

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL
PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC
MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA
DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025**

**PROYECTO DE GRADUACION PARA OPTAR
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERIA
INDUTRIAL**

Alumno: Alejandro Soto Castro
Tutor: Jose Eduardo Vargas Solís

Heredia, 2025

CARTA DEL TUTOR

28 de abril 2026

Señores
Servicios Estudiantiles
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Jose Alejandro Soto Castro, cédula de identidad número 207190167, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

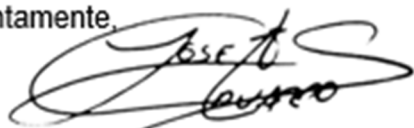
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, resultados económicos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		96%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

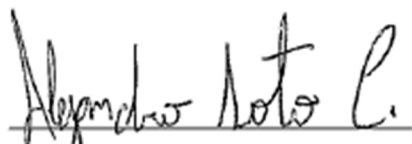


Ing. José Eduardo Vargas Solís.
Cédula identidad 1 – 1559 - 0116



DECLARACIÓN JURADA

Yo Jose Alejandro Soto Castro, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 207190167 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025 es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 24 días del mes de Abril del año dos mil Veintiséis.


Firma del estudiante

Cédula: 207190167



CARTA DE LECTOR

San José,
Universidad Hispanoamericana
Sede Llorente
Carrera

Estimado señor

El estudiante José Alejandro Soto Castro, cédula de identidad 2-0719-0167, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025.", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

LEONOR MURILLO
Firma: **ALPIZAR (FIRMA)**
Firmado digitalmente por
LEONOR MURILLO ALPIZAR
(FIRMA)
Fecha: 2026.06.19 19:37:40
-06'00'

Nombre: Leonor Murillo Alpizar
Cédula: 1-1080-0184



San José, 24 de abril del 2026

A quien corresponda

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La suscrita María del Rocío Calvo Alfaro, cédula de identidad número 1-1614-0447, profesional en Filología Española, incorporada al Colegio de Licenciados y Profesores (COLYPRO) con carné número 80867, hace constar que el estudiante Alejandro Soto Castro, sometió a revisión filológica el proyecto de graduación: *MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025*.

De esta manera, el documento fue revisado para detectar y corregir errores de tipo ortográficos (tildes, uso de letras y de mayúsculas), de puntuación (comas, punto, punto y coma, signos de exclamación, uso de paréntesis y comillas), de léxico (vocabulario repetido o semánticamente mal empleado, redundancias y cacofonías), morfosintáctico (reglas de construcción de oración, conectores, concordancia y anfibologías), normas para la elaboración de párrafos y bibliografía según la normativa APA.

Todas las correcciones que se hicieron deberán ser aceptadas, una vez que este reciba el documento con el control de cambios. Así mismo, deberá trabajar en las correcciones que se le señalen en cuanto a formato o redacción se refiera. Además, cabe destacar que la filóloga no se hace responsable de la veracidad y la originalidad de la información que contiene el documento.

Sin más

MARIA DEL ROCIO
CALVO ALFARO (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA
DEL ROCIO CALVO ALFARO
(FIRMA)
Fecha: 2026.04.24 07:54:59 -06'00'

María del Rocío Calvo Alfaro

Correo electrónico: merysc95@gmail.com



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 06/22/2026

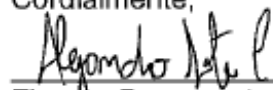
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Jose Alejandro Soto Castro con número de identificación 207190167 autor (a) del trabajo de graduación titulado MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025 presentado y aprobado en el año 2026 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

 207190167
Firma y Documento de Identidad



ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi esposa Maria Mesen que me ha incentivado y apoyado en todo momento durante este proceso.

A mi amada hija que Sara Soto que me llena la vida de amor, me espera con una sonrisa y alegría todos los días.

A mi Padre Herminio Soto que siempre creyó en mí y me apoyo durante todo el plan de estudio en la universidad.

A mi Madre Xinia Castro que estuvo presente en todo momento y me inspiro a seguir adelante y a asumir con responsabilidad los retos presentados en el camino.

A mi cunada Melisa Mesen que me brindo asesoría y guía durante el desarrollo de la tesis



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al profesor José Eduardo Vargas Solís por el acompañamiento, la orientación y el apoyo brindados durante el desarrollo de esta tesina. Su disposición constante, sus valiosas sugerencias y su compromiso académico fueron fundamentales para fortalecer este trabajo y para mi crecimiento académico y personal. Gracias por compartir su conocimiento, paciencia y motivación a lo largo de este proceso.

Deseo expresar mi agradecimiento a mi cuñada Melisa Mesén, por el apoyo brindado al inicio de este proyecto. Su ayuda, orientación inicial y disposición para colaborar fueron de gran importancia para dar los primeros pasos y organizar el desarrollo de esta tesina.

Deseo expresar mi agradecimiento al Manager Andrés Zúñiga, encargado de la empresa, por su orientación y apoyo a lo largo de mi desarrollo en el ámbito laboral. Su guía, así como la coordinación con las diferentes áreas del negocio para la obtención de información clave, fueron fundamentales para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

Deseo expresar mi agradecimiento al Manager Carlos Echeverría por la confianza brindada en el área laboral, así como por creer en mis capacidades y conocimientos. Su apoyo y respaldo fueron fundamentales para mi desempeño, crecimiento profesional y para el desarrollo de este proyecto



TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTOS.....	9
TABLA DE CONTENIDO	10
ACRÓNIMOS Y SIGLAS	15
RESUMEN EJECUTIVO	16
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	18
1.1 Descripción general del proyecto.....	18
1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto	18
1.2.1 Descripción general de la organización	18
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa.....	20
1.3 Planteamiento del problema	21
1.3.1 Definición y medición del problema	21
1.4 Justificación del proyecto	22
1.5 Objetivos del proyecto.....	23
1.5.1 Objetivo general	23
1.5.2 Objetivos específicos	24
1.6 Alcances y limitaciones.....	24
1.6.1 Alcances.....	24
1.6.2 Limitaciones	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	26
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera.....	26
2.1.1 Ingeniería industrial.....	26
2.1.2 Diagrama causa y efecto.	27
2.1.3 Cinco porques.	28
2.1.4 Multivoto.....	28
2.1.5 Diagrama de Gantt.....	29
2.1.6 Lluvia de ideas (brainstorming).....	29
2.1.7 Eficiencia. y eficacia.....	30
2.1.8 Análisis costo-beneficio.....	30
2.1.9 Diagrama de Pareto.....	30
2.1.10 Diagrama de Sipoc.....	31
2.1.11 Diagrama de Flujo.....	32
2.1.11 Gemba Walk	33
2.1.12 Graficos de Control	34
2.1.13 Plan de control	34
2.1.14 Plan de acción.....	34



2.2 Marco conceptual referente a la gestión del proyecto	34
2.2.1 Metodología DMAIC.....	35
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto.....	36
2.3.1 Corto plazo.....	36
2.3.2 Mediano plazo.....	37
2.3.3 Largo plazo.	37
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....	37
2.4.1 Antecedente 1.....	37
2.4.2 Antecedente 2.....	38
2.4.3 Antecedente 3.....	38
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO	39
3.1 Metodología para la definición del problema	39
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	40
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	41
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	42
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	43
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....	45
4.1 Diagrama de SIPOC	45
4.2 Diagrama de Flujo de Proceso de Moldeo.....	49
4.3 Encuestas al personal:.....	52
4.3.1 Conocimiento sobre segregación de Scrap:.....	53
4.3.2 Condiciones de trabajo:	55
4.3.3 Pareto de Primer Nivel	61
4.3.4 Pareto de Segundo nivel.....	65
4.3.5 Métrica de DPMOs.....	68
4.3.6 Luvia de ideas	70
4.3.7 Proceso de Multivoto.....	74
4.3.8 Causa raíz identificada.....	81
4.3.9 Validar la Causa Raíz.....	82
4.3.10 Medición en estado nominal del proceso (Leak Test)	82
4.3.11 Medición del metal del molde.	85
4.3.12 Conclusiones de la situación actual.....	87
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	89
5.1 Diseño propuesto	89
5.2 Medición en estado nominal del proceso (Leak Test)	91
5.3 Verificación de disbonding proceso posterior.....	93
5.4 Retorno de inversión:.....	95
5.4.1 Cálculo del Retorno de Inversión (ROI).....	96



5.5 Diagrama de Gantt y Plan de acción	98
5.7 Plan de control	102
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
6.1 Conclusiones generales:.....	104
6.1.1 Definir el problema del alto nivel de Scrap	105
6.1.2 Medir el desempeño del proceso	106
6.1.3 Analizar las causas raíz	106
6.1.4 Crear un plan de implementación	106
6.1.5 Controlar las acciones implementadas	106
6.2 Recomendaciones del Proyecto	107
6.2.1 Estandarización de procesos	107
6.2.2 Mejora en el sistema de conteo de material	107
6.2.3 Reducción de tiempos de cambio de orden	107
6.2.4 Mejora en condiciones de trabajo	108
6.2.5 Control y mantenimiento de moldes	108
6.2.6 Método de medición de leak Test	108
6.2.7 Almacenamiento del material.....	108
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA	109
CAPÍTULO VIII: Apéndices	112
8.1 Apéndice 1	112
8.2 Apéndice 2	113
8.3 Apéndice 3	114
CAPÍTULO IX: ANEXOS	115
9.1 Anexo 1	115
9.2 Evaluación del proyecto por parte del responsable en la organización	117
9.3 Hoja de registro de tutorías.....	119
9.4 Encuestas	129



Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa.....	19
Figura 2. <i>Porcentaje de rendimiento (Yield) del proceso de moldeo vs meta durante 2025</i>	22
Figura 3. Diagrama de Ishikawa.....	27
Figura 4. Diagrama 5 Whys.....	29
Figura 5 Diagrama de SIPOC.....	32
Figura 6 Símbolos básicos de diagramas de flujo y sus funciones	33
Figura 7. Diagrama de flujo de proceso de moldeo	49
Figura 8. Faceplate Termoplástico	64
Figura 9. Faceplate Bond Ring.....	64
Figura 10. Dreamwear Full Cushion	65
Figura 11. Diagrama Causa Efecto	73

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Detalle de actividades, herramientas y responsables para la definición del problema de scrap en el proceso de moldeo.....	39
Cuadro 2. Detalle de actividades, herramientas y responsables para la medición del desempeño del proceso de moldeo.....	41
Cuadro 3. Detalle de actividades, herramientas y responsables para el análisis de causas raíz en el proceso de moldeo	42
Cuadro 4. Detalle de actividades, herramientas y responsables para la implementación de mejoras en el proceso de moldeo.....	43
Cuadro 5. Actividades de la fase de control (Control) para el aseguramiento del rendimiento del proceso de moldeo	44
Cuadro 6. Puntuación Multivoto.....	75
Cuadro 7. 5 Whys	80
Cuadro 8. Indicadores financieros	98

Índice de Tablas

Tabla 1. Diagrama SIPOC del proceso de moldeo en la línea de producción.....	46
Tabla 2. Impacto económico por producto con análisis 80/20.....	63
Tabla 3. Impacto económico por defecto con análisis 80/20.	67
Tabla 4. Multivoto.....	76
Tabla 5. Prueba de fuga	83
Tabla 6. Mediciones del metal.....	85
Tabla 7. Mediciones Pines Nuevos.....	89
Tabla 8. Prueba de fuga	92
Tabla 9. Resultados Prueba de Fugas	94



Índice de Gráficos

Gráfico 1. Conocimiento sobre la segregación del material de Scrap.	53
Gráfico 2. Capacidad de los encuestados para identificar defectos en piezas moldeadas	54
Gráfico 3. Conocimiento de los encuestados sobre el impacto de no segregar correctamente el material en el sistema	54
Gráfico 4. Metodo utilizado para contabilizar el material producido al cierre de lote	55
Gráfico 5. Disponibilidad de herramientas para la segregación de scrap según los encuestados.	56
Gráfico 6. Tiempo requerido para realizar un cambio de orden.....	57
Gráfico 7. Cantidad de scrap generado durante la estabilización posterior a un cambio de orden	57
Gráfico 8. Nivel de conocimiento del código “No Match” entre los encuestados	58
Gráfico 9. Identificación de oportunidades de mejora para la reducción del scrap asociado al código “No Match”	59
Gráfico 10. Pareto porcentaje promedio de Scrap por familia.	61
Gráfico 11. Diagrama de Pareto Defectos de defectos.	66
Gráfico 12. DPMOs.....	69
Gráfico 13. Pareto Causas con mayor impacto	77
Gráfico 14. Prueba de Fugas estado actual.	84
Gráfico 15 Medida del Pin Metálico	86
Gráfico 16. Medición de cavidades nuevas.	90
Gráfico 17. Leak test (Pruebas de fugas) Cavidades nuevas.....	93
Gráfico 18. Resultados Pruebas	95



ACRÓNIMOS Y SIGLAS

KPI (*Key Performance Indicator* = Indicador Clave de Desempeño): métrica utilizada para medir la eficiencia y efectividad de procesos o actividades dentro de la empresa.

SRC (*Sleep Respiratory Care*)= Cuidado respiratorio del sueño.

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) = Eficiencia Global del Equipo): Indicador que mide la productividad de los equipos considerando disponibilidad, rendimiento y calidad.

DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*): Metodología de mejora continua utilizada para optimizar procesos y solucionar problemas en ingeniería industrial.

6M: Mano de Obra, Máquina, Método, Material, Medición y Medio Ambiente)

Scrap (*Desperdicio*): Producto o material que no cumple con las especificaciones de calidad y no puede ser reparado o reutilizado en el proceso.

Backorder Es un pedido pendiente por falta de inventario, pero que aún no se ha cancelado

Yield (*Rendimiento*) Indicador de desempeño muy usado en manufactura y calidad

DPMOs: Defectos Por Millón de Oportunidades (Defects Per Million Opportunities).Es una métrica usada en Six Sigma y control de calidad para medir qué tan capaz es un proceso de producir unidades sin defectos.

Disbonding: Defecto que ocurre cuando dos superficies que deberían unirse no logran adherirse adecuadamente durante el proceso de moldeo o sobremoldeo.

Leak test: Un leak test (en español: prueba de fugas) es un método utilizado para verificar si un sistema, componente o producto tiene escapes de aire.

ROI: Return on Investment Es un indicador financiero que mide cuánto dinero se gana o se recupera en relación con lo que se invirtió en un proyecto.

DWF: Dreamwear Full



RESUMEN EJECUTIVO

Cita bibliográfica del documento

Soto Castro, A. (2025). Mejora del rendimiento (yield) en el proceso de manufactura de Philips SRC Moldeo en la planta de Alajuela durante el segundo semestre de 2025. [Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Profesor asesor: José Eduardo Vargas Solís.

El presente proyecto tuvo como objetivo principal mejorar el rendimiento (yield) del proceso de manufactura en el área de Moldeo de Philips SRC Costa Rica, debido a los altos niveles de scrap registrados durante el segundo semestre del año 2025. El desempeño promedio del proceso fue de 88,6%, por debajo de la meta corporativa establecida en un 91%, lo cual generó pérdidas económicas significativas, afectación en la planificación de la producción, incumplimiento en los tiempos de entrega y un impacto ambiental negativo por el desperdicio de materia prima. El análisis inicial evidenció que la mayor concentración del scrap se encontraba en la familia de productos Dreamwear Full, principalmente asociada a defectos de disbonding (cuando dos superficies que deberían unirse no logran adherirse adecuadamente), partículas y piezas rotas.

El objetivo general del proyecto fue incrementar el yield del proceso de moldeo en al menos un 3%, mediante la reducción del scrap, aplicando herramientas de mejora continua basadas en el análisis de causas raíz. El alcance del estudio se limitó al área de Moldeo SRC y a los subensambles críticos de la familia de productos priorizada, desarrollándose durante el período comprendido entre octubre de 2025 y febrero de 2026.

Para el desarrollo del proyecto, se utilizó la metodología DMAIC, la cual permitió estructurar el análisis de manera ordenada y basada en datos. En la fase de definición se delimitaron el proceso y el problema mediante herramientas como SIPOC y diagramas de flujo. En la fase de medición, se analizaron datos históricos del sistema SAP, métricas de yield y causas de scrap, además de encuestas aplicadas al personal operativo. Posteriormente, en la fase de análisis se emplearon herramientas como diagramas de



Pareto, Ishikawa, multivoto y la técnica de los cinco porqués, con el fin de identificar y priorizar las causas que impactaban negativamente el rendimiento del proceso.

El análisis permitió determinar que la causa raíz principal del defecto de disbonding estaba relacionada con el desgaste y la desviación dimensional del metal del molde, específicamente en los pines formadores de orificios. Esta condición ocasionaba la producción de piezas fuera de especificación, lo que a su vez generaba ajustes constantes en los parámetros del proceso, inestabilidad operativa y contaminación del material termoplástico.

Como solución principal se implementó el reemplazo de los pines del molde que se encontraban fuera de tolerancia, validando previamente las dimensiones del nuevo herramental. Las pruebas posteriores confirmaron la estabilidad del proceso, la eliminación del defecto de disbonding y una mejora significativa en el rendimiento del área. Adicionalmente, se propusieron acciones complementarias orientadas a la estandarización de métodos, fortalecimiento de la capacitación del personal y mejora en el control y seguimiento del proceso.

La implementación de las soluciones se realizó mediante un plan de acción estructurado, con responsables definidos, cronograma de actividades y mecanismos de control para asegurar la sostenibilidad de las mejoras. El estudio concluye que el bajo rendimiento del proceso de moldeo tenía un origen técnico y sistémico, y que la aplicación disciplinada de herramientas de Ingeniería Industrial permitió reducir el scrap, mejorar el yield, optimizar la eficiencia operativa y generar beneficios económicos y operativos sostenibles para la organización.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

El proyecto tiene como objetivo principal la mejora del rendimiento (yield) en el proceso de manufactura de la empresa Philips SRC Moldeo, y la eficiencia operativa para reducir el indicador de Scrap el área de Moldeo, esto mediante la implementación de alternativas de solución utilizando la herramienta de Ingeniería DMAIC. Actualmente, esta área presenta diversas oportunidades de mejora en el proceso, las cuales afectan la planificación y productividad en la ejecución, por lo tanto, se busca analizar el proceso productivo para que se realice una gestión eficiente de los recursos, materiales y disponibilidad de los equipos para lograr las metas establecidas.

Al optimizar el uso de los recursos clave en dichos procesos, la empresa no solo podrá reducir sus costos de manufactura, sino también mejorar la calidad de sus productos, acortar los tiempos de entrega, reducir Scrap que tiene un impacto ambiental significativo y fortalecer su posición en el mercado. Además, el proyecto permitirá a la empresa alcanzar una mayor capacidad de respuesta ante las demandas del mercado, lo que se traducirá en una mejora en su competitividad a largo plazo.

La propuesta del proyecto seguirá un enfoque estructurado que incluye la definición de los problemas y objetivos, la medición de los procesos, el análisis de las causas raíz y el establecimiento de controles para garantizar la sostenibilidad de las mejoras en los procesos.

1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

El proyecto se llevará a cabo en la empresa Philips Costa Rica, ubicada en la zona franca del Coyol edificio B37, Alajuela, Costa Rica.

1.2.1 Descripción general de la organización

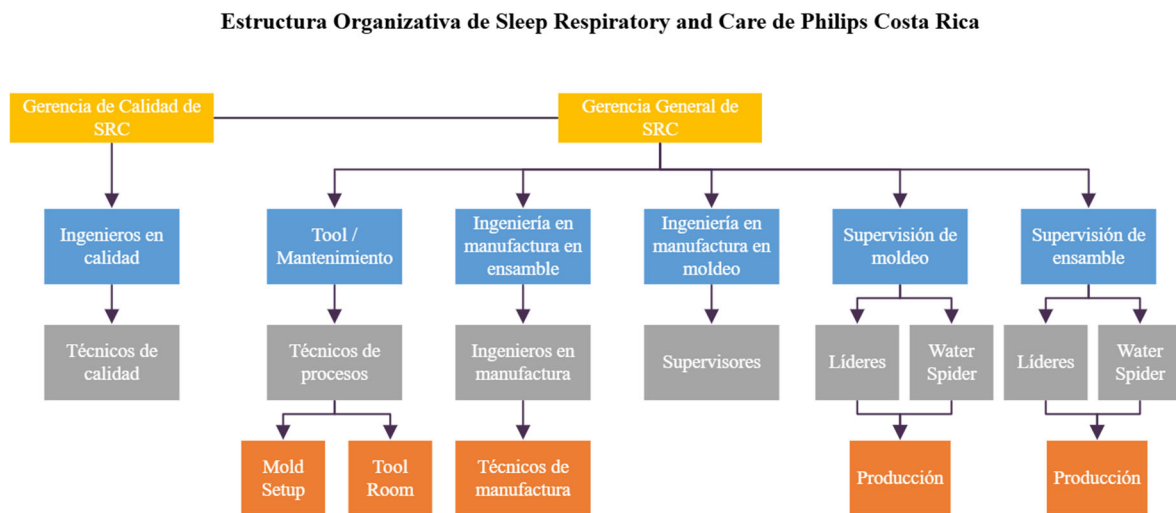
La empresa Philips Costa Rica se encarga de la manufactura de dispositivos médicos y de cuidado respiratorio. La empresa Philips tiene la siguiente misión: "Mejorar la vida de 2.5 mil millones de personas al año para 2030, incluyendo 400 millones en comunidades desatendidas, a través de innovaciones significativas" y Visión: "Ser el líder mundial en tecnología de la salud, mejorando la vida de las personas a través de



innovaciones significativas en cada etapa del cuidado de la salud, desde la vida saludable y la prevención, hasta el diagnóstico, tratamiento y cuidado en el hogar."

En la estructura organizativa de la empresa (ver Figura 1) se identifican cuatro niveles, donde en el primer nivel encontramos la gerencia general, en el segundo nivel a los puestos gerenciales de cada una de las áreas, en el tercer nivel supervisores e ingenieros y en cuarto nivel el área técnica y operativa, con una población alrededor de 600 personas que trabajan directamente en la operación de la empresa.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Creación propia de acuerdo a los datos brindados por la empresa.

Los productos fabricados en SRC Costa Rica están enfocados en combatir la apnea del sueño, como por ejemplo las máscaras y sus piezas de repuesto, fabricados a base de materiales como termoplástico y silicón.

La empresa cuenta con un total de 69 máquinas de moldeo por inyección que se encargan de moldear la materia prima para dar forma a la unidades y 6 líneas de producción encargadas de ensamblar y empacar las máscaras para su exportación.



1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

La empresa Philips en el área de SRC tiene sus inicios en el año 1939–1952 donde inicia con la fábrica del dispositivo “iron lung” o respirador Philips, diseñado para pacientes con parálisis respiratoria, principalmente por poliomielitis que se convierte en uno de los primeros aportes de Philips al cuidado respiratorio.

En el año 1973, Philips se enfoca en monitoreo de pacientes, con problemas en la respiración, por lo que amplía su presencia en hospitales con equipos de monitoreo. En el año 1987 a 1990 Lanza el inhalador HP 5210. Incluyendo a su gama de productos los purificadores de aire (Air Cleaners) enfocados en salud y respiración, anticipando su enfoque en bienestar y aire limpio.

En el año 2005 al 2006, Philips inicia soluciones de oxigenoterapia domiciliaria para pacientes con enfermedades pulmonares crónicas (EPOC). La empresa lanza el EverFlo (concentrador de oxígeno). En el 2008, Philips adquiere Respironics, fortaleciendo su portafolio de productos de sueño y respiración. A partir de esta fecha, los productos EverFlo y EverGo pasan a marca Philips Respironics.

En 2016, alcanzan dos millones de unidades EverFlo fabricadas. En el 2009, realiza el lanzamiento de los ventiladores portátiles Trilogy 100 y 200 para soporte respiratorio domiciliario. Para el año 2010 Philips desarrolla el dispositivo SleepWave, terapia no invasiva para el insomnio mediante estimulación vestibular. Adquiere la empresa Somnolyzer 24x7 (de Siesta Group, Viena), e integra su tecnología en el software Sleepware G3 para diagnóstico del sueño. Para el 2012–2013 Introduce el producto SimplyGo (concentrador de oxígeno portátil) y el producto Sami the Seal encargados de nebulizador infantil. Así como el Sistemas para apnea del sueño con máscara facial Amara. En el año 2015–2016, nace la línea Dream Family: DreamWear mask, DreamStation (CPAP) y DreamMapper (app de seguimiento) fabricados en China.

La producción de máscaras de Philips se establece en Costa Rica en el año 2017 con el objetivo de expandir el área de SRC en Centroamérica, optimizando la cadena de suministro y reduciendo los tiempos de entrega hacia los Estados Unidos.



1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición y medición del problema

El problema se desarrolla en el área de SRC específicamente en el área de molde. Durante el proceso semi automático de las máquinas de moldeo se generan piezas defectuosas que deben ser desechadas ya que no se pueden reutilizar o reprocesar, impactando directamente el rendimiento de las órdenes de producción y bajando la productividad, ya que al no poder reutilizar las unidades se desperdicia la materia prima, tiempo y recursos.

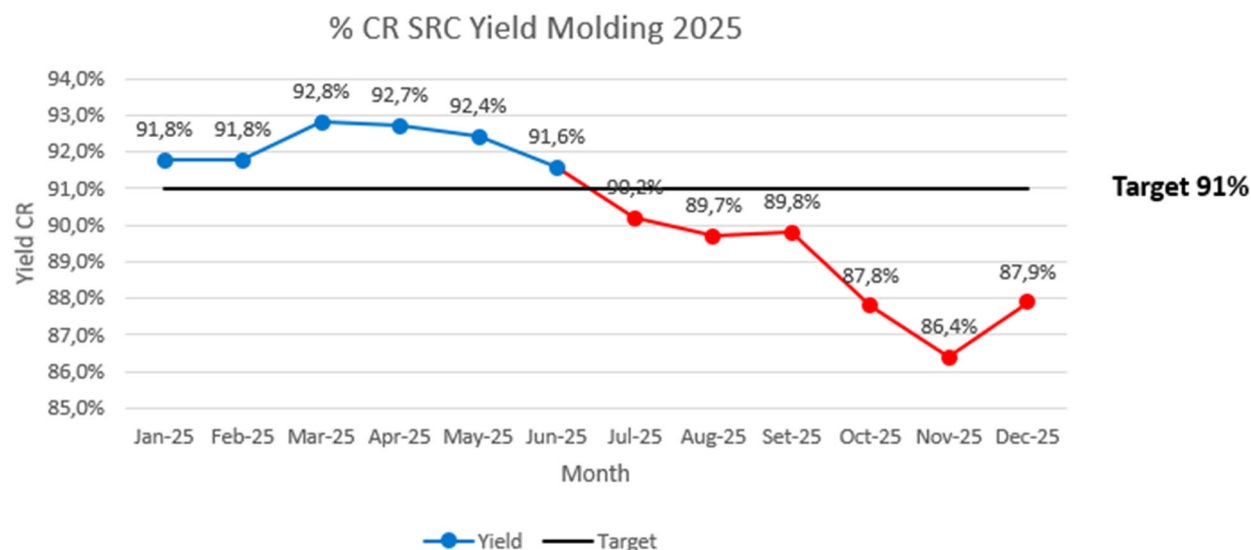
Las áreas encargadas de solucionar el problema son, ingeniería y producción, las cuales no han logrado detectar y controlar el problema. La baja productividad ha generado un desabastecimiento en los centros de distribución dejando pérdidas monetarias por el incumplimiento de entrega del producto terminado.

