede existir en la toma de mediciones. Los resultados mostraron que el tiempo promedio para el cambio de molde del envase "PQ 1000 ml blanco 100 gr" es de 5273,24 segundos, para el producto "Galón Cilíndrico 105 gr" es de 5012,82 segundos, y para el envase "Planche Fácil 600 ml PE" es de 6597,58 segundos.

Se estableció el tiempo normal y estándar del proceso de cambio de moldes de cada producto seleccionado. El tiempo normal se calculó partiendo de los datos de los tiempos observados más la evaluación del ritmo de trabajo de los operadores en la realización de cada proceso de cambio de moldes. Los resultados indican que el tiempo normal para el cambio de molde del envase "PQ 1000 ml blanco 100 gr" es de 5273,24 segundos, para el producto "Galón Cilíndrico 105 gr" es de 4935,57 segundos, y para el envase "Envase Planche Fácil 600 ml PE" es de 5968,19 segundos.

Para el cálculo del tiempo estándar, se tomaron en cuenta los tiempos normales obtenidos y los valores de los suplementos que afectan directamente el proceso de cambio de moldes (trabajo realizado de pie, energía muscular, contaminación auditiva, tensión mental, monotonía, etc.). Como resultado, el tiempo estándar para el cambio de molde del envase "PQ 1000 ml blanco 100 gr" es de 6222,42 segundos, para el producto "Galón Cilíndrico 105 gr" es de 6465,6 segundos, y para el envase "Envase Planche Fácil 600 ml PE" es de 7042,47 segundos. Estos tiempos estándar son mayores a los tiempos normales y tiempos observados, lo que demuestra cómo influyen los suplementos considerados en el cálculo de tiempos del proceso de cambio de moldes.

Finalmente, se planteó una propuesta de mejora del proceso, fundamentada en los resultados del análisis de tiempos y movimientos, identificando oportunidades de mejora en las Secciones 1 (limpieza) y 3 (regulación), que presentan tiempos prolongados para la ejecución de sus procesos. Esta propuesta integral aborda las problemáticas principales identificados mediante el diagrama de Ishikawa. Incluye la implementación de la normativa ISO 9001:2015 para estandarizar los procesos de cambio de moldes, garantizando consistencia y calidad. Además, se recomienda un programa de capacitación para mejorar las habilidades del personal involucrado, así como el establecimiento de indicadores de desempeño específicos (KPIs) para monitorear la eficiencia del cambio de moldes y apoyar la toma de decisiones informadas. Se propone también la adopción del mantenimiento preventivo total (TPM) como estrategia para reducir las demoras relacionadas con la maquinaria antigua, maximizando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Por lo tanto, una correcta implementación de estas propuestas no solo optimizará significativamente el proceso de cambio de moldes, sino que también se espera que tenga un impacto positivo en toda la línea de producción, mejorando la eficiencia operativa, reduciendo los costos asociados con los tiempos muertos, aumentando la calidad del producto final y satisfaciendo mejor a los clientes.

RECOMENDACIONES

Para asegurar el éxito continuo de estas mejoras, se recomienda establecer un sistema robusto de monitoreo continuo de los KPIs introducidos. Esto permitirá realizar ajustes y mejoras proactivas basadas en datos reales, asegurando que los objetivos de eficiencia y calidad se mantengan y mejoren con el tiempo.

Además, es importante siempre fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua. Esto incluye la participación activa de todos los niveles de la organización en la identificación de oportunidades de mejora, la implementación de sugerencias, el apoyo por parte de los altos mandos, y el reconocimiento a quien corresponda por aplicar los conocimientos con el fin de brindarle motivación.

Estas recomendaciones no solo ayudarán a consolidar los beneficios inmediatos de las mejoras propuestas, sino que también fortalecerán la capacidad de la empresa para adaptarse y prosperar en un entorno competitivo en constante cambio.

LISTADO DE REFERENCIAS

- [1] H. Santillán, J. Beltrán, and J. Armijos, “Estudio para la optimización de la gestión de producción,” *Univ. Politécnica Sales.*, p. 276, 2018.
- [2] W. P. Cáceres, N. Carlos, and I. S. Novillo, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.”
- [3] P. A. Mendoza Novillo, J. C. Erazo Álvarez, and C. I. Narváez Zurita, “Estudio de tiempos y movimientos de producción para Fratello Vegan Restaurant,” *Cienciamatria*, vol. 5, no. 1, pp. 271–297, 2019, doi: 10.35381/cm.v5i1.267.
- [4] A. M. Andrade, C. A. Del Río, and D. L. Alvear, “A study on time and motion to increase the efficiency of a shoe manufacturing company,” *Inf. Tecnol.*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019, doi: 10.4067/S0718-07642019000300083.
- [5] J. N. Malpartida Gutiérrez, “Importancia del uso de las herramientas Lean Manufacturing en las operaciones de la industria del plástico en Lima,” *Llamkasun*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.47797/llamkasun.v1i2.16.
- [6] O. De Los *et al.*, “Propuestas Metodológicas Y Tecnológicas Avanzadas”.
- [7] Gobierno de España, “España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular,” *Estrateg. Española Econ. Circ.*, 2020.
- [8] J. Molina, “Caracterización de materiales termoplásticos de ABS y PLA semi - rígido impresos en 3D con cinco mallados internos diferentes,” p. 196, 2016, [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/13064>
- [9] J. Melorose, R. Perroy, and S. Careas, “POLIESTIRENO DEL ALTO IMPACTO,” *Statew. Agric. L. Use Baseline 2015*, vol. 1, 2015.
- [10] E. K. Cando Chasiloa and M. L. Gallardo Guanoquiza, “Universidad técnica de cotopaxi,” *Univ. técnica cotopaxi*, vol. 1, p. 101, 2020, [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- [11] A. Kandt, “Historia del soplado. El PET se convierte en el material más utilizado en detrimento del PVC,” *Inf. Técnico*, vol. 62, 2001, doi: 10.23850/22565035.962.
- [12] R. Maliza and R. Elena, “Tecnología de Fabricacion de moldes para optimizar el proceso de moldeo por soplado de envases Pet, en una planta embotelladora de

- bebidas,” *Repo.Uta.Edu.Ec*, p. 130, 2011, [Online]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
- [13] J. L. Carrión Nin, “Proceso de diseño de productos,” *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, vol. 3. 2000.
- [14] D. A. Iguasnia Vilema and T. B. C. Elicio, *Aplicación De La Tecnología Cnc En La Modelación De Una Matriz De Soplado De Plástico Para La Producción De Botellas De 500 Ml Como Un Aporte a La Implementación Del Laboratorio De Cad-Cam De La Escuela De Ingeniería Industrial*. 2016. [Online]. Available: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1468/1/34T00246.pdf>
- [15] F. Andres and M. J. Ugalde, “Diseño Y Fabricación De Un Molde Para Inyectar Pieza De Plástico,” 2012.
- [16] A. M. Ovalle-Castiblanco and D. M. Cárdenas Aguirre, “¿Qué ha pasado con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en las últimas dos décadas?: Revisión de la literatura,” *Ing. Investig. y Desarro.*, vol. 16, no. 2, 2016, doi: 10.19053/1900771x.v16.n2.2016.5443.
- [17] O. A. C. Rivas, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE ROPA (tesis de pregrado),” *Univerisdad San Carlos Guatemala*, p. 120, 2005, [Online]. Available: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.pdf
- [18] C. C. Arteaga, Y. Á. G. Montenegro, M. del C. T. Salazar, and M. G. V. Cisneros, “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,” *Inventio*, vol. 16, no. 39, pp. 1–5, 2020.
- [19] C. J. Orozco, “Estudio de Tiempos y Movimientos para la optimización del proceso de producción de yogur en la empresa ‘Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.’” 2022, [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/38801>
- [20] B. L. R. Carrasco, “Tiempos Y Movimientos Para Incrementar La Producción De Cuero Escolar En El Área Seca De La Tenería Cabaro Cía. Ltda.,” no. Septiembre, p. 215, 2012.

