

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial

**Título: Diseño del proceso Weld tab en la producción de
conectores en la empresa Samtec**

AUTORA

Yeilin María Salas Rodríguez

TUTOR

Ing. Allan Maroto Coto

LECTOR

Ing. Wendy Vega Artavia

San José, 7 de noviembre de 2024

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo de realizar esta tesis a las personas que han sido muy especiales e importantes en mi vida, quienes durante este proceso contribuyeron al fortalecimiento de mi persona con su compañía, conocimiento, expresiones de afecto y motivación para ayudarme a alcanzar mis metas académicas.

A mi padre, Ólger Salas Alvarado, por su constante apoyo y sabiduría. A mi madre, Dunia Rodríguez Méndez, que desde el cielo me guía y me inspira cada día. A mi hija Camila Fonseca Salas, cuya alegría y amor me impulsan a ser mejor. A mi tía, Jeannette Salas Alvarado, por su apoyo incondicional en momentos difíciles, y a mi gatita, Amber, por su compañía incondicional y su ternura.

AGRADECIMIENTO

De manera especial, les expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

- Annia Marín Alvarado
- Alexander Herrera Tencio
- Nick Román Valer
- Walter Lara Vásquez
- Yuri Mena Morales
- Jeannette Tejada Fletes.
- Allan Campos García
- Allan Maroto Coto

Esta mención debido a que con sus conocimientos, estima y profesionalismo estas personas me acompañaron en la elaboración de este trabajo de tesis, y porque así fortalecieron mi aprendizaje con sus enseñanzas.

Gracias por su generosidad y su contribución, tan valiosa para que finalmente alcanzara mi objetivo.

Muchas gracias.

CARTA DE AUTORIZACION DEL TUTOR

San José, 15 noviembre 2024

Señores.
Departamento de Registro
Universidad Internacional de las Américas

Estimados señores:

Por este medio notifico formalmente que el trabajo final de graduación del estudiante **Salas Rodríguez Yeilin María**, cédula **5-0374-0735**, titulado **Diseño del Proceso Weld Tab en la Producción de Conectores en la Empresa Samtec.**, cumple con los requisitos para la defensa final.

Hago constar que he revisado y aprobado el documento con nota de **90%**, considerando los siguientes criterios establecidos en el Reglamento Académico de la Universidad:

	Criterio	Calificación asignada	Calificación Obtenida
1.	Cumplimiento de entregas de avance	20%	17%
2.	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación, proyecto o práctica	30%	26%
3.	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones o del producto final del proyecto o práctica	25%	23%
4.	Calidad y detalle del marco teórico	25%	24%
	TOTAL		90%

Sin otro particular se despide,

ALLAN ALBERTO Firmado digitalmente
MAROTO COTO por ALLAN ALBERTO
(FIRMA) MAROTO COTO (FIRMA)
 Fecha: 2024.11.15
 08:30:05 -06'00'

Tutor de la Investigación
Ingeniero Allan Maroto Coto

CALIFICACIÓN DEL LECTOR

Fecha 13/12/2024

Señores
Departamento de Registro
Universidad Internacional de las Américas

Estimados señores:

El suscrito, Wendy Vega Artavia, Profesor de la carrera de Ingeniería industrial de la Universidad Internacional de las Américas y en mi condición de **Lector DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN** titulado “**Diseño del proceso Weld Tab en la producción de Conectores en la Empresa Samtec**”. Elaborado por el estudiante Yeilin Salas Rodríguez, número de cédula 5-0374-0735, para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Industrial. Considero que dicho trabajo reúne los requisitos exigidos por la universidad, por lo tanto, doy la aprobación para ser sometido a la defensa pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador asignado para tal efecto.

WENDY
PAOLA VEGA
ARTAVIA
(FIRMA)

Digitally signed by
WENDY PAOLA
VEGA ARTAVIA
(FIRMA)
Date: 2024.12.13
16:27:37 -06'00'

Licenciatura en Ingeniería Industrial, Ing. Wendy Vega Artavia
Lector

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 8 de enero 2025

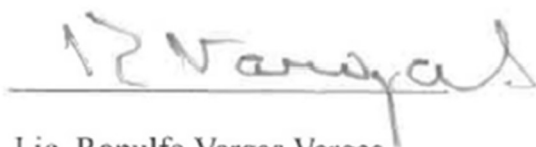
Señores
Departamento de Registro
Universidad Internacional de las Américas

Estimados señores:

En mi condición de profesional colegiado en el Área de la Filología y Lingüística, doy fe de haber leído, revisado y corregido totalmente el trabajo final de graduación titulado: "Diseño del Proceso Weld Tab en la producción de conectores en la empresa Samtec", de la estudiante Yeilin María Salas Rodríguez, cédula N.º 5-0374-0735, para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y corregido errores gramaticales, de puntuación y ortografía, construcción de párrafos, vicios del lenguaje y otros aspectos relacionados con el campo filológico que se manifestaron en el documento escrito y, desde ese punto de vista, considero que con las correcciones realizadas en el documento este está listo para ser presentado como trabajo final de graduación, ya que cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Internacional de las Américas en el aspecto señalado.

Atentamente,



Lic. Ronulfo Vargas Vargas

Cédula de ident- N.º 600620500

Carné N.º 4838 - Colegio de Licenciados y Profesores

Lic. Ronulfo Vargas V.

Filólogo

Carné 4838 - Tel. 8875-3728

DECLARACIÓN JURADA

Yo Yeilin María Salas Rodríguez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 5-0374-0735, hago constar por medio de este 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 Calificador de mi trabajo de investigación para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Diseño del Proceso Weld Tab en la producción de Conectores en la Empresa Samtec", es una obra original e inédita 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 pueda 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, 15 de noviembre de 2024



Firma y cédula del estudiante

5-0374-0735

SOLICITUD DE DEFENSA

San José, 15 de noviembre de 2024

Señores.

Departamento de Registro

Universidad Internacional de las Américas

Estimados señores:

Por este medio les solicito por favor otorgarme fecha para la presentación de mi proyecto final de graduación titulado "Diseño del Proceso Weld Tab en la producción de Conectores en la Empresa Samtec". Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial. Lo anterior debido a que considero que el documento se encuentra listo para su defensa.

Sin otro particular se despide,



Yeilin María Salas Rodríguez
5-0374-0735
Nombre y cédula del estudiante

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, denominado *Diseño del proceso Weld tab en la producción de conectores en la empresa Samtec*, es el informe de una investigación de carácter técnico que tuvo como propósito el diseño de un modelo *Weld Tab* para producir conectores en la empresa Samtec. Para alcanzar ese propósito se plantearon algunos objetivos específicos, entre ellos el de establecer la capacidad operativa del proceso mediante el registro de datos y la producción de calidad. Sucesivamente se realizó un segundo proceso, el cual consistió en medir el porcentaje que no cumple con las especificaciones, hasta determinar las consecuencias en los procesos de producción de conectores. Así mismo se analizaron las consecuencias del incumplimiento de las especificaciones, esto al tratar de inferir las necesidades o requerimientos para la mejora del proceso.

Metodológicamente, la investigación se caracterizó por ser de enfoque mixto con un alcance exploratorio y por tener un diseño experimental. Así mismo, las variables de la investigación fueron la capacidad del proceso y la producción no conforme; los costos de procesamiento, los recursos de operación y las acciones o pasos de implementación, y finalmente se diseñó el proceso de desarrollo para cumplir con las especificaciones que dieron solución a la mejora de la producción, así como también para controlar la idea o estrategia de diseño para el cumplimiento de las especificaciones del *Weld Tab*. Finalmente, se desarrolló el *Weld Tab* posteriormente a la sustitución de la prensa. Con ese 50% funciona bien el dispositivo; pero, en opinión de autora, cabe decir que mejoró totalmente el ensamble.

En conclusión, los resultados alcanzados fueron notables y eficaces al producirse un dispositivo con características estandarizadas, según el plano de diseño.

Palabras clave: *Weld tab*, *tooling*, proceso, diseño, especificaciones.

CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO.....	2
CARTA DE AUTORIZACION DEL TUTOR.....	3
CALIFICACIÓN DEL LECTOR.....	4
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	5
DECLARACIÓN JURADA	6
SOLICITUD DE DEFENSA	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CONTENIDO.....	9
TABLAS.....	13
FIGURAS.....	15
APÉNDICES.....	18
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	19
<i>Generalidades de la Empresa</i>	20
<i>Planteamiento del problema</i>	26
<i>Objetivos</i>	27
Objetivo general	27
Objetivos específicos.....	27
<i>Justificación</i>	27
<i>Antecedentes</i>	29
Artículos científicos	29
Tesis.....	31
<i>Proyecciones</i>	34
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	35
<i>Conceptos generales</i>	35
Lean Manufacturing	55

	10
Eficiencia y productividad	57
Control de calidad	58
Herramientas para explicar el problema.....	59
Análisis FODA.....	59
Diagrama de Ishikawa.....	61
Diagrama de Pareto	62
Diagrama de flujo.....	63
Matriz causa-efecto	64
Herramientas para medir las consecuencias.....	66
Análisis de costos	66
Indicadores de desempeño	67
Investigación de mercado.....	68
Mapa de análisis del proceso.....	69
Análisis de los 5 porqués.....	70
Herramientas del diseño	71
Matriz de priorización	72
Mapa de empatía	73
Método <i>SCAMPER</i>	74
Herramientas para el control de la implementación del diseño	76
Plan de implementación	76
Tablero de Control o Dashboard	77
Evaluaciones de seguimiento	79
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	81
Enfoque	81

	11
Alcance.....	81
Diseño.....	82
VARIABLES.....	83
Muestra.....	84
Instrumentos.....	85
Recolección de datos.....	87
Método de análisis.....	88
Herramientas para describir el problema.....	88
Herramientas para medir las consecuencias.....	95
Consecuencias financieras.....	95
Consecuencias operativas.....	95
Consecuencias legales.....	95
Herramientas para analizar las causas.....	95
Herramientas para el Diseño.....	97
Herramientas para el control del diseño.....	98
Cronograma.....	99
Diagrama de Gantt.....	100
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	101
Descripción del Problema.....	101
Medición de las consecuencias.....	112
Producto fuera de especificación.....	112
Costo de <i>Scrap</i> por máquina.....	116
Gráfico X-R.....	123
Análisis de las causas.....	128

	12
Material	128
Mano de obra.....	129
Método	129
Máquina.....	129
Medidas	130
Medioambiente.....	130
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
Conclusiones	132
Recomendaciones.....	132
CAPÍTULO VI PROPUESTA	134
Propuesta	134
Flujo de proceso	135
Plan de capacitación	136
Entrenamiento	136
Diseño del nuevo <i>tooling</i>	137
Rediseño del puesto de trabajo.....	139
Análisis económico	141
El VAN y la TIR	143
Beneficios.....	145
Diagrama de Gantt	147
APÉNDICES	149
REFERENCIAS	156