En el departamento de Ingeniería es el Yield (rendimiento del proceso) la métrica impactada por el desperdicio. Mediante las validaciones del proceso se define una meta, la cual no se ha logrado alcanzar. El incumplimiento de esta meta impacta de manera directa al área de Planeación, ya que limita la capacidad de realizar proyecciones confiables de entrega de material, al no contar con una visibilidad clara de la salida real del proceso productivo. Adicionalmente, a medida que el porcentaje de Scrap se incrementa, el Yield disminuye, lo que genera ineficiencias operativas y afecta la estabilidad del flujo de producción.

En la figura 2 se muestra la tendencia anual del porcentaje de Scrap correspondiente al yield del área de moldeo durante el año 2025, en comparación con la meta de Scrap establecida por la organización de un 91%.



Figura 2. Porcentaje de rendimiento (Yield) del proceso de moldeo vs meta durante 2025



Nota: El color azul representa los meses en los que el rendimiento se encuentra por encima de la meta establecida (91%), mientras que el color rojo indica los meses por debajo del objetivo. La línea negra corresponde al valor objetivo definido para el proceso

Fuente: Elaboración con datos del proceso de moldeo 2025

De acuerdo con la información presentada en la figura 2, se observa que la tendencia de desperdicio del área de moldeo es a la baja con respecto a la meta establecida, el promedio de los últimos 6 meses es de 88,6% registrando un promedio aproximado del 2,4% menos de la meta en el año 2025. Este comportamiento evidencia una brecha significativa entre el desempeño esperado del proceso, lo cual impacta negativamente las métricas de la planta.

Por lo tanto, con base en este análisis, el proyecto se enfocará en la métrica de yield del área de moldeo, con el propósito de identificar las causas raíz del Scrap y establecer acciones de mejora que permitan alcanzar la meta definida.

1.4 Justificación del proyecto

El presente proyecto surge como respuesta a la necesidad de mejorar el rendimiento operativo y en busca de un beneficio económico para la organización, ante



la detección de la oportunidad de mejorar Yield en el área de moldeo que actualmente no ha sido resuelta y afecta la entrega eficiente de producto terminado al cliente. La falta de implementación de esta mejora genera pérdidas económicas estimadas en \$567.501 anualmente, representados en sobrecostos de operación, Scrap de recursos, y baja eficiencia en la gestión de los procesos. Estos costos ocultos impactan directamente la rentabilidad y competitividad de la empresa, afectando tanto su desempeño financiero como el cumplimiento del plan de producción, con un back order de 41 1178 unidades al año.

El proyecto busca optimizar los procesos, fortalecer soluciones efectivas que disminuyan el Scrap, basados en datos y mejorar los indicadores que son clave para el desempeño. La implementación buscara fomentar una cultura de mejora continua dentro de la organización. Asimismo, se prevé que los resultados contribuyan a elevar los estándares de calidad, reducir el impacto ambiental y promover el uso racional de los recursos.

Los principales beneficiados serán los colaboradores, al contar con procesos más claros y eficientes; la organización, al mejorar su rentabilidad y cumplimiento regulatorio; y los clientes, al recibir productos o servicios con mayor valor agregado y consistencia en la calidad. De forma indirecta, la sociedad también se beneficia al promoverse prácticas empresariales sostenibles y responsables. Además, el proyecto contempla la creación de herramientas o instrumentos de recolección y análisis de datos que fortalecerán futuras investigaciones internas y facilitarán la toma de decisiones estratégicas.

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Optimizar el proceso del área de Moldeo de SRC en la empresa Philips Costa Rica, mediante la reducción del scrap de la familia de productos identificada, a través de la implementación de acciones de mejora continua basadas en el análisis de causas raíz y



la estandarización de variables críticas del proceso, con el fin de incrementar el Yield en al menos un 3%, alcanzando la meta establecida, en un periodo de 6 meses.

1.5.2 Objetivos específicos

- Definir el problema del alto nivel de Scrap en el proceso de moldeo, mediante herramientas de ingeniería que permitan conocer con más claridad de inicio a fin el proceso.
- Medir el desempeño del proceso mediante la recolección de datos de productividad, con el fin de encontrar mejoras en la operación y lograr la meta definida por ingeniería.
- Analizar los datos obtenidos del proceso mediante el uso de herramientas de calidad para identificar las principales causas que afectan el yield de producción de acuerdo con los datos históricos y observaciones.
- Crear un plan de Implementación mediante posibles acciones correctivas y preventivas para un mejor impacto y logro de objetivos de producción.
- Controlar las acciones correctivas y preventivas definidas en el plan de mejora, para asegurar la implementación de las mejoras determinadas en el análisis de la evidencia.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

El proyecto de mejora del yield se desarrolló dentro de las instalaciones de Philips S&RC Costa Rica, en el área de Moldeo del específicamente en la producción de los subensambles, abarcando las etapas del proceso que presentan pérdidas económicas.

El período de ejecución comprendió desde octubre de 2025 hasta febrero de 2026, tiempo durante el cual se desarrollaron las fases de diagnóstico, recolección de datos, diseño de la propuesta de mejora y estandarización de las nuevas condiciones de proceso y desarrollo de un plan de implementación de mejoras.

El proyecto involucra la participación de los equipos de Ingeniería de Procesos, Producción, Calidad, Mantenimiento y Entrenamiento, con el acompañamiento del área



de Continuous Improvement. Asimismo, los principales beneficiarios fueron los colaboradores del área productiva, quienes contarán con procesos más estables y eficientes; la organización, al mejorar su rentabilidad y competitividad; y los clientes finales, al recibir productos con mayor consistencia y calidad.

1.6.2 Limitaciones

Entre las limitaciones del proyecto se encuentran:

- Restricciones en la capacidad del software de análisis de datos.
- No existe un control de Scrap automatizado que ayude a controlar la segregación de los defectos.

Aprobaciones regulatorias lentas.

- No se pueden modificar procesos sin revalidación.
- Cultura organizacional conservadora.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentarán las herramientas que serán utilizadas al largo del proyecto, las cuales ayudarán a cumplir el objetivo principal el cual es la reducción del Scrap en el área, para identificar la familia de productos con mayor impacto e incrementar le Yield en un 3 %.

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

El desarrollo del presente proyecto requiere fundamentar el uso y la aplicación de herramientas y conceptos de Ingeniería Industrial, que benefician a la mejora de los procesos en las industrias. En esta sección, se presenta definiciones teóricas y técnicas que servirán de base para abordar el problema identificado, siguiendo la estructura metodológica DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar). Este marco conceptual permitirá facilitar el análisis de la situación actual, e identificación de oportunidades de mejora para la propuesta de soluciones eficaces dentro del entorno productivo de dispositivos médicos.

2.1.1 Ingeniería industrial

Según Niebel y Freivalds (2014), la Ingeniería Industrial es una disciplina orientada a analizar, diseñar y mejorar el trabajo y los sistemas productivos o de servicio, con el objetivo de optimizar recursos —tiempo, personas, materiales, energía, equipos e información— y al mismo tiempo garantizar seguridad, ergonomía, eficiencia y calidad en los procesos. (Niebel & Freivalds, 2014)

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo* (13.^a ed.). McGraw-Hill. Por otro lado el instituto de ingeniería industrial (IIE, por sus siglas en inglés), define la Ingeniería Industrial como: “lo concerniente con el diseño, mejoramiento e instalación de los sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía, soportado por el conocimiento especializado y la habilidad de las matemáticas, la física y la ciencia sociales que, junto con los principios y métodos de análisis de la ingeniería y el diseño, especifican, predicen y evalúan los resultados que serán obtenidos de cada uno de los sistemas de la industrial”. (IIE, 1996).



2.1.2 Diagrama causa y efecto.

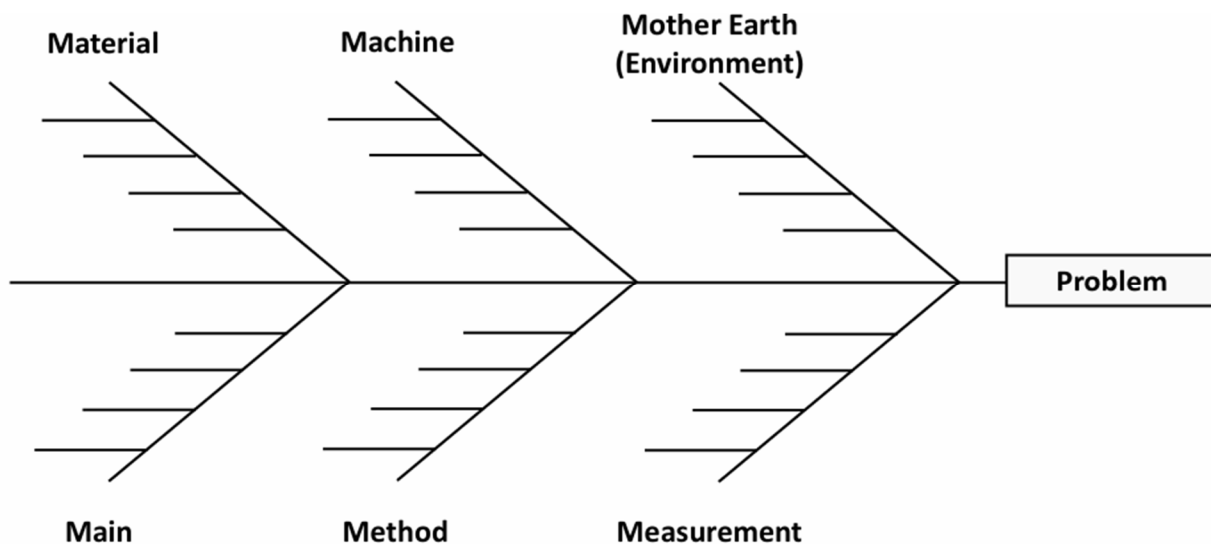
El diagrama causa y efecto, también conocido como diagrama Ishikawa, es conocido como una herramienta práctica cuyos objetivos esenciales son:

- Identificar las causas raíz de los problemas de calidad: Ayuda a descubrir por qué ocurre un problema específico, no solo sus síntomas.
- Organizar y categorizar causas potenciales: Facilita la estructuración de ideas en categorías como: métodos, personas, máquinas, materiales, medición y medio ambiente.
- Apoyar la toma de decisiones en equipo: Promueve la colaboración y la lluvia de ideas para asegurar que todas las posibles causas sean consideradas.
- Facilitar el análisis sistemático para la mejora de procesos: Sirve como base para implementar acciones correctivas efectivas y prevenir problemas futuros.

El diagrama Ishikawa puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, etc.), pues tiene una estructura genérica.

Según Evans y Lindsay (2017), el diagrama causa-efecto, o diagrama Ishikawa, es una herramienta de calidad utilizada para identificar, organizar y analizar las posibles causas de un problema, ayudando a determinar la causa raíz y facilitar la mejora de los procesos en distintos ámbitos, tanto operativos como administrativos.

Figura 3. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Extraído de *Fishbone / Ishikawa Diagram* (pág. 1) por Quality-One International, 2015, <https://quality-one.com/wp-content/uploads/2017/03/RCA-Fishbone-Ishikawa-Diagram.pdf>



2.1.3 Cinco porqués.

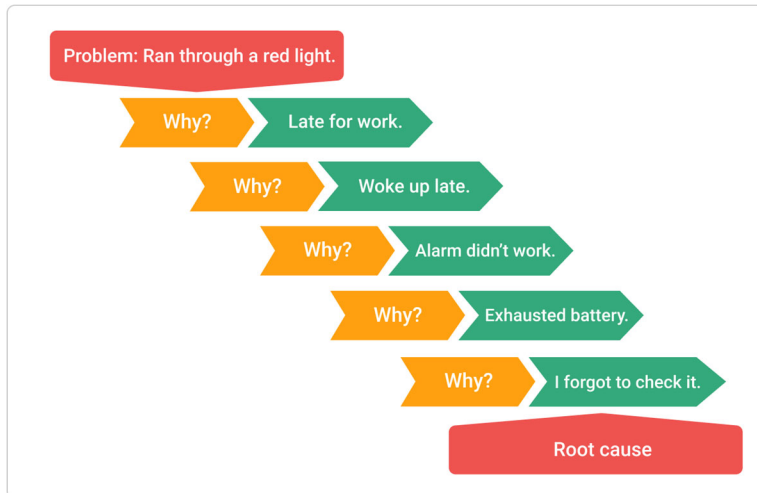
Entre las herramientas utilizadas existe los 5 porqués (ver figura 4), una técnica para el análisis de causa raíz dentro de los sistemas de mejora continua que busca la identificación de problemas desde su origen y no solo desde sus efectos visibles (Ohno, 1988). Esta metodología es ampliamente utilizada en entornos Lean y Kaizen para fortalecer la toma de decisiones y prevenir la recurrencia de fallas (Liker, 2004).

2.1.4 Multivoto.

En el contexto de la ingeniería, la toma de decisiones estructurada constituye un elemento fundamental para garantizar la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos. El método de multivoto se integra dentro de las herramientas participativas que permiten seleccionar las alternativas que más impacta al problema cuando intervienen múltiples criterios y actores. Según Lewis et al. (2012), los procesos de decisión en ingeniería deben apoyarse en métodos sistemáticos que combinen análisis cuantitativo y juicio experto, con el fin de reducir la incertidumbre y mejorar la calidad de los resultados. En este sentido, el multivoto facilita la identificación de opciones prioritarias mediante la asignación de varios votos por participante, promoviendo la convergencia hacia soluciones técnicamente viables y consensuadas dentro del equipo de trabajo.



Figura 4. Diagrama 5 Whys



Fuente: BusinessMap. (2024). Diagrama 5 Whys con cinco niveles de preguntas “Why?” [Figura]. BusinessMap.io. <https://businessmap.io/lean-management/improvement/5-whys-analysis-tool>

2.1.5 Diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt es una de las herramientas que se utiliza para la creación y planificación de proyectos utilizado para la programación y control de actividades. Su principal función es la representación gráfica de un cronograma para un proyecto, permitiendo visualizar la secuencia de las tareas o actividades, su tiempo de duración, así como las fechas de inicio y finalización, así como el avance de cada actividad. La herramienta busca facilitar la ejecución, coordinación y planificación de recursos para la ejecución de trabajos, así como la asignación eficiente de recursos para el cumplimiento de los tiempos establecidos (Gray & Larson, 2023).

2.1.6 Lluvia de ideas (brainstorming).

La lluvia de ideas (*brainstorming*) es una herramienta utilizada para la generación de ideas y la solución de problemas para los equipos de trabajo. El objetivo principal es fomentar el pensamiento individual o grupal, buscando promover la participación activa de las personas sin emitir una críticas o juicio durante la fase inicial del proceso o



problema. Esta metodología permite explorar múltiples alternativas y enfoques, lo que favorece el análisis de situaciones complejas (Osborn, 1953).

Gray, C. F., & Larson, E. W. (2023). Project management: The managerial process (7th ed.). McGraw-Hill.

2.1.7 Eficiencia. y eficacia

La eficiencia es un concepto utilizado en la administración y la gestión de procesos, lo que refiere a la capacidad de alcanzar los resultados deseados utilizando los recursos disponibles, tales como tiempo, costos, materiales y esfuerzo humano. Un proyecto u organización eficiente logra maximizar la productividad minimizar el desperdicios y actividades que no agregan valor, favoreciendo a un mejor desempeño operativo y organizacional (Robbins & Coulter, 2018).

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2018). Management (13th ed.). Pearson Education.

La eficacia busca lograr y alcanzar los objetivos y resultados establecidos. A diferencia de la eficiencia, que se enfoca en el uso óptimo de los recursos, la eficacia se enfoca en el cumplimiento de metas y cumplimiento de los resultados esperados, sin importar los recursos empleados para lograrlos (Robbins & Coulter, 2018).

2.1.8 Análisis costo-beneficio.

Para (De Rus, 2021) el análisis costo beneficio no trata solamente de dinero, ni sobre las entradas utilizadas y salidas obtenidas, es más bien de carácter social, de cómo la inversión en un proyecto genera un impacto en la sociedad, sea positivo o negativo. La aplicación de esta herramienta consiste en cuantificar todos los costos y beneficios necesarios para analizar si los beneficios son superiores a los costos.

2.1.9 Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica utilizada para identificar y priorizar los problemas o causas que generan mayor impacto dentro de un proceso. Se basa en el principio de Pareto, también conocido como la regla del 80/20, el cual establece que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas.

Según Juran (1999), el principio de Pareto permite distinguir entre las “pocas causas vitales” y las “muchas causas triviales”, facilitando la toma de decisiones



enfocadas en aquellos factores que influyen significativamente en la calidad y el desempeño organizacional. Esta herramienta es ampliamente utilizada en la gestión de la calidad para priorizar problemas y orientar esfuerzos de mejora continua.

Montgomery (2019) señala que el diagrama de Pareto combina un gráfico de barras, que representa la frecuencia o magnitud de los problemas, con una línea acumulativa que muestra el porcentaje total, lo que permite visualizar de manera clara cuáles son las categorías más relevantes para atender.

2.1.10 Diagrama de Sipoc.

Un diagrama SIPOC es una herramienta utilizada en la gestión de procesos, especialmente en metodologías de mejora como Six Sigma, que permite visualizar de manera general los elementos clave de un proceso antes de analizarlo en detalle.

Según George et al. (2005), el SIPOC es una representación de alto nivel que identifica Proveedores (Suppliers), Entradas (Inputs), Proceso (Process), Salidas (Outputs) y Clientes (Customers), con el fin de delimitar el alcance del proceso y comprender sus interacciones principales.

De acuerdo con Pande, Neuman y Cavanagh (2000), el SIPOC ayuda a establecer una visión estructurada del proceso durante la fase Define del ciclo DMAIC, facilitando la identificación de requerimientos del cliente y variables críticas del proceso.

El término SIPOC es un acrónimo en inglés que significa:

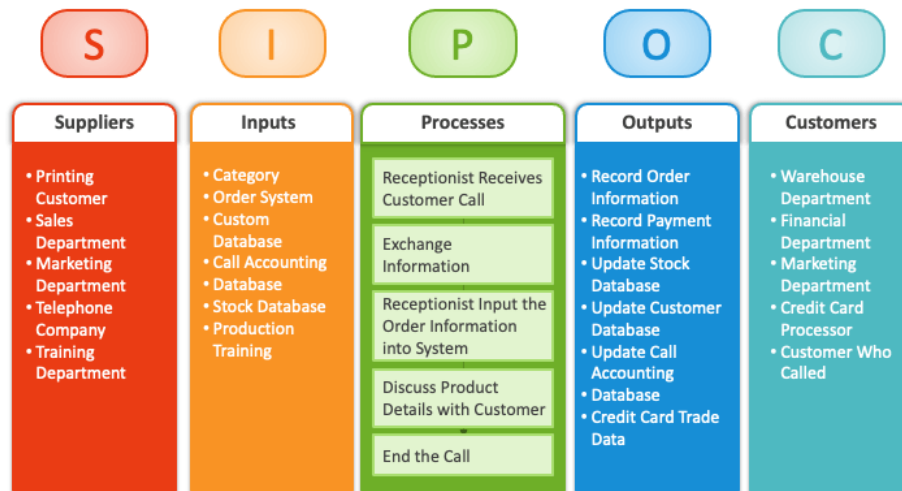
- S (Suppliers): Proveedores que suministran insumos.
- I (Inputs): Recursos o materiales necesarios.
- P (Process): Conjunto de actividades que transforman las entradas.
- (Outputs): Resultados generados.
- C (Customers): Clientes que reciben el producto o servicio.

El diagrama SIPOC (Figura 5) es una herramienta de mapeo que permite entender un proceso de forma global, identificar sus límites y reconocer a los actores involucrados, sirviendo como base para proyectos de mejora continua



Figura 5 Diagrama de SIPOC

SIPOC DIAGRAM



Fuente: SIPOC Diagram Template for PowerPoint and Google Slides - PPT Slides

2.1.11 Diagrama de Flujo.

El diagrama de flujo es una herramienta gráfica utilizada para representar de manera secuencial y lógica las actividades que conforman un proceso. Su propósito principal es facilitar la comprensión, análisis y mejora de los procedimientos dentro de una organización, mediante el uso de símbolos estandarizados que muestran operaciones, decisiones y flujos de información o materiales.

De acuerdo con Harrington (1991), el diagrama de flujo permite visualizar detalladamente cada etapa de un proceso, lo que facilita la identificación de ineficiencias, redundancias y oportunidades de mejora. Asimismo, constituye una herramienta clave en iniciativas de mejora continua y gestión de la calidad, ya que proporciona una visión clara del funcionamiento real de los procesos.

Por su parte, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) señalan que los diagramas de flujo son fundamentales en la administración de operaciones, debido a que permiten



documentar procesos productivos y administrativos, estandarizar actividades y servir como base para la capacitación del personal y la optimización de recursos.

Figura 6 Símbolos básicos de diagramas de flujo y sus funciones

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente: https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm?srsId=AfmBOopoDIQ5DTI7-lvXbnCeEuTnTxLNAMKSD6V_1MS1yPDQZ8S6i5in

2.1.11 Gemba Walk

El Gemba Walk es una práctica de mejora continua que consiste en observar directamente el proceso en el lugar donde se realiza el trabajo. De acuerdo con Imai (1986) y Liker (2004), esta herramienta permite comprender mejor las operaciones, identificar problemas y encontrar oportunidades de mejora basadas en la realidad. Su



aplicación favorece la toma de decisiones informadas y fortalece la búsqueda de soluciones efectivas dentro de las organizaciones.

2.1.12 Graficos de Control

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para monitorear la estabilidad de un proceso a lo largo del tiempo, permitiendo distinguir entre variaciones normales y anormales. Está compuesto por una línea central (promedio) y límites de control superior e inferior, que ayudan a identificar desviaciones que requieren acción. Su uso facilita la mejora continua y el control de calidad en los procesos (Montgomery, 2019).

2.1.13 Plan de control

Un plan de control es un documento estructurado que describe los métodos, medidas y controles necesarios para asegurar que un proceso se mantenga dentro de los estándares de calidad establecidos. Incluye información sobre las variables críticas del proceso, los métodos de medición, la frecuencia de monitoreo y las acciones correctivas a implementar en caso de desviaciones. Su propósito es garantizar la consistencia del producto y prevenir defectos a lo largo del tiempo (AIAG, 2015).

2.1.14 Plan de acción

Un plan de acción es un documento que establece de manera estructurada las actividades necesarias para alcanzar un objetivo específico, definiendo tareas, responsables, recursos y plazos de ejecución. Su propósito es guiar la implementación de mejoras o soluciones, facilitando el seguimiento y control del progreso, así como la toma de decisiones oportunas en caso de desviaciones (Kerzner, 2017).

2.2 Marco conceptual referente a la gestión del proyecto.

Este proyecto se desarrolla bajo la de metodologías DIMAIC la cual se caracteriza por el enfoque a mejora continua de los procesos, así como la orientación a resultados basados en datos.



Esta metodología buscar identificar problemas de forma ordenada y eficiente por lo tanto esta sección detalla el enfoque del proyecto, así como el uso de herramientas que guiarán la ejecución de este en cada fase. A continuación, se expone la metodología DMAIC, propia de la filosofía Six Sigma, que será utilizado en el proceso de investigación.

2.2.1 Metodología DMAIC.

La metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) es el enfoque fundamental de solución de problemas dentro del sistema Six Sigma. Esta metodología proporciona un marco estructurado para mejorar procesos existentes, destacando la recolección y análisis de datos como base para la identificación de causas y la implementación de mejoras sostenibles en el tiempo. Cada una de las cinco fases —definir, medir, analizar, mejorar y controlar— articula actividades específicas que permiten, de manera lógica y sistemática, comprender la situación actual del proceso, diseñar soluciones basadas en evidencia y asegurar que las mejoras sean mantenidas de forma permanente.

- **DEFINIR:**

Para definir el problema primero se debe de identificar el enfoque del departamento por lo tanto con la ayuda del SIPOC y el Diagrama de Flujo podemos conocer el proceso para delimitar el área donde se estará analizando las oportunidades de mejora que impactan directamente al yield

- **MEDIR:**

Para medir el alcance del problema se deben de establecer los indicadores claves para el proyecto, por lo tanto, se debe registrar de Scrap promedio por mes e identificar los modos de falla que afectan directamente el indicador para buscar controlarlo a través del tiempo. Basado en los modos de falla suministrados en el sistema de MES se utilizará como formulario de recopilación de datos.

- **ANALIZAR.**

Basado en los datos en esta etapa se va a identificar la causa raíz del problema. Por lo tanto, se espera identificar y analizar por medio de herramientas de ingeniería los principales modos de fallo que están afectando el yield, y lograr aumentar la eficiencia



en la producción. Podemos identificar el problema mediante la herramienta de los 5 porqués y del diagrama Ishikawa.

- **MEJORAR.**

En esta fase del proceso, se busca mejorar los indicadores de Scrap utilizando herramienta planes de control y acción que ayuden a la implementación de las actividades definidas por lo tanto se realizara un diagrama de Gantt con las fechas y responsables para cada actividad. Esta herramienta ayudara a organizar y orientar la implementación eficiente.

- **CONTROLAR.**

Una vez implementadas todas las propuestas de mejora en el proceso se debe de idear un plan de control para el aseguramiento de la efectividad de las acciones propuestas, por lo que se pueden utilizar los siguientes métodos de control:

Auditorias diarias, para asegurar el cumplimiento y seguimiento de las instrucciones definidas en los documentos, el seguimiento a los informes y por último el estado del equipo de una manera diaria para asegurar el cumplimiento de las metas del producto.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El impacto esperado del proyecto es materializar las implementaciones identificadas en los análisis del proceso, por lo tanto, se espera que este proyecto contenga un beneficio económico, una reducción de costos de manufactura, así como la una mejorar en la toma de decisiones por parte de las áreas de soporte.

2.3.1 Corto plazo.

Se espera a corto plazo la lograr una reducción del Scrap y la disminución de los altos sobreconsumos de materia prima. Adicionalmente con la implantación de mejoras que se logren identificar que requieran poco esfuerzo, pero un alto impacto se busca lograr una tendencia positiva en el proceso.

Cada una de las implementaciones requiere de un esfuerzo por parte del equipo de ingeniería que se encargara de implementar las acciones y coordinar el despliegue al personal para asegurar que los operadores trabajen de forma estandarizada.



2.3.2 Mediano plazo.

A mediano plazo se espera ver resultados que impacte en lo ambiental ya que al disminuir el Scrap se espera reducir en la cantidad de materiales que deben de ser tratados para su desecho. Por otro lado, se espera observar una mejora significativa en la reducir los back Order (Ordenes en espera por parte del cliente) en los centros de distribución.