- [21] N. Moreira-Mendoza and G. Real-Pérez, “Tiempo estándar en gestión de mantenimiento de matrices de corte,” *Rev. Científica INGENIAR Ing. Tecnol. e Investig.*, vol. 4, no. 8 Edición especial septiembre, 2021, doi: 10.46296/ig.v4i8edespsep.0027.
- [22] I. Elky, I. Villanueva, L. Margot, V. Tiravanti, J. Eduardo, and G. Ascón, “2006-Texto del artículo-6207-1-10-20190618,” vol. 2, no. 2, pp. 355–365, 2016.
- [23] C. A. Yantas Porras, “Optimización de tiempos de reparación aplicando la metodología lean service en un taller de reparaciones de equipo pesado,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2018. doi: 10.19083/tesis/624478.
- [24] M. Tacuri, “Propuesta para el incremento de la productividad en los procesos de elaboración de Terno Jean en la empresa JB Worker mediante la estandarización de tiempos de operación,” pp. 1–119, 2018, [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19610/1/CD-9013.pdf>
- [25] Meire, “Diagrama de Flujo (Flujograma) de Proceso - Blogdelacalidad,” Publicado por; Blog de La Calidad. CONTENIDO INÉDITO SOBRE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y EXCELENCIA. [Online]. Available: <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/>
- [26] C. A. V. Guamán, A. E. V. Morán, J. P. N. Moreno, M. A. J. Sánchez, and M. C. M. Briones, “Modelo de cálculo de costos logísticos, mediante la representación de diagramas de flujo para las microempresas ecuatorianas,” *South Florida J. Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 313–322, 2023, doi: 10.46932/sfjdv4n1-022.
- [27] M. Santos Luengo, C. Serrano Granger, J. Serrano Granger, and S. David Fernández, “Efecto Hawthorne en estudios de preventiva y periodoncia,” *Gac. Dent.*, no. 206, 2009.
- [28] R. A. Aizaga Moreira and Arreaga Betancourt Andrés Alexi, “Diseño e implementación de Six Sigma para la mejora del proceso de secado la empresa Secado y Tratado de Madera CIA. LTDA,” pp. 1–89, 2021, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22731/1/UPS-GT003777.pdf>
- [29] S. Márquez, “Propuesta de mejora de la productividad del trabajo en el taller de mecanizado de la empresa Poligrup S.A.,” pp. 4–68, 2016, [Online]. Available:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13388/1/UPS-GT001754.pdf>

- [30] F. G. C. Zelaya, “M u g e t p e r p .,” 2022.
- [31] J. L. Renteria, “Implementación del sistema de gestión ISO 9001:2015 en el laboratorio de la Compañía minera Azulcocha - Lima – 2019,” *Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión Fac. Ing. Esc.*, p. 113, 2019, [Online]. Available: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1697/1/T026_70303261_T.pdf
- [32] J. A. Gómez, *Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 9001:2015*. 2016. [Online]. Available: http://sirse.info/wp-content/uploads/2015/11/PUB_DOC_Tabla_AEN_11328_1.pdf
- [33] Y. Y. Zhang, Z. Z. Hu, J. R. Lin, and J. P. Zhang, “Linking data model and formula to automate KPI calculation for building performance benchmarking,” *Energy Reports*, vol. 7, 2021, doi: 10.1016/j.egy.2021.02.044.
- [34] J. A. L. Cepeda, “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA MAQUINARIA DE RECUPERACIÓN DE TURBINAS DEL CIRT EN LA EMPRESA CELEC EP – HIDROAGOYÁN,” *Occup. Med. (Chic. Ill.)*, vol. 53, no. 4, p. 130, 2017.
- [35] O. A. Moreira Pino, “Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil,” pp. 1–206, 2022, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22961>

ANEXOS

Diagramas bimanuales

Planche fácil 600 ml

Medición 1

CAMBIO DE MOLDE PARA EL PRODUCTO: MÁQUINA:
ENVASE SYNTEKO PLANCHE FACIL 600 ML PE BLANBEKUM 3

Tiempo total de	(s)	(h)
CAMBIO DE MOLDE	6177.36	1.715933

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 1		Imagen referencial										
Sección No.	1											
Operación:	Limpieza											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	28/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
Tomar costal de material por la parte inferior	43.09	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	43.09	Tomar costal de material por la parte inferior	
Transportar material hacia la base de la tolva	30.1			1	1			1	1	30.1	Transportar material hacia la base de la tolva	
Abrir tolva	2.25			1						0	-	
Ingresar molido natural	3			1				1		3	Ingresar molido natural	
Tomar costal de material por la parte inferior	47.59			1	1			1	1	47.59	Tomar costal de material por la parte inferior	
Transportar material hacia la base de la tolva	27.1			1				1		27.1	Transportar material hacia la base de la tolva	
Ingresar molido natural	2.5			1				1		2.5	Ingresar molido natural	
Tomar costal de material por la parte inferior	58.1			1	1			1	1	58.1	Tomar costal de material por la parte inferior	
Transportar material hacia la base de la tolva	33.44			1				1		33.44	Transportar material hacia la base de la tolva	
Ingresar molido natural	3			1				1		3	Ingresar molido natural	
Cerrar tolva	3			1						0	-	
	253.17			5	3	3	3	3	3	3	247.92	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación		5	8
⇒	Transporte		3	6
D	Demora		3	6
▽	Sostenimiento		3	6
Total de mov. por sección				26

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo por paso de material	294.7	Tiempo neto op.	253.17
Tiempo por paso de material	301.2		
Tiempo por paso de material	282		
-			
-			
Total	877.9		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 1 - Limpieza

SEG	MIN	HRS
1131.07	18.85116667	0.314186111

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 2		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Montaje de molde											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	28/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
		○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽			
-	0									1	3.5	Tomar llave allen
-	0					1					121.2	Aflojar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	2				1				1		2	Guardar llave allen
Sostener molde desde la parte inferior	20.39				1	1					20.39	Sacar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	2				1				1		2	Guardar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	2.33				1					1	2.33	Sostener molde en parte lateral
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	10.58		1					1			10.58	Colocar molde en mesa de trabajo o coche
-	0								1		2	Tomar llave allen
-	0								1		2	Pasar llave allen a mano izquierda
Tomar llave allen	2				1						0	-
Aflojar pernos	180.22	1									0	-
Guardar llave allen	2			1					1		2	Sostener molde desde la parte inferior
Sacar pernos	30.2	1							1		30.2	Sostener molde desde la parte inferior
Guardar pernos	4			1					1		4	Sostener molde desde la parte inferior
Sostener molde en parte lateral	3.01				1				1		3.01	Sostener molde en la parte inferior
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	13.47		1					1			13.47	Colocar molde en mesa de trabajo o coche
-	0								1		5	Tomar flexómetro
Tomar punta de flexómetro	2				1				1		2	Tomar base de flexómetro
Medir grosor de molde	122.4	1				1					122.4	Medir grosor de molde
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	4.11				1				1		4.11	Tomar nuevo molde desde la base
Colocar molde en posición para ingresar perno	20	1						1			20	Colocar molde en posición para ingresar perno
Ingresar pernos	27.3	1							1		27.3	Sostener molde
Tomar llave Allen	4				1				1		4	Sostener molde
Ajustar pernos	147.5	1							1		147.5	Sostener molde
Tomar nuevo molde desde la base	13				1				1		13	Tomar nuevo molde desde la pared lateral
Colocar molde en posición para ingresar perno	30.5	1						1			30.5	Colocar molde en posición para ingresar perno
Pasar llave allen a mano derecha	2				1						0	-
-	0								1		2	Tomar llave allen
Sostener molde	38.45				1	1					38.45	Ingresar pernos
Sostener molde	138.1				1	1					138.1	Ajustar pernos
	821.56	6	3	2	13	6	3	2	16		773.04	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	955.26
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
955.26	15.921	0.26535

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 3		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de mandril										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	28/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)				
Colocar mano de apoyo	35.1	1				1	Aflojar mandril				
-	0					1	Sacar mandril				
Colocar mandril en mesa de trabajo	6		1			1	Colocar mandril en mesa de trabajo				
-	0				1	1	Tomar nuevo mandril				
-	0	1				1	rosocar nuevo mandril				
-	0					1	Ajustar mandril				
Bajar mandril manualmente	9.22	1				1	Bajar unidad mandril (manual o botón)				
-	0					1	Centrar mandril				
Subir unidad de mandril	7.45	1				1	Subir unidad de mandril				
	57.77	4	1	0	1	7	1	0	2	827.73	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo por espera de mandril	303.58	Tiempo neto op.	827.73
-			
-			
-			
-			
Total	303.58		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
1131.31	18.85516667	0.314252778

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 4		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Cambio de tobera											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	28/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	2	Tomar desarmador
-	0					1					16	Aflojar resistencia
Quitar resistencia	12.4	1				1					12.4	Quitar resistencia
-	0								1		2	Guardar desarmador
-	0								1		3	Tomar llave allen
-	0					1					133.2	Aflojar pernos
-	0								1		2	Guardar llave allen
Sostener pieza 1 por extraer	17				1	1					17	Sacar pernos
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	3.2	1							1		3.2	-
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	10.3		1						1		10.3	-
-	0								1		2	Tomar llave allen
-	0							1			6.3	Desenroscar pieza 2
Sostener pieza 2	2				1	1					2	Extraer pieza 2 (hembra/macho)
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	7.5		1					1			7.5	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo
-	0								1		4	Tomar cepillo de alambre
Colocar mano de apoyo sobre hembra	0				1	1					361	Cepillar hembra
Colocar mano de apoyo sobre macho	0				1	1					228.5	Cepillar macho
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	9				1				1		9	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)
Sostener nueva pieza 1	20				1	1					20	Roscar nueva pieza 1
-	0								1		4	Tomar nueva pieza 2
-	0							1			12	Introducir pieza 2 en pieza 1
Sostener nueva pieza 2	0				1	1					25.2	Ingresar pernos
Sostener nueva pieza 2	0				1				1		5	Tomar llave allen
-	0					1					31.3	Ajustar pernos
	81.4	2	2	0	8	12	1	2	9	918.9		

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	918.9
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
918.9	15.315	0.25525