TABLAS

Tabla 1. Variables	83
Tabla 2. Muestra	85
Tabla 3. Instrumentos	85
Tabla 4 Forma de recolección de datos	87
Tabla 5. Método de análisis.....	88
Tabla 6. Diagrama de Gantt de la Programación del Proyecto	100
Tabla 7. Scrap del proceso del Weld tab.....	111
Tabla 8. Fabricación 208.006 piezas buenas, con 18,430 piezas de Scrap	112
Tabla 9. Cuantificación de piezas producidas vrs piezas desechadas	114
Tabla 10. La cantidad de desecho y su pérdida	115
Tabla 11. Costos de Scrap por máquina	116
Tabla 12. Toma de muestra para el cálculo de los límites de control.....	117
Tabla 13. CPK	118
Tabla 14. Rangos y promedios	119
Tabla 15. Límites.....	121
Tabla 16. Capacidad de proceso	121
Tabla 17. Tiempos promedio de dos turnos.....	122
Tabla 18. Gráfico X-R, LIC y LSC	123
Tabla 19. LIC y LSC	124
Tabla 20. Costos de capacitación del personal.....	137
Tabla 21. Costo total de <i>tooling</i> AT-1913-813.....	142
Tabla 22. Proyección del nuevo Tooling.....	144
Tabla 23. Análisis del VAN y la TIR.....	144

Tabla 24. Diagrama de Gantt de la Programación del Proyecto	147
---	-----

FIGURAS

Figura 1 Instalaciones de la empresa Samtec Costa Rica	22
Figura 2 Conectores de alta precisión	23
Figura 3 Línea de producción HDR	24
Figura 4 Organigrama	25
Figura 5 <i>Alignment pin</i>	35
Figura 6 <i>Bad insertion</i>	36
Figura 7 <i>Body</i>	37
Figura 8 <i>Body damage</i>	38
Figura 9 <i>Carrier</i>	39
Figura 10 Conectores fabricados en Samtec	40
Figura 11 <i>Contacto colapsado</i>	41
Figura 12 End cap	42
Figura 13 <i>Ensamble macho con ensamble hembra</i>	42
Figura 14 <i>Layer</i>	43
Figura 15 <i>Magazine</i>	44
Figura 16 Máquina de <i>Fill Xolc</i>	45
Figura 17 Máquina de <i>Kdot</i>	46
Figura 18 <i>Micro vu</i>	47
Figura 19 <i>Missing pins</i>	48
Figura 20 <i>Nido</i>	49
Figura 21 <i>Scrap</i>	50
Figura 22 <i>Shield</i>	51
Figura 23 Panel de control	52

Figura 24 <i>Tooling</i>	53
Figura 25 <i>Tray</i>	54
Figura 26 <i>Weld tab</i>	55
Figura 27 Cálculo para el control de límites	86
Figura 28 Plano del <i>Weld tab</i>	89
Figura 29 Micro Vu <i>Weld Tab</i> correctamente ensamblado	90
Figura 30 <i>Micro Vu body damage</i>	91
Figura 31 Amplificación del <i>Weld tab</i>	92
Figura 32 Vista lateral del <i>Weld tab</i>	93
Figura 33 Prensa <i>Weld tab</i>	94
Figura 34. Herramientas para control de calidad	96
Figura 35 Ejemplo de diagrama de flujo.....	98
Figura 36. Ejemplo de diagrama de Gantt.....	99
Figura 37 Instrucción de trabajo.....	102
Figura 38 Diagrama de flujo de la situación actual.....	103
Figura 39 Diagrama de flujo <i>Fill Xolc</i>	104
Figura 40 Diagrama de <i>Flujo Shield</i>	105
Figura 41 Diagrama de flujo del proceso <i>Weld tab</i>	106
Figura 42 Diagrama de Flujo <i>Inspect-brush -Tray</i>	107
Figura 43 Cuantificación de piezas buenas vs. piezas <i>Scrap</i>	109
Figura 44 <i>Scrap</i> por máquina	110
Figura 45. SPC Control de límite.....	120
Figura 46 Gráfico X-R	123
Figura 47 LIC y LSC.....	124

Figura 48 <i>Tooling</i> Situación actual- especificaciones correctas.....	127
Figura 49 Diagrama de Ishikawa	128
Figura 50 Diagrama de flujo de proceso	135
Figura 51 Nuevo diseño de <i>tooling</i> AT-1913-813	138
Figura 52 Nuevo diseño del puesto de trabajo	140

APÉNDICES

Apéndice 1 Promedios de tiempos	149
Apéndice 2. Cálculo del tamaño de la muestra	150
Apéndice 3. Inversión inicial	151
Apéndice 4. Proyección de gastos	152
Apéndice 5. Proyección de costos del nuevo Tooling.....	152
Apéndice 6. Proyección de costos totales	153
Apéndice 7. Proyección de gastos a cinco años	154
Apéndice 8. Análisis de la TIR, el VAN y el ROI.....	155

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Este proyecto es de mucha importancia para la empresa en estudio porque ella debe asegurarse de que el proceso *Weld tab* cumpla con los requisitos del cliente y de que el progreso en curso se realice correctamente, para que el esquema del conector se ejecute con las especificaciones requeridas, para así lograr un procedimiento más estable. Bajo la ruta de investigación del diseño, las mejoras en el sistema productivo o de servicios, el presente proyecto consiste en delinear la solapa de soldaduras para alcanzar las métricas de la organización, mejorar los tiempos dentro de la línea de producción y desarrollarlo de manera más eficiente, ya que se ha presentado un aumento en la pérdida de materiales que no cumplen con las especificaciones de calidad requeridas y que presentan defectos.

Esa dificultad también afecta las métricas que se realizan para llevar una estadística de la producción mensual de las máquinas de *Weld tab*, las cuales tienen la meta de evaluar la eficiencia de los tiempos de atención del equipo, ya que las máquinas requieren diversos tiempos y se necesita el lapso correspondiente de espera para que sean atendidas cuando presenten fallas durante el proceso. La empresa Samtec tiene como principal función mantenerse en un mercado competitivo, y para ello se requiere alcanzar procesos óptimos de producción y calidad relacionados con el diseño de conectores de alta velocidad y cables, para así establecer metas de atracción específicas hacia nuevos clientes como principal actividad dentro del mercado electrónico. Se puede inferir que la compañía tiene una amplia gama de materiales elaborados en distintas áreas, que se subdividen en una etapa de fabricación bien controlada por su departamento de planificación.

En este proyecto la finalidad es efectuar un análisis del desarrollo del *Weld tab* en cuanto a algunas técnicas que permitan identificar responsabilidades del puesto de trabajo, las tareas, los requisitos y las condiciones que se demandan para la ocupación de dicho puesto. Además, se explican el proceso y la metodología utilizada para llevar a cabo el análisis. Como alcance principal del proyecto se espera cumplir con los objetivos planteados para corregir posibles inconsistencias, errores e ineficiencias, mientras el proceso es efectuado para mejorar con mayores criterios de optimización el costo, la eficiencia, la calidad, los beneficios y el impacto ambiental que se esté produciendo.

El documento se divide por capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: Se indican generalidades de la empresa, incluidas la misión y la visión y las responsabilidades, y se proyecta el profesionalismo requerido para lograr el propósito de la empresa y favorecer la estructura de la organización. Dentro del planteamiento del problema se ordena formalmente la idea de la investigación y se plantean el objetivo general y los objetivos específicos que permitan mostrar en detalle cuándo se haya alcanzado el objetivo propuesto.

En lo correspondiente a la justificación del estudio, se explican las motivaciones para realizar la investigación, al mostrarse algunos antecedentes y hallazgos que han tenido previos estudios, tomando en cuenta algunas variables en común. Por último, se muestran las proyecciones que permitan mostrar en detalle cuándo se haya alcanzado el objetivo propuesto.

Capítulo II: Se presentan nociones fundamentales de daño corporal, desgaste, falta de herramientas, entre otros, así como la tenencia de diferentes instrumentos para describir el problema, evaluar las implicancias, verificar las diferentes razones y proceder al planteamiento y la revisión.

Capítulo III: Para el estudio se exponen el tipo de enfoque, alcance y diseño necesarios, y también se muestran las tablas de variables y los prototipos e instrumentos. De la misma manera, se proponen las tablas de recopilación de información, el proceso de estudio y finalmente el calendario de elaboración del proyecto.

Capítulo IV: Se analizan las consecuencias que derivan del problema y se miden los diferentes resultados y analizan sus causas.

Capítulo V: Se harán recomendaciones según los resultados reflejados en el proceso de la investigación que se realiza.

Capítulo VI: Se exponen una propuesta de trazado, un análisis financiero y un programa de ejecución.

Generalidades de la Empresa

La compañía Samtec, con sede en Indiana, EE. UU, se fundó en 1976 y actualmente tiene una planilla de más de 5.000 trabajadores en el nivel mundial, incluidas más de 1.000 personas en Costa Rica. Está en más de 24 naciones y distribuye sus productos en más de 125 mercados empresariales, y su producción incluye conectores electrónicos para una variedad de industrias, como DATACOM, profesión médica, ordenadores, instrumentación, aeroespacial y automóviles, entre otros.

La compañía se dedica al desarrollo de soluciones en el área informática, con el único propósito de ofrecerles a sus clientes los últimos adelantos tecnológicos para mejoras continuas de sus procesos. Sus líneas de desarrollo están enfocadas en mejorar la calidad y la productividad de las actividades involucradas, para garantizando así la optimización de todos sus recursos mediante el uso adecuado de tecnología de punta.

Misión

Ser un ejemplo de empresa en la fabricación y al prestar un servicio de soluciones que permite conectar diferentes elementos entre sí, de lo que se responsabiliza con excelencia operacional y pasión por el servicio. Samtec, S.A. genera para sus clientes soluciones informáticas que permiten administrar, integrar, gestionar información y así aumentar la producción; además del mejoramiento de los procesos. Para lograr este objetivo cuenta con un equipo de profesionales altamente competentes y comprometidos con lograr el agrado de sus clientes y aumentar el rendimiento para los socios.

Visión

En el 2020 la empresa fue reconocida como proveedora de soluciones informáticas en el nivel regional, comprometida con la excelencia de su manufactura y la prestación del servicio, la practicidad, la agilidad y la innovación tecnológica.

A continuación, en la *Figura 1* se muestra una imagen de las instalaciones de la empresa Samtec Costa Rica.

Las ciencias aplicadas en los dispositivos de Samtec incluye una combinación de interconexiones de alto rendimiento y sistemas ópticos avanzados. Algunas de las tecnologías específicas son:

- AcceleRate® HP Arrays
- FireFly™ Micro Flyover System™
- Tiger Eye™ Systems

Estas nuevas tecnologías le han permitido ofrecer soluciones para la integridad de la señal y la eficiencia operativa con una amplia fiabilidad en su gama de aplicaciones industriales y tecnológicas.