Así como un trabajo más eficiente y puede aumentar la motivación de los operarios al ver indicadores cumpliendo la meta de productividad ya que a raíz de este proyecto se va a implementar muchos cambios en el área productiva.

2.3.3 Largo plazo.

Se espera que las implementaciones sobrepasen las metas propuestas y que el departamento empiece a reportar ganancias financieras dado una mejora importante en la métrica del yield.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.

Para dar criterio a este proyecto, se utiliza referencia de trabajos que estén relacionados con la optimización y reducción de costos. Se busca trabajos realizados por estudiantes de la Universidad Hispanoamericana de Costa Rica.

2.4.1 Antecedente 1.

Reducción de la afectación de utilidades generadas por la línea de negocio de renta de maquinaria en la Compañía partes y servicios electromecánicos ING S.A. Para el periodo del primer semestre del 2024. (Mora, 2024)

Este proyecto trata de la mejora de utilidades en una empresa de alquiler de maquinaria mediante la metodología DMAIC, generando propuestas de mejora mediante la creación de herramientas de control las cuales permiten a la empresa seguir controlando los negocios a futuro y no volver a tener pérdidas. Se logra la mejora en la renta de equipos de la empresa. Se parece el proyecto ya que el objetivo es la reducción de utilidades de la línea, es muy similar al que se está desarrollando, se busca la optimización de los recursos.



2.4.2 Antecedente 2.

Reducción de costos mediante un balance de línea de producción de máscaras en Philips Costa Rica en el tercer trimestre del 2022. (Guerrero, 2023) Se trata de una propuesta de mejora en la línea de máscaras para la apnea del sueño mediante la metodología DMAIC, para mejorar la línea de productividad y la reducción de costos a un 12% en la empresa. Reduciendo 1 persona por cada dos máquina en la línea. Reduciendo 5 personas para aumentar la utilización por ende la eficiencia y productividad. Este proyecto es parecido ya que al igual se busca la reducción de costos de la línea.

2.4.3 Antecedente 3.

Optimización de la utilización de recursos de la línea 5 del departamento eficiente de dos productos de la serie Nextest mediante el método DMAIC, para el segundo cuatrimestre del 2023. (Ramírez, 2023)

Este proyecto trata de la optimización de los recursos en una línea de producción mediante la metodología DMAIC, se desarrollan propuesta de mejora mediante herramientas en Excel para equilibrar la carga de trabajo, se implementa una guía para orientar a los asociados. Se logra mayor eficiencia, reducción de tiempos y minimización de los desperdicios del área. Este proyecto busca la optimización de la utilización de los recursos en la línea de producción.



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se aplicará la metodología DMAIC, con un enfoque para la mejora continua mediante la identificación, análisis y control del problema en el proceso actual. A través de 5 fases, Definir, Medir, Analizar, Implementar y controlar. Se pretende reducir el Scrap para aumentar la eficiencia de los equipos, así como establecer métodos que estabilicen y garanticen una mejora en las métricas de Scrap en el área.

3.1 Metodología para la definición del problema

Este proyecto se desarrollará mediante la metodología DMAIC, el cual tiene un enfoque estructurado que permite analizar, controlar y mejorar el proceso; proporcionando una guía clara desde la identificación del problema hasta la implementación. En este capítulo desarrollaremos cada etapa de la metodología para brindar una resolución del problema actual.

En la primera etapa de este proyecto se busca identificar los pasos del proceso mediante herramientas que permitan conocer las entradas y salidas del proceso el cual busca ubicar la operación donde se presenta el problema.

Mediante la aplicación de la metodología SIPOC y el diagrama de flujo del proceso, se identificarán las etapas y operaciones del área que presenta la pérdida unidades así como en impacto económico, debido al incumplimiento de la meta de producción establecida.



Cuadro 1. Detalle de actividades, herramientas y responsables para la definición del problema de scrap en el proceso de moldeo

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Definir el problema del alto nivel de Scrap en el proceso de moldeo, mediante herramientas de ingeniería que permitan conocer con más claridad de inicio a fin el proceso.	Mapeo del flujo del material en etapas y operaciones de la organización	SIPOC Diagrama de Flujo Gemba Walk Encuestas	Las herramientas SIPOC y el diagrama de flujo se utilizarán para identificar entradas y salidas del proceso. Las encuestas nos ayudan a tener conocimiento del área.	25 días	Ingeniero de Manufactura

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En esta segunda etapa de la metodología DMAIC (Medir), se busca recopilar datos e información que sea útil para el análisis. Esto con el objetivo de identificar el principal problema relacionado al alto Scrap en el producto. Además, se busca analizar el tiempo de ejecución de los operadores para identificar ineficiencias operativas. El proceso metodológico incluye datos de Scrap, análisis de defectos, encuentras al personal que ayuden a orientar y centralizar las posibles causas del problema.



Cuadro 2. Detalle de actividades, herramientas y responsables para la medición del desempeño del proceso de moldeo

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Medir el desempeño del proceso mediante la recolección de datos de productividad, con el fin de encontrar mejoras en la operación y lograr la meta definida por ingeniería.	Recolección de datos e información del área por medio del sistema SAP, encuestas y toma de tiempos de ejecución.	Recolección de datos por medio de Sistemas. Diagrama de Pareto Métrica de DPMOs	El diagrama de Pareto y las encuestas se utilizará para identificar y priorizar los principales tipos de Scrap y problemas que afectan el desempeño del proceso	40 días	Departamento de Producción Ingeniero de manufactura Departamento de Calidad

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Durante la tercera etapa de la metodología DMAIC, se evaluarán los datos obtenidos con el fin de identificar la causa-raíz y oportunidades de mejora del proceso. El análisis permitirá comprender con mayor claridad los factores que influyen en el Scrap de unidades, lo cual nos ayudara a sustentar los métodos y cambios que se puedan implementar en el proceso según los hallazgos encontrados



Cuadro 3. Detalle de actividades, herramientas y responsables para el análisis de causas raíz en el proceso de moldeo

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Analizar los datos obtenidos del proceso mediante el uso de herramientas de calidad para identificar las principales causas que afectan el yield de producción de acuerdo con los datos históricos y observaciones.	Reuniones con ingenieros y expertos del proceso para validar hallazgos y obtener conocimiento del área.	Lluvia de ideas. Ishikawa. 5 por qué Multi-voto Diagrama Pareto	A partir del análisis de los datos y la aplicación de las herramientas de calidad, se identifica la causa raíz que afecta el rendimiento del proceso.,	30 días	Departamento de Mantenimiento Departamento de producción Departamento de Taller de moldes Ingeniero de manufactura

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En la Cuarta etapa de la metodología DMAIC, (Implementación), es donde se definen las posibles soluciones a los altos niveles de Scrap de material que no cumple con los criterios de aceptación. Se usará un diagrama de Gantt para definir planes de acción que ayuden a cumplir con la meta de producción y a su vez mejorar el flujo de materiales.



Cuadro 4. Detalle de actividades, herramientas y responsables para la implementación de mejoras en el proceso de moldeo

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Crear un plan de Implementación mediante posibles acciones correctivas y preventivas para un mejor impacto y logro de objetivos de producción.	Genera un cronograma con cada acción definida para las mejoras	Gráficos de control Plan de acción. Plan de control.	Mapear todas las actividades que se deben seguir para lograr implementar las mejoras en el proceso.	20 días	Ingeniero de manufactura

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

En esta última etapa de la metodología (Controlar), se busca monitorear el cumplimiento de las acciones, así como el seguimiento en el proceso para mantener la meta establecida. Además, se pretende dar un seguimiento semanal para evaluar todas las mejoras establecidas. Es de gran importancia brindar al personal un seguimiento diario con refrescamientos programados para evaluar su conocimiento del proceso. Se espera que el problema sea mitigado y que el yield tenga un incremento positivo sobre la meta.



Cuadro 5. Actividades de la fase de control (Control) para el aseguramiento del rendimiento del proceso de moldeo

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Controlar las acciones correctivas y preventivas definidas en el plan de mejora.	Implementación del plan de mejora mediante seguimiento constante y capacitaciones al personal, asegurando que las acciones sean comprendidas y aplicadas correctamente.	Plan de control diarios del Scrap Reuniones semanales del departamento de Ingeniería para la evaluación y seguimiento del proceso	Se realizará el monitoreo y control de las acciones implementadas mediante gráficos de control y reuniones periódicas, con el objetivo de evaluar la efectividad de las medidas adoptadas.	60 días	Ingenieros de Manufactura Departamento de producción

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana



CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

En este capítulo se emplearán las herramientas de ingeniería con el fin encontrar las causas raíz por lo tanto el desarrollo de este capítulo tiene como objetivo identificar el problema del alto nivel de Scrap en el proceso de moldeo, el cual impacta directamente en las métricas de desempeño del área. El análisis permite evaluar las posibles causas y validar cual impacta en mayor porcentaje al proceso.

4.1 Diagrama de SIPOC

El presente diagrama SIPOC muestra de manera clara y organizada cómo se desarrolla el proceso de producción dentro de la empresa, identificando quiénes participan, qué recursos se utilizan, cómo se transforma el producto y a quién va dirigido el resultado final. Esta herramienta permite visualizar el proceso completo de forma general, facilitando la comprensión de las actividades principales y la relación entre las diferentes áreas involucradas.

A través de este esquema se pueden reconocer los proveedores internos que suministran los insumos necesarios, las etapas clave del proceso productivo, los resultados obtenidos y los clientes que reciben el producto terminado. De esta manera, el diagrama no solo ayuda a entender el flujo de trabajo, sino que también permite detectar oportunidades de mejora, fortalecer la coordinación entre departamentos y asegurar que cada etapa contribuya al cumplimiento de los requisitos establecidos.

En términos generales, el SIPOC la tabla 1 funciona como una representación resumida del proceso, proporcionando una visión integral que facilita el análisis, la organización y el control de las actividades dentro del sistema productivo.



Tabla 1. Diagrama SIPOC del proceso de moldeo en la línea de producción.

Suppliers (Proveedores)	Inputs (Insumos)	Requerimiento	Processes (Proceso)	Outputs (Entregables)	Requerimiento	Customers (Clientes)
Departamento de planeamiento	Plan de producción	Gerar ordenes de producción con la cantidad requerida para cumplir la demanda	Ingresar al sistema SAP para crear la lista de ordenes	Total, de ordenes creadas	Cumplir el plan de Producción	Ensamble
Departamento de compras y almacén	Materia Prima	Cumplir con la especificación de medida, forma y función del material para la producción	Preparación de materiales	Cantidad de material para producir	Preparar y alistar las ordenes de producción para la manufactura	Línea Ensamblaje
Departamento Técnico	Personal técnico	Colocar molde el Molde de acuerdo con la instrucción de trabajo y colocar parámetros según la Hoja de especificación	Arranque de maquina	Maquina lista para producción	Maquina produciendo y verificación dimensional de la primera Pieza	Producción

Suppliers (Proveedores)	Inputs (Insumos)	Requerimiento	Processes (Proceso)	Outputs (Entregables)	Requerimiento	Customers (Clientes)
Producción	Personal Operativo	Personal entrenado y certificado en la operación	Producción de unidades	Piezas manufacturadas de acuerdo con Instrucción de manufactura y verificadas y aprobadas de acuerdo con la instrucción de calidad	Material cumple especificaciones de la instrucción de calidad	Línea de ensamble
Departamento de calidad	Inspectores de calidad	Realizar muestreos de calidad y verificación del producto terminado	Inspección de unidades	Aprobar el lote de producción o genera no conformidades a las unidades que no cumplan con los requerimientos	Unidades cumplan con la especificación de los planos según la pieza moldeada	Produccion
Producción	Líder	Revisar que la documentación cumpla con las buenas prácticas de manufactura.	Cierre de la orden de producción	Verificar que la documentación se encuentre completa	Documentación cuneta con la aprobación de calidad, la orden de cierra en el sistema y con la cantidad física.	Departamento de documentacion

Fuente: Elaborado por el autor según la información de la empresa



El diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) es una herramienta utilizada en metodologías de mejora continua para obtener una visión macro del proceso, identificando de forma estructurada a los proveedores, los insumos, las actividades principales del proceso, los entregables y los clientes internos o externos.

En el SIPOC desarrollado para este proceso de manufactura, se refleja la participación coordinada de diferentes departamentos clave dentro de la organización. Cada una de estas áreas actúa como proveedor de insumos necesarios para garantizar un flujo eficiente de producción y la entrega de resultados que cumplen con los estándares establecidos.

El Departamento de Planeamiento funge como el punto de partida del proceso, proporcionando el plan de producción y generando las órdenes necesarias en SAP para satisfacer la demanda. Estos insumos permiten que el flujo de trabajo inicie con una programación clara, la cual es requerida por el departamento de Ensamble para ejecutar su operación.

Por su parte, el Departamento de Compras y Almacén suministra la materia prima conforme a las especificaciones de medida, forma y funciones requeridas. Además, se encarga de preparar y alistar los materiales para cada orden de producción. Su entrega es esencial para que la línea de Ensamblaje reciba materiales adecuados y listos para su uso, evitando atrasos y garantizando la calidad desde la etapa inicial.

El Departamento Técnico aporta el soporte especializado necesario para asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria. Esto incluye la instalación del molde siguiendo las instrucciones de trabajo y la configuración de parámetros según la hoja de especificaciones. Asimismo, son responsables del arranque de la máquina y la verificación dimensional de la primera pieza, asegurando que la línea de Producción reciba equipos listos y estables para operar.

Durante la ejecución, el área de Producción utiliza personal operativo debidamente capacitado y certificado para manufacturar las unidades conforme a las instrucciones de manufactura y calidad. Su responsabilidad es entregar piezas que cumplan las especificaciones técnicas, lo que garantiza que la Línea de Ensamble reciba productos adecuados y consistentes.

El Departamento de Calidad actúa como un filtro crítico mediante inspecciones basadas en AQL, asegurando que los lotes producidos cumplan los requisitos del plano y las especificaciones del cliente interno. Su función incluye aprobar los lotes o generar no conformidades, retroalimentando directamente al área de Producción.

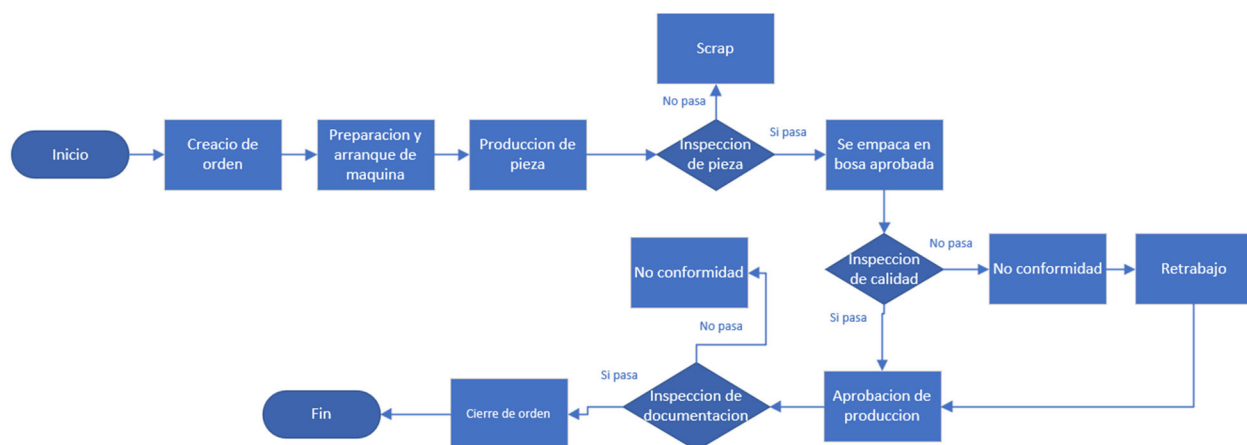
Finalmente, el Líder de Producción realiza la verificación y el cierre documental de las órdenes, asegurando que la información cumpla con las buenas prácticas de manufactura y que coincida con las cantidades físicas producidas. Esta documentación final es revisada y gestionada por el Departamento de Documentación, quienes funcionan como clientes internos del proceso administrativo después de la producción.

En conjunto, el SIPOC evidencia cómo cada área aporta un elemento clave para el cumplimiento del proceso, estableciendo requerimientos claros y entregables específicos. La herramienta permite visualizar la cadena completa de valor, detectar interdependencias, eliminar ambigüedades y asegurar que todas las etapas estén alineadas hacia la calidad del producto final y la satisfacción del cliente.

4.2 Diagrama de Flujo de Proceso de Moldeo

Con este diagrama se logra identificar el flujo del proceso para la manufactura de las piezas moldeadas. Asimismo, en la Figura 7 se describen cada una de las operaciones que componen el proceso, lo que permite ubicar con precisión la etapa específica donde se concentra la problemática asociada al alto nivel de scrap en el área de Moldeo SRC.

Figura 7. Diagrama de flujo de proceso de moldeo



Fuente: Elaborado por el autor según la información de la empresa



El diagrama de flujo representa las actividades involucradas en el proceso de producción de una pieza, desde la generación de la orden hasta el cierre administrativo, incluyendo los puntos de inspección y las posibles desviaciones que pueden surgir durante la fabricación.

- **Inicio del Proceso**

El proceso da inicio el cual marca la activación formal de la secuencia productiva. Esta fase indica el momento en que se autoriza la ejecución del proceso conforme a la planificación establecida.

- **Creación de Orden**

Posteriormente, se realiza la creación de la orden de producción. En esta etapa se formaliza la solicitud de fabricación, donde el líder ingresa al sistema SAP y activa el número de lote y se asegura que se haya definido la cantidad requerida, por el departamento de planeamiento. La orden contiene toda la documentación requerida y funciona como base que guía todas las actividades posteriores.

- **Preparación y Arranque de Máquina**

En esta operación se realizan varias actividades por parte de Técnico de proceso entre ellas se encuentran las siguientes:

Montaje de Molde: El técnico debe de colocar el molde que dará forma a la pieza el mismo debe de asegurarse que sea instalado en la maquina colocando todos los equipos auxiliares requeridos para la manufactura.

Una vez el equipo listo el técnico debe de arrancar la máquina para ellos debe de guiarse con la hoja de parámetros validados y asegurarse de que sean colocados en la máquina de moldeo.

Una vez la maquina estable el técnico debe de revisar la primera pieza y enviarla al departamento de calidad para por iniciar la producción.

El líder a su vez debe almacenar la maquina con los materiales requeridos para la producción, así como el personal que se encargara de desmoldar las unidades.

Una vez la maquina esta lista para la manufactura el líder debe de revisar los parámetros colocados por el técnico y verificar que se haya aprobado la primera pieza moldeada, documentar los parámetros iniciar la manufactura.



Esta etapa garantiza que el proceso inicie bajo condiciones controladas.

- **Producción de la Pieza**

Una vez iniciado el ciclo de moldeo la maquina realiza los movimientos de cagar, inyección y empaque de material con el fin de que el material adquiera la forma definida en el molde una vez moldeada la pieza, el operador entrenado se encarga de extraer las unidades, actividad operativa estandarizada de acuerdo con los procedimientos de la empresa. El operador se encarga de mantener estabilidad en el proceso para cumplir con las especificaciones técnica según los instructivos de calidad.

- **Inspección de la Pieza**

El operador después de extraer la pieza debe de inspeccionarla de acuerdo con los instructivos de calidad en esta operación se debe de verificar que las unidades cumplan con las especificaciones visuales, dimensionales y funcionales, como parte de las pruebas de verificación el operadore debe de realizar una prueba de leak test ya que es un punto crítico para el proceso.

En esta operación existe una decisión la cual consiste en: Si la pieza no cumple con las especificaciones de leak test, se clasifica como scrap (material de desecho), finalizando su ciclo productivo. O si la pieza cumple con los requisitos, continúa a la siguiente etapa del proceso.

- **Empaque en Bolsa Aprobada**

Las piezas que cumplen con los criterios de aceptación son empacadas en bolsas aprobadas, asegurando su protección, identificación y trazabilidad. Esta etapa garantiza que el producto se conserve en condiciones adecuadas antes de su aprobación final.

- **Inspección de Calidad**

El inspector de calidad revisa las piezas aprobadas y almacenadas en bolsa con el fin de evaluar la ejecución y validación de las unidades, esta etapa es correspondiente al control de calidad formal. Existe una decisión sobre el material después de ser auditado: Si el producto no cumple con los criterios establecidos, se genera un no conformidad y el producto es enviado a retrabajo. O si cumple con las especificaciones, se procede a la aprobación de la producción. Este punto representa un control crítico para asegurar la conformidad antes de la liberación final.



- **Retrabajo**

Al detectarse una no conformidad, el producto es sometido a una investigación por parte del departamento de ingeniería y calidad. En esta fase genera la documentación y justificación del producto retenido, las correcciones son necesarias para cumplir con los requisitos establecidos. Una vez corregido, el producto puede reincorporarse al flujo para su validación correspondiente.

- **Aprobación de Producción**

Si el producto cumple satisfactoriamente con los criterios de calidad, se emite la aprobación de producción. Esta validación confirma que las unidades fabricadas cumplen con las especificaciones técnicas y están listas para su liberación.

- **Inspección de Documentación**

Antes del cierre formal el líder de producción, se realiza una inspección de documentación para verificar que todos los registros del proceso estén completos y correctamente llenados, por lo tanto, se encarga de revisar que todos los documentos de calidad se encuentren adjuntos a la evidencia de aprobación: **Si la documentación no cumple**, se genera una no conformidad administrativa. O **si cumple**, se procede al cierre de la orden. Esta etapa garantiza la trazabilidad y el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión.

- **Cierre de Orden**

Una vez validada la documentación por parte del líder y la aprobación del departamento de calidad, se realiza el cierre de la orden de producción. En esta fase se registran los resultados finales y se formaliza la cantidad aprobada en el sistema SAP. En esta fase también se envía el material a bodega para ser almacenado

- **Fin del Proceso**

Finalmente, el proceso concluye oficialmente, indicando que la orden ha sido completada y validada conforme a los requisitos establecidos.

4.3 Encuestas al personal:

Para lograr centralizar e identificar las posibles causas que generar el alto Scrap se debe de identificar cuáles son los problemas que más comunes que se presenten durante la operación de producción por lo tanto para lograr tener un mayor conocimiento



del proceso se realiza un Gemba Walk, para conocer el área y las herramientas que actualmente cuentan los operadores para manufacturar. Durante el recorrido se logra apreciar puntos de mejora, durante este recorrido observa los comportamientos de los operadores como:

- Qué hace el operador
- Cómo lo hace
- Que problemas enfrenta durante la ejecución.

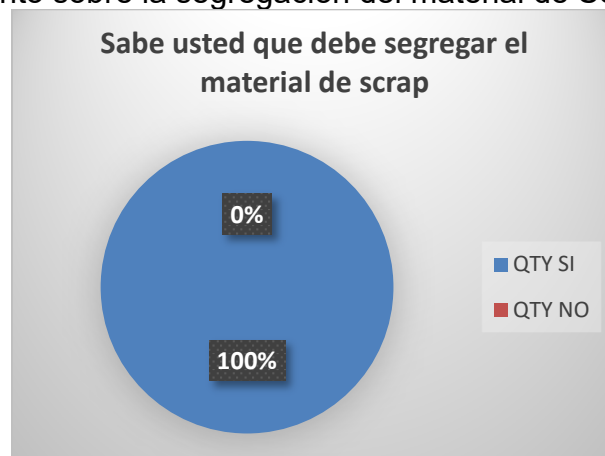
Para poder entender más el problema alto Scrap se genera una encuesta a un total de Se evaluaron 57 operadores de un total de 400 colaboradores, lo que representa el 14% de la población, abarcando diferentes turnos y horarios para comprender la percepción de los operadores con respecto los problemas de Scrap y que han identificado.

La encuesta consistió con un total de 9 preguntas elaboradas por el departamento de ingeniería enfocadas en comprender si los operadores cuentan con el conocimiento de Método, Medición, Entrenamiento, Gestión del cambio.

4.3.1 Conocimiento sobre segregación de Scrap:

Entre las preguntas relacionadas a conocimiento de manejo del Scrap (Gráfico 1 y Gráfico 2), el 100% de los encuestados (57 personas) indica que sí conoce que el material de Scrap debe ser segregado.

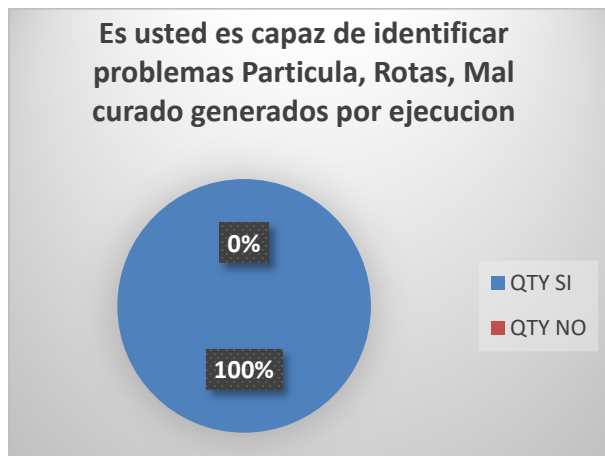
Gráfico 1 Conocimiento sobre la segregación del material de Scrap.



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.



Gráfico 2. Capacidad de los encuestados para identificar defectos en piezas moldeadas

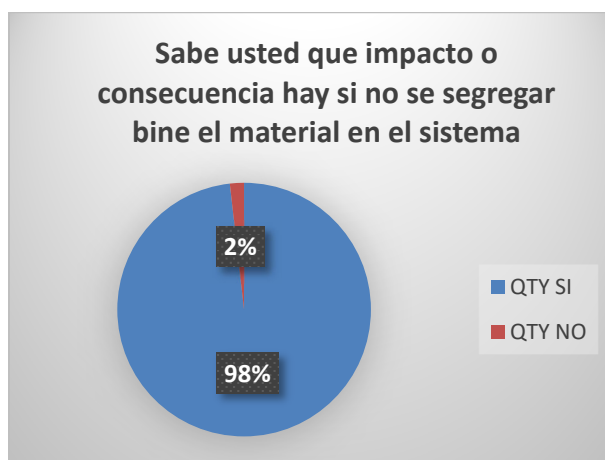


Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

Como se logra apreciar existe un alto nivel de conocimiento teórico respecto a la segregación del scrap, lo que indica que el problema no está asociado a desconocimiento básico, sino a la ejecución del proceso.

Por otro lado, se le consulto al personal sobre el conocimiento del impacto que genera la no segregación del material, lo que en el Gráfico 3 se logra apreciar que el 98% de los operadores tuvieron una respuesta positiva.

Gráfico 3. Conocimiento de los encuestados sobre el impacto de no segregar correctamente el material en el sistema



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

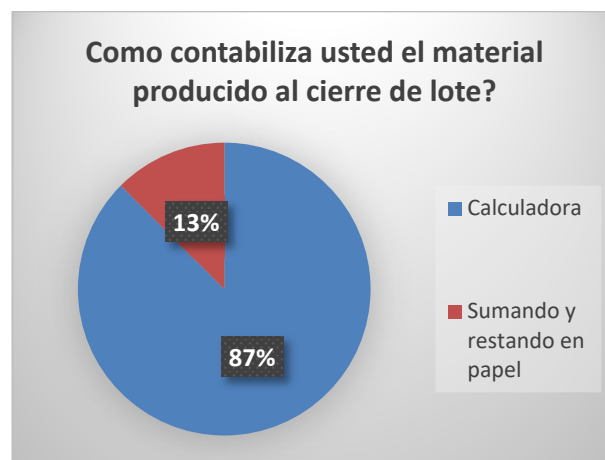


El personal comprende que el Scrap afecta métricas como Yield, lo cual refuerza que el problema no es de concientización, sino de control y estandarización.