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 5		Imagen referencial								
Sección No.	3									
Operación:	Regulación									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	28/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Descripción Mano Derecha				
		○	⇒	D	▽					
Levantar la tapa de la tolva	3	1				0				
Tomar costal de materia prima	54			1		54				
Ingresar molido natural	7.3	1			1	7.3				
-	0				1	4				
-	0				1	12.2				
Regulación peso										
-	0					1				
Colocar mano de apoyo	7			1	1	8.2				
-	0					1				
-	0					1				
-	0					1				
Regulación de ciclo										
-	0				1	10				
Tomar envase producido	3			1	1	3				
Revisión rápida de envase	10	1			1	10				
Regulación de color										
Levantar la tapa de la tolva	3	1				0				
Tomar costal de materia prima	48.2			1		1				
Ingresar molido natural	8.42	1			1	8.42				
-	0				1	5				
-	0				1	12				
Tomar envase producido	45.5			1	1	1				
Revisión rápida de envase	10	1			1	10				
	199.42	6	0	2	5	10	0	4	6	269.82

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento		0	5
Total de mov. por sección				27

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	1036.5	Tiempo neto op.	275.82
Tiempo por paso de material	401.5		
T. por paso de material FINAL	327		
-			
-			
Total	1765		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
2040.82	34.01366667	0.566894444

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 2		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Montaje de molde											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	31/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	5	Tomar llave allen
-	0					1					140.2	Aflojar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	3.5				1				1		3.5	Guardar llave allen
Sostener molde desde la parte inferior	30				1	1					30	Sacar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	4				1				1		4	Guardar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	2				1				1	2	2	Sostener molde en parte lateral
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	12		1				1				12	Colocar molde en mesa de trabajo o coche
-	0								1		3	Tomar llave allen
-	0								1		1	Pasar llave allen a mano izquierda
Tomar llave allen	1				1						0	-
Aflojar pernos	150.3	1									0	-
Guardar llave allen	3				1				1		2	Sostener molde desde la parte inferior
Sacar pernos	28.5	1							1		28.5	Sostener molde desde la parte inferior
Guardar pernos	4				1				1		4	Sostener molde desde la parte inferior
Sostener molde en parte lateral	3				1				1		3	Sostener molde en la parte inferior
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	11		1				1				11	Colocar molde en mesa de trabajo o coche
-	0								1		4	Tomar flexómetro
Tomar punta de flexómetro	2				1				1		2	Tomar base de flexómetro
Medir grosor de molde	122.4	1				1					122.4	Medir grosor de molde
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	4.11				1				1		4.11	Tomar nuevo molde desde la base
Colocar molde en posición para ingresar perno	20	1					1				20	Colocar molde en posición para ingresar perno
Ingresar pernos	27.3	1							1		27.3	Sostener molde
Tomar llave Allen	4				1				1		4	Sostener molde
Ajustar pernos	147.5	1							1		147.5	Sostener molde
Tomar nuevo molde desde la base	13				1				1		13	Tomar nuevo molde desde la pared lateral
Colocar molde en posición para ingresar perno	30.5	1					1				30.5	Colocar molde en posición para ingresar perno
Pasar llave allen a mano derecha	2				1						0	-
-	0								1		2	Tomar llave allen
Sostener molde	38.45				1	1					38.45	Ingresar pernos
Sostener molde	138.1				1	1					138.1	Ajustar pernos
	801.66	6	3	2	13	6	3	2	16		802.56	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo espera flexómetro	400	Tiempo neto op.	954.86
-			
-			
-			
-			
Total	400		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
1354.86	22.581	0.37635

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 3		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de mandril										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	31/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)				
Colocar mano de apoyo	38	1				1	Aflojar mandril				
-	0					1	Sacar mandril				
Colocar mandril en mesa de trabajo	10		1			1	Colocar mandril en mesa de trabajo				
-	0				1	1	Tomar nuevo mandril				
-	0	1				1	enroscar nuevo mandril				
-	0					1	Ajustar mandril				
Bajar mandril manualmente	20	1				1	Bajar unidad mandril (manual o botón)				
-	0					1	Centrar mandril				
Subir unidad de mandril	18	1				1	Subir unidad de mandril				
	86	4	1	0	1	7	1	0	2	541.5	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	541.5
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
541.5	9.025	0.150416667

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 4		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Cambio de tobera											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	31/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	3	Tomar desarmador
-	0					1					25.3	Aflojar resistencia
Quitar resistencia	12.7	1				1					12.7	Quitar resistencia
-	0								1		2.5	Guardar desarmador
-	0								1		3.5	Tomar llave allen
-	0					1					124.5	Aflojar pernos
-	0								1		2	Guardar llave allen
Sostener pieza 1 por extraer	25.3				1	1					25.3	Sacar pernos
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	5	1							1		5	-
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	12.5		1						1		12.5	-
-	0								1		4	Tomar llave
-	0							1			6.3	Desenroscar pieza 2
Sostener pieza 2	3				1	1					3	Extraer pieza 2 (hembra/macho)
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	7.5		1					1			7.5	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo
-	0								1		4	Tomar cepillo de alambre
Colocar mano de apoyo sobre hembra	420				1	1					420	Cepillar hembra
Colocar mano de apoyo sobre macho	212.5				1	1					212.5	Cepillar macho
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	9				1				1		9	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)
Sostener nueva pieza 1	19.6				1	1					19.6	Roscar nueva pieza 1
-	0								1		5	Tomar nueva pieza 2
-	0							1			15	Introducir pieza 2 en pieza 1
Sostener nueva pieza 2	0				1	1					27.6	Ingresar pernos
Sostener nueva pieza 2	0				1				1		4	Tomar llave allen
-	0								1		25	Ajustar pernos
	727.1	2	2	0	8	12	1	2	9		978.8	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo por espera de tobera	725.25	Tiempo neto op.	978.8
-			
-			
-			
-			
Total	725.25		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
1704.05	28.40083333	0.473347222

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 5		Imagen referencial									
Sección No.	3										
Operación:	Regulación										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	31/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
		○	⇒	D	▽						
Levantar la tapa de la tolva	3	1				0	-				
Tomar costal de materia prima	50.57			1		50.57	Tomar costal de materia prima				
Ingresar molido natural	5	1			1	5	Ingresar molido natural				
-	0				1	3	Cerrar la tapa de la tolva				
-	0				1	7.5	Aplastar botón automático del tablero				
Regulación peso											
-	0					1	4	Tomar llave correspondiente			
Colocar mano de apoyo	10.236			1	1	102.3	Girar perno según objetivo				
-	0					1	5	Guardar llave			
-	0					1	4	Tomar envase resultante			
Pesar envase	0			1		1	14	Pesar envase			
Regulación de ciclo											
-	0				1		13	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero			
Tomar envase producido	5			1	1	1	5	Tomar envase producido			
Revisión rápida de envase	8	1			1		8	Revisión rápida de envase			
Regulación de color											
Levantar la tapa de la tolva	3	1					0	-			
Tomar costal de materia prima	48.2			1		1	48.2	Tomar costal de materia prima			
Ingresar molido natural	15.2	1			1		15.2	Ingresar molido natural			
-	0				1		5	Cerrar la tapa de la tolva			
-	0				1		12	Activar modo automatico en tablero			
Tomar envase producido	45.5			1	1	1	45.5	Tomar envase producido			
Revisión rápida de envase	10	1			1		10	Revisión rápida de envase			
		203.706	6	0	2	6	10	0	4	6	357.27

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	6	0	6
Total de mov. por sección				28

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	156.3	Tiempo neto op.	363.27
Tiempo por paso de material	368		
T. por paso de material FINAL	329		
-			
-			
Total	853.3		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1216.57	20.27616667	0.337936111

Medición 3

CAMBIO DE MOLDE PARA EL PRODUCTO: MÁQUINA:
 ENVASE SYNTEKO PLANCHE FACIL 600 ML PE BLA1 BEKUM 3

Tiempo total de	(s)	(h)
CAMBIO DE MOLDE	7424.39	2.062331

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 1		Imagen referencial								
Sección No.	1									
Operación:	Limpieza									
Método:	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	05/06/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha	
Tomar costal de material por la parte inferior	52.5	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	52.5 Tomar costal de material por la parte inferior
Transportar material hacia la base de la tolva	42		1				1			42 Transportar material hacia la base de la tolva
Abrir tolva	5	1								0 -
Ingresar molido natural y purga	13	1				1			13 Ingresar molido natural y purga	
Tomar costal de material por la parte inferior	57.33			1	1			1	1	57.33 Tomar costal de material por la parte inferior
Transportar material hacia la base de la tolva	35.3		1				1			35.3 Transportar material hacia la base de la tolva
Ingresar molido natural y purga	12	1				1			12 Ingresar molido natural y purga	
Tomar costal de material por la parte inferior	49.3			1	1			1	1	49.3 Tomar costal de material por la parte inferior
Transportar material hacia la base de la tolva	38		1				1			38 Transportar material hacia la base de la tolva
Ingresar molido natural y purga	5	1				1			5 Ingresar molido natural y purga	
Cerrar tolva	2.5	1								0 -
	311.93	5	3	3	3	3	3	3	3	304.43

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	5	3	8
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	3	3	6
▽	Sostenimiento	3	3	6
Total de mov. por sección				26