Figura 1 Instalaciones de la empresa Samtec Costa Rica



Nota: Proporcionado por la empresa Samtec.

ADN Samtec

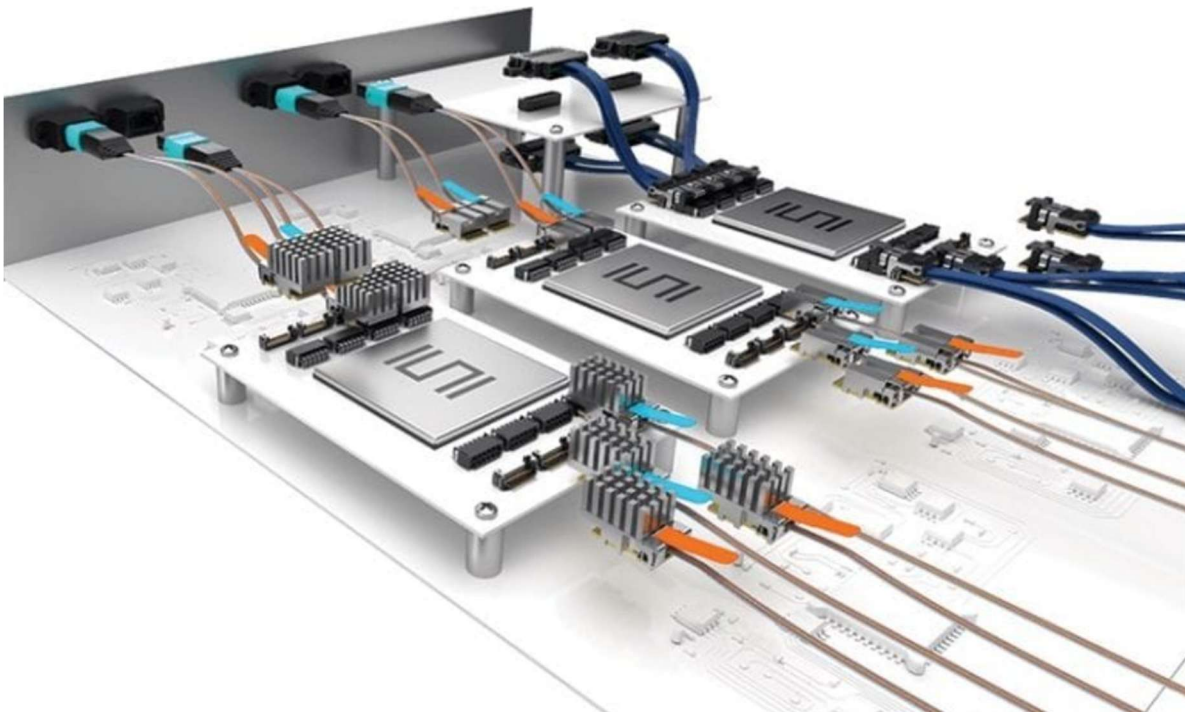
- Velocidad
- Innovación
- Ganar/ganar
- Flexibilidad

En ese sentido, Samtec es un fabricante globalmente reconocido de programas de interconexión. La ubicación actual de la empresa es en la zona franca llamada Parque Industrial Z-Alajuela. Fue establecida con categorías de sistemas de calidad e ingeniería, mantenimiento de equipos industriales, dirección financiera, facilidades de producción, platinado, gestión de recursos humanos y exportaciones. Además, cuenta con una administración científica, ya que en ella están muy presentes los cuatro aspectos de esta teoría. Samtec se fundó en Costa Rica el 25 de septiembre del 2006 y está sustentada en los valores de amoldamiento, rapidez, beneficio mutuo e innovación. Además, cuenta con un equipo laboral excepcional que sirve como base para el desarrollo y éxito de la empresa. Así mismo, enfoca lo contemporáneo cuando entra la orden y se planean el tiempo, el costo y la materia prima necesaria para la producción, hasta hacer llegar el producto a las manos del cliente.

Su organización de trabajo está bien establecida, ya que se toma muy en serio cualquier tipo de demora, que genera tiempos muertos y pérdidas millonarias. La selección del personal es muy estricta, pues para ello se cuenta con diversos filtros psicológicos, lógicos y de motora fina. Todos estos procesos arrojan resultados financieros favorables, productivos, para ser sumados a las gerencias y ser estudiados; para maximizar las ganancias con los menores costos de producción posibles. La empresa en su ADN tiene el lema de ganar/ganar, lo que significa que yo le ofrezco a la compañía y ella me devuelve de igual manera para que las dos partes salgan ganando. Por último, esta responsabilidad y especialización de sus directivas le produce colaboradores altamente profesionales y capacitados para dirigir y coordinar cualquier labor que mejore las ganancias de la sociedad con bajos costos operacionales.

La *figura 2* muestra una imagen de productos fabricados en Samtec, por ejemplo, conectores de alta precisión.

Figura 2 Conectores de alta precisión



Nota: Obtenida de la empresa Samtec

El edificio de Samtec fue diseñado para satisfacer todas las necesidades de sus colaboradores, por lo que proporciona un entorno de trabajo cómodo y eficiente. Las instalaciones cuentan con áreas de descanso bien equipadas, espacios de trabajo ergonómicos y tecnología de punta para apoyar la producción de cables y conectores tecnológicos. Además, se han implementado medidas para garantizar la seguridad y el bienestar de todos los empleados, lo que ha permitido un ambiente laboral que promueve la productividad y el bienestar.

A continuación, en la *figura 3* se analiza una línea de producción dentro del departamento de HDR de la empresa Samtec, en la que se producen cables tecnológicos.

Figura 3 Línea de producción HDR

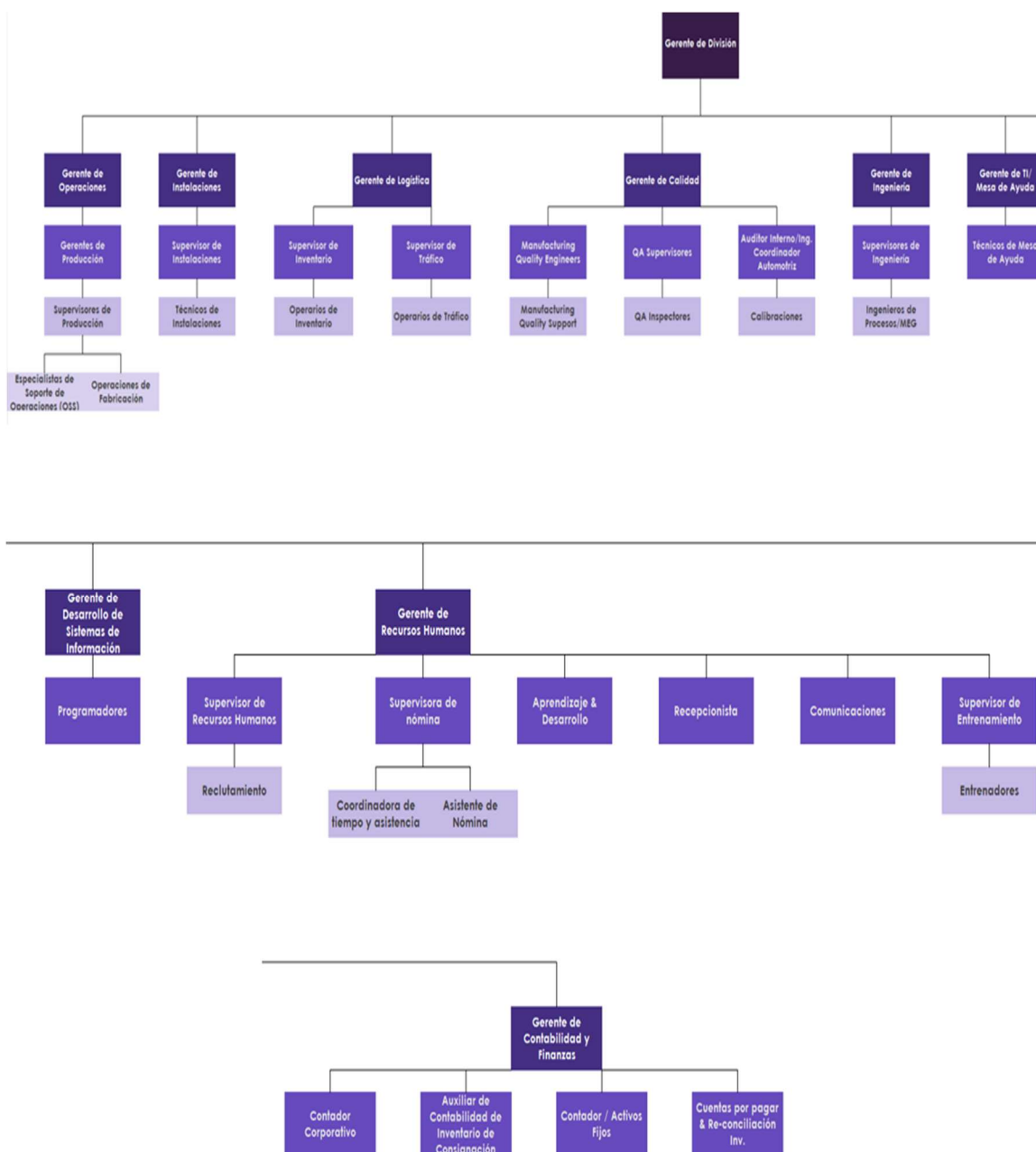


Nota: Obtenido de la empresa Samtec

Objetivos de la empresa

Un cliente satisfecho es una parte importante de la empresa. La calidad finalmente depende de la capacidad para cumplir con las expectativas de sus clientes, porque la percepción de la clientela es realidad. Samtec mantiene un gran número de métricas para garantizar sus metas corporativas, productivas y de entregas a tiempo, por lo que garantiza el mayor control de calidad de sus productos para obtener el agrado inmediato del comprador, lo que le permite cuidar y promover nuevos contratos con los mismos consumidores o con cualquier otro miembro de la familia Samtec. Reyes, *et al*, (2017). Adicionalmente a esto, cuenta con una estructura organizacional bien definida, que va desde el gerente general, los gerentes de áreas, los asociados administrativos hasta los supervisores de piso y los operarios de manufactura, entre otros.

Figura 4 Organigrama



Nota: Elaboración propia

La figura 4 nos muestra la representación del diagrama organizativo de la empresa Samtec con sus respectivos departamentos. El proyecto exploratorio es realizado específicamente por el departamento de elaboración y calidad, por medio de inspectores encargados del área (QA inspectores).