4.3.2 Condiciones de trabajo:

Con respecto a las condiciones de trabajo del personal según la encuesta realizada los operadores perciben que cuentan con herramientas para resolver problemas, sin embargo, según el Gráfico 4 un bajo porcentaje 13% reporta que no cuentan con herramientas para contabilizar las unidades lo que contabilizar las unidades, las personas manifiestan que sumar y restar lo que amplifica el error humano y el 87% de personal utiliza una Calculadora método no estandarizado de herramientas o métodos de conteo.

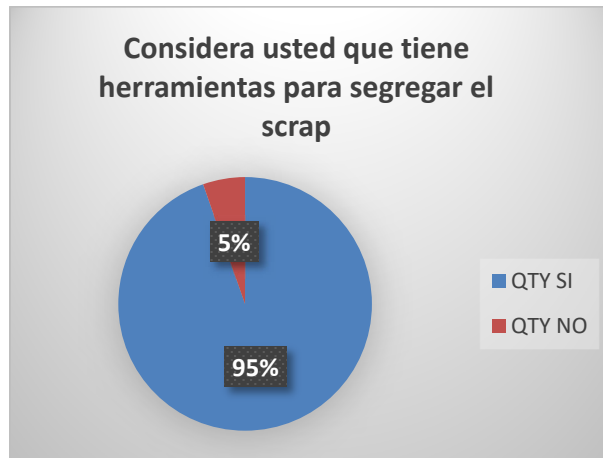
Gráfico 4. Metodo utilizado para contabilizar el material producido al cierre de lote



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.



Gráfico 5. Disponibilidad de herramientas para la segregación de scrap según los encuestados.



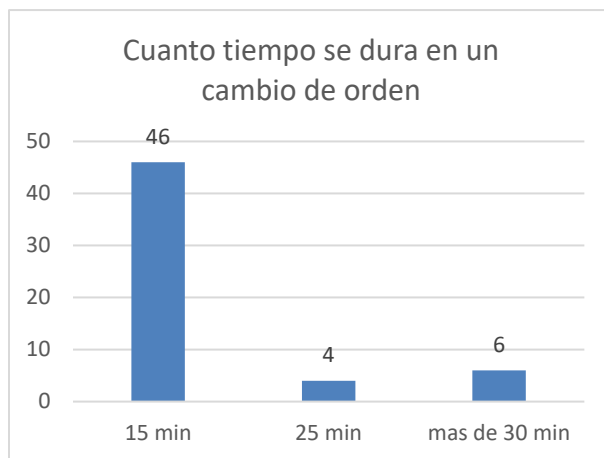
Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

Este gráfico evidencia una falta de estandarización en el método de contabilización del material lo que sugiere que se debe de estandarizar las herramientas de conteo de material.

Durante los recorridos en el piso de producción, se logró identificar que durante los cambios de orden producción se detienen las máquinas de moldeo lo que deriva la consulta enfocada en tiempo de cambio de orden de acuerdo con el Gráfico a los 57 encuestados se logró identificar las maquinas si se detienen para hace cambios de lote, según lo investigado el tiempo estándar es de 15 minutos para los cambios de orden, sin embargo el 17% de las encuestas manifiestan que se dura más del tiempo estándar de cambio de orden.



Gráfico 6. Tiempo requerido para realizar un cambio de orden

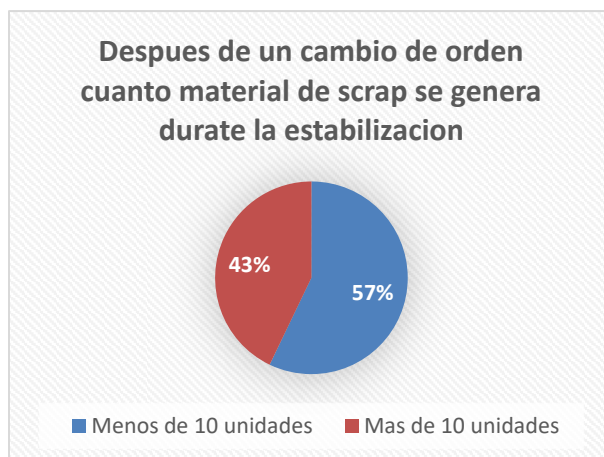


Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

Según la información recopilada, se detectó que después del cambio de lote o turno se detienen las maquina provocando tiempos extensos, según el departamento de ingeniería cuando se detiene una maquinas por tiempos extensos se desestabiliza el proceso lo que genera un incremento del scrap.

Tomando en cuenta la estabilización de la máquina, en el Gráfico 7, se observa que se genera altos volúmenes de scrap se generó una pregunta enfocada en la cantidad de Scrap después del arranque de máquina, por lo que se realizó la pregunta enfocada en la percepción del Scrap que se desecha después de un arranque de máquina.

Gráfico 7. Cantidad de scrap generado durante la estabilización posterior a un cambio de orden



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

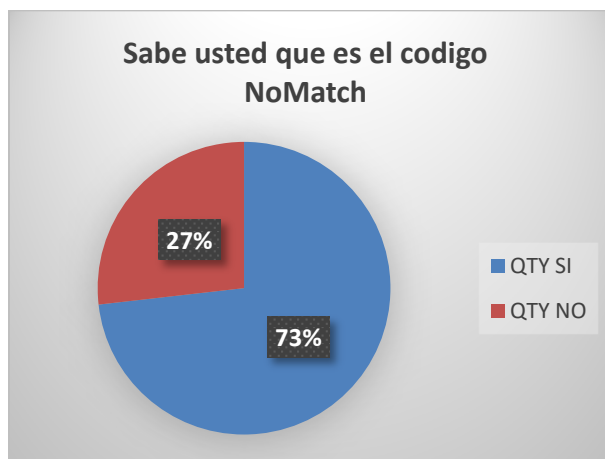


En el gráfico, muestra la percepción del personal respecto a la cantidad de material de scrap generado durante la etapa de estabilización posterior a un cambio de orden. Los resultados indican que el 57% de los encuestados considera que se genera menos de 10 unidades de scrap, mientras que un 43% reporta la generación de más de 10 unidades.

Aunque la mayoría percibe que el scrap se mantiene por debajo de las 10 unidades, el porcentaje significativo que reporta valores superiores, lo que evidencia una alta variabilidad en el proceso lo que sugieren que disminuir los tiempos de cambio de orden en las maquinas tiene la necesidad de implementar estándares operativos claros durante el cambio de orden.

El personal también manifestó que, al finalizar una orden de producción, se realiza un conteo de material, se logró identificar que el scrap por faltantes se documenta con el código “ NO MATCH” por lo tanto se generó la consulta enfocada en el conocimiento del personal sobre este defecto, de acuerdo con el Gráfico 8 nos arrojó los siguiente información

Gráfico 8. Nivel de conocimiento del código “No Match” entre los encuestados



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

Un 27% del personal manifiesta que no tiene conocimiento del uso de este código mientras que el 73% indica si conocer el uso de este código lo que sugiere estandarizar el conocimiento del uso de este código.



Para identificar por que se genera el código de material “No Match” se le consulto al personal sobre oportunidades para disminuir este código de error (Gráfico 9) lo que se logró conocer que opina el personal sobre posibles implementaciones para disminuir el defecto “No Match”.

Gráfico 9. Identificación de oportunidades de mejora para la reducción del scrap asociado al código “No Match”



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada en las encuestas.

En el Gráfico 9, el 68% personal indica que el problema de “no match” está asociado con una mejora del conteo del material lo que el 32% indica que está asociado a que la materia prima se cae al piso y que estas unidades se puede reutilizar, estas diferencias de material generan una pérdida de unidades que no puede ser producida y se genera el defecto de “no match”

La clara mayoría que prioriza la mejora en el conteo de scrap evidencia una debilidad en los métodos actuales de registro y control, lo cual puede provocar errores en la conciliación de inventarios.

Lo que evidencia que se debe de considerar en las acciones de mejora una mejora en la estación como la implementación de Contenedores de material y una mejora en el método de Manipulación del materia prima.

La principal oportunidad de mejora para disminuir el scrap por No Match se encuentra en el fortalecimiento del sistema de conteo y registro del scrap, complementado por mejoras físicas en la estación de trabajo para evitar la caída de



material al piso. De acuerdo con la información recopilada existen deficiencias en el proceso de que contribuyen a los defectos en el área entre los hallazgos se logró determina:

- Se debe de realizar una estandarización de métodos de trabajo,
- Falta de herramientas adecuadas para inspección
- Capacitación del personal
- Se debe de evaluar las condiciones de iluminación
- Contraste inadecuado de piezas contra el fondo de inspección
- Debilidades en el mantenimiento y manejo de moldes.

El conjunto, estos factores indican que el proceso opera con una alta dependencia de la habilidad individual del operador, lo cual incrementa la variabilidad y reduce la capacidad de detección oportuna de defectos. Asimismo, se determinó que no existe un método robusto, documentado que aseguren un control efectivo de las variables, lo que contribuye a que las piezas rotas y con partículas pasen inadvertidas durante la inspección visual.

El análisis evidencia que la causa raíz del problema no es únicamente operacional, sino sistemático por lo que la falta de un sistema estandarizado de inspección y desmoldeo que considere las limitaciones humanas, los requerimientos del equipo y las condiciones del entorno.

Se confirma la necesidad de implementar una distribución del área que facilite y disminuya el estrés de ejecución y el reforzamiento del entrenamiento, con el fin de aumentar la detectabilidad del defecto, reducir la variabilidad del proceso y asegurar mayor estabilidad en la calidad del producto final.

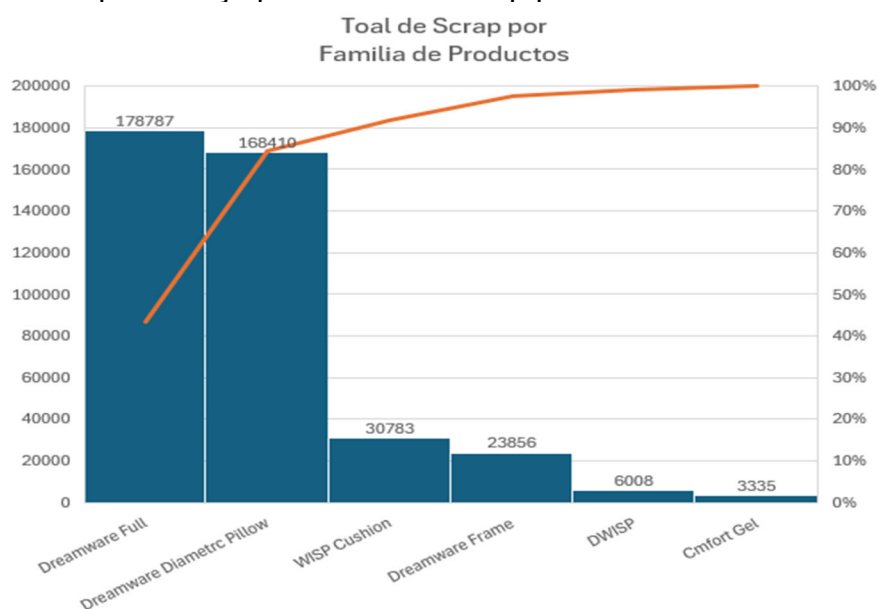
En la fase de Medir de la metodología DMAIC, se estableció la línea base del desempeño del proceso de moldeo del área SRC, con el objetivo de cuantificar la magnitud real del problema y determinar los principales productos y defectos de desperdicio. Para ello, se analizaron los datos históricos registrados en el sistema SAP correspondientes al segundo semestre de 2025. Adicionalmente, se evaluó el impacto económico asociado al Scrap, con el fin de cuantificar financieramente el costo por no lograr la meta corporativa del 91%.



4.3.3 Pareto de Primer Nivel

Con el propósito de identificar el producto con mayor contribución al Scrap en la métrica, se construyó un diagrama de Pareto utilizando los datos extraídos de ordenes cerradas en sistema SAP de las familias de productos existentes en la empresa. El análisis permitió priorizar la familia de productos de intervención bajo el principio 80/20, para lograr un enfoque el mayor ofensor de impacto de unidades y económico.

Gráfico 10. Pareto porcentaje promedio de Scrap por familia.



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada del sistema SAP.

El diagrama de Pareto muestra la distribución del total de Scrap generado por familia de producto en el área de Moldeo SRC durante el período analizado. Se observa una clara concentración del desperdicio en dos familias principales.

La familia Dreamwear Full presenta el mayor volumen de pérdida con 178,787 unidades, seguida por Dreamwear Diametric Pillow con 168,410 unidades. De manera acumulada, estas dos familias representan aproximadamente el 84% del total de unidades desperdiciadas.

A partir del tercer lugar, el volumen de Scrap disminuye significativamente. WISP Cushion (30,783 unidades) y Dreamwear Frame (23,856 unidades) aportan un



porcentaje considerablemente menor, mientras que DWISP y Comfort Gel representan una contribución marginal dentro del total.

La curva acumulada confirma que al intervenir únicamente las dos primeras familias se podría impactar más del 80% del problema, lo cual justifica técnicamente la priorización de estas líneas para el análisis detallado de causas raíz.

Desde una perspectiva estratégica, esta concentración indica que la problemática del Yield no es homogénea en toda el área de Moldeo, sino que está asociada principalmente a productos de mayor complejidad o mayor volumen productivo. En consecuencia, el enfoque del proyecto debe dirigirse hacia la caracterización técnica específica de los procesos involucrados en Dreamwear Full y Dreamwear Diametric Pillow.

De acuerdo con la tabla 2 se agrega el impacto económico de acuerdo con el valor unitario de los productos.



Tabla 2. Impacto económico por producto con análisis 80/20

Familia de Producto	Unidades Perdidas	Impacto Económico (USD)	% Participación	% Acumulado	Costo Promedio por Unidad (USD)
Dreamwear Full	178,787	(228,484.25)	43.5%	43.5%	1.28
Dreamwear Diametric Pillow	168,410	(208,828.15)	41.0%	84.5%	1.24
WISP Cushion	30,783	(41,950.78)	7.5%	92.0%	1.36
Dreamwear Frame	23,856	(64,179.44)	5.8%	97.8%	2.69
DWISP	6,008	(21,442.34)	1.5%	99.3%	3.57
Comfort Gel	3,335	(2,616.35)	0.8%	100%	0.78
Total	411,178	(567,501.31)	100%	—	—

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada del sistema SAP.

La tabla anterior permite observar que las familias Dreamwear Full y Dreamwear Diametric Pillow concentran el 84.5% del total de unidades perdidas lo que representa 437,312 dólares, confirmando el patrón identificado en el diagrama de Pareto. Además, se evidencia que, aunque algunas familias presentan menor volumen de Scrap, el costo promedio por unidad es significativamente mayor, como es el caso de DWISP y Dreamwear Frame, lo cual sugiere que el impacto financiero no depende únicamente del volumen sino también del valor unitario del componente.

Este análisis complementario permite establecer dos criterios de priorización: volumen de desperdicio y costo unitario, para fortalecer la toma de decisiones en el proyecto. La familia Dreamwear Full es la de mayor impacto financiero, con una pérdida



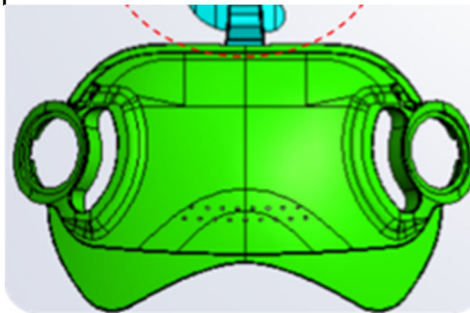
superior a \$228,000 por lo que se elige como principal producto a realizar la investigación.

Cabe destacar que la familia **Dreamwear Full** está compuesta por tres subprocesos de moldeo, los cuales, en conjunto, permiten la conformación completa de la máscara:

1. Moldeo de termoplástico (Faceplate Termoplástico):

En este proceso se fabrica el componente base de material termoplástico mediante una máquina de inyección, el cual sirve como estructura principal de la pieza.

Figura 8. Faceplate Termoplástico

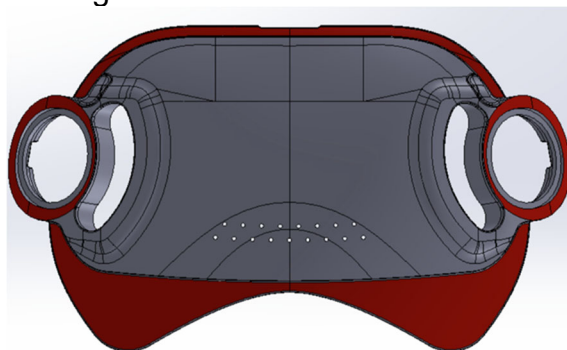


Fuente: Elaborado por la empresa según la información de los Dibujos del producto.

2. Sobremoldeo de termoplástico (Faceplate Bond Ring):

En esta etapa se aplica un recubrimiento de silicona adhesiva sobre la pieza termoplástica previamente moldeada, con el objetivo de generar una superficie de unión adecuada para el siguiente proceso.

Figura 9. Faceplate Bond Ring



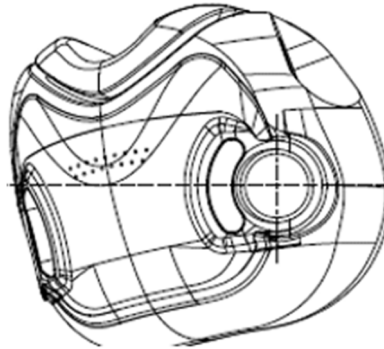
Fuente: Elaborado por la empresa según la información de los Dibujos del producto.



3. Sobremoldeo de silicona (Dreamwear Full Cushion):

En este proceso final se realiza el recubrimiento completo de la pieza con silicona, dando forma a la máscara y completando sus características funcionales y de contacto con el usuario.

Figura 10. Dreamwear Full Cushion



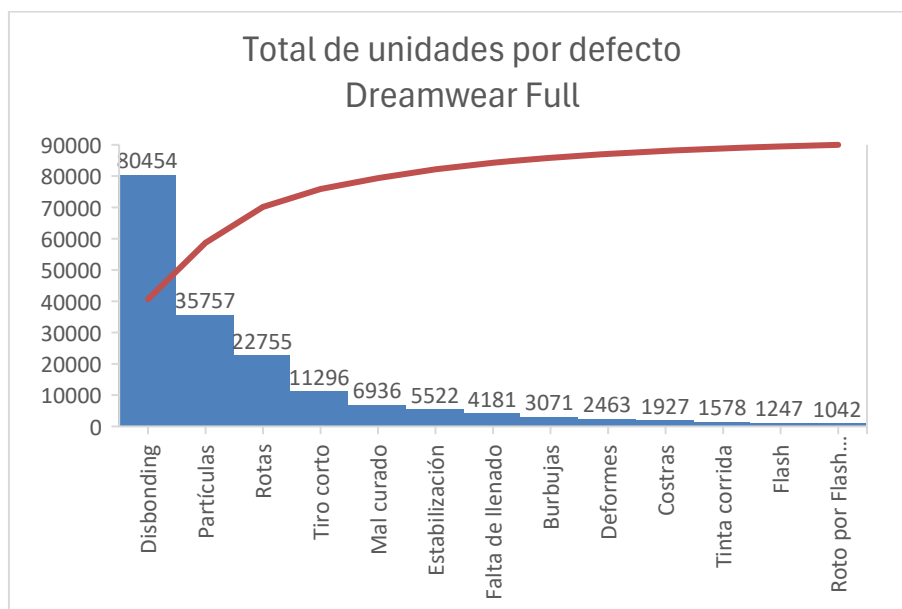
Fuente: Elaborado por la empresa según la información de los Dibujos del producto.

4.3.4 Pareto de Segundo nivel

Una vez identificada la familia de producto con mayor impacto económico, mediante el Pareto de primer nivel Dreamwear Full representan en total aproximadamente de un 43% del desperdicio total lo que se procede a realizar un análisis más detallado para comprender cuáles son los modos de falla específicos que están afectando de forma significativa el rendimiento del proceso. Dado que Dreamwear Full es la familia con el mayor volumen de unidades perdidas es seleccionada como punto de partida para realizar un Pareto de segundo nivel, el cual permite desglosar y priorizar los defectos son documentados en las órdenes de producción, donde se registra una causa específica de error o scrap durante el proceso de manufactura del producto. Este análisis es fundamental para orientar la fase Analizar del proyecto, ya que facilita la identificación de causas críticas y define con mayor precisión la causa del problema, donde debe concentrarse la evaluación técnica y el diseño de soluciones. A partir del gráfico 11, se busca determinar cuáles defectos específicos son responsables de la mayor pérdida de unidades y, por ende, representan oportunidades de mejora con el mayor impacto potencial en la recuperación del Yield.



Gráfico 11. Diagrama de Pareto Defectos de defectos.



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada del sistema SAP.

El diagrama de Pareto correspondiente a la familia Dreamwear Full donde se muestra la distribución total de unidades rechazadas según el tipo de defecto. El gráfico evidencia que el Scrap no se distribuye en distintos modos de falla, donde se concentra de manera significativa en un número reducido de causas principales.

El defecto con mayor volumen corresponde a los defectos de disbonding, con 80,454 unidades, lo que posiciona como el mayor contribuyente al desperdicio del producto. En segundo lugar, se encuentran los defectos por partículas, con 35,757 unidades, seguidos por las piezas rotas, que representan 22,755 unidades. A partir de este punto, los demás defectos presentan una contribución considerablemente menor, siendo “tiro corto”, “mal curado”, “estabilización”, “falta de llenado” y “burbujas” defectos de incidencia secundaria. Finalmente, los defectos como “deformes”, “costras”, “tinta corrida”, “flash” y “roto por flash cutter” representan porcentajes marginales dentro del total.

El comportamiento de la línea acumulativa confirma que los primeros tres defectos explican la mayor parte del Scrap generado, acercándose al patrón típico del principio 80/20 teniendo un impacto económico significativo de acuerdo con la tabla 3.



Tabla 3. Impacto económico por defecto con análisis 80/20.

Tipo de defecto	Unidades	Impacto Económico (USD)	% Participación
Disbonding	80,454	102,98112	45%
Partículas	35,757	45,76896	20%
Rotas	22,755	29,1264	13%
Tiro corto	11,296	14,45888	6%
Mal curado	6,936	8,87808	4%
Estabilización	5,522	7,06816	3%
Falta de llenado	4,181	5,35168	2%
Burbujas	3,071	3,93088	2%
Deformes	2,463	3,15264	1%
Costras	1,927	2,46656	1%
Tinta corrida	1,578	2,01984	1%
Flash	1,247	1,59616	1%
Roto por flash	1,042	1,33376	1%
Total	178,229	228,484.25	100%

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada del sistema SAP.

El análisis del Pareto demuestra que el problema de Scrap en la familia Dreamwear Full está altamente concentrado en un conjunto reducido de modos de falla críticos:

1. Disbonding (80,454 unidades)

Este es el defecto predominante y representa por sí solo más del 40% del Scrap total del producto. Debido al porcentaje tan alto de Scrap la convierte en la principal prioridad de intervención. Ver Apéndice 1.



2. Partículas (35,757 unidades)

Este modo de falla refleja problemas relacionados con **contaminación del material, ambiente del área, manejo del producto, o fallas de limpieza del molde.**

La alta incidencia demuestra que el proceso actual no posee controles robustos para prevenir cuerpos extraños durante el moldeo o desmoldeo. Ver Apéndice 1.

3. Rotas (22,755 unidades)

La ruptura de unidades puede estar asociada a técnicas de desmoldeo inadecuadas, fatiga del operador, deficiencias de entrenamiento, mala ergonomía del área o condiciones del molde que debilitan la pieza. También puede relacionarse con parámetros fuera de especificación que generan piezas frágiles. Ver Apéndice 1.

En conjunto, estos tres defectos representan más del 80% del Scrap total, lo que valida la eficacia del análisis Pareto para concentrar esfuerzos de mejora donde existe mayor impacto potencial.

Por otra parte, los defectos de baja frecuencia, aunque no deben ignorarse, no representan una prioridad inmediata dado su impacto.

El Pareto de segundo nivel confirma que la problemática del Scrap en Dreamwear Full no es aleatoria, sino que se debe principalmente a tres modos de falla recurrentes por lo que debido al alto impacto en el scrap por problemas disbonding que representa el 45% de los defectos lo sustentan la necesidad de una investigación la causa que genera este defecto ya que la reducción puede ayudar significativamente a la disminución de defectos y recuperar el Yield para este producto en proceso de moldeo.

Actualmente el yield se encuentra en un 88% por lo tanto si se logra disminuir en 45% que representa 1,35% el Scrap se lograría llegar a un 89,35% el yield del producto.

4.3.5 Métrica de DPMOs

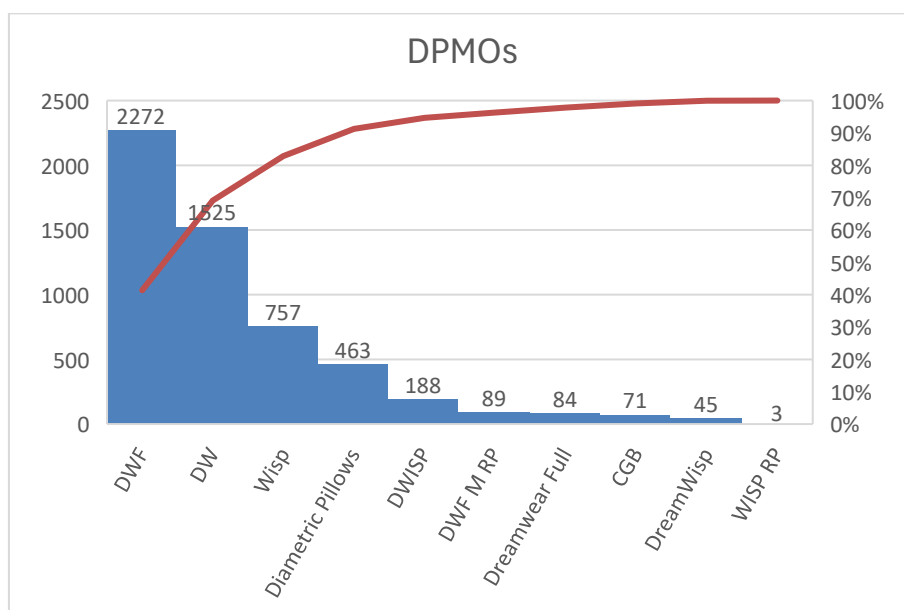
El gráfico de DPMOs (Defectos por Millón de Oportunidades) presenta la distribución de los defectos por familia de producto dentro del proceso de moldeo. Esta métrica permite evaluar la capacidad del proceso para producir unidades libres de error, tomando en cuenta todas las oportunidades en las que puede presentarse un defecto.