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo por paso de material	784	Tiempo neto op.	311.93
Tiempo por paso de material	759		
Tiempo por paso de material	813.5		
-			
-			
Total	2356.5		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 1 - Limpieza

SEG	MIN	HRS
2668.43	44.47383333	0.741230556

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 2		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Montaje de molde											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	05/06/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	4	Tomar llave allen
-	0					1					135	Aflojar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	3				1				1		3	Guardar llave allen
Sostener molde desde la parte inferior	20.39				1	1					20.39	Sacar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	2				1				1		2	Guardar pernos
Sostener molde desde la parte inferior	4				1				1	4	4	Sostener molde en parte lateral
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	8.36		1					1			8.36	Colocar molde en mesa de trabajo o coche
-	0								1		3	Tomar llave allen
-	0								1		3	Pasar llave allen a mano izquierda
Tomar llave allen	2				1						0	-
Aflojar pernos	157.6	1									0	-
Guardar llave allen	2			1					1		2	Sostener molde desde la parte inferior
Sacar pernos	15.5	1							1		15.5	Sostener molde desde la parte inferior
Guardar pernos	6			1					1		6	Sostener molde desde la parte inferior
Sostener molde en parte lateral	4.59				1				1	4.59	4.59	Sostener molde en la parte inferior
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	9		1					1			9	Colocar molde en mesa de trabajo o coche
-	0								1		4	Tomar flexómetro
Tomar punta de flexómetro	2				1				1		2	Tomar base de flexómetro
Medir grosor de molde	99.5	1				1					99.5	Medir grosor de molde
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	4.36				1				1		4.36	Tomar nuevo molde desde la base
Colocar molde en posición para ingresar perno	21	1						1			21	Colocar molde en posición para ingresar perno
Ingresar pernos	27.3	1							1		27.3	Sostener molde
Tomar llave Allen	4				1				1		4	Sostener molde
Ajustar pernos	133	1							1		133	Sostener molde
Tomar nuevo molde desde la base	5				1				1		5	Tomar nuevo molde desde la pared lateral
Colocar molde en posición para ingresar perno	8.9	1						1			8.9	Colocar molde en posición para ingresar perno
Pasar llave allen a mano derecha	2				1						0	-
-	0								1		5	Tomar llave allen
Sostener molde	14.88				1	1					14.88	Ingresar pernos
Sostener molde	168.48				1	1					168.45	Ajustar pernos
		724.86	6	3	2	13	6	3	2	16	717.23	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera molde	645	Tiempo neto op.	873.86
Tiempo de espera materiales	184.55		
-			
-			
-			
Total	829.55		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
1703.41	28.39016667	0.473169444

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 3		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Cambio de mandril											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	05/06/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	2	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)
Colocar mano de apoyo	45.5	1				1				45.5	45.5	Aflojar mandril
-	0					1				6.3	6.3	Sacar mandril
Colocar mandril en mesa de trabajo	6.5		1				1			6.5	6.5	Colocar mandril en mesa de trabajo
-	0				1				1	5	5	Tomar nuevo mandril
-	0	1				1				27.22	27.22	rosocar nuevo mandril
-	0					1				7.3	7.3	Ajustar mandril
Bajar mandril manualmente	15	1				1				15	15	Bajar unidad mandril (manual o botón)
-	0					1				400	400	Centrar mandril
Subir unidad de mandril	15	1				1				15	15	Subir unidad de mandril
	82	4	1	0	1	7	1	0	2	529.82	529.82	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-	0	Tiempo neto op.	529.82
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
529.82	8.830333333	0.147172222

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 4		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Cambio de tobera									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	05/06/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar desarmador			
-	0					1	Aflojar resistencia			
Quitar resistencia	9.5	1				9.5	Quitar resistencia			
-	0					1	Guardar desarmador			
-	0					1	Tomar llave allen			
-	0					1	Aflojar pernos			
-	0					1	Guardar llave allen			
Sostener pieza 1 por extraer	20.11					20.11	Sacar pernos			
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	5	1				5	-			
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	15	1				15	-			
-	0					1	Tomar llave allen			
-	0					7.88	Desenroscar pieza 2			
Sostener pieza 2	60					60	Extraer pieza 2 (hembra/macho)			
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	6	1				6	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo			
-	0					1	Tomar cepillo de alambre			
Colocar mano de apoyo sobre hembra	0					255.01	Cepillar hembra			
Colocar mano de apoyo sobre macho	0					75.2	Cepillar macho			
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	15					15	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)			
Sostener nueva pieza 1	20					20	Roscar nueva pieza 1			
-	0					1	Tomar nueva pieza 2			
-	0					13	Introducir pieza 2 en pieza 1			
Sostener nueva pieza 2	0					28.45	Ingresar pernos			
Sostener nueva pieza 2	0					1	Tomar llave allen			
-	0					14.3	Ajustar pernos			
	150.61	2	2	0	8	12	1	2	9	733.65

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo espera de tobera	133.66	Tiempo neto op.	733.65
-			
-			
-			
-			
Total	133.66		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
867.31	14.45516667	0.240919444

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 5		Imagen referencial								
Sección No.	3									
Operación:	Regulación									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	05/06/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Descripción Mano Derecha				
		○	⇒	D	▽					
Levantar la tapa de la tolva	3.5	1				0				
Tomar costal de materia prima	52.3			1		52.3				
Ingresar molido natural	5.12	1			1	5.12				
-	0				1	2				
-	0			1		10.8				
Regulación peso										
-	0					1				
Colocar mano de apoyo	180			1	1	184.6				
-	0				1	2				
-	0				1	30				
-	0				1	15				
Regulación de ciclo										
-	0				1	10				
Tomar envase producido	3			1	1	3				
Revisión rápida de envase	11	1			1	11				
Regulación de color										
Levantar la tapa de la tolva	2.5	1				0				
Tomar costal de materia prima	61.5			1		61.5				
Ingresar molido natural	6	1			1	6				
-	0				1	2				
-	0				1	11.5				
Tomar envase producido	30.6			1	1	30.6				
Revisión rápida de envase	7	1			1	7				
	362.52	6	0	2	5	10	0	4	6	447.42

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento		0	5
Total de mov. por sección				27

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	523	Tiempo neto op.	453.42
Tiempo por paso de material	357		
T. por paso de material FINAL	322		
-			
-			
Total	1202		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1655.42	27.59033333	0.459838889

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 2		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Montaje de molde									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar llave allen			
-	0					1	Aflojar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	3			1		1	Guardar llave allen			
Sostener molde desde la parte inferior	13.5			1	1		Sacar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	2.5			1		1	Guardar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	2.33			1		1	Sostener molde en parte lateral			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	20	1			1		Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0					1	Tomar llave allen			
-	0					1	Pasar llave allen a mano izquierda			
Tomar llave allen	2.5			1		0	-			
Aflojar pernos	118.3	1				0	-			
Guardar llave allen	2.5			1		1	Sostener molde desde la parte inferior			
Sacar pernos	14.9	1				1	Sostener molde desde la parte inferior			
Guardar pernos	3.48			1		1	Sostener molde desde la parte inferior			
Sostener molde en parte lateral	3.48			1		1	Sostener molde en la parte inferior			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	18.366	1			1	18.366	Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0					1	Tomar flexómetro			
Tomar punta de flexómetro	2.5			1		1	Tomar base de flexómetro			
Medir grosor de molde	111.2	1			1	111.2	Medir grosor de molde			
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	4.11			1		1	Tomar nuevo molde desde la base			
Colocar molde en posición para ingresar perno	36.4	1			1	36.4	Colocar molde en posición para ingresar perno			
Ingresar pernos	14.8	1				1	Sostener molde			
Tomar llave Allen	2			1		1	Sostener molde			
Ajustar pernos	13	1				1	Sostener molde			
Tomar nuevo molde desde la base	7			1		1	Tomar nuevo molde desde la pared lateral			
Colocar molde en posición para ingresar perno	5	1			1	5	Colocar molde en posición para ingresar perno			
Pasar llave allen a mano derecha	2			1		0	-			
-	0					1	Tomar llave allen			
Sostener molde	13			1	1		Ingresar pernos			
Sostener molde	67.2			1	1		Ajustar pernos			
	483.066	6	3	2	13	6	3	2	16	494.066

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	614.866
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
614.866	10.24776667	0.170796111

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 3		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de mandril										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)				
Colocar mano de apoyo	45	1				1	Aflojar mandril				
-	0					13.59	Sacar mandril				
Colocar mandril en mesa de trabajo	7.5		1			1	Colocar mandril en mesa de trabajo				
-	2				1	1	Tomar nuevo mandril				
-	18.7	1				1	rosocar nuevo mandril				
-	0					1	Ajustar mandril				
Bajar mandril manualmente	8.14	1				1	Bajar unidad mandril (manual o botón)				
-	0					801.2	Centrar mandril				
Subir unidad de mandril	16.6	1				1	Subir unidad de mandril				
	97.94	4	1	0	1	7	1	0	2	926.03	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	926.03
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
926.03	15.43383333	0.257230556