Planteamiento del problema

En la industria de manufactura es de suma importancia mantener una gestión competitiva, no solo desde el lado de la tecnología, sino de la estrategia y de los procesos, tomando en cuenta algunas sugerencias de los colaboradores por medio de un sistema de mejoras continuas llamadas *Opex Idea*. La principal deficiencia que está presentando la línea de producción llamada LSHM DH, en el departamento 80035, es la falta de un nuevo diseño del *tooling* de esta serie, específicamente en el *Weld Tab*. Por esta razón se deben destacar algunos de los desafíos más apremiantes e ideas de un nuevo diseño de proceso, por lo que se podría empezar abordando de frente el problema de calidad, el cual representa grandes cantidades de *Scrap*, debido a medidas fuera de especificación y de *Body Damage*, las cuales ameritan realizar una investigación para entender cuál podría ser la causa del aumento de tiquetes en el sistema de *ASC*.

Eso ha provocado tiempos Down por motivos de ajustes de máquinas por parte del equipo técnico, desperdicio de piezas dañadas, retrasos en la producción, inconformidades en los clientes y devoluciones de pedidos, ya que no se está cumpliendo con la demanda requerida, hay retrasos en las entregas, exceso de horas extras, y esto ha provocado pérdidas de clientes, y es por esto por lo que hay gastos que afectan las utilidades de la compañía. Considerando que el plan de estrategia de la compañía es una de las acciones principales para la excelencia operacional en todos los procesos y dado que es una empresa de manufactura, es sumamente importante el progreso constante, entre ellos el *Weld tab*. El análisis de forma integral es mediante el uso eficiente de recursos productivos, materias primas, personal, tiempo de producción, equipos (*tooling*) y herramientas, y por eso es importante realizar una prueba analítica del procedimiento actual y hacer propuestas de mejoras.

La meta en este objetivo es realizar un nuevo diseño de proceso del departamento de manufactura, el cual cuenta con máquinas llamadas *Weld tab*, que son las que ensamblan parte de los conectores de la empresa Samtec Costa Rica. El estudio lo realiza el departamento de elaboración Second Ops, también conocido como el departamento de manufactura 80035, que será la punta de lanza en este estudio. El departamento de conectores 80035 ha tenido un incremento en los tiempos difíciles de estas tapas de soldadura, los cuales han provocado pérdidas cercanas a los \$60,897,5 los cuales son por los productos defectuosos, el área tiene un 8,14% de *Scrap* en el período 2022- 2023, que es

una pérdida considerable, ya que la empresa tiene un menos 5% de *Scrap* aceptable, lo que causa que no se cumpla con las metas de producción requeridas por la compañía.

Las máquinas presentan fallas las cuales son detectadas por los colaboradores. Ellos emiten un ticket en el sistema llamado *ASC* y queda detenida la máquina para que el soporte técnico realice la investigación y repare la máquina según sea el requerimiento de la mejora.

Lo anterior lleva a la siguiente pregunta: ¿De qué manera se debe realizar un diseño del proceso *Weld Tab* en la producción de conectores en la empresa Samtec?

Objetivos

La optimización de este proceso de producción es una tarea indispensable para la compañía que busca optimizar su eficiencia, competitividad y sostenibilidad. El nuevo diseño del proceso *Weld tab* consiste en definir las actividades, los flujos, los recursos y los parámetros, ya que este diseño requiere un análisis sistemático y riguroso de las variables que limitan la productividad.

Objetivo general

Elaborar el *Weld tab* para producir conectores en la empresa en respuesta a los requerimientos específicos detectados en la evaluación de los procesos y equipos.

Objetivos específicos

- Establecer la capacidad operativa del proceso mediante registros de datos y producción de calidad.
- Medir el porcentaje que no cumple con las especificaciones y determinar las consecuencias en los procesos de producción de conectores.
- Analizar las consecuencias del incumplimiento de las especificaciones e inferir las necesidades o requerimientos para la mejora del proceso.
- Diseñar el proceso de desarrollo para el cumplimiento de las especificaciones, dar solución a los requerimientos y mejorar la producción en curso de la compañía.
- Controlar la idea o estrategia del diseño para el cumplimiento de las especificaciones.

Justificación

En la declaración de política establecida por la empresa Samtec se indica: “Samtec se responsabiliza de garantizar que sus clientes estén completamente satisfechos”. Se puede cumplir

con este compromiso mediante la educación adecuada de los empleados, el cumplimiento de técnicas probadas, los propósitos de calidad adecuados y el convenio completo con la satisfacción y superación de las necesidades del comprador. También se puede mantener una cultura organizacional que impulse el mejoramiento continuo de la eficiencia del sistema de aseguramiento de la calidad.

El proyecto de investigación se alinea con esta política y ofrece los siguientes beneficios:

En lo económico

Ahorro de costos al reducir considerablemente el *Scrap*, con lo que se evita el desperdicio de materia prima de los conectores y de los tiempos muertos de los colaboradores.

En lo legal

La reducción de insatisfacciones, por parte de los clientes y devoluciones de producto dañado no conforme por incumplimiento de los estándares de calidad. La empresa mantiene así una buena imagen o perfil dentro del mercado.

En la parte operativa

En uso de los instrumentos para desechar desperdicios y mejorar el diseño de la evolución productiva de los conectores *Weld tab* se reduce la producción de *Scrap* en niveles aceptables menores a 5% de acuerdo con las metas requeridas de producción de la empresa. Se reducen, además, los tiquetes reportados por conectores con medidas fuera de especificación.

Administrativa

Al lograr la reducción de los desechos se mejora la calidad de los conectores, ya que se minimizan el producto dañado y las disconformidades que afecten el desempeño. Al minimizar residuos se optimizan los recursos y el uso de las instalaciones, y se reducen los períodos estáticos, al tiempo que se incrementan la eficiencia y el rendimiento, y se disminuyen los retrasos.

Mejora de la competitividad

Al reducir la chatarra, la empresa incrementa su productividad dentro de las demandas del mercado, lo que permite ofrecer una mejor calidad y tener costos menores, flexibilidades e innovación para los clientes. Al producir con mayor calidad el perfil corporativo atrae a los diferentes consumidores, proveedores y empleados, lo cual demuestra que están comprometidos con la excelencia y con su

evolución constante. Además, esta investigación servirá de base o fundamento para las futuras investigaciones acerca del diseño de proceso de *Weld tab*, ya que la información acerca de este proceso es muy limitada.

Antecedentes

A continuación, se presentan antecedentes de estudios como este en tesis y artículos científicos para contar con herramientas para el presente caso.

Artículos científicos

Figueredo (2015), en su artículo la revista Ingeniería Industrial titulado *Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto* desarrolla su tema utilizando la filosofía *Lean Manufacturing*. El indicador eficiencia general del equipo (OEE) y el mapa de la cadena de valor son sus herramientas. Se propone una mejora que se plantea como una prueba piloto mediante la cual evalúa el resultado utilizando el indicador OEE.

El diagnóstico actualizado que tiene la empresa se centró en el proceso productivo. La descripción del problema reveló que, desde la perspectiva de la producción ajustada, las demoras relacionadas con la falta de planificación, organización, escasez de materias primas, interrupciones del proceso, deficiencia en la continuidad de la información y canales comunicativos interiores y exteriores, escasez de materias primas, averías y fallas en la producción, eran todos los principales factores que afectaban la productividad.

Por otro lado, Sanz, (2017), en su escrito titulado *Lean Manufacturing en PYMES*, difundido en la revista 3C Empresa, desarrolla su tema sobre la metodología *Lean Manufacturing*, en la que aborda algunas técnicas de esta metodología, como son el 5S, SMED, Estandarización, TPM y Control visual. Se concluye que para asegurar el logro del despliegue de la manufactura esbelta es necesaria la implicación de todo el personal de la organización.

Esta información presenta la teoría LEAN por medio de métodos fundamentales para que las Pymes la comprendan y la implementen. La filosofía *Lean Manufacturing* se basa en las personas y tiene como objetivo realizar las cosas de manera ética y desechar lo que no genere valor. Estos elementos utilizados en Lean han demostrado ser efectivos y aumentan la competitividad de las empresas. Para garantizar el logro de la implementación es fundamental que todos los miembros de la organización, incluidos los directivos y hasta los trabajadores, tengan una actitud positiva.

Por su parte, Fuentes, (2022), en su artículo sobre el desarrollo de herramientas *Lean Manufacturing* para la cadena de fabricación en Printer Colombiana S.A.S. utiliza esta metodología para reducir las pérdidas y aumentar la productividad, como el diagrama VSM, la distribución de layout, los 8 desperdicios y el SIPOC, entre otras.

Aunque la empresa es grande y tiene una amplia gama de productos, sigue siendo necesario analizar oportunidades de mejora para evitar fallos y no cumplir con los clientes, y que esto pueda resultar en pérdidas de dinero. En este proyecto se observan áreas de optimización, en las que se ha logrado una mayor eficiencia al reducir el tiempo de procesamiento, desde el inicio de la orden hasta el proceso final de encuadernado. Por otra parte, el implementar la herramienta permite disminuir los desperdicios, las fases durante el proceso y la preparación del material sobrante.

Así mismo, Villena (2023), en su artículo titulado *Examining the adoption of Lean Manufacturing in Lima Companies*, utiliza herramientas para minimizar las pérdidas como en los casos de Heijunka, Visual Control y Kanban entre otros. Se observa que solo 12% de las compañías analizadas han implementado la metodología de gestión Lean, mientras que 17,8% de tesis proponen el uso de fabricación ajustada; sin embargo, no es implementada.

Se revisaron tesis que incluyen el objeto de estudio en el título de las tesis universitarias, pero en muchos casos las tesis no contienen el nombre de la empresa por requerimientos de confidencialidad. El 56% de las tesis sí describen la información. La mayoría de las tesis universitarias afines a esta herramienta están dirigidas al sector de manufactura y de servicios, ya que cuentan con las características de aplicación. De las empresas que han sido analizadas, solo el 12% están practicando con este método, lo cual coincidió con el responsable de la organización, luego se encontró que 17,8% de las tesis propusieron que fuera aplicada la gestión de la herramienta antes mencionada, y aun así no ha sido implementada, lo que ha limitado la capacidad de diferenciar los resultados.

Es importante mencionar que muchas Pymes se muestran refractarias a compartir información de su empresa y no acceden a adoptar la fabricación ajustada. Además, 5,9% de las empresas que fueron estudiadas no existen, lo que significa que las tesis realizadas fueron simuladas. Finalmente, se conoció que algunas empresas han detenido sus actividades debido a la complicación del entorno de emergencia sanitaria, lo que ha provocado el cierre por falta de competitividad. En conclusión,

la mayoría de las tesis sobre *Lean manufacturig* son planteadas teóricamente y hay escasa evidencia de su aplicación.

Por otro lado, Ortiz *et al* (2022), en su enunciado, describió un modelo de gestión para la implementación de la herramienta, con el fin de aumentar la producción en una compañía de elaboración de traje anti-flama de Lima-Perú, para diseñar la propuesta de mejora. La empresa utilizó tanto la metodología definir, medir, analizar, mejorar y controlar, como la metodología 5S. A continuación, se sometió a un juicio de expertos, lo que dio como resultado una valoración de V de Aiken de 100%, y se descubrió que antes y después del uso del Lean hubo una diferencia significativa.