En el gráfico brindado por la empresa según la base de datos del departamento de ingeniería de calidad, se observa un diagrama de barras que compara el nivel de



DPMOs entre diferentes productos, acompañado de una curva acumulativa que ilustra la contribución porcentual de cada uno al total de defectos. Esta visualización facilita identificar cuáles familias de producto concentran la mayor proporción de fallas y, por lo tanto, representan las principales oportunidades de mejora dentro del área de moldeo.

Gráfico 12. DPMOs



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada del Departamento de Calidad.

A partir del análisis del gráfico 12, se evidencia que los defectos detectados en el proceso se reflejan de manera directa en la métrica de DPMOs, especialmente en productos como DWF, DW y WISP, los cuales presentan los valores más altos.

Esta concentración confirma que los problemas de calidad no están distribuidos de forma uniforme, sino que se manifiestan con mayor intensidad en productos específicos, lo cual impacta significativamente el desempeño global. En consecuencia, esta métrica valida la necesidad de intervenir la familia DreamWear Full previamente identificadas, ya que los defectos observados están contribuyendo de forma proporcional al deterioro de las métricas clave del proceso.

En la fase Analizar se estudian en detalle los datos recopilados durante la etapa de medición con el fin de identificar las causas raíz que generan la variabilidad del proceso y contribuyen al problema principal. Esta etapa permite comprender por qué



ocurre el Scrap y cuáles factores la provocan, ya sean el proceso, el equipo, el material o el factor humano los que influyen directamente en el desempeño del yield.

4.3.6 Luvia de ideas

Durante la sesión de análisis se realizó una lluvia de ideas (Ver apéndice 2) con el equipo de Ingeniería, Producción, Calidad y Mantenimiento para identificar posibles causas que influyen en las fallas de disbonding detectadas en el proceso de moldeo. A continuación, se presentan todas las ideas generadas por el equipo de ingeniería:

- Posible lote de termoplástico defectuoso.
- Humedad en la resina por secado insuficiente.
- Procedimiento de arranque de máquina no estandarizado.
- Variación en la colocación de flujos de agua del molde.
- Ensamblaje de molde incorrecto
- Frecuencia de inspección dimensional inconsistente entre turnos.
- Diferencia de criterios de aceptación
- Parámetros del proceso fuera de nominal (presión, velocidad, tiempo de llenado, etc.).
- Flujo insuficiente de agua de enfriamiento en canales del molde.
- Variaciones en la temperatura de Hot Runner.
- Dimensiones del metal del molde alteradas (desgaste, golpes, reparaciones).
- Conectores de termocuplas con lecturas erráticas.
- Desbalance entre cavidades que generan piezas con diferente contracción.
- Leak Test descalibrado o calibración vencida.
- Pins de medición fuera de calibración desgastados o incorrectamente ajustados.
- Fixtures de medición con desgaste o suciedad acumulada.
- Diferencias entre instrumentos utilizados por turno
- Falta de equipos de verificación en proceso
- Repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medición.
- Falta de capacitación específica conocimiento técnico.
- Variación en habilidades y experiencia entre técnicos de proceso.



- Posible manipulación incorrecta de piezas durante desmoldeo.
- Falta de capacitación específica en defectos de disbonding.
- Temperatura del área de moldeo variable entre turnos.
- Temperatura de Almacenamiento en el área de bodega.

4.3.6.1 Clasificación y depuración de causas – Enfoque 6M

Con el objetivo de evitar redundancias y mejorar la claridad del análisis, las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa fueron revisadas, agrupadas y consolidadas según su relación directa dentro del proceso de moldeo, bajo el enfoque de las 6M.

1. Materiales

- Humedad en la resina.
- Lote de termoplástico defectuoso.

2. Métodos

- Procedimientos no estandarizados.
- La frecuencia de inspección dimensional inadecuada y el ensamblaje incorrecto del molde se encuentran directamente relacionados con la ejecución del mantenimiento preventivo; por lo tanto, ambas causas fueron consolidadas en la categoría: **“Método de mantenimiento preventivo del molde”**.

3. Maquinas

- Dimensiones del metal del molde alteradas.
- El desbalance entre cavidades se asocia a variaciones en los parámetros del proceso previamente validados; por lo tanto, se consolidó como: **“Cambios en parámetros del proceso”**.
- El flujo insuficiente de agua de enfriamiento y las variaciones en la temperatura corresponden al sistema térmico de la máquina; en consecuencia, se unificaron en: **“Variaciones de temperatura molde/máquina”**.

4. Mano de Obra

- La manipulación incorrecta de piezas durante el desmoldeo y la falta de capacitación o conocimiento técnico se encuentran relacionadas con la competencia del personal; por lo tanto, se consolidaron en: **“Deficiencias en el sistema de capacitación del personal”**



5. Mediciones

Las causas relacionadas con medición fueron consolidadas en una única categoría denominada: “Sistema de medición no confiable”, la cual integra:

- Calibración de equipos de medición.
- Falta de equipos de verificación en proceso.
- Problemas de repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medición (R&R).

Esta consolidación se realizó debido a la interdependencia de estos factores en la confiabilidad de los datos recolectados.

6. Medio Ambiente

- Temperatura del área de moldeo.
- Temperatura de almacenamiento.

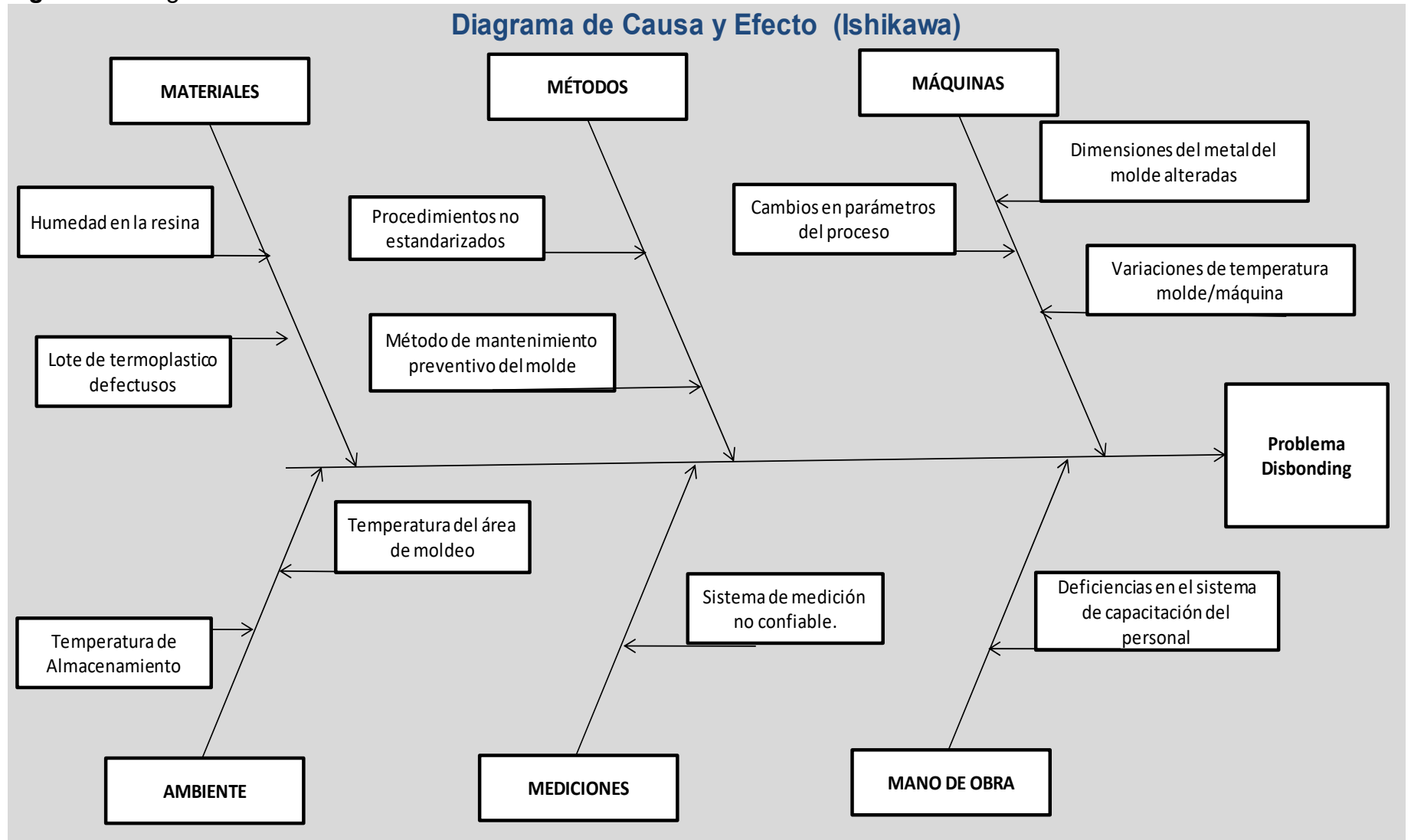
La consolidación de las causas permitió reducir la complejidad del análisis y enfocar la etapa posterior en la validación de variables críticas, facilitando la identificación de causas raíz con mayor impacto en el desempeño del proceso.

Una vez recopiladas todas las posibles causas mediante la técnica de lluvia de ideas, se procedió a organizar la información utilizando el Diagrama de Ishikawa. Esta herramienta permite estructurar y clasificar de manera sistemática los factores que podrían estar contribuyendo al problema identificado, agrupándolos según las categorías clásicas de los 6M: Material, Método, Máquina, Medición, Mano de Obra.

El objetivo de emplear el diagrama de Ishikawa es facilitar la visualización integral del problema, al relacionar cada una de las posibles causas. Por ello, se procedió a simplificar y agrupar dichas causas según su similitud, con el fin de generalizarlas y facilitar su análisis. Como resultado, se logró reducir de 25 causas potenciales inicialmente identificadas a 11 causas generales asociadas a las fallas de disbonding observadas en el proceso de moldeo. Esta representación gráfica sirve como punto de partida para el análisis de causa raíz, ya que permite identificar las áreas con mayor probabilidad de contribuir al defecto y apoyar la priorización de las acciones de verificación.



Figura 11. Diagrama Causa Efecto



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

4.3.7 Proceso de Multivoto

Posterior a la elaboración del diagrama de Ishikawa y a la identificación inicial de todas las causas potenciales asociadas a las fallas de disbonding, se aplicó la técnica de multivoto con el objetivo de priorizar las causas que presentan mayor probabilidad de contribuir al problema. Esta metodología permite la participación de miembros de distintos departamentos, incluyendo al supervisor del taller de moldes, el supervisor de mantenimiento, el supervisor de producción, así como representantes de Ingeniería de Calidad e Ingeniería de Producción, quienes, mediante un proceso estructurado de votación individual y consensuada, evaluaron y priorizaron las causas identificadas.

El procedimiento se ejecutó de la siguiente manera:

1. Presentación de todas las causas identificadas

Se elaboró una lista consolidada con todas las causas generadas durante la lluvia de ideas y organizadas en el diagrama de Ishikawa. Las causas se presentaron sin análisis ni filtros, asegurando que cada participante tuviera una visión completa del sistema.

2. Entrega de votos individuales

Cada miembro del equipo recibió una cantidad igual de votos, los cuales debía distribuir entre las causas que, según su criterio técnico y su experiencia en el proceso, tenían mayor probabilidad de explicar las fallas de disbonding. Se permitió otorgar más de un voto a una misma causa si el participante consideraba que dicha causa tenía un alto impacto.

3. Registro y consolidación de los votos

Todos los votos emitidos fueron registrados en una tabla de priorización. Posteriormente, se realizó el conteo total de votos por cada causa, determinando así el nivel de importancia que el equipo asignó a cada posible causa raíz.

4. Priorización y selección de las causas críticas

Las causas con mayor cantidad de votos se clasificaron como **causas prioritarias** para investigación adicional. Este proceso permitió enfocar el análisis en un subconjunto más reducido de factores relevantes y evitar esfuerzos en causas con baja probabilidad de impacto. Con el fin de realizar una priorización más precisa, se definieron tres criterios cuantitativos:

- Impacto en el proceso: mide el grado en que la causa afecta las dimensiones de la pieza moldeada.
- Frecuencia: estima la probabilidad de que la causa se presenta en el proceso real.

Para la prioridad de las causas identificadas, se utilizó una escala ordinal de 1 a 10, donde 1 representa una probabilidad muy baja (10%) y 10 una probabilidad segura (100%) de que un evento se presente. Esta conversión permitió cuantificar de manera estandarizada la escala que se colocara a las causas identificadas dentro del proceso de moldeo.

Cuadro 6. Puntuación Multivoto

Escala	Nivel	Impacto en el proceso (%)	Frecuencia (%)
1	Muy baja	10%	10%
2	Medio baja	20%	20%
3	Baja	30%	30%
4	Media baja	40%	40%
5	Media	50%	50%
6	Media Alta	60%	60%
7	Alta	70%	70%
8	Muy alta	80%	80%
9	Casi segura	90%	90%
10	Segura	100%	100%

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.



5. Cálculo del puntaje total (Score)

Para cada causa se calculó un puntaje total mediante la multiplicación de los valores asignados en los tres criterios:

$$\text{Score} = \text{Impacto} \times \text{Frecuencia}$$

Este método permitió obtener una ponderación objetiva de cada causa, reflejando su importancia relativa dentro del proceso.

6. Validación final del equipo

Una vez obtenidos los resultados del multivoto, el equipo discutió los elementos seleccionados para confirmar que las causas priorizadas fueran coherentes con la evidencia recogida y con la experiencia técnica de los participantes.

Tabla 4. Multivoto

Causa	Impacto (I)	Frecuencia (F)	Score (I×F)	Prioridad (%)
Lote de termoplástico defectuoso	10	10	100	100%
Cambios en parámetros del proceso	9	7	65	65%
Dimensiones del molde alteradas	8	5	40	40%
Deficiencias en capacitación del personal	6	6	36	36%
Variaciones de temperatura molde/máquina	5	5	25	25%
Método en mantenimiento preventivo del molde	4	4	16	16%
Sistema de medición no confiable	3	3	9	9%
Humedad en la resina	2	2	4	4%
Temperatura del área / almacenamiento	1	1	1	1%

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

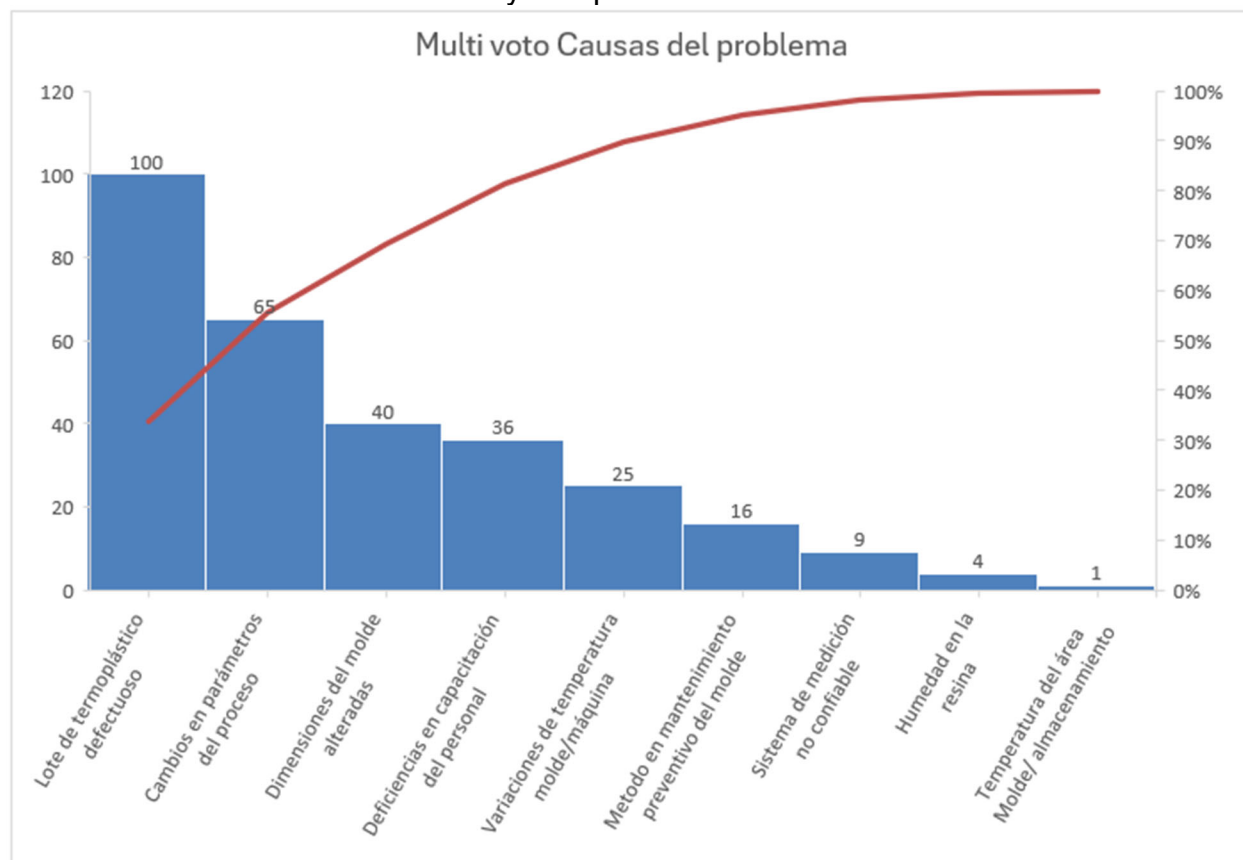
Con el objetivo de identificar y priorizar las causas que generan mayor impacto en las fallas de disbonding del proceso de moldeo de acuerdo con el departamento de



ingeniería se documentó en la tabla los valores asignados según el conocimiento y experiencia del área.

Una vez asignado el total se procedió a elaborar un Diagrama de Pareto a partir de los datos obtenidos durante la evaluación de las posibles causas. Esta herramienta permite visualizar de manera clara cuáles factores concentran la mayor proporción del problema y, por tanto, representan las oportunidades de mejora más relevantes. Al ordenar las causas según su contribución total, el Pareto facilita distinguir entre las “causas que son prioritarias” y las “no prioritarias”, permitiendo enfocar los esfuerzos del análisis en aquellas variables que afectan significativamente el desempeño del proceso.

Gráfico 13. Pareto Causas con mayor impacto



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

El diagrama de Pareto permite identificar de manera clara las causas que concentran la mayor criticidad dentro del proceso, con base en la evaluación obtenida



mediante la técnica de multi-voto. La distribución de los puntajes evidencia que el problema dimensional no se debe a múltiples factores dispersos, sino que se concentra en un número reducido de causas que acumulan la mayor parte del impacto total.

La causa con mayor puntaje corresponde a lote de termoplástico defectuoso, con un valor de 100 puntos, posicionándose como la principal prioridad del análisis. Este resultado indica que la presencia de material contaminado representa el factor de mayor influencia sobre las fallas de disbonding, lo cual es consistente con el comportamiento de los procesos de moldeo por inyección, altamente sensibles a variaciones en las condiciones del material.

En segundo lugar, se identifican los cambios de parámetros, con 65 puntos. Este resultado refleja que variaciones en presión, velocidad, temperatura o tiempos de ciclo tienen una influencia significativa en la ocurrencia de fallas de disbonding. Además, esta causa no solo impacta las dimensiones finales, sino que también puede generar variabilidad entre cavidades y afectar la contracción del material.

La tercera causa prioritaria corresponde a dimensiones del metal del molde alteradas, con 40 puntos, lo que indica que el desgaste, las reparaciones o desviaciones en las tolerancias del molde generan un impacto relevante y sostenido en la estabilidad dimensional del producto.

En cuarto lugar, se encuentran las diferencias en la capacitación del personal, con 36 puntos. Este resultado evidencia que, al tratarse de un proceso semi-manual, existe una alta dependencia de la estandarización del conocimiento. Deficiencias en la formación técnica u operativa pueden derivar en criterios inconsistentes, provocando ajustes inadecuados en los parámetros y, en consecuencia, piezas dimensionalmente fuera de especificación.

Asimismo, el análisis de Pareto muestra que las variaciones en la temperatura del molde (25 puntos) y el método de mantenimiento preventivo del molde (16 puntos) también representan causas relevantes, destacando la importancia tanto de la disciplina técnica en mantenimiento como de la estabilidad térmica del herramental en el desempeño del proceso.

A partir de este punto, el resto de las causas presenta valores considerablemente menores, entre 9 puntos y 1 punto, lo que confirma el principio de Pareto: un número



reducido de factores explica la mayor parte del problema. Entre las causas de menor contribución se encuentran el sistema de medición no confiable, la humedad en la resina y las condiciones ambientales. Si bien estas variables no deben descartarse, su impacto relativamente es bajo y no constituyen una prioridad inmediata.

En conjunto, el análisis de Pareto demuestra que las acciones de mejora deben enfocarse principalmente en las causas de mayor peso, ya que representan la oportunidad más efectiva para reducir el scrap y mejorar la capacidad dimensional del proceso.

4.3.7.1 5 Whys (5 Porqués)

Una vez priorizadas las causas mediante la técnica de multivoto, se seleccionó la causa con el puntaje más alto para realizar un análisis más profundo utilizando la herramienta 5 Whys (5 Porqués). Esta metodología permite explorar de manera sistemática el origen real del problema, investigando más allá de los síntomas superficiales identificados en el diagrama de Ishikawa y en la matriz de priorización.

El resultado del multivoto mostró que “Parámetros del proceso” es la causa con mayor impacto, probabilidad y viabilidad de solución, lo que la convierte en el punto de partida más adecuado para el análisis de causa raíz. A través de la aplicación de los 5 Whys se busca desglosar esta causa prioritaria en niveles sucesivos de profundidad, identificando las condiciones técnicas, operativas o de control que originan la variabilidad dimensional observada en el proceso de moldeo.



Cuadro 7. 5 Whys

Nivel	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué tenemos un problema de disbonding?	Porque el material de termoplástico está contaminado
2	¿Porque el material está contaminado?	Porque cuando se moldea el termoplástico no se logran extraer los gases del proceso y la pieza se contamina.
3	¿Porque no se logran extraer los gases y la pieza se contamina?	Porque se realizan cambios de parámetros en el proceso.
4	¿Por qué se cambiaron los parámetros?	Porque la prueba de leak Test falla y se encuentra fuera de especificación.
5	¿Porque las unidades se encuentran fuera de especificación?	Porque la prueba de leak test queda la medida de los orificios de aire queda en el límite superior o inferior.
6	¿Por qué los orificios de aire quedan en el límite superior o inferior?	Porque los orificios quedan más a abiertos o cerrados lo que impide el flujo de aire y la presión de aire incrementa o disminuye.
7	¿Por qué el orificio quedó más abiertos o cerrados?	Porque las dimensiones del metal no cumplen con las especificaciones.

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

Con base en la causa priorizada en el multi-voto, se aplicó la herramienta 5 Whys con el propósito de profundizar en el origen real de las fallas de disbonding observadas en el proceso de moldeo. Este análisis permitió desglosar de manera secuencial el problema hasta identificar la causa raíz que genera la variabilidad dimensional del producto. A continuación, se presenta la interpretación del cuestionamiento realizado:

En el primer nivel, se identificó que el disbonding no es un fallo aislado del producto, sino una consecuencia directa de que el material termoplástico pierde sus



propiedades de adhesión durante el sobremoldeo de silicón. Esto indica que el proceso no está garantizando la integridad del polímero, revelando un problema sistémico y no únicamente operativo.

En el segundo Nivel, de acuerdo con el área de ingeniería la contaminación del termoplástico se origina por una inadecuada expulsión de gases en el proceso del moldeo de unidades. Esto demuestra fallas en el control de ventilación del molde o en la condición del material previo al molde, afectando directamente la calidad del fundido.

En el tercer nivel, se determinó que el problema dimensional se origina porque se realizaron cambios en los parámetros del proceso. Este ajuste alteró la estabilidad del moldeo y generó piezas fuera de especificación de termoplástico.

En el cuarto nivel, se identificó que dichos cambios se efectuaron debido a que la prueba de Leak Test fallaba y mostraba resultados fuera de especificación, lo que llevó al personal técnico a modificar parámetros para intentar corregir la desviación detectada.

En el quinto nivel, se estableció que las unidades resultaban fuera de especificación porque la medida de los orificios de aire se encontraba en los límites superiores o inferiores, indicando variabilidad dimensional significativa en la geometría crítica de la pieza.

En el sexto nivel, se determinó que los orificios llegaban a estos límites porque quedaban más abiertos o cerrados, afectando el flujo de aire requerido para cumplir con el valor del Leak Test. Esta variación alteraba directamente la presión de aire y ocasionaba resultados inestables en la prueba.

Finalmente, en el séptimo nivel, se identificó que la razón por la cual los orificios quedaban con esta variación crítica era que las dimensiones del metal del molde no cumplen con las especificaciones, ya sea por desgaste, daños, reparaciones previas o desviaciones respecto a las tolerancias nominales.

4.3.8 Causa raíz identificada

El problema de disbonding no se origina por el operador, los parámetros o el material. La causa raíz es el desgaste o desviación dimensional del metal del molde, lo que genera orificios fuera de tolerancia y provoca un encadenamiento de fallas: piezas fuera del rango funcional → ajustes constantes de proceso por parte del técnico para



lograr entrar entre las tolerancias de leak test → lo que incrementan la fuerza de cierre y provocan atrapamiento de gases en el molde → generando contaminación del polímero moldeado que se impregna en el termoplástico → generando disbonding en procesos siguientes.

4.3.9 Validar la Causa Raíz

Con el fin de confirmar o rechazar la causa raíz identificada — dimensiones del metal del molde fuera de especificación— se ejecuta una verificación en dos etapas, iniciando por la medición de la prueba de leak test de producto en estado nominal para identificar cuales valores son los del producto y la verificación dimensional del Metal del molde. El enfoque parte del supuesto de que, si el proceso opera con parámetros validados y en condiciones nominales, los resultados de Leak Test a 10 cmH₂O deben ubicarse dentro del rango de 10,0–15,0 SLPM. En caso de que los valores del ensayo de fuga se sitúen fuera de especificación, se procederá a confirmar el estado dimensional del molde frente al dibujo/tolerancias para determinar si existe desviación en las geometrías crítica (diámetros y ubicaciones de orificios de aire). Este procedimiento permite aislar la influencia del Molde respecto de otras fuentes de variación y aportar evidencia objetiva para la toma de decisiones.

4.3.10 Medición en estado nominal del proceso (Leak Test)

- **Objetivo:** Determinar el estado actual del proceso midiendo el Leak Test a 10 cmH₂O en unidades producidas bajo parámetros nominales validados de proceso.
- Tomando en cuenta la que el procedimiento de inspección indica que la muestras de Leak Test se cataloga como un Pasa/ Falla (Atributo) y según la criticidad del producto que es “Low” según el procedimiento de la empresa 2020000365 *Statistical Methods Work Instruction* que indica según la Tabla 1 para diseño Attribute Sampling Plans with 95% Confidence & 90% Reliability según el appendix C la muestra mínima de tamaño de muestra: ≥ 30 mediciones distribuidas en diferentes cavidades (permite ver tendencia y variabilidad). Ver anexo 1.