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 4		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Cambio de tobera									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar desarmador			
-	0					1	Aflojar resistencia			
Quitar resistencia	13.6	1				13.6	Quitar resistencia			
-	0					1	Guardar desarmador			
-	0					1	Tomar llave allen			
-	0					1	Aflojar pernos			
-	0					1	Guardar llave allen			
Sostener pieza 1 por extraer	18					18	Sacar pernos			
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	4	1				4	-			
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	7.59		1			7.59	-			
-	0					1	Tomar llave			
-	0					1	Desenroscar pieza 2			
Sostener pieza 2	3					3	Extraer pieza 2 (hembra/macho)			
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	8	1				8	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo			
-	0					1	Tomar cepillo de alambre			
Colocar mano de apoyo sobre hembra	0					361	Cepillar hembra			
Colocar mano de apoyo sobre macho	0					250.2	Cepillar macho			
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	10					10	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)			
Sostener nueva pieza 1	13					13	Roscar nueva pieza 1			
-	0					1	Tomar nueva pieza 2			
-	0					1	Introducir pieza 2 en pieza 1			
Sostener nueva pieza 2	0					14	Ingresar pernos			
Sostener nueva pieza 2	0					1	Tomar llave allen			
-	0					63.3	Ajustar pernos			
	77.19	2	2	0	8	12	1	2	9	968.49

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	968.49
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
968.49	16.1415	0.269025

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 5		Imagen referencial									
Sección No.	3										
Operación:	Regulación										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
		○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽		
Levantar la tapa de la tolva	3	1								0	-
Tomar costal de materia prima	38				1				1	38	Tomar costal de materia prima
Ingresar molido natural	6	1				1				6	Ingresar molido natural
-	0					1				2	Cerrar la tapa de la tolva
-	0					1				6	Aplastar botón automático del tablero
Regulación peso											
-	0								1	4	Tomar llave correspondiente
Colocar mano de apoyo	10			1	1					17	Girar perno según objetivo
-	0							1		4	Guardar llave
-	0							1		28	Tomar envase resultante
-	0							1		15	Pesar envase
Regulación de ciclo											
-	0					1				5	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero
Tomar envase producido	2			1	1			1	1	2	Tomar envase producido
Revisión rápida de envase	13	1				1				13	Revisión rápida de envase
Regulación de color											
Levantar la tapa de la tolva	3	1								0	-
Tomar costal de materia prima	12				1				1	12	Tomar costal de materia prima
Ingresar molido natural	6	1				1				6	Ingresar molido natural
-	0					1				5	Cerrar la tapa de la tolva
-	0							1		12	Activar modo automatico en tablero
Tomar envase producido	3			1	1			1	1	3	Tomar envase producido
Revisión rápida de envase	13	1				1				13	Revisión rápida de envase
		109	6	0	2	5	10	0	4	6	191

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	5	0	5
Total de mov. por sección				27

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	478	Tiempo neto op.	197
Tiempo por paso de material	401		
T. por paso de material FINAL	289		
-			
-			
Total	1168		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1365	22.75	0.379166667

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 2		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Montaje de molde									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar llave allen			
-	0					1	Aflojar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	4.2			1		1	Guardar llave allen			
Sostener molde desde la parte inferior	12			1	1		Sacar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	4			1		1	Guardar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	3.33			1		1	Sostener molde en parte lateral			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	21.5	1			1		Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0					1	Tomar llave allen			
-	0					1	Pasar llave allen a mano izquierda			
Tomar llave allen	4			1		0	-			
Aflojar pernos	120	1				0	-			
Guardar llave allen	3.5			1		1	Sostener molde desde la parte inferior			
Sacar pernos	15.9	1				1	Sostener molde desde la parte inferior			
Guardar pernos	4.48			1		1	Sostener molde desde la parte inferior			
Sostener molde en parte lateral	4.48			1		1	Sostener molde en la parte inferior			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	19.366	1			1		Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0					1	Tomar flexómetro			
Tomar punta de flexómetro	4.5			1		1	Tomar base de flexómetro			
Medir grosor de molde	112.2	1			1		Medir grosor de molde			
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	5.11			1		1	Tomar nuevo molde desde la base			
Colocar molde en posición para ingresar perno	37.4	1			1		Colocar molde en posición para ingresar perno			
Ingresar pernos	15.8	1				1	Sostener molde			
Tomar llave Allen	3			1		1	Sostener molde			
Ajustar pernos	14	1				1	Sostener molde			
Tomar nuevo molde desde la base	8.5			1		1	Tomar nuevo molde desde la pared lateral			
Colocar molde en posición para ingresar perno	6	1			1		Colocar molde en posición para ingresar perno			
Pasar llave allen a mano derecha	3			1		0	-			
-	0					1	Tomar llave allen			
Sostener molde	15			1	1		Ingresar pernos			
Sostener molde	69.2			1	1		Ajustar pernos			
	510.466	6	3	2	13	6	3	2	16	523.466

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	646.466
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
646.466	10.77443333	0.179573889

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 3		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Cambio de mandril									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)			
Colocar mano de apoyo	43	1				1	Aflojar mandril			
-	0					1	Sacar mandril			
Colocar mandril en mesa de trabajo	9		1			1	Colocar mandril en mesa de trabajo			
-	3.5				1	1	Tomar nuevo mandril			
-	19.7	1				1	rosacar nuevo mandril			
-	0					1	Ajustar mandril			
Bajar mandril manualmente	9.14	1				1	Bajar unidad mandril (manual o botón)			
-	0					1	Centrar mandril			
Subir unidad de mandril	15.6	1				1	Subir unidad de mandril			
	99.94	4	1	0	1	7	1	0	2	934.23

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	934.23
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
934.23	15.5705	0.259508333

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 4		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Cambio de tobera											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	27/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha	
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	5	Tomar desarmador
-	0					1					19.5	Aflojar resistencia
Quitar resistencia	14.6	1				1					14.6	Quitar resistencia
-	0							1			4.5	Guardar desarmador
-	0							1			4	Tomar llave allen
-	0					1					146.3	Aflojar pernos
-	0							1			2.2	Guardar llave allen
Sostener pieza 1 por extraer	20				1	1					20	Sacar pernos
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	5.5	1							1		5.5	-
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	9.59		1						1		9.59	-
-	0								1		3.3	Tomar llave
-	0					1					9.5	Desenroscar pieza 2
Sostener pieza 2	4.5				1	1					4.5	Extraer pieza 2 (hembra/macho)
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	9		1					1			9	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo
-	0								1		3.4	Tomar cepillo de alambre
Colocar mano de apoyo sobre hembra	0				1	1					363	Cepillar hembra
Colocar mano de apoyo sobre macho	0				1	1					251.2	Cepillar macho
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	11.5				1				1		11.5	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)
Sostener nueva pieza 1	14				1	1					14	Roscar nueva pieza 1
-	0								1		5	Tomar nueva pieza 2
-	0							1			6.5	Introducir pieza 2 en pieza 1
Sostener nueva pieza 2	0				1	1					13.5	Ingresar pernos
Sostener nueva pieza 2	0				1				1		2.3	Tomar llave allen
-	0					1					64.3	Ajustar pernos
	88.69	2	2	0	8	12	1	2	9		992.19	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	992.19
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
992.19	16.5365	0.275608333

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 5		Imagen referencial								
Sección No.	3									
Operación:	Regulación									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
Levantar la tapa de la tolva	3.5	1				0	-			
Tomar costal de materia prima	36.5				1	36.5	Tomar costal de materia prima			
Ingresar molido natural	7	1			1	7	Ingresar molido natural			
-	0				1	3	Cerrar la tapa de la tolva			
-	0				1	7.5	Aplastar botón automático del tablero			
Regulación peso										
-	0					1	5.5	Tomar llave correspondiente		
Colocar mano de apoyo	11.5			1	1	17.5	Girar perno según objetivo			
-	0					1	5	Guardar llave		
-	0					1	30	Tomar envase resultante		
-	0					1	17	Pesar envase		
Regulación de ciclo										
-	0				1		4.5	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero		
Tomar envase producido	2.5			1	1	1	2.5	Tomar envase producido		
Revisión rápida de envase	15	1			1		15	Revisión rápida de envase		
Regulación de color										
Levantar la tapa de la tolva	4	1					0	-		
Tomar costal de materia prima	14				1		14	Tomar costal de materia prima		
Ingresar molido natural	8	1			1		8	Ingresar molido natural		
-	0				1		7	Cerrar la tapa de la tolva		
-	0				1		10	Activar modo automatico en tablero		
Tomar envase producido	4			1	1	1	4	Tomar envase producido		
Revisión rápida de envase	13.5	1			1		13.5	Revisión rápida de envase		
	119.5	6	0	2	5	10	0	4	6	207.5

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	5	0	5
Total de mov. por sección				27

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	478	Tiempo neto op.	215
Tiempo por paso de material	401		
T. por paso de material FINAL	189.55		
-			
-			
Total	1068.55		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1283.55	21.3925	0.356541667