El área de confecciones de la industria aumentó su producción de 0.10 UDS por hora hombre a 0.12 UDS por hora, por lo que se obtuvo un aumento de 20% respecto al valor inicial, lo que constituye una diferencia significativa en la productividad antes y después de la implementación basada en *Lean Manufacturing*. Al analizar cada etapa de la evolución de la producción tarda más tiempo y su resultado es crítico, y se descubrió un descenso de 6,4% en el tiempo de espera, en comparación con el nivel inicial.

Tesis

En su investigación titulada *Estudio de las estrategias Lean Manufacturing, para reducir los desperdicios en las pequeñas y medianas empresas*, Aguirre (2014) hace uso de tres estrategias, las cuales son: TOC, Andon y TPM. Específicamente, en la fase de producción de la cadena de suministro, determina que al combinar estas planificaciones se logran mayores beneficios en comparación con su aplicación individual. Como parte fundamental del estudio se formularon cuatro hipótesis con el propósito de analizar y opinar a partir de los resultados obtenidos en los capítulos previos. A continuación, se muestran las conclusiones acerca de cada una de las hipótesis.

- Hipótesis 1. Las herramientas más empleadas en la logística y en la producción del sector productivo son *Lean Manufacturing*. Los hallazgos obtenidos en el estado del arte no contradicen la Hipótesis 1, lo que conlleva buscar el grado de aplicación de las ideas por las organizaciones, considerando como pertinentes metodologías, herramientas, mudas, sectores y eslabones de implementación, y esto indica que la sección industrial, con 47% de cooperación en los 410 artículos analizados, representa un entorno favorable para el estudio y el análisis de las herramientas de esta teoría.

- Hipótesis 2. Las pequeñas empresas comenzaron a eliminar los desperdicios en la cadena de suministro mediante la teoría *Lean Manufacturing*, lo que arrojó en el análisis DOFA una caracterización de las Pymes, por lo que la Hipótesis 2 no se rechaza. La conclusión en el caso de problemas como las mudas que afectan el desempeño adecuado de la producción realizada. Además, se demuestra que *Lean Manufacturing* es una herramienta con una amplia gama de posibilidades porque son las más utilizadas y creadas en el medio.
- Hipótesis 3. El análisis de las herramientas *Lean Manufacturing* en las organizaciones se realiza en otros escenarios. Como resultado de la implementación de como método para la construcción de la tesis no se rechaza la hipótesis 3. Se llega a la conclusión de que, después de examinar este estudio del caso, cada uno de los escenarios examinados, de acuerdo con el nivel de desperdicio encontrado son aprovechables.
- Hipótesis 4. Con herramientas *Lean Manufacturing* se pueden presentar resultados indicadores que muestran el incremento de la productividad de las Pymes y sus cadenas de suministro. La hipótesis 4, gracias al análisis minucioso de los escenarios, las variables de respuesta y el estudio permiten mostrar resultados que orientan la habilidad de operación en cuanto a la eliminación de desperdicios en la cadena de suministro para las pequeñas empresas.

En la tesis de Bellido y La Rosa (2018), para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, el modelo perfecto de desechos basado en *Lean Manufacturing* utiliza un diagrama de flujo para desarrollar su tema. Para analizar la situación de la compañía utiliza herramientas como un balance de línea, un diagrama operacional y un diagrama analítico de actividades de la empresa. opinan que el uso de diversas herramientas, como LM y 5S, así como el mantenimiento preventivo, redujeron el tiempo de espera y el tiempo de ciclo total. A pesar de la intensa competencia internacional, la fabricación de tejidos y la preparación en el Perú ha experimentado un notable aumento en los últimos años.

- El modelo tenía como objetivo reducir desechos que no aporten valor a la producción, la eficacia y calidad en las pequeñas empresas textiles.
- Este estudio demuestra la práctica real de dos instrumentos, LM, 5'S y cuidado anticipado, en la compañía VALPER 25 E.I.R.L. Los logros obtenidos luego de aplicar el modelo incluyen avances operativos, como una reducción del lote de productivo de 100 a 50 decenas, en un período cíclico total de 102.72 a 40.98 minutos, un trabajo en línea de

1,152 a 166 decenas, un incremento de la productividad en 35% y un descenso de los costos de 60%.

Por otra parte, el prototipo planteado mejoró la producción y el entorno laboral. Se trabajó en aspectos como la carencia de la interpretación de los mecanismos LM y la firmeza del cambio para que todos los colaboradores adoptaran una cultura 5'S.

Al mismo tiempo, Benites (2018) examina 30 tesis universitarias cuyas mejoras plantean el uso de *Lean Manufacturing* para acrecentar la producción del sector metalúrgico peruano, en su tesis titulada *Uso de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad*, en que el 5S con 32,4% y el SMED, con 13,2%, son las herramientas más utilizadas. (p.9)

La metodología utilizada en el estudio se enfocó en identificar las posibles aplicaciones de materia prima en la industria metalmeccánica, y lo que se buscaba era un análisis exhaustivo actual para encontrar las bases o técnicas más utilizadas, para que la producción en el ámbito industrial metal mecánico mejore en Perú. Los estudios de los tres capítulos pasados, 5S (32.4%), SMED (13.2%), TPM (11.8%), SIX SIGMAS (7.4%) y VSM (5.9%) permiten en la primera sección menciones por encima de 5%. El grupo opuesto acepta: Kanban, Poka Yoke, Justo a tiempo, PHVA, 4 MS, Balance de Carta, Planificador Final, Andon y AMFE.

Mientras tanto, Calla (2023) utiliza las siguientes herramientas en su tesis del proyecto en el área de almacenamiento para aumentar la gestión de la compañía La Guardiania de Characato S.A.C, el método de clasificación ABC, distribución de layout, 5S, adopción de software de gestión de acopio y diseño de manual de procedimientos. Se ha llegado a la conclusión de que la aplicación de estas herramientas aumentó la calidad, la productividad y los índices de conformidad y puntualidad y al mismo tiempo acortó los plazos y las distancias recorridas.

Se analiza un diseño de procesos dentro del almacén para lograr la recepción de manera eficiente con una mayor trazabilidad de los insumos, que permita generar mayor fluidez en los tiempos determinados que clasifique correctamente los ítems alimenticios. Como ventajas para lograr un almacén eficiente se considera que ofrece un mayor aprovechamiento de los espacios, reduce al mínimo del tiempo de manipulación, evita la congestión en las áreas claves de la cadena de suministro, agiliza las tareas de mantenimiento interno, facilita el flujo de materiales almacenados, elimina procesos innecesarios, y mejora el control de los inventarios por optimizar la rotación.

Proyecciones

Los resultados esperados son los siguientes:

- Garantizar que el proceso *Weld tab* cumpla con la normativa ISO 9001:2015.
- Tener un dato o medición estadística del *Weld tab* que no cumple con las especificaciones.
- Tener un dato estadístico de las consecuencias del producto no conforme.
- Un proceso *Weld tab* que produzca conectores que satisfagan todos los requisitos y especificaciones del comprador.
- Validar el procedimiento *Weld tab* para que produzca eficazmente conectores que cumplan con la capacidad requerida de la empresa y del cliente.

El estándar de control de calidad ISO 9001:2015 enfatiza una gestión de procesos. Se prepara para asegurarse de que la empresa cumpla con la capacidad servicios, así como para asegurar la calidad del producto.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En este capítulo se propone un modelo de diseño en curso de conectores basado en el enfoque sistémico, que permita integrar aspectos técnicos, humanos y organizacionales; así como considerar los requisitos internos y externos de ellos. El diseño se aplicará en la empresa Samtec, en el área de conectores Second Ops (80035), con el fin de validar su utilidad y efectividad. Según Sánchez (2021), lo que se entiende como diseño en un método de ensayo se refiere a un conjunto de operaciones encauzadas a solucionar una problemática investigativa en términos causales, ya que para analizar la problemática que afecta a este departamento se utilizan conceptos de la metodología de fabricación ajustada y herramientas que faciliten estudiar la situación, esto con el fin de obtener una propuesta de diseño de mejora.

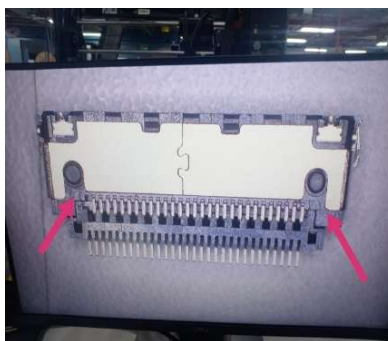
Conceptos generales

Algunos términos usados en el sector productivo de la compañía Samtec son los siguientes:

Alignment Pin: Es un pasador de alineación del conector utilizado en la fabricación y el ensamblaje, para asegurar que las piezas se alineen correctamente. Estos pasadores se insertan en los agujeros correspondientes, por medio de un sistema diseñado para prevenir errores humanos en el proceso de producción, en las piezas que se vayan a unir en las tarjetas electrónicas (PCB); esto mediante soldadura, que es un proceso crítico para asegurar conexiones eléctricas fiables, a fin de garantizar una alineación precisa.

A continuación, se muestra la *figura 5* de un conector, que señala el *alignment pin* (pasador de alineación en el conector). Este pasador es necesario para asegurar la correcta alineación y conexión entre las partes.

Figura 5 *Alignment pin*



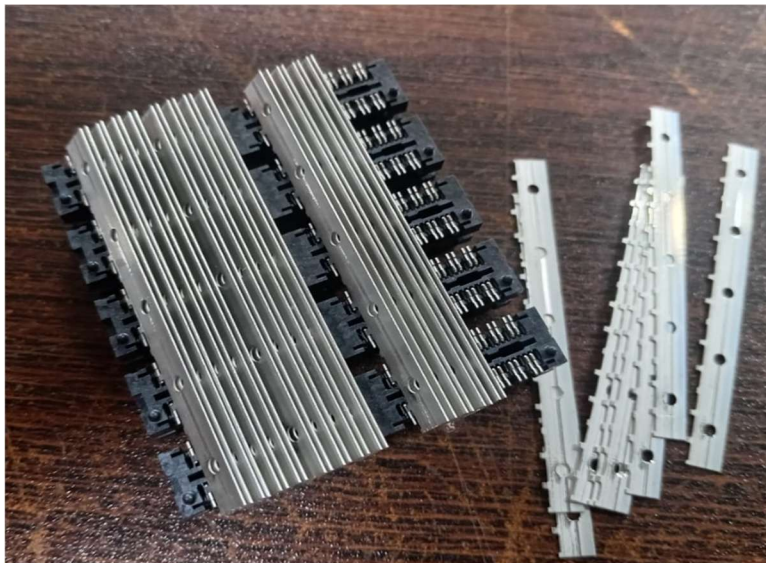
Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Los *alignment pins* en los conectores de Samtec tienen la función de asegurar la alineación precisa durante el montaje de este conector en la PCB (placa de circuito impreso). Estos ayudan a evitar el desplazamiento del conector, lo que es importante para mantener una excelente conexión y para asegurar un rendimiento óptimo, especialmente en aplicaciones de alta frecuencia.