Resultados obtenidos:



Tabla 5. Prueba de fuga

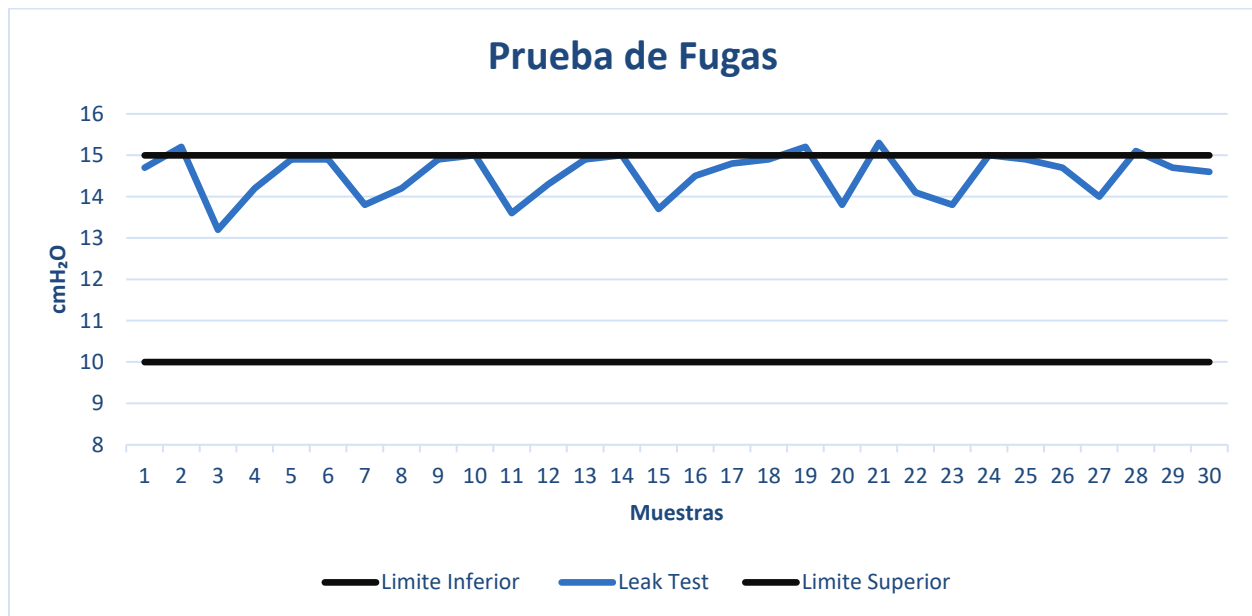
Muestra	Límite Inferior	Leak Test	Limite Superior
1	10	14,7	15
2	10	15,2	15
3	10	13,2	15
4	10	14,2	15
5	10	14,9	15
6	10	14,9	15
7	10	13,8	15
8	10	14,2	15
9	10	14,9	15
10	10	15	15
11	10	13,6	15
12	10	14,3	15
13	10	14,9	15
14	10	15	15
15	10	13,7	15
16	10	14,5	15
17	10	14,8	15
18	10	14,9	15
19	10	15,2	15
20	10	13,8	15
21	10	15,3	15
22	10	14,1	15
23	10	13,8	15
24	10	15	15
25	10	14,9	15
26	10	14,7	15
27	10	14	15
28	10	15,1	15
29	10	14,7	15
30	10	14,6	15

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.



El gráfico 14 de Prueba de Fugas muestra el comportamiento de las mediciones individuales del Leak Test a 10 cmH₂O bajo parámetros nominales del proceso. La línea central representa el promedio de las mediciones, mientras que las líneas superior e inferior indican los límites de especificación permitidos.

Gráfico 14. Prueba de Fugas estado actual.



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

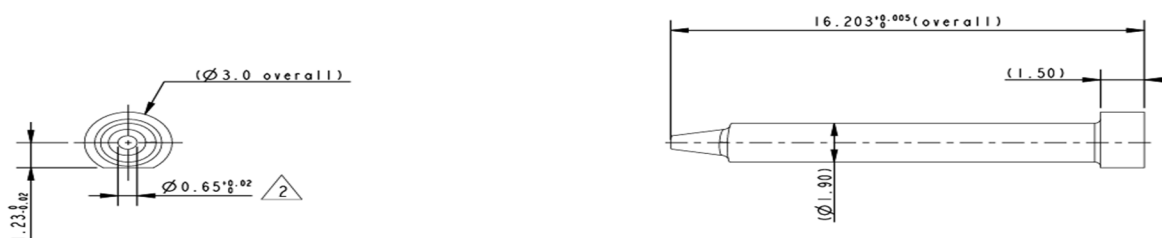
A partir del comportamiento mostrado en el gráfico de Prueba de Fugas, se evidencia que las mediciones presentan una alta variabilidad y tienden a ubicarse de forma recurrente en el límite superior de especificación. Este patrón confirma que el proceso no se encuentra completamente estable y que los defectos dimensionales están impactando directamente los resultados del Leak Test. La cercanía de los valores máximos permitidos demuestra que las desviaciones en las dimensiones de los orificios están afectando la capacidad del producto para mantener un flujo adecuado, reflejándose de manera consistente en esta métrica crítica del proceso. Se logra apreciar valores fuera de los límites de control lo que nos indica que existe la posibilidad de que el metal del molde presente desviaciones en el metal.



4.3.11 Medición del metal del molde.

Por otro lado, se hace una revisión de los lo que busca es identificar como se encuentra el metal del molde por lo tanto se hace una medición de las validades del molde, el cual debe de cumplir con las especificaciones del dibujo (Figura 11) que indica que el valor del diámetro del pin debe encontrarse menos del límite superior 0.67 y encontrarse menos del límite inferior 0.63. (Ver Apéndice 3).

Figura 11. Dibujo del pin del molde



Fuente: Elaborado por la empresa según el dibujo del plano de los pines del molde.

La siguiente tabla presenta el 100% de las mediciones registradas en los pines de metal correspondientes a las cavidades 1 y 2 del molde, comparadas contra los rangos aceptables de especificación establecidos en el plano del molde.

Tabla 6. Mediciones del metal

Numero de Pin	Cavidad 1	Cavidad 2	Limite Superior	Límite Inferior
1	0,596	0,770	0,67	0,63
2	0,700	0,694	0,67	0,63
3	0,586	0,796	0,67	0,63
4	0,598	0,705	0,67	0,63
5	0,614	0,824	0,67	0,63
6	0,599	0,665	0,67	0,63
7	0,602	0,700	0,67	0,63
8	0,830	0,657	0,67	0,63
9	0,384	0,731	0,67	0,63

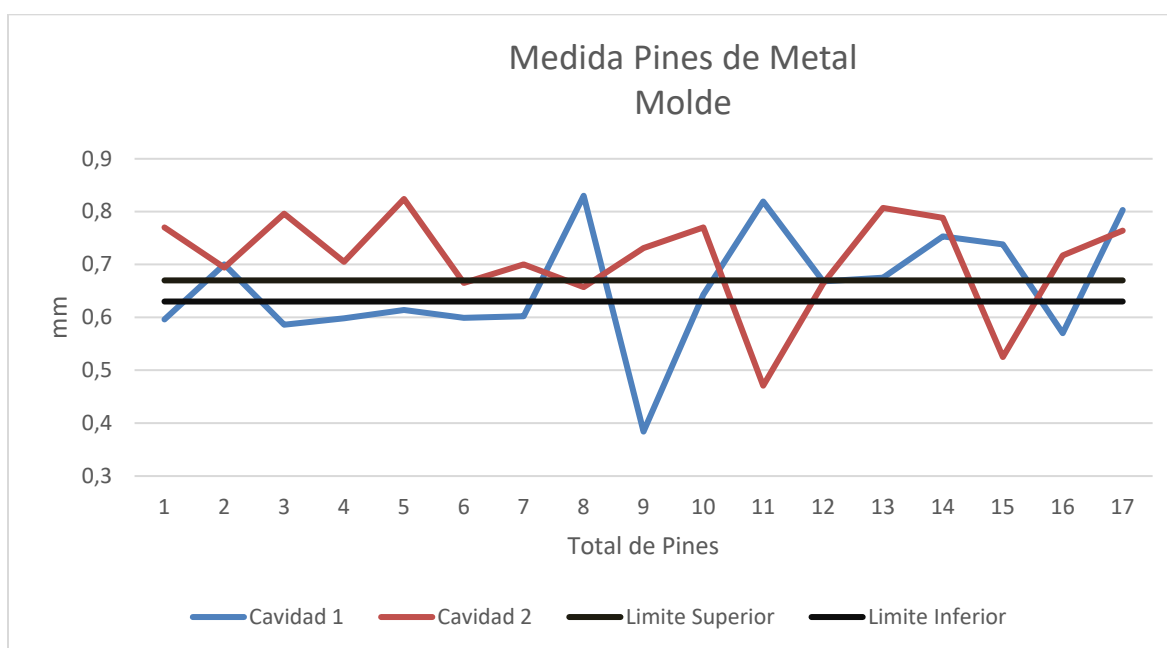


Numero de Pin	Cavidad 1	Cavidad 2	Limite Superior	Límite Inferior
10	0,643	0,770	0,67	0,63
11	0,819	0,471	0,67	0,63
12	0,668	0,664	0,67	0,63
13	0,675	0,807	0,67	0,63
14	0,753	0,788	0,67	0,63
15	0,738	0,525	0,67	0,63
16	0,570	0,717	0,67	0,63
17	0,803	0,764	0,67	0,63

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

El gráfico 15 de Medida de Pines de Metal del Molde muestra la variación dimensional registrada en los pines correspondientes a las cavidades 1 y 2, comparadas contra los límites de especificación. La visualización permite identificar el comportamiento dimensional de cada cavidad, evaluar la consistencia del molde y determinar si existen desviaciones que puedan comprometer la estabilidad del proceso de moldeo.

Gráfico 15 Medida del Pin Metálico



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.



A partir del comportamiento observado en el gráfico de medición de los pines del molde, se evidencia una variabilidad significativa entre las cavidades 1 y 2, con múltiples mediciones que superan el límite superior e inferior de especificación establecidos en 0,67 mm e inferior de 0,63 mm. La cavidad 2 muestra desviaciones más pronunciadas y frecuentes, lo cual confirma que el molde presenta desgaste o deformación en sus componentes críticos. Esta condición afecta directamente la geometría de los orificios de aire producidos durante el moldeo y explica la inestabilidad detectada en la prueba de fugas (Leak Test). En conjunto, los resultados demuestran que el molde no opera dentro de los parámetros dimensionales requeridos, validando que el desajuste del metal constituye una causa raíz del Scrap dimensional encontrado en el proceso

4.3.12 Conclusiones de la situación actual

Los resultados obtenidos en ambas etapas de verificación confirman de manera sólida y objetiva que la causa raíz del Scrap de disbonding proviene de desviaciones en las dimensiones del metal del molde, específicamente en los pines responsables de formar los orificios de aire del componente. En primer lugar, el análisis del Leak Test bajo parámetros nominales evidenció una alta variabilidad del proceso, con múltiples mediciones que alcanzan o exceden el límite superior e inferior de especificación. Este comportamiento indica que el flujo de aire a través de los orificios no es uniforme, lo cual es característico de variaciones dimensionales críticas. La tendencia de los resultados hacia el límite superior e inferior revela que los orificios están quedando más abiertos o cerrando de lo permitido, afectando directamente la presión de fuga y reduciendo la capacidad del producto para cumplir con los requisitos funcionales de la prueba.

En segundo lugar, la evaluación dimensional del metal del molde confirma de manera contundente esta hipótesis. Las mediciones realizadas en las cavidades 1 y 2 muestran que una cantidad significativa de valores excede el límite superior de especificación de 0,67 mm y 0,63 mm, especialmente en la cavidad 2, donde las desviaciones son más frecuentes y pronunciadas. Esta condición es incompatible con un proceso estable, ya que las piezas moldeadas son formadas por el metal, lo que explica la presencia sistemática de fallas dimensionales y la necesidad recurrente de ajustes por parte del técnico.



Dichos ajustes de parámetros en la máquina, lejos de corregir el problema, incrementan la variabilidad del proceso y contribuyen al aumento del Scrap de disbonding que se genera en procesos posteriores.

La coincidencia entre la inestabilidad observada en el Leak Test y las desviaciones detectadas en el metal del molde constituye evidencia concluyente de que el desgaste, deformación o daño en los pines del molde es la causa raíz real del problema.

Esto demuestra que el molde no opera dentro de sus tolerancias de diseño y, por lo tanto, el proceso es incapaz de producir piezas dentro de especificación aun cuando los parámetros de moldeo se mantengan en condiciones validadas o ajustadas por el técnico del proceso.

En conjunto, los hallazgos validan que el desajuste dimensional del molde es el factor crítico responsable del Scrap elevado de material.



CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

El objetivo de esta capítulo es establecer la propuesta de mejora en el proceso con el fin de buscarle una solución al problema por lo tanto se buscar atreves de las herramientas ya definidas la forma de implementar y controlar los hallazgos en lo analizado en el capítulo anterior.

En esta sección se describe el proceso llevado a cabo para definir, diseñar e implementar las soluciones orientadas a disminuir la variabilidad y mejorar el rendimiento del proceso de manufactura en la línea de Moldeo de Philips SRC. Las soluciones propuestas se fundamentan en los hallazgos obtenidos durante las fases previas del DMAIC y responden directamente a las causas raíz identificadas.

5.1 Diseño propuesto

Para realizar un diseño y propuesta de solución se realizó una prueba en el proceso realizando un cambio de pines formadores en el molde, sustituyéndolos por pines nuevos que se encontraban en el área de stock del taller de moldes.

Por lo tanto, se realizó la siguiente comprobación de medidas de las cavidades para verificar que las medidas se encontraban dentro de los limites según el plano del metal de molde.

Medición pines Nuevos:

Tabla 7. Mediciones Pines Nuevos

Numero de Pin	Cavidad 1 (Nueva)	Cavidad 2 (Nueva)	Límite inferior	Limite Superior
1	0,66	0,658	0,63	0,67
2	0,652	0,658	0,63	0,67
3	0,666	0,662	0,63	0,67
4	0,659	0,653	0,63	0,67
5	0,661	0,656	0,63	0,67
6	0,659	0,656	0,63	0,67

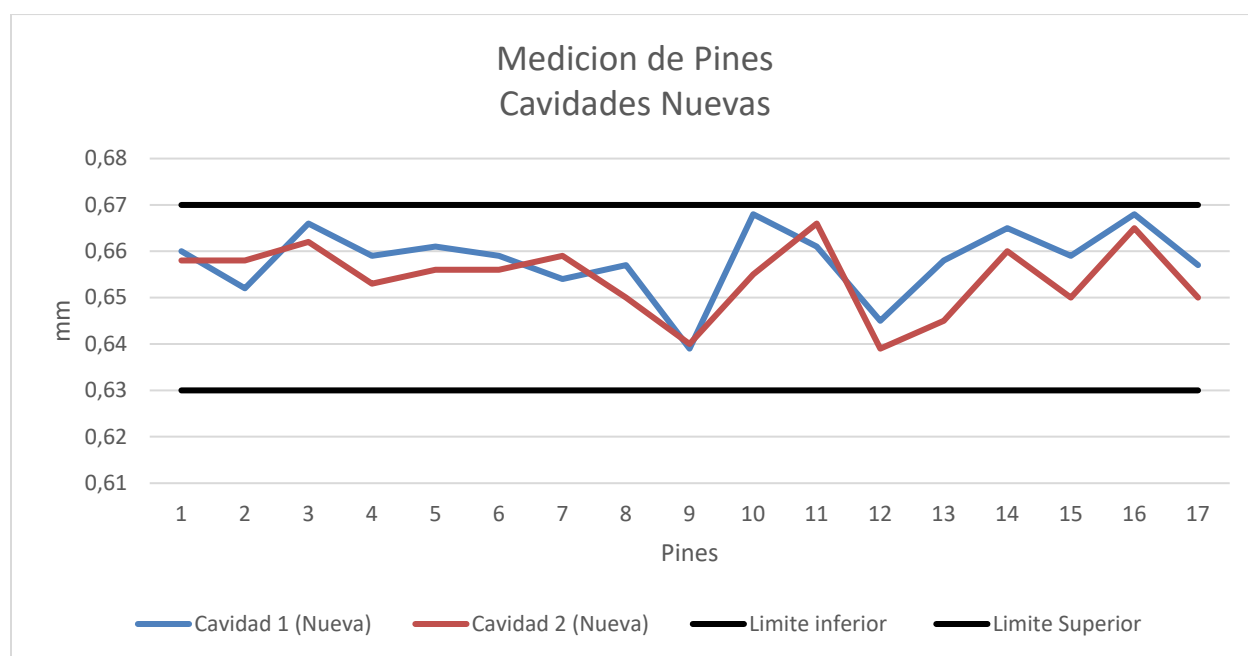


Numero de Pin	Cavidad 1 (Nueva)	Cavidad 2 (Nueva)	Límite inferior	Límite Superior
7	0,654	0,659	0,63	0,67
8	0,657	0,65	0,63	0,67
9	0,639	0,64	0,63	0,67
10	0,668	0,655	0,63	0,67
11	0,661	0,666	0,63	0,67
12	0,645	0,639	0,63	0,67
13	0,658	0,645	0,63	0,67
14	0,665	0,66	0,63	0,67
15	0,659	0,65	0,63	0,67
16	0,668	0,665	0,63	0,67
17	0,657	0,65	0,63	0,67

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

De acuerdo con la tabla anterior se procedió a realizar un gráfico 16 de control para verificar de forma visual el verificar que los pines nuevos se encontraban dentro de los límites de control establecidos en el plano del dibujo.

Gráfico 16. Medición de cavidades nuevas.



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.



El comportamiento de ambas mediciones de la Cavidad 2 y 1 (cavidades nuevas) se mantiene dentro de los límites de control, tanto superior (0.67mm) como inferior (0.63mm), lo que indica que el proceso opera de manera estable y sin señales de variación especial. Si bien se observan fluctuaciones naturales a lo largo de las 17 mediciones —incluyendo mínimos alrededor de 0.64 y máximos cercanos a 0.67— estas variaciones se consideran comportamiento normal del proceso, pues no sobrepasan los límites establecidos. No se evidencia ninguna tendencia, patrón repetitivo, ni punto fuera de control que sugiera problemas en la funcionalidad de los nuevos pines. En conclusión, los pines nuevos muestran un desempeño consistente y adecuado, manteniendo la estabilidad del proceso dentro de los parámetros esperados.

Una vez comprobada las mediciones de del metal se procedió a realizar a moldear el termoplástico en estado nominal para ver el comportamiento del proceso

5.2 Medición en estado nominal del proceso (Leak Test)

Se procedió a realizar según el estado actual del proceso la midiendo del Leak Test a 10 cmH₂O en unidades producidas bajo parámetros nominales validados.

Tomando en cuenta la que el procedimiento de inspección indica que la muestras de Leak Test se cataloga como un Pasa/ Falla (Atributo) y según la criticidad del producto que es “Low” según el procedimiento de la empresa 2020000365 *Statistical Methods Work Instruction* que indica según la Tabla 1 para diseño Attribute Sampling Plans with 95% Confidence & 90% Reliability según el appendix C la muestra mínima de tamaño de nuestra: ≥ 30 mediciones distribuidas en diferentes cavidades (permite ver tendencia y variabilidad). Ver anexo 1.



Resultados obtenidos:

Tabla 8. Prueba de fuga

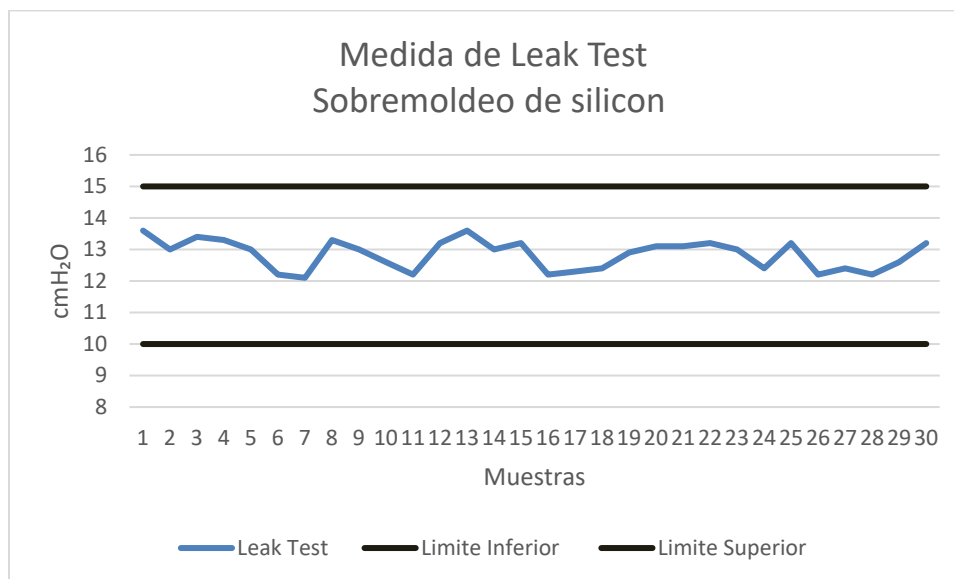
Muestra	Límite Inferior	Leak Test	Límite Superior	Pasa/Falla
1	10	13,8	15	Pasa
2	10	13,1	15	Pasa
3	10	13,6	15	Pasa
4	10	13,5	15	Pasa
5	10	13,1	15	Pasa
6	10	12,3	15	Pasa
7	10	12,2	15	Pasa
8	10	13,5	15	Pasa
9	10	13,3	15	Pasa
10	10	12,7	15	Pasa
11	10	12,4	15	Pasa
12	10	13,3	15	Pasa
13	10	13,8	15	Pasa
14	10	13,1	15	Pasa
15	10	13,3	15	Pasa
16	10	12,3	15	Pasa
17	10	12,4	15	Pasa
18	10	12,5	15	Pasa
19	10	13,0	15	Pasa
20	10	13,2	15	Pasa
21	10	13,3	15	Pasa
22	10	13,3	15	Pasa
23	10	13,0	15	Pasa
24	10	12,5	15	Pasa
25	10	13,3	15	Pasa
26	10	12,2	15	Pasa
27	10	12,6	15	Pasa
28	10	12,3	15	Pasa
29	10	12,7	15	Pasa
30	10	13,3	15	Pasa

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

De acuerdo con la tabla anterior se procedió a realizar un gráfico de control para verificar de forma visual el estado de los pines nuevos.



Gráfico 17. Leak test (Pruebas de fugas) Cavidades nuevas



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

El comportamiento de los resultados del Leak Test se mantiene completamente dentro de los límites de control, cuyo límite superior es aproximadamente 15 y el límite inferior cercano a 10. A lo largo de las 30 mediciones no se presentan puntos fuera de estos límites, ni se observan patrones anómalos como tendencias crecientes o decrecientes, corridas largas o ciclos repetitivos que indiquen variación especial.

La variación observada es mínima y corresponde a fluctuaciones naturales del proceso, oscilando alrededor de valores entre 12 y 14. Esta estabilidad indica que el sistema de prueba de fugas opera bajo condiciones controladas y consistentes, sin evidencia de desviaciones.

En conclusión, el proceso de pruebas de fuga se encuentra estable, bajo control estadístico y con un desempeño adecuado, lo que confirma la confiabilidad del método de inspección y la efectividad de las mejoras aplicadas.

5.3 Verificación de disbonding proceso posterior

Una vez verificada las pruebas dimensionales se realizar una última comprobación de material el cual consiste en realizar el sobre moldeo de las unidades construidas con



las cavidades nuevas lo que nos ayuda a confirmar que las unidades de termoplástico moldeadas no presenten contaminación por gases que provocan del disbonding.

Se toman las 30 unidades moldeadas con parámetros nominales y se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados Prueba de Fugas

Muestra	Revisión Visual (Disbonding)	Muestra	Revisión Visual (Disbonding)
1	Pasa	16	Pasa
2	Pasa	17	Pasa
3	Pasa	18	Pasa
4	Pasa	19	Pasa
5	Pasa	20	Pasa
6	Pasa	21	Pasa
7	Pasa	22	Pasa
8	Pasa	23	Pasa
9	Pasa	24	Pasa
10	Pasa	25	Pasa
11	Pasa	26	Pasa
12	Pasa	27	Pasa
13	Pasa	28	Pasa
14	Pasa	29	Pasa
15	Pasa	30	Pasa

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

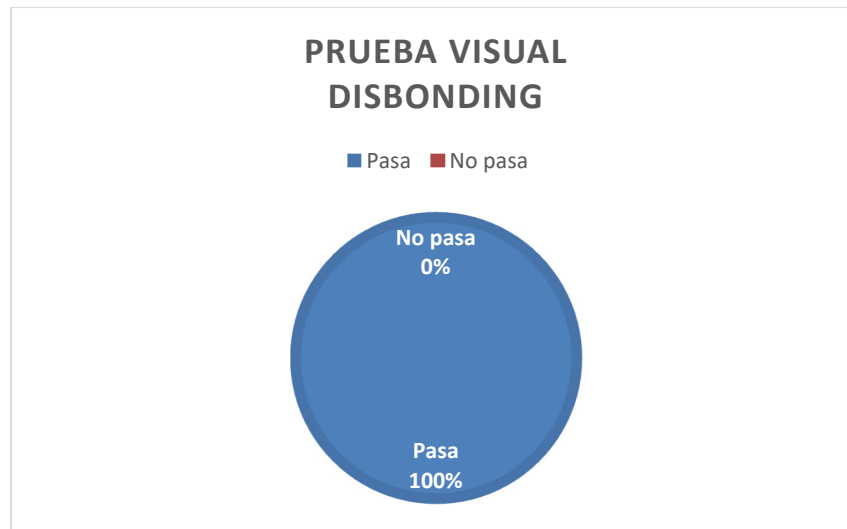
Con base en los resultados obtenidos durante la inspección, se elaboró un gráfico 18 de pastel con el objetivo de visualizar la proporción de unidades que cumplen y no cumplen con el criterio de aceptación en la prueba visual de disbonding.

Para la construcción del gráfico, se clasificaron las unidades evaluadas en dos categorías: “Pasa” y “No pasa”, considerando como criterio de aceptación la ausencia de defectos visibles de des adherencia. Esta representación permite validar de manera visual y cuantitativa el desempeño del proceso en esta etapa de control de calidad.



Adicionalmente, este análisis se utiliza como complemento para asegurar que el proceso previo cumple con los requisitos establecidos, garantizando así la integridad del producto.

Gráfico 18. Resultados Pruebas



Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

El análisis del gráfico evidencia que el 100% de las unidades evaluadas cumplen con el criterio de aceptación, ya que no se identificaron casos de *disbonding*. Esto indica que el proceso se encuentra bajo control en esta etapa específica y que las condiciones operativas actuales permiten asegurar la correcta adherencia de los materiales.