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 2		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Montaje de molde									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
-	0				1	4	Tomar llave allen			
-	0				1	119.3	Aflojar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	4			1	1	4	Guardar llave allen			
Sostener molde desde la parte inferior	12.5			1	1	12.5	Sacar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	3			1	1	3	Guardar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	2.43			1	1	2.43	Sostener molde en parte lateral			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	21	1			1	21	Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0				1	3	Tomar llave allen			
-	0				1	3.5	Pasar llave allen a mano izquierda			
Tomar llave allen	3.2			1		0	-			
Aflojar pernos	119.5	1				0	-			
Guardar llave allen	3.5			1		3.5	Sostener molde desde la parte inferior			
Sacar pernos	15.9	1				15.9	Sostener molde desde la parte inferior			
Guardar pernos	4.48			1		4.48	Sostener molde desde la parte inferior			
Sostener molde en parte lateral	3.28			1		3.28	Sostener molde en la parte inferior			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	17.38	1			1	17.38	Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0				1	5.5	Tomar flexómetro			
Tomar punta de flexómetro	3			1		3	Tomar base de flexómetro			
Medir grosor de molde	112	1			1	112	Medir grosor de molde			
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	4.31			1		4.31	Tomar nuevo molde desde la base			
Colocar molde en posición para ingresar perno	35.4	1			1	35.4	Colocar molde en posición para ingresar perno			
Ingresar pernos	12.8	1			1	12.8	Sostener molde			
Tomar llave Allen	2.5			1		2.5	Sostener molde			
Ajustar pernos	14	1			1	14	Sostener molde			
Tomar nuevo molde desde la base	7.5			1		7.5	Tomar nuevo molde desde la pared lateral			
Colocar molde en posición para ingresar perno	6	1			1	6	Colocar molde en posición para ingresar perno			
Pasar llave allen a mano derecha	3			1		0	-			
-	0				1	3.1	Tomar llave allen			
Sostener molde	14.2			1	1	14.2	Ingresar pernos			
Sostener molde	68.3			1	1	68.3	Ajustar pernos			
	493.18	6	3	2	13	6	3	2	16	505.88

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	628.48
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
628.48	10.47466667	0.174577778

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 3		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Cambio de mandril									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)			
Colocar mano de apoyo	44.6	1				1	Aflojar mandril			
-	0					1	Sacar mandril			
Colocar mandril en mesa de trabajo	7		1			1	Colocar mandril en mesa de trabajo			
-	2.4				1	1	Tomar nuevo mandril			
-	19.5	1				1	rosacar nuevo mandril			
-	0					1	Ajustar mandril			
Bajar mandril manualmente	7.14	1				1	Bajar unidad mandril (manual o botón)			
-	0					1	Centrar mandril			
Subir unidad de mandril	15.6	1				1	Subir unidad de mandril			
	96.24	4	1	0	1	7	1	0	2	925.83

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	925.83
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
925.83	15.4305	0.257175

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 4		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Cambio de tobera											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	27/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	3.6	Tomar desarmador
-	0					1					17.9	Aflojar resistencia
Quitar resistencia	14.5	1				1					14.5	Quitar resistencia
-	0								1		4.2	Guardar desarmador
-	0								1		2.7	Tomar llave allen
-	0					1					144.4	Aflojar pernos
-	0								1		3	Guardar llave allen
Sostener pieza 1 por extraer	17.8				1	1					17.5	Sacar pernos
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	4.5	1							1		4.5	-
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	8.39		1						1		8.39	-
-	0								1		3.3	Tomar llave
-	0					1					8.5	Desenroscar pieza 2
Sostener pieza 2	3.4				1	1					3.4	Extraer pieza 2 (hembra/macho)
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	8.5	1						1			8.5	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo
-	0								1		3.8	Tomar cepillo de alambre
Colocar mano de apoyo sobre hembra	0				1	1					362	Cepillar hembra
Colocar mano de apoyo sobre macho	0				1	1					251.3	Cepillar macho
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	10.6				1				1		10.6	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)
Sostener nueva pieza 1	13.4				1	1					13.4	Roscar nueva pieza 1
-	0								1		4.5	Tomar nueva pieza 2
-	0							1			6	Introducir pieza 2 en pieza 1
Sostener nueva pieza 2	0				1	1					15	Ingresar pernos
Sostener nueva pieza 2	0				1				1		3.1	Tomar llave allen
-	0					1					64.1	Ajustar pernos
	81.09	2	2	0	8	12	1	2	9		978.19	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	978.19
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
978.19	16.30316667	0.271719444

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 5		Imagen referencial									
Sección No.	3										
Operación:	Regulación										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
		○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽		
Levantar la tapa de la tolva	4	1								0	-
Tomar costal de materia prima	39.5				1				1	39.5	Tomar costal de materia prima
Ingresar molido natural	7	1				1				7	Ingresar molido natural
-	0					1				2.5	Cerrar la tapa de la tolva
-	0					1				7	Aplastar botón automático del tablero
Regulación peso											
-	0								1	5	Tomar llave correspondiente
Colocar mano de apoyo	11				1	1				18	Girar perno según objetivo
-	0							1		4.3	Guardar llave
-	0								1	29.2	Tomar envase resultante
-	0							1		14	Pesar envase
Regulación de ciclo											
-	0					1				4.5	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero
Tomar envase producido	3			1	1			1	1	3	Tomar envase producido
Revisión rápida de envase	14.2	1				1				14.2	Revisión rápida de envase
Regulación de color											
Levantar la tapa de la tolva	2.5	1								0	-
Tomar costal de materia prima	14				1				1	14	Tomar costal de materia prima
Ingresar molido natural	6.4	1				1				6.4	Ingresar molido natural
-	0					1				5.5	Cerrar la tapa de la tolva
-	0							1		12.4	Activar modo automatico en tablero
Tomar envase producido	2.5			1	1			1	1	2.5	Tomar envase producido
Revisión rápida de envase	12.5	1				1				12.5	Revisión rápida de envase
		116.6	6	0	2	5	10	0	4	6	201.5

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	5	0	5
Total de mov. por sección				27

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	478	Tiempo neto op.	208
Tiempo por paso de material	401		
T. por paso de material FINAL	289		
-			
-			
Total	1168		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1376	22.93333333	0.38222222

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 2		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Montaje de molde									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
-	0					1	5	Tomar llave allen		
-	0					1	160.3	Aflojar pernos		
Sostener molde desde la parte inferior	4			1		1	4	Guardar llave allen		
Sostener molde desde la parte inferior	25			1	1		25	Sacar pernos		
Sostener molde desde la parte inferior	6			1		1	6	Guardar pernos		
Sostener molde desde la parte inferior	12			1		1	12	Sostener molde en parte lateral		
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	14	1				1	14	Colocar molde en mesa de trabajo o coche		
-	0					1	3	Tomar llave allen		
-	0					1	1.5	Pasar llave allen a mano izquierda		
Tomar llave allen	1.5			1			0	-		
Aflojar pernos	170.6	1					0	-		
Guardar llave allen	2			1		1	2	Sostener molde desde la parte inferior		
Sacar pernos	25.6	1				1	25.6	Sostener molde desde la parte inferior		
Guardar pernos	7			1		1	7	Sostener molde desde la parte inferior		
Sostener molde en parte lateral	13			1		1	13	Sostener molde en la parte inferior		
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	11	1				1	11	Colocar molde en mesa de trabajo o coche		
-	0					1	6	Tomar flexómetro		
Tomar punta de flexómetro	2			1		1	2	Tomar base de flexómetro		
Medir grosor de molde	63	1			1		63	Medir grosor de molde		
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	18			1		1	18	Tomar nuevo molde desde la base		
Colocar molde en posición para ingresar perno	37	1				1	37	Colocar molde en posición para ingresar perno		
Ingresar pernos	14	1				1	14	Sostener molde		
Tomar llave Allen	3			1		1	3	Sostener molde		
Ajustar pernos	136	1				1	136	Sostener molde		
Tomar nuevo molde desde la base	22			1		1	22	Tomar nuevo molde desde la pared lateral		
Colocar molde en posición para ingresar perno	30.5	1				1	30.5	Colocar molde en posición para ingresar perno		
Pasar llave allen a mano derecha	2			1			0	-		
-	0					1	2	Tomar llave allen		
Sostener molde	13			1	1		13	Ingresar pernos		
Sostener molde	141			1	1		141	Ajustar pernos		
	773.2	6	3	2	13	6	3	2	16	776.9

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo espera herramientas	325	Tiempo neto op.	949
-			
-			
-			
-			
Total	325		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
1274	21.23333333	0.353888889

Diagrama Bimanual												
Diagrama No. 3		Imagen referencial										
Sección No.	2											
Operación:	Cambio de mandril											
Método :	Actual / Propuesto											
Operario (s):	Ruben											
Lugar:	Planta de producción - área de soplado											
Compuesto por:	Cobos Leonardo											
Fecha elaboración:	27/05/2024											
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha					
-	0	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	1	3	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)
Colocar mano de apoyo	35	1				1					35	Aflojar mandril
-	0					1					13	Sacar mandril
Colocar mandril en mesa de trabajo	6		1				1				6	Colocar mandril en mesa de trabajo
-	4.5				1					1	4.5	Tomar nuevo mandril
-	19.1	1					1				19.1	rosacar nuevo mandril
-	0					1					12.5	Ajustar mandril
Bajar mandril manualmente	10	1				1					10	Bajar unidad mandril (manual o botón)
-	0					1					365	Centrar mandril
Subir unidad de mandril	12.5	1				1					12.5	Subir unidad de mandril
	87.1	4	1	0	1	7	1	0	2		480.6	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	480.6
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
480.6	8.01	0.1335