Bad insertion: Se refiere a la inserción incorrecta en el conector durante el proceso de ensamblaje. Esto ocurre debido a una aplicación de fuerza excesiva o insuficiente, o una alineación incorrecta o al uso de herramientas inadecuadas. Una mala inserción puede resultar en conexiones eléctricas deficientes, a daños físicos en el componente o al conector, o a fallas en el funcionamiento del dispositivo. Identificar y corregir problemas de *Bad insertion* es crucial para asegurar la calidad y fiabilidad de los productos electrónicos.

A continuación, en la *figura 6* se presenta una imagen que representa una inserción incorrecta del conector durante el proceso de *Fill*.

Figura 6 *Bad insertion*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

La mala inserción durante este ensamblaje puede ocurrir por varias razones, y por eso es importante identificarlas para mejorar la calidad y eficiencia del proceso. Algunas causas comunes se presentan por una mala alineación en los *bodys* a la hora de colocarlos en el nido, colocar de manera a colocación incorrecta del *End cap*, o por la utilización de los *tooling* incorrectos al realizar el

setup de la máquina. Es decir, si los componentes no están correctamente alineados antes de la inserción pueden no encajar adecuadamente, lo que puede causar daños o conexiones defectuosas.

La fuerza de inserción insuficiente aplicada durante la inserción no es suficiente para asegurar que los componentes se asientan completamente en su lugar; así como también las dimensiones incorrectas de los componentes o de los agujeros de inserción pueden impedir una inserción adecuada.

Body: Se refiere a la estructura principal del conector. Es donde se realiza el ensamble de pines; y es el que contiene los elementos esenciales para su funcionamiento, ya que es la parte del conector que proporciona el soporte mecánico y la protección. Trabajar con conectores vírgenes le permite a Samtec ofrecer soluciones personalizadas y de alta calidad, pues se adaptan a diversas aplicaciones en la industria electrónica.

A continuación, en la *figura 7* se muestra un *body* sin ensamble:

Figura 7 Body



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Los *bodys* que aún no han sido sometidos a un ensamblaje le permite a Samtec personalizar y adaptar los conectores según las especificaciones del cliente, y asegurar la calidad y la precisión en los productos finales. Los conectores vírgenes tienen como función crear una variedad de productos personalizados y de alta calidad en la industria electrónica. Un ejemplo de lo que se hace con estos conectores es el de la interconexión de componentes electrónicos para distintos tipos de industrias.

Body damage: El término *Body damage* se refiere a cualquier daño físico, como abolladuras o roturas en la estructura que sufre el cuerpo del conector durante el proceso de cualquiera de los procesos de ensambles requeridos en la instrucción de trabajo, con las especificaciones requeridas por del cliente. Cuando se detectan *Bodys damage* es necesario seguir ciertos pasos para minimizar el impacto y asegurar la calidad del producto final:

- Inspección y evaluación
- Reparación
- Reemplazo
- Prevención

A continuación, en la *figura 8* se muestra un ejemplo de un *Body damage*

Figura 8 *Body damage*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

El defecto del *Body damage* en el conector se produjo durante la inserción de la máquina de *Fill Xolc*. El llenado de piezas en el nido se ha realizado de manera incorrecta al ejercer la presión manual colocando las piezas una a una sin la utilización del *Magazine*, lo que provocó una desalineación de las piezas y dio como resultados una mala exposición del conector, que al recibir la fuerza ejercida de la máquina durante el ensamble dañó el ciento por ciento del conector. Si las partes no están perfectamente alineadas la máquina puede aplicar presión de manera desigual y causar deformaciones o daños en el material.

Carrier: Es un carrete en el que se encuentran almacenados los componentes que se van a utilizar según la instrucción de trabajo, que es utilizado para enrollar y almacenar el material de manera segura y sin desperdicios. Su funcionalidad principal incluye:

- **Almacenaje:** Evita que se dañen los componentes con el roce entre ellos.
- **Dispensación:** Facilita el desenrollado controlado del material para cuando sea requerido.
- **Protección:** Ayuda a proteger el material de daños durante el almacenamiento y el transporte.

A continuación, se muestra, en la *figura 9*, una imagen de un *carrier*:

Figura 9 Carrier



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Para evitar que la fuerza excesiva aplicada durante la inserción supere la resistencia del material y provoque grietas o roturas, es necesario colocar el material de manera muy precisa antes de configurar la máquina. Una alineación correcta asegura que la presión se distribuya uniformemente, y minimice el riesgo de daños. La precisión en esta etapa es fundamental para mantener la integridad del material y garantizar un ensamblaje exitoso.

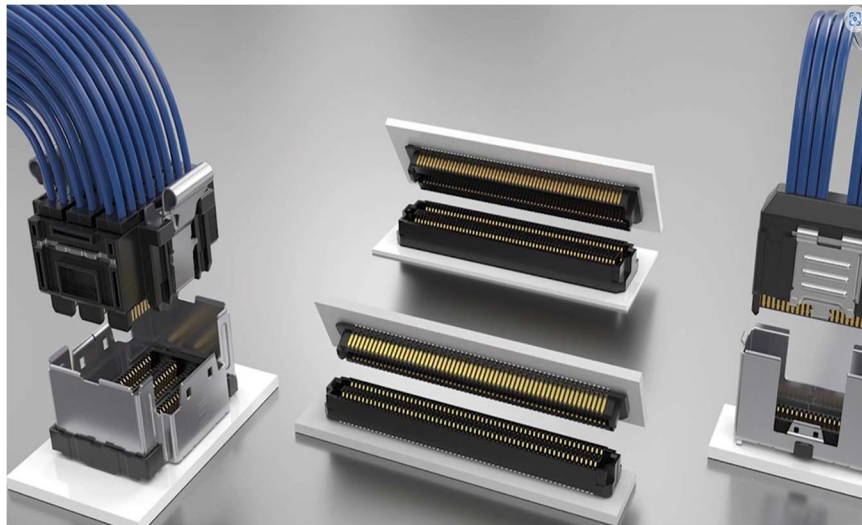
Conector: Es un componente para establecer conexiones eléctricas entre diferentes partes de un sistema eléctrico. Samtec produce una amplia gama de conectores, incluidos:

- **Conectores de potencia:** Para manejar altas corrientes y para aplicaciones de energía e industriales.

- **Conectores de alta velocidad:** Para aplicaciones que requieren transmisión rápida de datos, como las telecomunicaciones.
- **Conectores ópticos:** Utilizados para la transmisión de señales ópticas porque ofrece alta integridad de señal en distancias largas.
- **Los micro conectores:** para dispositivos compactos como dispositivos médicos y teléfonos móviles, en que el espacio es muy reducido.

En la *figura 10* se ilustran diferentes tipos de conectores fabricados en Samtec para la industria electrónica:

Figura 10 Conectores fabricados en Samtec



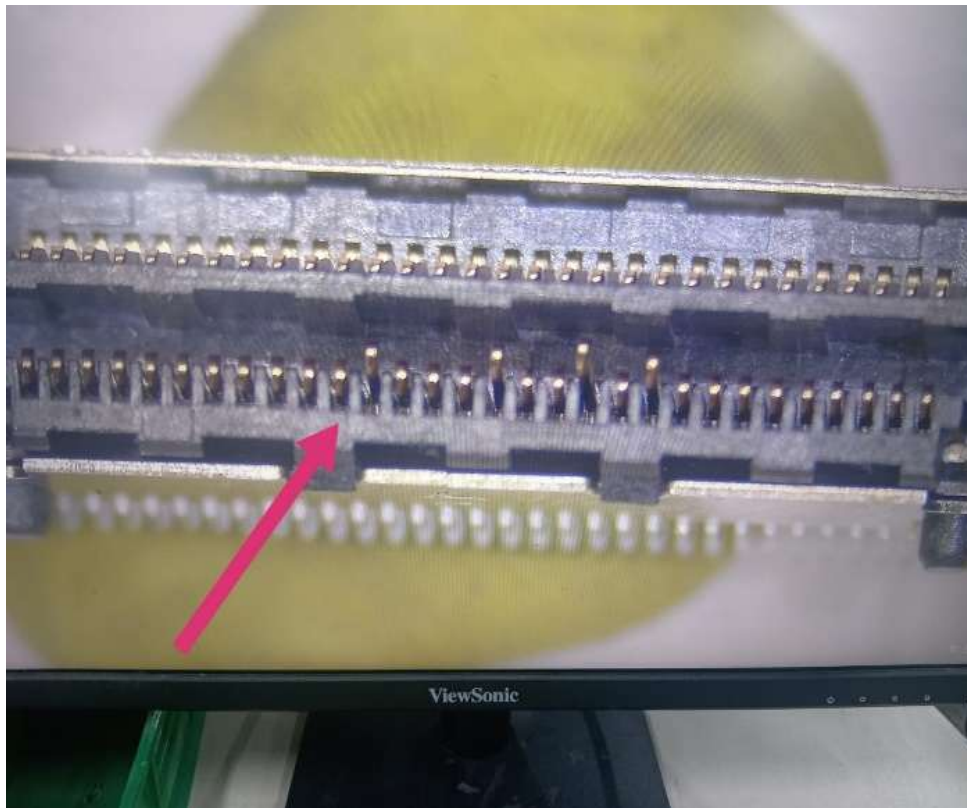
Nota: Obtenida de la empresa Samtec

Este grupo de conectores, que ilustra un grupo de conectores electrónicos, muestra una parte de la amplia gama de productos que Samtec ofrece a la industria electrónica. Estos conectores son esenciales para diversas aplicaciones, desde aquellos para telecomunicaciones hasta dispositivos médicos. En ellos se destacan la diversidad de uso y la calidad de los productos de Samtec. Cada conector está diseñado para cumplir con altos estándares de rendimiento y fiabilidad.

Contacto colapsado: Es para cuando se presenta una deformación o daño en los pines que impide una conexión eléctrica adecuada. Esto puede resultar en una pérdida de señal o en una conexión intermitente, lo que afecta el rendimiento del dispositivo. Los contactos colapsados son claves porque comprometen la integridad del sistema electrónico y pueden requerir reparaciones o reemplazos costosos.

A continuación, en la *figura 11* se muestra un conector *contacto colapsado*

Figura 11 *Contacto colapsado*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Un *contacto colapsado* en un conector de Samtec representa una falla crítica para el cliente, ya que puede interrumpir la transmisión de señales eléctricas. Este problema afecta la calidad del producto final y causa posibles fallas en el funcionamiento de los dispositivos electrónicos. En el nivel mundial compromete la reputación de Samtec, porque genera costos adicionales por reparaciones y reemplazos y afecta la confianza del cliente en la marca.