Asimismo, la ausencia de defectos refleja una adecuada estabilidad del proceso de moldeo, lo que contribuye positivamente al rendimiento (*yield*) y a la calidad del producto final.

5.4 Retorno de inversión:

Para implementar esta mejora, es necesaria la adquisición de doce cavidades nuevas, con un costo unitario de \$3,842, lo que representa una inversión total de \$46,104.

Esta inversión se justifica debido al alto impacto del defecto conocido como *disbonding* en la familia de productos DreamWear Full. Este defecto representa



aproximadamente el 45% del scrap total de dicha familia, generando un costo anual estimado de \$228,484.25 de acuerdo con la tabla 2.

De acuerdo con los datos presentados en el Gráfico 10 (Pareto porcentaje promedio de Scrap por familia), la causa raíz identificada Cuadro 7 (5 Whys) el de problema es el desgaste o la desviación dimensional del metal del molde. Esta condición provoca que se generen orificios fuera de tolerancia, lo que desencadena una serie de fallas en el producto.

La implementación todas las de las nuevas cavidades permitiría eliminar esta causa raíz y reducir en un 45% los defectos asociados al disbonding en los procesos posteriores. Esto se traduciría en un ahorro anual estimado de \$102,998.11 de acuerdo con el Gráfico 11 (Diagrama de Pareto Defectos de defectos).

La familia DreamWear Full está formada por ocho moldes de silicón, y todos presentan el problema de disbonding. Actualmente, el proceso tiene un rendimiento promedio del 86%, lo que significa que el 14% de la producción se pierde como scrap.

Dentro de ese 14%, el defecto de disbonding representa el 45%. El implementar las mejorar se eliminaría el problema, mejorando el rendimiento del proceso por lo que aumentaría aproximadamente en un 6.3%, lo que implicaría una mejora importante en la eficiencia de la producción.

En conclusión, esta inversión no solo reduce significativamente el nivel de scrap, sino que también mejora la eficiencia del proceso productivo de la familia DreamWear Ful.

5.4.1 Cálculo del Retorno de Inversión (ROI)

1. Inversión total

$$\text{Inversión total} = 12 \text{ cavidades} \times \$3,842 = \$46,104$$

2. Scrap anual por disbonding

$$\text{Scrap anual} = \$228,484$$

3. Mejora lograda

$$\text{Reducción} = 45\%$$

4. Ahorro anual generado



$$\text{Ahorro anual} = \$228,484 \times 0.45 = \$102,817$$

5. Cálculo del ROI

$$ROI = \frac{\text{Ahorro anual} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

Sustituyendo:

$$ROI = \frac{102,817 - 46,104}{46,104}$$

$$ROI = \frac{56,713}{46,104} = 1,23$$

$$ROI = 1,23\%$$

Interpretación:

Por cada dólar invertido, la empresa obtiene un retorno adicional de **\$1.23**, demostrando que el proyecto es altamente rentable.

6. Período de recuperación (Payback)

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro anual}}$$

$$\text{Payback} = \frac{46,104}{102,817} = 0.44$$

$$\text{Payback} = 0.44 \text{ años que equivalen a } 5,3 \text{ meses}$$

Esto significa que la inversión se recupera en menos de cinco, tres meses, generando beneficios netos para el resto del año.



Resumen de indicadores financieros

Cuadro 8. Indicadores financieros

Concepto	Valor
Scrap anual por disbonding	\$228,484.25
Mejora lograda	45%
Ahorro anual	\$102,817
Inversión total	\$46,104
ROI	1,23%
Payback	0.44 años (5,3 meses)

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

La implementación de las doce cavidades nuevas permite reducir en un 45% los defectos de disbonding en la familia DreamWear Full, generando un ahorro anual de \$102,817 frente a una inversión de \$46,104. El proyecto alcanzó un ROI del 1,23% y un período de recuperación de apenas 5,3 meses, demostrando que la mejora es altamente rentable y contribuye significativamente a la reducción del scrap y a la optimización del proceso productivo.

5.5 Diagrama de Gantt y Plan de acción

Con base en las causas raíz identificadas mediante el análisis de Ishikawa y priorización de riesgos, se desarrolló un Diagrama de Gantt y un plan de acción enfocado en la implementación de acciones correctivas y preventivas. Dicho plan establece responsables, tiempos de ejecución e indicadores de seguimiento, con el objetivo de reducir la variabilidad del proceso y minimizar la generación de defectos asociados al disbonding.



Diagrama de Gantt:

Cuadro 9. Plan de acción

	Tarea	Lider	Inicio	Final	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	Documentación para la compra de cavidades	Supervisor de mantenimiento	1/05/26	1/09/26					
2	Realizar compra de Cavidades	Supervisor de mantenimiento	1/09/26	1/20/26					
3	Fabricación de Cavidades	Contratista	1/20/26	2/21/26					
4	Transporte de Cavidades nuevas desde China	Departamento Procurement	2/21/26	3/15/26					
5	Validación de Cavidades	Departamento Ingeniería	3/15/26	4/30/26					
6	Reportes de validación	Departamento Ingeniería	4/30/26	5/16/26					
7	Cambios de documentos de Mantenimiento preventivo de moldes	Departamento Ingeniería	5/16/26	5/31/26					

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.



Plan de Acción:

Cuadro 10. Plan de acción.

Causa raíz	Acción	Responsable	Tiempo	Indicador
Lote de termoplástico defectuoso	Implementar inspección de entrada, pruebas de laboratorio por lote mensuales	Calidad	2 semanas	% Sobreconsumos de material
Dimensiones del molde alteradas	Validación dimensional del molde, checklist previo al montaje y auditoría de herramental	Mantenimiento / Calidad	3 semanas	% moldes fuera de tolerancia
Cambios en parámetros del proceso	Bloqueo de parámetros en máquina, a operadores, estandarización y control de cambios de los técnicos	Ingeniería de procesos	1 semana	Nº desviaciones de parámetros
Deficiencias en capacitación del personal	Programa de capacitación técnica y certificación por operador	Ingeniería / RH	2 semanas	% personal certificado
Variaciones de temperatura molde/máquina	Implementar monitoreo continuo y alarmas de las máquinas.	Ingeniería	2 semanas	% Variación de temperatura
Método en mantenimiento preventivo del molde	Rediseñar plan de mantenimiento para robustecer el mantenimiento de molde y máquinas para incluir una revisión periódica de la medición de pines formadores de metal	Mantenimiento	4 semanas	% cumplimiento Mantenimientos preventivos



Causa raíz	Acción	Responsable	Tiempo	Indicador
Sistema de medición no confiable	Realizar estudio R&R y validación del sistema de medición	Calidad	3 semanas	% variación R&R
Humedad en la resina	Implementar control de secado y monitoreo de humedad	Producción	2 semanas	% humedad
Temperatura del área / almacenamiento	Implementar control y monitoreo ambiental	Facilidades	4 semanas	Temperatura (°C)

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

El plan de implementación desarrollado permitió establecer un conjunto de acciones correctivas y preventivas enfocadas en las causas raíz identificadas como críticas dentro del proceso de moldeo. A partir de la priorización basada en impacto y frecuencia, se definieron estrategias orientadas principalmente al control de materia prima, la estandarización de parámetros del proceso y la verificación de las condiciones del molde, las cuales representan los factores de mayor incidencia en la generación de defectos.

La estructuración del plan bajo criterios de responsabilidad, tiempos definidos e indicadores de desempeño facilita no solo la ejecución ordenada de las actividades, sino también el seguimiento y control de los resultados esperados. Asimismo, la incorporación de controles como monitoreo de variables críticas, capacitación del personal y fortalecimiento del sistema de medición contribuye a la reducción de la variabilidad del proceso y a la sostenibilidad de las mejoras en el tiempo.

En este sentido, el plan de implementación no solo busca corregir las desviaciones actuales, sino también prevenir su recurrencia mediante la estandarización y control continuo, alineándose con la fase de Control de la metodología DMAIC. Se espera que la correcta ejecución de estas acciones genere una mejora significativa en el rendimiento



(yield) del proceso, reduciendo el nivel de Scrap y asegurando el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos.

Se espera que la implementación este 100% ejecutada el 6/28/2026, fecha en la que el departamento de ingeniería liberar la última actividad.

5.7 Plan de control

Para garantizar la implementación de las acciones se realiza un plan de control (Tabla 10) el cual ayudara a reaccionar ante la eventualidad de que el proceso se salga de lo establecido por lo tanto con esto nos ayudara a que el proceso se mantenga estable, y se tenga un plan de reacción en caso de que se esté desviando de lo establecido.

- Para que no vuelva a suceder este problema se propone pasar de inspecciones de leak test de método de inspección atributo a inspección variable.
- Control de Yield diariamente para asegurar que se encuentre dentro de control.
- Incluir en el sistema de mantenimiento preventivo una medición de pines semestralmente para asegurar que se encuentren dentro de la especificación de medida.



Tabla 11. Plan de Control

PLAN DE CONTROL							
DESCRIPCIÓN GENERAL			TAMAÑO DE MUESTRA		CONTROL		
NOMBRE DE PROCESO/DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	VARIABLE	ESPECIFICACIÓN / TOLERANCIA	TAMAÑO	FRECUENCIA	MÉTODO DE CONTROL	PLAN DE REACCIÓN	RESPONSABLE
Yield del proceso	Yield promedio	91/ (+/- 2%)	100%	Diaaria	Indicador de Yield	Graficos de Control	Departamento de Ingenieria
Maquina de Moldeo	Parametros no controlados	Cumplir con la MSS	100%	Diario	Hoja de control	Corretivo de equipo	Departamento de Proceso
Leak Test	Presion de Aire	12,5 psi (+/- 2,5)	100%	Diaaria	Muestreos de Calidad	Graficos de Control	Departamento de Calidad
Mantenimiento de Pines	Dimension de Pines	0,65mm (+/- 2)	100%	Semanal	Formulario Semestral	Cambio de Pines	Departamento de Mantenimiento

Fuente: Elaborado por el autor según la información recopilada.

El presente Plan de Control constituye una herramienta fundamental dentro del sistema de gestión de calidad, cuyo propósito es garantizar la estabilidad, capacidad y conformidad del proceso productivo mediante el monitoreo sistemático de variables críticas.

Este plan contempla diferentes etapas del proceso, tales como el rendimiento del proceso (yield), la operación de la máquina de moldeo, la ejecución de pruebas de fuga (Leak Test) y el proceso de entrenamiento del personal. Para cada una de estas etapas se han definido variables de control específicas, así como sus respectivas especificaciones y tolerancias, con el fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

En cuanto a la estrategia de muestreo, se establece un tamaño de muestra del 100% para las variables críticas, lo cual implica una inspección completa del proceso. La frecuencia de monitoreo varía entre diaria y semanal, dependiendo del nivel de impacto de cada variable en la calidad del producto final.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto cumplió con el objetivo principal de optimizar el rendimiento (Yield) en el proceso de moldeo del área SRC, mediante la aplicación de la metodología DMAIC, logrando identificar, analizar y atacar la principal causas raíz que generaban altos niveles de Scrap en la operación. A través del análisis de datos históricos, herramientas de calidad y la validación en campo, se determinó que el problema no era aislado, sino sistémico, asociado a la falta de estandarización, control de procesos y variabilidad operativa.

Uno de los principales hallazgos fue que el 84.5% del Scrap total se concentraba en dos familias de producto, siendo Dreamwear Full la de mayor impacto económico y la se sometió como objetivo de estudio, con pérdidas superiores a \$228,000 anuales. Dentro de esta familia, se identificaron defectos críticos como disbonding, partículas y piezas rotas como los principales contribuyentes al desperdicio, lo que permitió enfocar estratégicamente las soluciones.

6.1 Conclusiones generales:

El objetivo general del proyecto se cumple de manera satisfactoria en las etapas de análisis, diseño y propuesta de mejora, ya que se logró optimizar la comprensión del proceso de moldeo mediante la aplicación de la metodología DMAIC. Esto permitió identificar las principales causas raíz de la familia de productos con mayor impacto que afectan el indicador de yield global.

A través del análisis de datos históricos y la aplicación de herramientas de calidad como el análisis de Pareto, el diagrama de Ishikawa y encuestas al personal operativo, se determinó que el alto nivel de scrap no responde a una única causa, sino a un conjunto de factores asociados con la falta de estandarización de métodos, deficiencias en el control del proceso, variabilidad operativa y limitaciones en los sistemas de medición y conteo.

Asimismo, se estableció un enfoque claro de intervención mediante la priorización de las familias de producto y los defectos de mayor impacto, lo cual permite dirigir los esfuerzos hacia acciones de mejora con mayor beneficio operativo y económico.

A partir del análisis, se identificó una brecha aproximada de 2.4% respecto a la meta global establecida del 91% de yield, lo que permitió definir acciones orientadas a alcanzar una mejora mínima del 3% en el rendimiento del proceso.

Debido a que la meta global está compuesta por todas las familias de producción, se determinó que la familia DreamWear Full constituye un foco crítico de estudio según el análisis de Pareto, ya que representa una contribución significativa a las pérdidas del sistema. Esta familia genera aproximadamente \$228,000 en pérdidas económicas y presenta múltiples causas de scrap, siendo el disbonding la más relevante, con un 45% de incidencia dentro de sus defectos.

Se establecieron soluciones basadas en datos que contribuyen a la reducción del desperdicio, generando un ahorro anual estimado de \$102,817, lo que representa un ROI de 1.23% y un período de recuperación de 5.3 meses. Estos resultados demuestran que la propuesta de mejora es altamente rentable y contribuye significativamente a la reducción del scrap y a la optimización del proceso productivo. La mejora para la familia de DreamWear Full lograría un 6,3% de incremento del yield en la familia identificada Dreamwear Full lo que lograría llegar a un 92% de yield.

Aunque el incremento total del yield dependerá de la implementación de mejoras en las demás familias de producto, el proyecto establece una base sólida para alcanzar la meta planteada en la familia identificada como la mayor contribu.

Entre los objetivos principales se logró concluir lo siguiente:

6.1.1 Definir el problema del alto nivel de Scrap

Se logró definir claramente el problema del alto nivel de Scrap en el área de moldeo mediante el uso de herramientas como SIPOC y diagramas de flujo, lo cual permitió delimitar el proceso, identificar las etapas críticas y comprender la interacción entre las diferentes áreas involucradas. Como resultado, se determinó que el problema impacta directamente la métrica de Yield, generando ineficiencias operativas, pérdidas económicas y afectaciones en la planificación de la producción.



6.1.2 Medir el desempeño del proceso

Se logró medir el desempeño del proceso mediante el análisis de datos históricos del sistema SAP, encuestas al personal y herramientas como el diagrama de Pareto. Esta medición permitió establecer una línea base del proceso, evidenciando que el Yield promedio se encontraba por debajo de la meta establecida. Además, se cuantificó el impacto económico del Scrap en \$102,817 anuales, identificando las familias de producto y defectos con mayor contribución al problema.

6.1.3 Analizar las causas raíz

A través del uso de herramientas de calidad como Ishikawa, 5 porqués, lluvia de ideas y multivoto, se identificaron las principales causas raíz del problema. Se concluyó que el alto Scrap es consecuencia de un sistema con debilidades en la estandarización de procesos, variabilidad en los arranques de máquina, deficiencias en el conteo de material, falta de herramientas adecuadas, condiciones de inspección no óptimas y debilidades en la capacitación del personal. Se determinó que la causa raíz es de carácter sistémico y no únicamente operacional.

6.1.4 Crear un plan de implementación

Se desarrolló un plan de implementación estructurado mediante un pan de acción, el cual permitió definir las acciones correctivas y preventivas necesarias, asignar responsables y establecer tiempos de ejecución. Este plan se enfocó en la estandarización de procesos, mejora en métodos de trabajo, fortalecimiento del entrenamiento y control de variables críticas, asegurando un enfoque organizado para la ejecución de las mejoras.

6.1.5 Controlar las acciones implementadas

Se establecieron mecanismos de control y seguimiento para garantizar la sostenibilidad de las mejoras, incluyendo auditorías diarias, monitoreo de indicadores (Yield y Scrap) y reuniones periódicas de seguimiento. Estos controles permiten asegurar la correcta ejecución de las acciones implementadas y mantener la estabilidad del proceso en el tiempo.



6.2 Recomendaciones del Proyecto

Se recomienda a la organización continuar con la implementación del plan de mejora bajo un enfoque de mejora continua, asegurando la sostenibilidad de los resultados a través del seguimiento constante de los indicadores de desempeño, especialmente el Yield y el Scrap como “partículas” y “rotas”.

Es fundamental fortalecer la cultura organizacional orientada a la estandarización de procesos y la toma de decisiones basada en datos, promoviendo la participación activa del personal operativo en la identificación de oportunidades de mejora.

6.2.1 Estandarización de procesos

Se recomienda documentar y estandarizar todos los métodos de trabajo en el área de moldeo, especialmente en:

- Arranque de máquina
- Cambios de orden (setups)
- Inspección de piezas
- Manejo y segregación de Scrap
- Control de parámetros en máquinas de Moldeo

Esto permitirá reducir la variabilidad operativa y asegurar la consistencia en la ejecución del proceso.

6.2.2 Mejora en el sistema de conteo de material

Se recomienda implementar un sistema de conteo estandarizado (digital o automatizado) que elimine la dependencia de métodos manuales como calculadoras, los cuales incrementan el riesgo de error humano y generan defectos como “No Match”.

6.2.3 Reducción de tiempos de cambio de orden

Se recomienda optimizar y estandarizar los tiempos de cambio de orden mediante:

- Procedimientos claros de setup
- Capacitación del personal técnico
- Reducción de tiempos muertos



Esto permitirá evitar la desestabilización del proceso y disminuir el Scrap generado en los arranques.

6.2.4 Mejora en condiciones de trabajo

Se recomienda mejorar las condiciones del entorno operativo para facilitar la detección de defectos, incluyendo:

- Iluminación adecuada
- Mejora en contraste visual de piezas
- Diseño ergonómico de estaciones de trabajo

Estas mejoras incrementarán la eficiencia del operador y reducirán errores en la inspección.

6.2.5 Control y mantenimiento de moldes

Se recomienda fortalecer el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de moldes, así como establecer controles más estrictos sobre la condición de medida de pines, con el fin de reducir defectos asociados como disbonding y variaciones dimensionales.

6.2.6 Método de medición de leak Test

El proceso solo cuenta con la toma de datos cualitativos por atributo por lo tanto no se documentó el valor actual de la prueba de leak test, se recomienda pasar a datos variables para poder generar una data y lograr detectar cuando el valor marca una tendencia

6.2.7 Almacenamiento del material

Se recomienda controlar la temperatura de almacenamiento para evitar que el material permanece expuesto a altas temperaturas que pueda ser afectado y genera deformaciones



CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- Barrantes, R. (2014). *Investigación: un camino al conocimiento: enfoque cuantitativo y cualitativo*. 2 reimp. San José: EUNED.
- Bunge, M. (1985). *Epistemología*. Madrid: Edit. Ariel.
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y Técnicas de Investigación Social*, 2 ed. México: McGraw Hill.
- Creswell J. (2012) “*Research Design: Qualitative, Quantitative and mixed methods approaches*”, Tercera edición, California, EUA: SAGE Publications.
- De Rus, G. (2021). *Análisis coste beneficio: Evaluación económica de políticas públicas y proyectos de inversión* (4ª ed.). Antoni Bosch Editor, S.A.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2017). *Managing for quality and performance excellence* (10.ª ed.)
- George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma pocket toolbox*. McGraw-Hill.
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (2023). *Project management: The managerial process* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Gutiérrez Pulido, H. Román de la Vara. (2012) *Análisis y Diseño de Experimentos*. México. 3ª Edición. McGraw Hill.
- Harrington, H. J. (1991). *Business process improvement: The breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*. McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collado C. y Batista Lucio P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6 Ed. México: McGraw Hill.
- Hicks, C.R. (1993) *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*. Saunders College Publishing.
- Hurtado J. (2012). *Metodología de la investigación*. Cuarta edición. Caracas: Quirón ediciones.
- Juran, J. M. (1999). *Juran's quality handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Kaplan, Robert S.; Norton David P. (2000) *El Cuadro de Mando Integral: The Balanced Scorecard*. Barcelona: Gestión 2000.
- Kemper Lewis, K., Wei Chen, W., & Linda C. Schmidt, L. C. (2012). *Decision Making in Engineering Design*.



Kemper Lewis, K., Wei Chen, W., & Linda C. Schmidt, L. C. (2012). *Decision Making in Engineering Design*.

Kerlinger F. (2002). *Investigación del Comportamiento. Técnicas y metodología*. 4ª. ed. México: Interamericana.

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Operations management: Processes and supply chains* (10th ed.). Pearson.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

Montgomery, D (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos*. México. Tercera Edición. Limusa Wiley.

Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.

Pande, Neuman y Cavanagh, (2004). *Las Claves Prácticas de Seis Sigma*, editorial McGraw Hill.

Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma way: How GE, Motorola, and other top companies are honing their performance*. McGraw-Hill.

Perry C. (1996), *Cómo escribir una Tesis Doctoral-PhD/ DPhil*, Universidad de Queensland, Australia. <http://www.imc.org.uk/imc/news/occpaper/cpindex.html>

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2018). *Management* (13th ed.). Pearson Education.

Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers, Keying Ye (2013) *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Edición: Novena edición, Pearson.

Stamatis, D. H. (2003). *Six Sigma fundamentals: A complete introduction to the system, methods and tools* (1st ed.). Productivity Press.

Urbina G. (2013), *Evaluación de Proyectos*, 5ª Edición, McGraw-Hill.

Imai, M. (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to Statistical Quality Control* (8th ed.). Wiley.

Automotive Industry Action Group (AIAG). (2015). *Advanced Product Quality Planning and Control Plan (APQP)* (2nd ed.). AIAG.

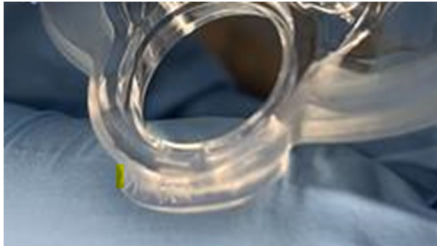


Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (12th ed.). Wiley.

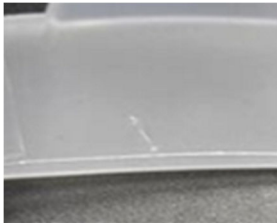


CAPÍTULO VIII: Apéndices

8.1 Apéndice 1 Principales Defectos encontrados en el proceso



Disbonding



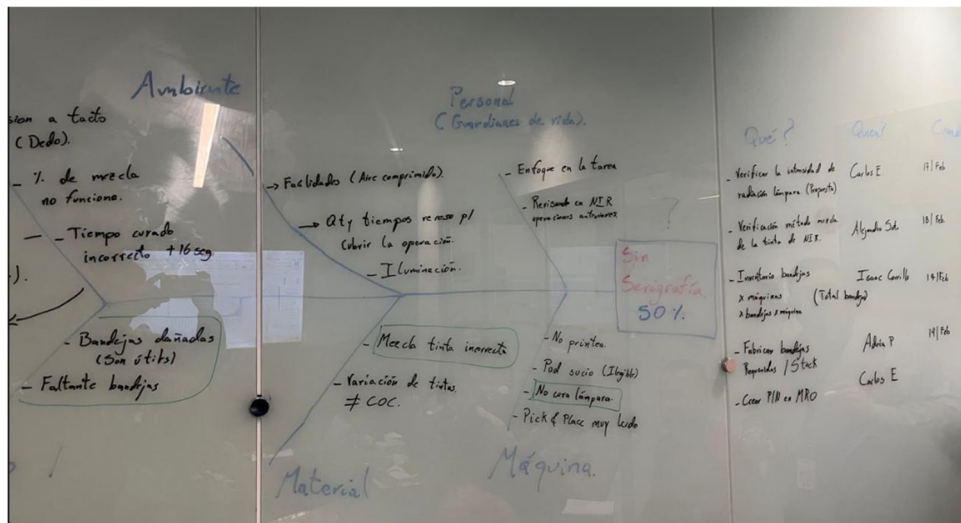
Partícula



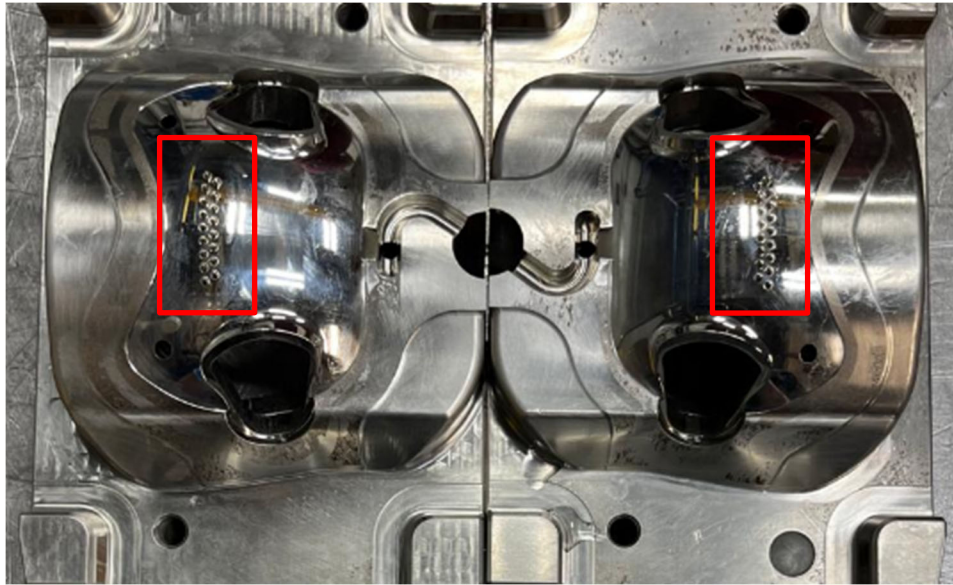
Pieza Rota



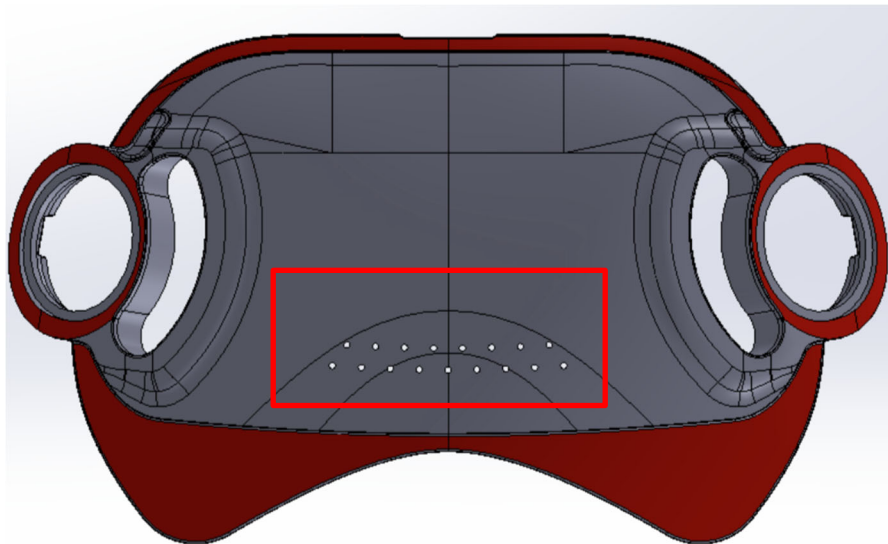
8.2 Apéndice 2 Lluvia de ideas



8.3 Apéndice 3 Medicion de Pines de Molde



Medición de Leak Test en pieza



CAPÍTULO IX: ANEXOS

9.1 Anexo 1 Extracto del procedimiento

PHILIPS

Statistical Methods Work
Instruction
Status: Effective

6.2. Confidence and Reliability Requirements

Characteristics of parts and assemblies are required to meet minimum confidence and reliability levels during design verification and process validation based on their associated and risk ratings.