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 4		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de tobera										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar desarmador				
-	0					8.59	Aflojar resistencia				
Quitar resistencia	12	1				12	Quitar resistencia				
-	0					3	Guardar desarmador				
-	0					4	Tomar llave allen				
-	0					167	Aflojar pernos				
-	0					2	Guardar llave allen				
Sostener pieza 1 por extraer	13					13	Sacar pernos				
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	7	1				7	-				
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	8		1			8	-				
-	0					7.5	Tomar llave				
-	0					14.22	Desenroscar pieza 2				
Sostener pieza 2	3.5					3.5	Extraer pieza 2 (hembra/macho)				
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	8	1				8	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo				
-	0					7.3	Tomar cepillo de alambre				
Colocar mano de apoyo sobre hembra	364					364	Cepillar hembra				
Colocar mano de apoyo sobre macho	163					163	Cepillar macho				
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	4					4	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)				
Sostener nueva pieza 1	15.59					15.59	Roscar nueva pieza 1				
-	0					5	Tomar nueva pieza 2				
-	0					15	Introducir pieza 2 en pieza 1				
Sostener nueva pieza 2	0					27.6	Ingresar pernos				
Sostener nueva pieza 2	0					4	Tomar llave allen				
-	0					25	Ajustar pernos				
	598.09	2	2	0	8	12	1	2	9	892.3	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	892.3
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
892.3	14.87166667	0.247861111

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 5			Imagen referencial							
Sección No.	3									
Operación:	Regulación									
Método:	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
Levantar la tapa de la tolva	3	○	⇒	D	▽	0	-			
Tomar costal de materia prima	50.57					50.57	Tomar costal de materia prima			
Ingresar molido natural	7	1				7	Ingresar molido natural			
-	0					2	Cerrar la tapa de la tolva			
-	0					6.55	Aplastar botón automático del tablero			
Regulación peso										
-	0					6	Tomar llave correspondiente			
Colocar mano de apoyo	46			1	1	46	Girar perno según objetivo			
-	0					3	Guardar llave			
-	0					16	Tomar envase resultante			
Pesar envase	14			1	1	14	Pesar envase			
Regulación de ciclo										
-	0					14	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero			
Tomar envase producido	6			1	1	6	Tomar envase producido			
Revisión rápida de envase	18	1				18	Revisión rápida de envase			
Regulación de color										
Levantar la tapa de la tolva	2.5	1				0	-			
Tomar costal de materia prima	63.49			1		63.49	Tomar costal de materia prima			
Ingresar molido natural	7	1				7	Ingresar molido natural			
-	0					2.5	Cerrar la tapa de la tolva			
-	0					16	Activar modo automatico en tablero			
Tomar envase producido	16.4			1	1	16.4	Tomar envase producido			
Revisión rápida de envase	20	1				20	Revisión rápida de envase			
	253.96	6	0	2	6	10	0	4	6	314.51

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	6	0	6
Total de mov. por sección				28

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	553	Tiempo neto op.	320.01
Tiempo por paso de material	389		
T. por paso de material FINAL	400		
-			
-			
Total	1342		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1662.01	27.70016667	0.461669444

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 2		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Montaje de molde									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
-	0					1	3	Tomar llave allen		
-	0					1	158.2	Aflojar pernos		
Sostener molde desde la parte inferior	3				1	1	3	Guardar llave allen		
Sostener molde desde la parte inferior	18.3				1	1	18.3	Sacar pernos		
Sostener molde desde la parte inferior	5				1	1	5	Guardar pernos		
Sostener molde desde la parte inferior	19.3				1	1	19.3	Sostener molde en parte lateral		
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	14	1				1	14	Colocar molde en mesa de trabajo o coche		
-	0					1	2.5	Tomar llave allen		
-	0					1	2	Pasar llave allen a mano izquierda		
Tomar llave allen	1.5				1		0	-		
Aflojar pernos	178.6	1					0	-		
Guardar llave allen	2			1		1	2	Sostener molde desde la parte inferior		
Sacar pernos	14.5	1				1	14.5	Sostener molde desde la parte inferior		
Guardar pernos	3.5			1		1	3.5	Sostener molde desde la parte inferior		
Sostener molde en parte lateral	13				1	1	7	Sostener molde en la parte inferior		
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	11	1				1	11	Colocar molde en mesa de trabajo o coche		
-	0					1	6	Tomar flexómetro		
Tomar punta de flexómetro	2				1	1	2	Tomar base de flexómetro		
Medir grosor de molde	63	1			1		63	Medir grosor de molde		
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	18				1	1	18	Tomar nuevo molde desde la base		
Colocar molde en posición para ingresar perno	37	1				1	37	Colocar molde en posición para ingresar perno		
Ingresar pernos	14	1				1	14	Sostener molde		
Tomar llave Allen	3				1	1	3	Sostener molde		
Ajustar pernos	136	1				1	136	Sostener molde		
Tomar nuevo molde desde la base	22				1	1	22	Tomar nuevo molde desde la pared lateral		
Colocar molde en posición para ingresar perno	30.5	1				1	30.5	Colocar molde en posición para ingresar perno		
Pasar llave allen a mano derecha	2				1		0	-		
-	0					1	2	Tomar llave allen		
Sostener molde	13				1	1	13	Ingresar pernos		
Sostener molde	147				1	1	147	Ajustar pernos		
	771.2	6	3	2	13	6	3	2	16	756.8

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	942.9
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
942.9	15.715	0.261916667

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 3		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de mandril										
Método:	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)				
Colocar mano de apoyo	35	1				1	Aflojar mandril				
-	0					1	Sacar mandril				
Colocar mandril en mesa de trabajo	6		1			1	Colocar mandril en mesa de trabajo				
-	5				1	1	Tomar nuevo mandril				
-	18.3	1				1	rosacar nuevo mandril				
-	0					1	Ajustar mandril				
Bajar mandril manualmente	10	1				1	Bajar unidad mandril (manual o botón)				
-	0					1	Centrar mandril				
Subir unidad de mandril	11	1				1	Subir unidad de mandril				
	85.3	4	1	0	1	7	1	0	2	479.3	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	479.3
-			
-			
-			
-			
Total			0

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
479.3	7.988333333	0.133138889

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 4		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de tobera										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar desarmador				
-	0					1	Aflojar resistencia				
Quitar resistencia	11.5	1				1	Quitar resistencia				
-	0					1	Guardar desarmador				
-	0					1	Tomar llave allen				
-	0					1	Aflojar pernos				
-	0					1	Guardar llave allen				
Sostener pieza 1 por extraer	13.33					1	Sacar pernos				
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	6	1				1	-				
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	7		1			1	-				
-	0					1	Tomar llave				
-	0					1	Desenroscar pieza 2				
Sostener pieza 2	2					1	Extraer pieza 2 (hembra/macho)				
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	7.5	1				1	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo				
-	0					1	Tomar cepillo de alambre				
Colocar mano de apoyo sobre hembra	289					1	Cepillar hembra				
Colocar mano de apoyo sobre macho	214					1	Cepillar macho				
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	4					1	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)				
Sostener nueva pieza 1	17.39					1	Roscar nueva pieza 1				
-	0					1	Tomar nueva pieza 2				
-	0					1	Introducir pieza 2 en pieza 1				
Sostener nueva pieza 2	0					1	Ingresar pernos				
Sostener nueva pieza 2	0					1	Tomar llave allen				
-	0					1	Ajustar pernos				
	571.72	2	2	0	8	12	1	2	9	884.56	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	884.56
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
884.56	14.74266667	0.245711111

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 5		Imagen referencial								
Sección No.	3									
Operación:	Regulación									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
Levantar la tapa de la tolva	3	1				0	-			
Tomar costal de materia prima	10				1	10	Tomar costal de materia prima			
Ingresar molido natural	5	1			1	5	Ingresar molido natural			
-	0				1	2	Cerrar la tapa de la tolva			
-	0				1	7	Aplastar botón automático del tablero			
Regulación peso										
-	0					1	5	Tomar llave correspondiente		
Colocar mano de apoyo	25.8			1	1	25.8	Girar perno según objetivo			
-	0					1	3	Guardar llave		
-	0					1	16	Tomar envase resultante		
Pesar envase	14			1		1	14	Pesar envase		
Regulación de ciclo										
-	0				1		6.1	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero		
Tomar envase producido	4.5			1	1	1	4.5	Tomar envase producido		
Revisión rápida de envase	25	1			1		25	Revisión rápida de envase		
Regulación de color										
Levantar la tapa de la tolva	3	1					0	-		
Tomar costal de materia prima	12			1			12	Tomar costal de materia prima		
Ingresar molido natural	6.5	1			1		6.5	Ingresar molido natural		
-	0				1		3	Cerrar la tapa de la tolva		
-	0				1		5	Activar modo automatico en tablero		
Tomar envase producido	7			1	1	1	7	Tomar envase producido		
Revisión rápida de envase	0	1			1		0	Revisión rápida de envase		
	115.8	6	0	2	6	10	0	4	6	156.9