End cap: El *End cap* se refiere a la tapa final, que es una cubierta o tapa que se coloca en el extremo del *tooling* para proteger los *body's* y sellarlos. Se coloca para evitar que las piezas se salgan del nido en que han sido previamente colocadas por medio del *magazine*. Se evita así que estas se salgan del nido al recibir el golpe de la máquina durante el ensamble, lo que provoca daños en los *body's*.

A continuación, en la *figura 12* se muestra el *End cap* de la máquina de llenado.

Figura 12 End cap



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Su función principal es proteger el interior de contaminantes externos en donde se han colocado los *body's*, y asegurar que las partes internas permanezcan en su lugar y no se desacomoden. Se evita así que las piezas queden expuestas al golpe del ensamble y dañen una parte o totalmente al del de los conectores y se tenga que desecharlos como *Scrap*.

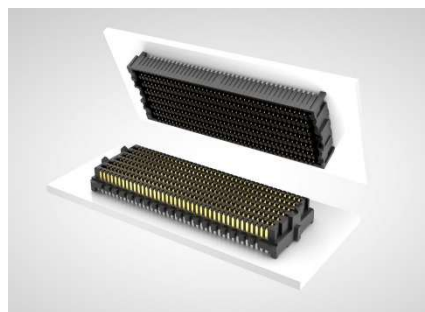
También sirven como punto de conexiones para otros conectores

En algunos casos también ayuda a mantener la presión o el vacío dentro del componente.

Ensamble: Se refiere al proceso de unir componentes individuales o varias piezas para formar un solo dispositivo o un sistema completo. El *ensamble* de conectores implica un proceso preciso y detallado que asegure la calidad y la funcionalidad en lo que sea requerido realizarlo. Como ejemplo importante en el ensamblaje de conectores cabe destacar el *ensamble* del conector macho con el conector hembra.

A continuación, se muestra, en la *figura 13*, el *ensamble* de un conector macho (conector inferior) con el conector hembra (conector superior)

Figura 13 Ensamble macho con ensamble hembra



Nota: Extraída de la empresa Samtec

El *ensamble* es fundamental en la fabricación de conectores electrónicos en Samtec, que incluye varias etapas durante el proceso de producción de un conector. El primer ensamblaje se realiza por medio de una máquina llamada *Fill Xolc*, que es alimentada por un *reel* que provee los pines metálicos de oro o estaño. Seguidamente se realizan los siguientes *ensambles*, siguiendo las instrucciones de la orden de trabajo y tomando en cuenta las especificaciones y opciones de *ensambles* requeridos por el cliente.

Layer: Conocida también como *foam bubble*, se refiere a un tipo de espuma protectora de color rosado utilizada para almacenar y transportar ensamblajes electrónicos. Esta espuma está elaborada para proteger los componentes electrónicos de golpes, vibraciones y descargas electrostáticas (ESD).

A continuación, en la *figura 14* se muestra una imagen del *layer* utilizado durante el proceso de fabricación.

Figura 14 Layer



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Los conectores no deben rozarse entre sí por varias razones importantes: el roce constante puede causar desgaste o daño en los conectores, porque afectan su integridad y funcionalidad; y porque los conectores dañados pueden fallar en su propósito, y esto resultar en problemas de calidad y

rendimiento en el producto final. También el contacto no deseado entre conectores puede provocar cortocircuitos, dañar los componentes electrónicos y poner en riesgo la seguridad del sistema.

Magazine: Es un contenedor o soporte utilizado para almacenar y organizar los conectores durante el proceso de ensamblaje automatizado. Su función principal es mantener los componentes en orden y accesibles, y facilitar su manejo y transporte dentro de la línea de producción. Además, ayuda a proteger los componentes de daños y contaminantes y asegurar que lleguen en perfectas condiciones a cada etapa del ensamblaje.

En la *figura 15* se muestra un *magazine* utilizado para el llenado de piezas en la serie **LSHM DV**.

Figura 15 Magazine



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Este *magazine* es esencial para optimizar la eficiencia y la calidad durante el ensamble de *Fill*. Contribuye directamente a la reducción de tiempos de inactividad y ante errores durante el proceso de producción. La manipulación correcta es crucial, ya que un manejo inadecuado puede dañar los componentes, exponerlos a contaminantes y provocar errores en el ensamblaje automatizado. Estos problemas pueden resultar en productos defectuosos y retrasos en la producción, y afectar la eficiencia y los plazos de entrega.

Máquina de *Fill Xolc*: La máquina de *Fill Xolc* es la encargada de realizar el primer ensamble de los conectores. Cada serie lleva su configuración específica y debe ajustarse según las instrucciones de trabajo requeridas por el cliente. Es indispensable seguir los requerimientos del plano para cada serie en particular, para que asegure que se cumplan todas las especificaciones técnicas. Esta precisión en la configuración garantiza la calidad y la funcionalidad de los conectores ensamblados.

Un manejo adecuado de la máquina es esencial para evitar errores y asegurar un proceso de producción eficiente.

A continuación, en la *figura 16* se muestra la imagen de una máquina de *Fill Xolc*.

Figura 16 Máquina de *Fill Xolc*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Este equipo automatizado asegura que los componentes se ensamblen con precisión y eficiencia desde el inicio del proceso. Su funcionamiento correcto es indispensable para mantener la calidad de los conectores. Además, la máquina ayuda a reducir tiempos de producción y a minimizar errores, lo que garantiza un flujo de trabajo continuo y eficiente. Un manejo adecuado de la *Fill Xolc* es esencial para evitar problemas en etapas posteriores del ensamblaje.

Máquina de K-dot: La máquina de *K-dot* es un dispositivo especializado diseñado para aplicar el *K-dot*, una opción solicitada por el cliente para facilitar la función específica del sistema de *pick and place*. Esta máquina asegura una colocación precisa y eficiente del *K-dot* que optimiza el proceso de ensamblaje y mejora la productividad en la línea de producción.

En la *figura 17* se muestra una imagen de la máquina de *K-dot*.

Figura 17 Máquina de *Kdot*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

La máquina de *K-dot* debe estar correctamente configurada dentro de los parámetros, tomando en cuenta las tolerancias especificadas dentro del plano para asegurar que el *Kdot* quede colocado de forma muy precisa, y agilice el proceso del sistema de *pick and place* (sistema robótico que optimiza los movimientos y el transporte de los conectores del empaque, y colocarlo con mucha exactitud en las tarjetas electrónicas (PCB) utilizadas por el cliente. Una configuración precisa garantiza que el *K-dot* se aplique de manera exacta y consistente, lo que no solo optimiza la eficiencia del proceso de ensamblaje, sino que también minimiza errores y retrabajos. Esto, a su vez, mejora la productividad y la calidad del producto final, para que se cumpla con las expectativas del cliente.

Micro-viu: El instrumento de medición *Micro-Vu* es esencial en la electrónica para realizar mediciones precisas de componentes y ensamblajes. Este instrumento utiliza tecnología de visión y sensores avanzados para medir dimensiones con alta precisión, lo que es indispensable en la fabricación y el control de calidad de los conectores. Su capacidad para detectar y medir características minúsculas asegura que los conectores cumplan con las especificaciones exactas, pues mejoran la fiabilidad y el rendimiento de los dispositivos electrónicos.

A continuación, se muestra, en la *figura 18*, un *Micro-Vu*, como instrumento de medición indispensable para realizar las medidas del conector y verificar si cumple con los requerimientos del plano.

Figura 18 *Micro vu*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

El *Micro-Vu* se utiliza para medir con precisión los conectores. En este instrumento se emplea también una magnificación para poder detectar la mayoría de los defectos que a simple vista no son detectables. Los sensores avanzados capturarán dimensiones exactas, y aseguran que los conectores cumplan con las especificaciones del diseño. Durante el proceso de inspección el *Micro-Vu* verifica características claves como el tamaño, la forma y la alineación de los conectores. Esto garantiza la calidad y la fiabilidad de los productos electrónicos y reduce el riesgo de fallas en el ensamblaje final.

Missing Pins: Se refiere a la ausencia de uno o más pines en un conector, lo cual puede causar fallas en la transmisión de señales o en el suministro de energía. Esta falta puede deberse a defectos causados durante el primer ensamble. Esto provoca daños físicos o errores en el diseño. Los *missing pins* pueden resultar de conexiones intermitentes o en la completa inoperatividad del conector afectado. Identificar y corregir estos problemas es de suma importancia para asegurar el funcionamiento adecuado de los sistemas electrónicos. La inspección visual, microscópica, y el uso de herramientas de diagnóstico son métodos comunes para detectar pines faltantes.

A continuación, en la *figura 19*, se muestra un conector con “*missing pins*” ocurrido durante el proceso de ensamblaje.

Figura 19 *Missing pins*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Este conector presenta *Missing pins* debido a una mala configuración de la máquina que ocurrió durante el proceso de ensamblaje. Esta configuración incorrecta provocó que la máquina no ensamblara los pines adecuadamente, y resultó en piezas con pines faltantes. La falta de estos pines puede afectar la funcionalidad y la integridad del ensamblaje final. Es clave revisar y ajustar la configuración de la máquina para evitar estos inconvenientes en el futuro.

Nido: Un *nido* es un *tooling* para el ensamblaje de conectores, que consiste en insertar diez piezas por medio del *magazine* y en que todas sean ensambladas en el mismo tiempo y velocidad, para optimizar y agilizar el proceso. En su diseño es una cavidad o soporte para mantener piezas en su lugar durante el proceso de ensamblaje. El nido asegura que las piezas se alineen correctamente y se mantengan estables mientras se realizan operaciones como llenado, soldadura o montaje. En la máquina de *Fill Xolc* el *nido* garantiza la precisión y eficiencia del primer ensamblaje, para minimizar errores y mejorar la calidad del producto final.

A continuación, en la *figura 20* se muestra un *nido* de la máquina *Fill Xolc*.