Minimum required confidence and reliability levels are given in Table 1 based on the risk rating of the part/assembly characteristics where:

- Risk ratings of part/assembly characteristics are from Engineering FMEAs.

Table 1: Confidence & Reliability Requirements

Minimum Confidence & Reliability Levels			
Risk Rating	Design Verification	OQ	PQ & PPQ
Low	95% / 90%	95% / 85%	95% / 90%
Medium	95% / 95%	95% / 90%	95% / 95%
High	95% / 99%	95% / 95%	95% / 99%

Where FDA requirements differ from the Table 1, FDA requirements take precedence:

- Balloon rated burst pressure: 95% confidence and 99.9% reliability.
- Combination product performance qualification (PQ) lot release testing:
 - 75% confidence and 90% reliability for low risk characteristics.
 - 75% confidence and 95% reliability for medium risk characteristics.

The required confidence and reliability levels given in Table 1 further define sampling plans used during design verification and process validation as follows:

- Acceptable Quality Level (AQL) is the characteristic's population percent defective level at which a sampling plan yields an accept/pass decision with probability 0.95.
- Producer's risk (α), which is the probability a sampling plan yields a reject/fail decision when the characteristic's population percent defective is equal to the AQL, equals 0.05.
- Rejectable Quality Level (RQL) is the characteristic's population percent defective level at which a sampling plan yields a reject/fail decision with probability 0.95.
- Consumer's risk (β), which is the probability a sampling plan yields an accept/pass decision when the characteristic's population percent defective is equal to the RQL, equals 0.05.



PHILIPS

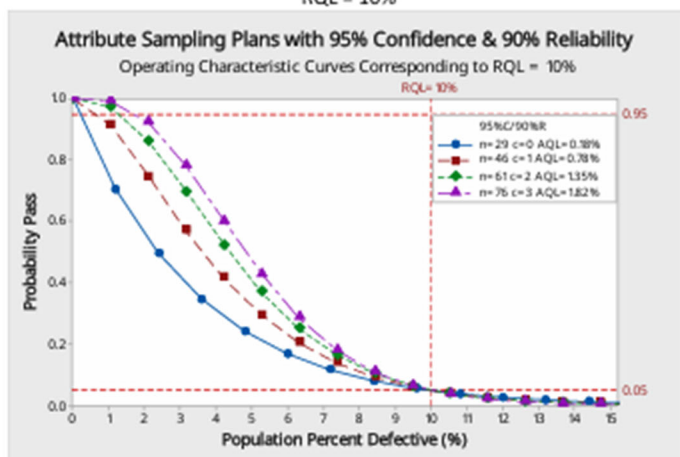
Statistical Methods Work
Instruction
Status: Effective

Attribute Sampling Plans
Attribute Sampling Plans with 95% Confidence & 90% Reliability
Single and Double Attribute Sampling Plans
RQL = 10%

Type	Parameters	AQL
Single	$n=29, c=0$	0.18%
Double	$n_1=31, c_1=0, r_1=2, n_2=23, c_2=1$	0.73%
Single	$n=46, c=1$	0.78%
Double	$n_1=31, c_1=0, r_1=2, n_2=39, c_2=2$	0.98%
Single	$n=61, c=2$	1.35%
Double	$n_1=31, c_1=0, r_1=3, n_2=58, c_2=3$	1.59%
Single	$n=76, c=3$	1.82%
Double	$n_1=31, c_1=0, r_1=3, n_2=73, c_2=4$	1.86%

Double 2nd Stage: c_2 = total number defective units in both samples.

Attribute Sampling Plans with 95% Confidence & 90% Reliability
Single Attribute Sampling Plan Operating Characteristic Curves
RQL = 10%



9.2 Evaluación del proyecto por parte del responsable en la organización

Señores

Escuela de ingeniería industrial

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

Me permito saludarle y a la vez comunicarle que el estudiante Alejandro Soto, cédula 207190167, ha concluido exitosamente el proyecto de graduación para optar por el nivel de bachillerato en ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, en modalidad presencial denominado: MEJORA DEL RENDIMIENTO (YIELD) EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE PHILIPS SRC MOLDEO EN LA PLANTA DE ALAJUELA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2025, a continuación, se presenta el desglose de la nota obtenida:

[illegible]

Sumatoria de puntos:	Nota: $\frac{\text{sumatoria de puntos}}{1000} = 99\%$
Comentarios adicionales:	
Atentamente, <u>Andrés Zúñiga</u> 	
Nombre del contacto responsable del proyecto en la organización:	
Puesto: Mfg ENG and PMO Manager	
Institución: S&RC SCO CR Factory, Philips Volcarica Costa Rica	
Contactos: Tel. 2429 2200.	



9.3 Hoja de registro de tutorías

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	15/10/2025
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	X									

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Capítulo 1 de la Guía 2, con el propósito de orientar la elaboración del documento del proyecto académico. El profesor explicó la estructura, los contenidos obligatorios y las fechas clave del proceso.

Descripción de la empresa, antecedentes, organigrama y ubicación

Descripción y justificación del proyecto, abordando el problema principal de la empresa, sus causas, consecuencias y beneficios esperados.

Objetivos redactados con estructura formal: verbo en infinitivo + método + fin, aplicando la metodología DMAIC y los criterios SMART, junto con la definición de KPI.

Alcance y limitaciones, delimitando los actores involucrados y los límites del proyecto.

ACUERDOS:

Avanzar en la redacción del Capítulo 1 siguiendo las indicaciones del tutor y presentar avances parciales en las próximas sesiones de tutoría.

AVANCES

No hay avances debido a que esta reunion es para orientacion y definir el metodo de trabajo.

LIMITACIONES

Disponibilidad de tiempo

PROXIMA SESIÓN : FECHA 25/10/2025 HORA 4:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alfonso Lora P.

Firma Tutor:

[Firma]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	25/10/2025
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		x								

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se revisó el Capítulo 1 del proyecto y se brindó una explicación del marco teórico. Asimismo, se evaluó el avance en la definición del problema planteado por la empresa, así como la formulación del objetivo general y los objetivos específicos. Finalmente, se realizó una introducción al Capítulo 2, correspondiente al marco teórico.

ACUERDOS:

Entrega del marco teórico completo. Asimismo, se solicita redefinir el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, alineando los cinco objetivos con la metodología DMAIC. Finalmente, se debe continuar avanzando en el desarrollo del marco teórico y conceptual, enfocado en el impacto del proyecto.

AVANCES

Se establecen el objetivo general del proyecto y la definición del problema de la empresa.

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunión

PROXIMA SESIÓN : FECHA 4/11/2025 HORA 4:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alfonso L. P.

Firma Tutor:

[Firma]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	4/11/2025
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			x							

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se realizó la lectura completa del marco teórico. Asimismo, se verificó el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, alineando los cinco objetivos con la metodología DMAIC. Finalmente, se brindó una introducción al Capítulo 3, correspondiente a la metodología de trabajo.

ACUERDOS:

Desarrollar la metodología de trabajo en función de la metodología DMAIC y los objetivos específicos planteados.

AVANCES

Se completa el Capítulo 2 del proyecto, incluyendo las herramientas a utilizar en la fase de in

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunion

PROXIMA SESIÓN : FECHA 24/11/2025 HORA 4:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alfonso L. P.

Firma Tutor:

[Firma]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	24/11/2025
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				x						

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se verifica la metodología de trabajo en función de la metodología del proyecto. Se brinda una introducción al Capítulo 4: Análisis de Causas Raíz. Asimismo, se explican las herramientas que pueden utilizarse para la identificación de la causa raíz del problema.

ACUERDOS:

Investigar el diagrama SIPOC de la empresa y el diagrama de flujo del proceso. Asimismo, diseñar encuestas dirigidas al personal con el fin de obtener información sobre el estado actual del proceso.

AVANCES

Se logra concretar la metodología de trabajo en función de los objetivos establecidos y las he

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunion

PROXIMA SESIÓN :	FECHA	9/12/2025	HORA	4:00PM	LUGAR	Teams
------------------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Firma Estudiante:

Alexander L. P.

Firma Tutor:

Jose A. S.



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	9/12/2025
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					x					

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Se revisa el diagrama SIPOC de la empresa y el diagrama de flujo del proceso. Asimismo, se analizan los gráficos generados a partir de las encuestas aplicadas al personal.

ACUERDOS:

Se realiza la elaboración del diagrama de Pareto a partir de la data suministrada por la empresa, con el objetivo de identificar las principales causas de los problemas analizados. Adicionalmente, se desarrolla un Pareto de segundo nivel para profundizar en el análisis de las causas raíz. Finalmente, se buscan métricas complementarias dentro de la empresa que permitan respaldar y evidenciar el impacto del problema identificado.

AVANCES

Se logra completar el diagrama SIPOC y el diagrama de flujo del proceso.

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunion

PROXIMA SESIÓN : FECHA 20/1/2026 HORA 4:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alfonso Latorre P.

Firma Tutor:

[Firma manuscrita]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	20/1/2026
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						X				

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se revisan los diagramas de Pareto de primer y segundo nivel, así como la relación con las métricas complementarias en función de la afectación del problema. Asimismo, se da inicio a la introducción de las herramientas de delimitación del problema, incluyendo el diagrama de Ishikawa, la lluvia de ideas y la técnica de multivoto, con el objetivo de identificar la causa raíz.

ACUERDOS:

Coordinar una reunión con los departamentos de Ingeniería y Producción con el objetivo de desarrollar la lluvia de ideas y la técnica de multivoto.

AVANCES

Se logra concretar la delimitación del problema con base en los diagramas de Pareto, así como

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunión

PROXIMA SESIÓN : FECHA 2/2/2026 HORA 4:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alfonso Latorre P.

Firma Tutor:

[Firma manuscrita]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	2/2/2026
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X			

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se verifica la información suministrada de acuerdo con la reunión realizada con los departamentos de Ingeniería y Producción, así como las conclusiones obtenidas de la actividad de lluvia de ideas y multivoto. Con base en los resultados del multivoto, se orienta la delimitación del problema mediante un análisis de Pareto para identificar la causa raíz.

ACUERDOS:

Se acuerda elaborar un análisis de "5 porqués" con el fin de delimitar, en conjunto con el departamento de ingeniería, la causa principal del problema.

AVANCES

Se completan el diagrama de Ishikawa, el multivoto y la lluvia de ideas del proyecto, lo que p

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunion

PROXIMA SESIÓN : FECHA 25/2/2026 HORA 3:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alexander Latorre L.

Firma Tutor:

[Firma]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	25/2/2026
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X		

HORA DE INICIO
3:00 PM

HORA DE CIERRE
4:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

e realiza la verificación del análisis de los 5 porqués en conjunto con el departamento de ingeniería, logrando validar la causa raíz del problema identificado.

Asimismo, se orienta la forma de medir y validar dicha causa raíz dentro del proceso, mediante el uso de piezas de referencia y equipos de medición.

ACUERDOS:

Recopilar datos de medición de la prueba de fugas y del equipo de metal, y se acuerda la verificación de los datos obtenidos junto con sus conclusiones.

Iniciar con el diseño propuesto, la toma de medidas y la elaboración de gráficos de control para el análisis del proceso.

Solicitud de Extencion a la universidad

AVANCES

Se logra consolidar la causa raíz a partir de las reuniones realizadas con los diferentes depart

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunion

PROXIMA SESIÓN : FECHA 15/3/2026 HORA 3:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alejandro Lito L.

Firma Tutor:

[Firma manuscrita]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	15/3/2026
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X	

HORA DE INICIO
4:00 PM

HORA DE CIERRE
5:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se revisan los datos de medición correspondientes a la prueba de fugas y al diseño propuesto, así como los gráficos de control asociados. Además, se presenta la orientación hacia el retorno de inversión y el análisis de los gastos involucrados. Finalmente, se introduce el plan de acción y el plan de control.

ACUERDOS:

Consolidar el retorno de inversión, así como el plan de acción y el plan de control. Elaborar la conclusión y las recomendaciones correspondientes.

AVANCES

Se logra completar el contenido del Capítulo 4 y se comienza con el desarrollo del Capítulo 5,

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunión

PROXIMA SESIÓN : FECHA 9/4/2026 HORA 3:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alexander Nieto E.

Firma Tutor:

[Firma manuscrita]



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	9/4/2026
LUGAR	Teams

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										X

HORA DE INICIO
3:00 PM

HORA DE CIERRE
4:00 PM

PUNTUALIDAD
Si

TEMAS TRATADOS :

Se verifica el retorno de inversión, así como el plan de acción y el plan de control. Adicionalmente, se revisan la conclusión y las recomendaciones correspondientes al Capítulo 6.

ACUERDOS:

Entregar el trabajo completo cumpliendo con los lineamientos y formatos de la universidad, incluyendo las bitácoras de seguimiento.

AVANCES

Se completa el desarrollo del Capítulo 5 y se recibe la guía y orientación necesarias para la finalización.

LIMITACIONES

Profundidad limitada del análisis debido al tiempo limitado de la reunión

PROXIMA SESIÓN : FECHA 28/4/2026 HORA 3:00PM LUGAR Teams

Firma Estudiante:

Alexander Lora L.

Firma Tutor:

[Firma]



9.4 Encuestas

PHILIPS

Form Inspection Notes

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 35

Turno: B1

Fecha: 01-21-26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
b) Lo bota al scrap
c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
b) 25 minutos
c) 30 minutos
d) Mas de 30 minutos



7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- ☒ a) Si
b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando el material en MES no coincide con el fisico.

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Scrapear correctamente las unidades y llevar un control mas exacto de piezas buenas y malas

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Mantener el area siempre limpia y la maquina en caso de particulas y pedir soporte en caso de rotas y mal curado a tiempo.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: AS0702 on 04-23-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: IMM49

Turno: B1

Fecha: 01-22-26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) Si
- ☒ d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- ☒ b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

que todos los turnos cuenten vien el scrap y lo metan en el sistema.

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

que la maquina este bien estabilizada y si presenta algun fallo siendo repetitivo de dos o más turnos se tomen el tiempo de revisarla y corregirla correctamente

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOI on 01-23-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: ~~IMM 28~~ IMM 32 M Torrentes 01-22-26

Turno: D1

Fecha: 01-22-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- a) Si
- ☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) Si
- ☒ d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- ☒ b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

mejoras en las maquinas

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: Asoto! on 01-25-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 49

Turno: B1

Fecha: 01/22/26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
☐ b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
☐ b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☐ a) Si
☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
☐ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
☐ b) Lo bota al scrap
☐ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
☐ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
☐ b) 25 minutos
☐ c) 30 minutos
☐ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) Si
☒ d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando no coinciden el lote con las piezas
producidas

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Que cada turno ingrese el scrap correctamente

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Que las maquinas esten bien estables, para la hora
de ejecutar
Que el scrap que deseché realmente sea scrap.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOI on 01-25-2021
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 32

Turno: B1

Fecha: 01-22-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- ☐ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- ☐ b) Lo bota al scrap
- ☐ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- ☐ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- ☐ b) 25 minutos
- ☐ c) 30 minutos
- ☐ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- ☒ b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Entrenar mejor al personal o

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOT03 on 01-22-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: #27

Turno: B1

Fecha: 01-22-26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- ☒ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- a) Si
b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- a) Si
d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando hay que scrapear mas piezas por faltante

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Que los lideres verifiquen el split a los 5:50 am minimo, asi se aseguran bien, ademas de verificar que el scrap en bolsa coincide con el sistema hora hora

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

tratar que los operarios hagan el trabajo un poco mas concentrados para que no se rompan piezas y se sopla y limpie bien el molde.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOZ on 01-25-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 49

Turno: B1

Fecha: 07/22/26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☐ a) Si
- ☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- ☐ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- ☐ b) Lo bota al scrap
- ☐ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- ☐ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- ☐ b) 25 minutos
- ☐ c) 30 minutos
- ☐ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- ☒ a) Si
b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Código para scrapear piezas que no se hicieron split a la hora de cerrar lote.

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Reportes a fin de turno donde el split coincide con lo fisico y el hora a hora.

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Trabaja más mantenimiento a las máquinas

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOZ on 01-25-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 36

Turno: B1

Fecha: 01/21/26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando no calza el fisico con el sistema, el material.

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

controlando lo que se bota en realidad en todos los turnos, llevando un control contable ademas del sistema.

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

teniendo mas control en la maquina y reparar los moldes, saber que parte de la maquina falla y mejorar el proceso

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTO1 on 04-09-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 1MM 32

Turno: A-2

Fecha: 01-23-2025

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- a) Calculadora
☒ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- a) Lo revisa
b) Lo bota al scrap
c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
☒ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
b) 25 minutos
c) 30 minutos
d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Sin existencia

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Evitar desperdicio de ring

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Mqide en mejor estado,

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: Asoto1 on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 1MM35

Turno: A2

Fecha: 01-23-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
b) Lo bota al scrap
c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
b) 25 minutos
c) 30 minutos
d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 41

Turno: A2

Fecha: 01/23/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

- 7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:
- ☒ a) Menos de 10 unidades
b) Mas de 10 unidades
- 8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?
- ☒ a) Si
b) No
- 9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?
- ☒ a) Si
d) No
- 10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?
- a) Si
☒ b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

- 11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

- 12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Atencion rapida de los tecnicos cuando se reportan problemas de la maquina

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOI on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 40

Turno: A2

Fecha: 01/23/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

es que no coinciden los rings con lo que hay en el MES.

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

poner una mayra en el soporte para que
sostengan los rings de caerse.

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

En bajar un poco el tiempo a las maquinas. ya que.
el operario por hacer la ejecucion como a lo loco
genera que hayan Particulas, Rotas y mal curadas.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOT on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: # 45

Turno: b2

Fecha: 1-22-26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
☐ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
☐ b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
☐ d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
☐ b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando hago cierre de lote y me falta material

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Realizar un buen control a la hora que llegamos a nuestra maquina y asi asesorarnos de lo que estamos controlando lo que haya.

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Si es el caso, soplar la cara fria del molde o sino soplar menos el incubo para que no salga mal curado.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 45

Turno: B2

Fecha: 01/22/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- ☒ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- ☒ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando me sobran, ejemplo 70 piezas, pero en realidad me faltaban 100 piezas para cerrar bien el lote. Entonces se scrapen ese material para concluir el lote.

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

☒ Dar una mejor claridad en el proceso operativo ejemplo, hora hora, AIS.

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

En la parte operativa tener el cuidado de soplar lo suficiente para evitar particulas ya que son lo que mas impacta. A nivel de mantenimiento y procesos de tecnicos mas atencion alas oportunidades que se encuentran ya que en ocasiones se reporta y en todo el turno no solucionan.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTO1 on 01-26-2016
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 45

Turno: B-2

Fecha: 1-22-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- ☐ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- ☐ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- ☐ b) Lo bota al scrap
- ☐ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- ☐ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- ☐ b) 25 minutos
- ☐ c) 30 minutos
- ☐ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando se cierra lote y falta material.

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Llevar conteos por hora producido y en contador de maquina
Crear de cierta forma un mejor lugar para colocar los Rines
Siempre hacer falta para completar la Orden.

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

separar de una forma distintas los insertos, separar constantemente la maquina
tener limpio los bins de los Rines, mejores cortadoras e involucrar
mas a los tecnicos.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: Asoto1 on 01-26-2020
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 36

Turno: A2

Fecha: 23-01-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- a) Si
- ☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- a) Calculadora
- ☒ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
~~a)~~ Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ~~a)~~ Si
b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) Si
~~c)~~ No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- esa → ~~a)~~ Si
~~a)~~ No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

es cuando se bota scrap por falta de material

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Que los tecnicos si vayan a revisar las maquinas cuando estan fallando

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: Asoto1 on 01-26-2016
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 27

Turno: A2

Fecha: 01/23/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) ☒ Menos de 10 unidades
b) ☐ Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- a) ☒ Si
b) ☐ No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) ☒ Si
d) ☐ No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) ☐ Si
b) ☒ No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Enjabonar de 2 a 3 veces al dia (luego) los insertos para poder retirar las piezas más rapido evitando el malcurado, los picaduras por ejecucion y el exceso de Rotas.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 26

Turno: B2

Fecha: 01-22-26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- a) Si
- ☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ c) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

No concuerda

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Habilitar mejores herramientas para el se gregado (bins por ejemplo)
compro meter mas y tomar acciones contra queves
el se gregado, correctamente el scrap, adiciona mandos o revisar

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Mejor mantenimiento a los moldes
Asignar a alguien bien capacitado y entrenado
para que pueda cubrir rapidamente las necesidades
de la operacion, porque a veces se duro en llegar
a solucionar.

These notes are referenced to N/A
 (Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
 (Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
 (Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 36

Turno: B2

Fecha: 01/22/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
☐ b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
☐ b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☐ a) Si
☐ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora ambas, muchas veces no contamos con calculadoras
☐ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa Depende de la cantidad de pega y del cambio de orden
☐ b) Lo bota al scrap
☒ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
☐ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
☐ b) 25 minutos
☒ c) 30 minutos
☐ d) Mas de 30 minutos Depende de la pega de material

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
b) Mas de 10 unidades

Depende de la maquina y la estabilización de cada una.

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- a) Si
b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- a) Si
d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Scrap ~~si~~ no contabilizado

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Trabajar con una tabla por maquina donde se lleve el scrap por hora, defecto y operario, una tabla enplastificada que se llene con marcador y asi llevar un control de todas las turnos, dias, maquinas y defectos

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Trabajar con la tabla mencionada anterior mente, donde se pueda llevar un mejor control del scrap, para tener mas claridad sobre defectos de maquina o de ejecución.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOI on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 1MM49

Turno: B2

Fecha: 01/22/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- ☒ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

SON las piezas faltantes que no estan en el scrap (real) ni en las
piezas fisicas

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

una mejor ensenanza del sistema "hora a hora" y del pareto de defectos
para scrapear de forma correcta al final de turno

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Un mejor trabajo en equipo tanto de los OP, los ALS y los lideres

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 44

Turno: BZ

Fecha: 01-22-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

- 1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?
 - ☒ a) Si
 - b) No
- 2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?
 - ☒ a) Si
 - b) No
- 3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?
 - ☒ a) Si
 - b) No
- 4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?
 - a) Calculadora
 - ☒ b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora
- 5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?
 - a) Lo revisa
 - b) Lo bota al scrap
 - ☒ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
 - d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.
- 6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:
 - a) 15 minutos
 - b) 25 minutos
 - ☒ c) 30 minutos
 - d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- c) Si
- ☒ d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Cuando se va a cargar lote y sobra material

11- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Cuando se hacen los split hacernos igual con el material pisado

12- Que oportunidades de mejora considera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

todos estar mas atentos a la maquina

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2016
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 34

Turno: B2

Fecha: 01.22.2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- a) Si
- ☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Se utiliza para segregar scrap cuando no tenemos el defecto en el Sistema o para segregar no correspondiente al turno

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

N/A

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Uabrar mas el talento operacional y hacer al personal mas consiente

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOZ on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 35

Turno: B2

Fecha: 07/27/2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- a) Si
- ☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- ☒ a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- ☒ c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- ☒ a) Menos de 10 unidades
- b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ c) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- a) Si
- ☒ b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Reparar los golpes de los moldes.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: 41

Turno: B2

Fecha: 01/22/26

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
- b) No

3- Considera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- ☒ a) Si
- b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
- b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- a) Lo revisa
- b) Lo bota al scrap
- c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
- ☒ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- ☒ a) 15 minutos
- b) 25 minutos
- c) 30 minutos
- d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

- a) Menos de 10 unidades
- ☒ b) Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecucion?

- ☒ a) Si
- b) No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

- ☒ a) Si
- d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

- ☒ a) Si
- b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

Es cuando se hace cierre y hace falta material, se hace split
con ese codigo.

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

Mejor seguimiento al personal para que contabilicen de mejor
manera el scrap y mejor mantenimiento a los moldes.
(Que Sean con mas frecuencia).

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Darles mantenimientos con mas frecuencia ya que duran
mucho tiempo.

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: ASOTOL on 01-26-2026
(Signature) (Date)

Inspection Notes Form

Follow WI, Good Documentation Practices for SRC Costa Rica (2020000124), when documenting inspection notes on this form. Per 2020000124, Comments sections shall not be left blank unless the N/A checkbox of the page or section is marked to indicate that those operations or spaces do not apply.

Encuesta Problemas alto scrap en el proceso.

Maquina: MM 27

Turno: B2

Fecha: 01-22-2026

Preguntas:

Marque con una x la respuesta a las siguiente preguntas

1- Sabe usted que debe segregar el material de scrap?

- ☒ a) Si
b) No

2- Sabe usted que impacto o consecuencias hay si no se segrega bien el material en el sistema?

- ☒ a) Si
b) No

3- Concidera usted que tienen herramientas para segregar el scrap?

- a) Si
☒ b) No

4- Como contabiliza usted el material producido al cierre de lote?

- ☒ a) Calculadora
b) Sumando y restando en una hoja sin calculadora

5- Que hace usted cuando recibe pega de material del turno anterior?

- a) Lo revisa
b) Lo bota al scrap
c) Lo apartata para que el turno siguiente lo revise
☒ d) Le informar al supervisor para que detengan la maquina y poder revisarlo.

6- Marque con una x cuanto tiempo se dura en un cambio de orden:

- a) 15 minutos
b) 25 minutos
c) 30 minutos
☒ d) Mas de 30 minutos

7- Despues de un cambio de orden cuanto material de scrap se genera durante la estabilizacion:

a) Menos de 10 unidades

☒ Mas de 10 unidades

8- Es usted es capaz de identificar problemas Particula, Rotas, Mal curado generados por ejecución?

a) Si

☒ No

9- Sebe usted solucionar problemas comunes que se presnetan en el proceso como Particula, Rotas, Mal curado?

☒ Si

d) No

10- Sabe usted que es el codigo de NOMATCH ?

☒ Si

b) No

En caso de marcar si explique para usted que es NOMATCH

falta material (no cuadra)

11- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap por NOMATCH

si el grupo en general hace el "scrap" de forma correcta la diferencia al final del lote deberia ser muy poca o nula

12- Que oportunidades de mejora concidera usted que se puedan implementar para disminuir el scrap en la familia que esta trabajando actualmente:

Que el departamento tecnico esta pendiente de como se encuentra la maquina para que la puedan arreglar mas rapido y no esperar hasta que se dañe ya que se repara y duran mucho tiempo en llegar (los tecnicos).

These notes are referenced to N/A
(Inspection Report, or NCR or other quality record reference)

These notes were generated by: N/A on N/A
(Signature) (Date)

These notes were reviewed by: Asotoz on 01-26-2026
(Signature) (Date)