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	6	0	6
Total de mov. por sección				28

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	478	Tiempo neto op.	162.9
Tiempo por paso de material	401		
T. por paso de material FINAL	289		
-			
-			
Total	1168		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1330.9	22.18166667	0.369694444

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 2		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Montaje de molde									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
-	0				1	3.5	Tomar llave allen			
-	0				1	160	Aflojar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	4			1	1	4	Guardar llave allen			
Sostener molde desde la parte inferior	17.5			1	1	17.5	Sacar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	5.5			1	1	5.5	Guardar pernos			
Sostener molde desde la parte inferior	20			1	1	20	Sostener molde en parte lateral			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	12	1			1	12	Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0				1	2	Tomar llave allen			
-	0				1	2.5	Pasar llave allen a mano izquierda			
Tomar llave allen	1			1		0	-			
Aflojar pernos	184.3	1				0	-			
Guardar llave allen	3		1		1	3	Sostener molde desde la parte inferior			
Sacar pernos	15	1			1	15	Sostener molde desde la parte inferior			
Guardar pernos	4.5		1		1	4.5	Sostener molde desde la parte inferior			
Sostener molde en parte lateral	15			1	1	8	Sostener molde en la parte inferior			
Colocar molde en mesa de trabajo o coche	12.5	1			1	12.5	Colocar molde en mesa de trabajo o coche			
-	0				1	6.5	Tomar flexómetro			
Tomar punta de flexómetro	3			1	1	3	Tomar base de flexómetro			
Medir grosor de molde	64	1		1		64	Medir grosor de molde			
Tomar nuevo molde desde la pared lateral	18.5			1	1	18.5	Tomar nuevo molde desde la base			
Colocar molde en posición para ingresar perno	36	1			1	36	Colocar molde en posición para ingresar perno			
Ingresar pernos	12.5	1			1	12.5	Sostener molde			
Tomar llave Allen	2			1	1	2	Sostener molde			
Ajustar pernos	136.5	1			1	136.5	Sostener molde			
Tomar nuevo molde desde la base	20			1	1	20	Tomar nuevo molde desde la pared lateral			
Colocar molde en posición para ingresar perno	31	1			1	31	Colocar molde en posición para ingresar perno			
Pasar llave allen a mano derecha	3			1		0	-			
-	0				1	2.5	Tomar llave allen			
Sostener molde	15			1	1	15	Ingresar pernos			
Sostener molde	150			1	1	150	Ajustar pernos			
	785.8	6	3	2	13	6	3	2	16	767.5

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	6	12
⇒	Transporte	3	3	6
D	Demora	2	2	4
▽	Sostenimiento	13	16	29
Total de mov. por sección				51

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo espera molde	569.24	Tiempo neto op.	960.3
-			
-			
-			
-			
Total	569.24		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Montaje molde

SEG	MIN	HRS
1529.54	25.49233333	0.424872222

Diagrama Bimanual											
Diagrama No. 3		Imagen referencial									
Sección No.	2										
Operación:	Cambio de mandril										
Método :	Actual / Propuesto										
Operario (s):	Ruben										
Lugar:	Planta de producción - área de soplado										
Compuesto por:	Cobos Leonardo										
Fecha elaboración:	27/05/2024										
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha				
-	0	○	⇒	D	▽	1	3	Tomar (llave de tubo, llave 24, llave allen)			
Colocar mano de apoyo	34.5	1				1	35.5	Aflojar mandril			
-	0					1	14	Sacar mandril			
Colocar mandril en mesa de trabajo	5		1			1	5	Colocar mandril en mesa de trabajo			
-	6.5				1		6.5	Tomar nuevo mandril			
-	19.3	1				1	19.3	rosacar nuevo mandril			
-	0					1	13.5	Ajustar mandril			
Bajar mandril manualmente	9	1				1	9	Bajar unidad mandril (manual o botón)			
-	0					1	367	Centrar mandril			
Subir unidad de mandril	13	1				1	13	Subir unidad de mandril			
	87.3	4	1	0	1	7	1	0	2	485.8	

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	4	7	11
⇒	Transporte	1	1	2
D	Demora	0	0	0
▽	Sostenimiento	1	2	3
Total de mov. por sección				16

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	485.8
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de mandril

SEG	MIN	HRS
485.8	8.096666667	0.134944444

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 4		Imagen referencial								
Sección No.	2									
Operación:	Cambio de tobera									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo		Símbolo		Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
-	0	○	⇒	D	▽	1	Tomar desarmador			
-	0					1	Aflojar resistencia			
Quitar resistencia	13	1				1	Quitar resistencia			
-	0					1	Guardar desarmador			
-	0					1	Tomar llave allen			
-	0					1	Aflojar pernos			
-	0					1	Guardar llave allen			
Sostener pieza 1 por extraer	14.33					1	Sacar pernos			
Extraer pieza 1 (hembra/macho)	6.5	1				1	-			
Colocar pieza 1 en mesa de trabajo	8		1			1	-			
-	0					1	Tomar llave			
-	0					1	Desenroscar pieza 2			
Sostener pieza 2	3.5					1	Extraer pieza 2 (hembra/macho)			
Colocar pieza 2 en mesa de trabajo	9	1				1	Colocar pieza 2 en mesa de trabajo			
-	0					1	Tomar cepillo de alambre			
Colocar mano de apoyo sobre hembra	290.5					1	Cepillar hembra			
Colocar mano de apoyo sobre macho	216					1	Cepillar macho			
Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)	4.5					1	Tomar nueva pieza 1 (hembra/macho)			
Sostener nueva pieza 1	19.39					1	Roscar nueva pieza 1			
-	0					1	Tomar nueva pieza 2			
-	0					1	Introducir pieza 2 en pieza 1			
Sostener nueva pieza 2	0					1	Ingresar pernos			
Sostener nueva pieza 2	0					1	Tomar llave allen			
-	0					1	Ajustar pernos			
	584.72	2	2	0	8	12	1	2	9	907.36

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	2	12	14
⇒	Transporte	2	1	3
D	Demora	0	2	2
▽	Sostenimiento	8	9	17
Total de mov. por sección				36

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
-		Tiempo neto op.	907.36
-			
-			
-			
-			
Total	0		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 2 - Cambio de tobera

SEG	MIN	HRS
907.36	15.12266667	0.252044444

Diagrama Bimanual										
Diagrama No. 5		Imagen referencial								
Sección No.	3									
Operación:	Regulación									
Método :	Actual / Propuesto									
Operario (s):	Ruben									
Lugar:	Planta de producción - área de soplado									
Compuesto por:	Cobos Leonardo									
Fecha elaboración:	27/05/2024									
Descripción Mano Izquierda	Tiempo (s)	Símbolo				Tiempo (s)	Descripción Mano Derecha			
		○	⇒	D	▽					
Levantar la tapa de la tolva	4.5	1				0	-			
Tomar costal de materia prima	8.5				1	8.5	Tomar costal de materia prima			
Ingresar molido natural	6.5	1			1	6.5	Ingresar molido natural			
-	0				1	4	Cerrar la tapa de la tolva			
-	0				1	6	Aplastar botón automático del tablero			
Regulación peso										
-	0					1	6	Tomar llave correspondiente		
Colocar mano de apoyo	24.2			1	1	24.2	Girar perno según objetivo			
-	0					1	4	Guardar llave		
-	0					1	18	Tomar envase resultante		
Pesar envase	12			1		1	12	Pesar envase		
Regulación de ciclo										
-	0				1	5.5	Girar perilla/escribir ciclo en pantalla tablero			
Tomar envase producido	3.5			1	1	1	3.5	Tomar envase producido		
Revisión rápida de envase	23	1			1		23	Revisión rápida de envase		
Regulación de color										
Levantar la tapa de la tolva	5	1					0	-		
Tomar costal de materia prima	14			1			1	14	Tomar costal de materia prima	
Ingresar molido natural	7	1			1		7	Ingresar molido natural		
-	0				1		4.5	Cerrar la tapa de la tolva		
-	0				1		6.5	Activar modo automatico en tablero		
Tomar envase producido	6			1	1		1	6	Tomar envase producido	
Revisión rápida de envase	0	1			1		0	Revisión rápida de envase		
	114.2	6	0	2	6	10	0	4	6	159.2

MOVIMIENTOS

Símbolo	Denominación	No. movimientos mano izquierda	No. movimientos mano derecha	Total de movimientos por operación
○	Operación	6	10	16
⇒	Transporte	0	0	0
D	Demora	2	4	6
▽	Sostenimiento	6	0	6
Total de mov. por sección				28

TIEMPOS

TIEMPOS EXTRAS DETALLADOS		TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	
Descripción	Tiempo (s)	Descripción	Tiempo (s)
Tiempo de espera por C. calidad	578.5	Tiempo neto op.	168.7
Tiempo por paso de material	455.3		
T. por paso de material FINAL	321		
-			
-			
Total	1354.8		

TIEMPO TOTAL SECCIÓN 3 - Regulación

SEG	MIN	HRS
1523.5	25.39166667	0.423194444