Figura 20 Nido



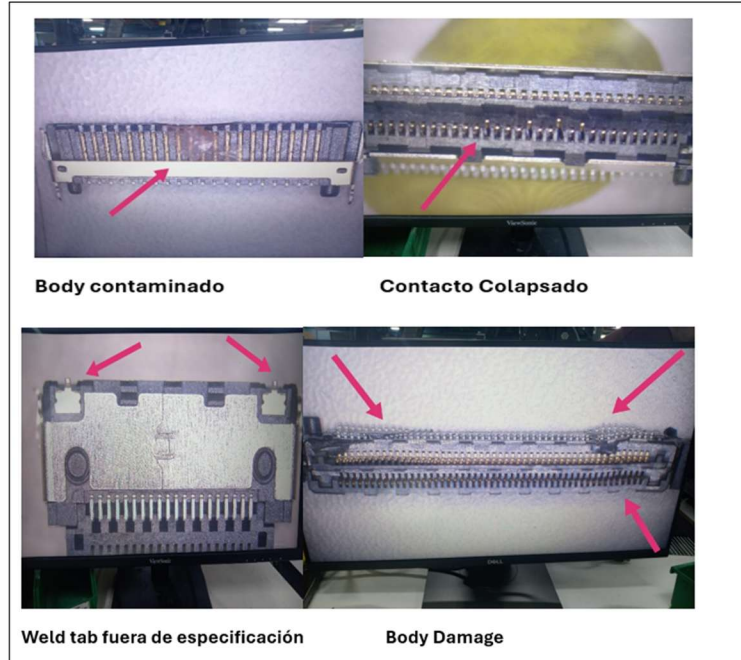
Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

El nido en la máquina *Fill Xolc* es crucial para el proceso de ensamblaje, ya que asegura que las piezas se mantengan en la posición correcta durante las operaciones. Su función principal es proporcionar estabilidad y precisión, y evitar desplazamientos que podrían causar errores. Al mantener las piezas firmemente en su lugar el nido optimiza el proceso de ensamblaje, reduce el tiempo de producción y mejora la calidad del producto final. Además, minimiza el riesgo de defectos, lo que resulta en una mayor eficiencia y en menores costos de producción.

Scrap: El concepto de *Scrap* en los conectores electrónicos se refiere a las piezas que son desechadas debido a fallas de calidad. Estos defectos pueden surgir durante algunos de los ensambles. El *Scrap* representa una pérdida económica significativa, ya que implica materiales y tiempo de producción. Además, un alto nivel de *Scrap* indica problemas en los procesos de producción que necesitan ser corregidos. Reducir el *Scrap* es esencial para mejorar la eficiencia y la rentabilidad en los conectores.

En la *figura 21* se muestran algunos ejemplos de *Scrap* más comunes que se presentaron durante algún proceso de ensamblaje de los conectores.

Figura 21 Scrap



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Algunos conectores presentan problemas de contaminación, contactos colapsados, medidas de *Weld tab* fuera de especificación y *body damage* debido a fallas en el proceso de fabricación o de ensamblaje. La contaminación puede ocurrir por partículas extrañas que aparecen durante la producción, mientras que los contactos colapsados pueden ser resultado de una presión excesiva o mal alineada. Las medidas de *Weld tab* fuera de especificación suelen deberse a errores en el corte o soldadura o a presión mal ejercida, y el *Body damage* puede ser causado por manejo inadecuado. Según la *figura 21*, estos defectos se consideran *Scrap* debido a que no cumplen con los estándares de calidad requeridos.

Shield: Es una barrera protectora que tiene como función bloquear la interferencia electromagnética (EMI) y las señales de radiofrecuencia (RFI). Este escudo está hecho de material conductor como cobre o aluminio, para evitar que las señales externas interfieran con el funcionamiento del conector. Además, el *shield* ayuda a contener las emisiones electromagnéticas generadas por el propio dispositivo, para proteger otros equipos cercanos. Su uso garantiza el rendimiento de los sistemas electrónicos.

A continuación, en la *figura 22*, se muestra un *shield* utilizado en la serie LSHM DV.

Figura 22 Shield

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

El *shield* utilizado en la serie de conectores LSHM es esencial para proteger contra interferencias de radiofrecuencia (RFI) y electromagnéticas (EMI). Este tipo de *Shield* asegura que las señales transmitidas por los conectores LSHM no tengan distorsiones y mejoren la señal. Además, ayuda a prevenir la emisión de interferencias desde los propios conectores para proteger a otros dispositivos cercanos. Es utilizado en aplicaciones en que la precisión de la señal es fundamental, como en equipos de telecomunicaciones y dispositivos electrónicos sensibles.

Setup o configuración de la máquina: Es el ajuste para preparar el equipo de producción para una operación específica. Esto incluye la programación de parámetros de operación la calibración de herramientas, y la alineación de componentes para asegurar precisión y eficiencia. Una configuración adecuada es importante para reducir el *Scrap* y garantizar la calidad del producto final. Además, un *Setup* bien realizado optimiza el tiempo de producción y mejora la consistencia en la fabricación de conectores electrónicos.

En la *figura 23* se muestra el panel de control, como mecanismo para configurar la máquina de *Fill*.

Figura 23 Panel de control



Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez

Este panel de control es el encargado de realizar la configuración (*Setup*) de la máquina de *Fill*, que asegura que todos los parámetros estén correctamente ajustados para el proceso de ensamblaje. Utilizarlo correctamente evita errores que puedan resultar en *Scrap*, es decir, si hay piezas defectuosas que deben ser desechadas. Una configuración precisa garantiza que la máquina opere eficientemente y que los productos finales cumplan con los estándares de calidad. Además, un *Setup* adecuado minimiza el tiempo inactivo y optimiza la productividad de conectores.

Tooling: Se refiere a las herramientas y equipos especializados que se utilizan en la fabricación de los conectores. El *tooling* es esencial para garantizar la precisión y la consistencia en la producción. Estas herramientas facilitan realizar operaciones específicas, como el ensamblaje en los conectores, de manera repetitiva y eficiente. El mantenimiento correcto del *tooling* es muy importante para minimizar defectos y optimizar la productividad, para asegurar que los productos finales cumplan con los estándares de calidad requeridos.

A continuación, se muestra, en la *figura 24*, un *tooling* de *Weld tab* de la serie LSHM RH.

Figura 24 Tooling



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

El *tooling* de *Weld tab* en la serie LSHM RH es clave para el ensamblaje preciso y eficiente de los *Weld tabs*. Este *tooling* asegura que los *Weld tabs* se coloquen y se suelden correctamente, y mantengan la integridad y la funcionalidad del conector. La precisión del *tooling* minimiza los defectos, y reduce el *Scrap* y mejora la calidad del producto final. Además, un *tooling* con un buen mantenimiento periódicamente optimiza el tiempo de producción y garantiza la consistencia en el ensamblaje, lo cual es esencial para cumplir con los estándares de calidad en la fabricación de los conectores.

Tray: Se refiere a una bandeja o soporte utilizado para organizar y transportar componentes electrónicos durante el proceso de fabricación y ensamblaje. Los *trays* están diseñados para mantener las piezas en una disposición ordenada, que facilita su manejo y reduce el riesgo de daños o pérdidas. Además, permite una fácil identificación y el acceso a los componentes, lo que mejora la eficiencia en la línea de producción. El uso de *trays* es esencial para mantener la calidad y la integridad de los componentes electrónicos, pues asegura que lleguen en perfectas condiciones a cada etapa del proceso.

A continuación, en la *figura 25* se muestra un *tray* que mantiene los conectores de manera ordenada.

Figura 25 Tray



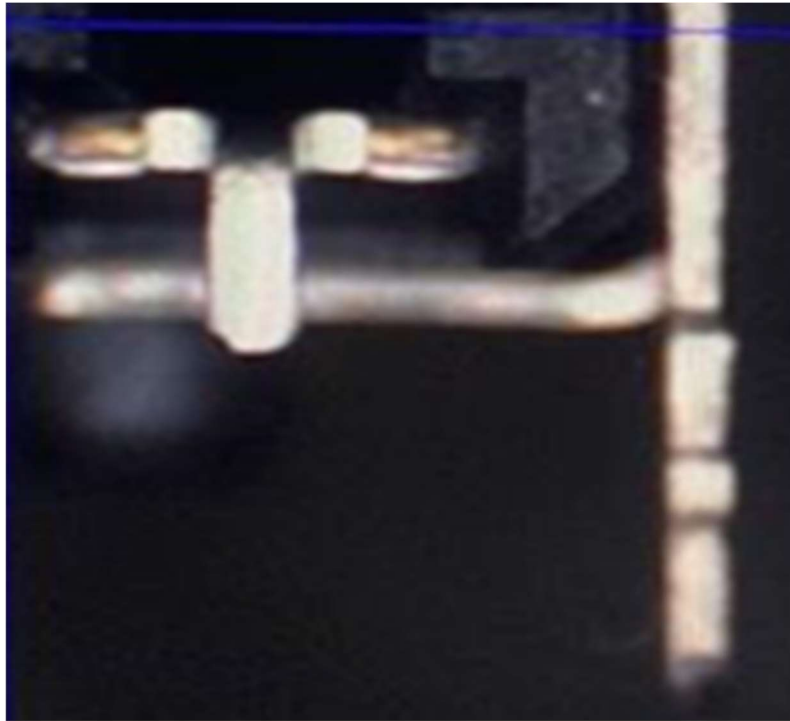
Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

La presentación ordenada de un *tray* es importante para asegurar que cada pieza esté correctamente colocada, para evitar errores que puedan causar fallas en auditorías internas. Este sistema garantiza que las piezas no serán colocadas incorrectamente, lo que mejora la precisión y la eficiencia del proceso. Además, los *trays* permiten que los ensamblajes estén expuestos, con lo que se facilita la detección de imperfecciones a simple vista. Esto no solo mejora la calidad del producto final, sino que también optimiza los procesos posteriores al facilitar la colocación de las piezas en otras máquinas detectoras, o que se realicen operaciones adicionales requeridas por el cliente.

Weld tab: Es una lengüeta utilizada en la producción de conectores ya que facilita la soldadura. Proporcionan un punto de contacto seguro en el que se puede aplicar soldadura de forma más precisa para asegurar una mejor conexión eléctrica. El *Weld tab* mantiene la integridad de las conexiones en entornos en los que se requiere alta fiabilidad. Además, su diseño permite una alineación más exacta para el ensamblaje, lo que mejora la eficiencia del proceso de producción y reduce fallas en el producto final.

En la *figura 26* se muestra un *Weld tab* utilizado en la serie LSHM DH.

Figura 26 *Weld tab*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

El *Weld tab* en este conector fija el punto de anclaje para la aplicación de la soldadura y asegura una excelente conexión eléctrica. El diseño facilita una fácil aplicación de soldadura, lo que mejora la eficiencia durante el ensamblaje y reduce el riesgo de fallas en la conexión. Además, este *Weld tab* mantiene la estructura del conector y soporta tensiones mecánicas. Esta función es indispensable para garantizar la durabilidad del conector en diversas aplicaciones en la industria electrónica.

Lean Manufacturing

A esta metodología se le conoce por diversos nombres: manufactura esbelta, manufactura ágil, sistema de producción Toyota, entre otros. Esta filosofía se ha constituido en una de las formas productivas más exitosas y revolucionarias de la industria, ya sea de producción o de servicio.

Concepto

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizado en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”; definidos estos como aquellos procesos o actividades en que se usan más

recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Figueredo, (2015, p.24)

Lean mira lo que no se debería estar haciendo, porque no le agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren todas las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, y gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados por Hernández y Da Silva, (2016).

Los mismos autores hacen mención:

Lean Manufacturing no es un concepto estático que se pueda definir de forma directa, pero tampoco es una filosofía radical que rompe con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio a pie de máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad. El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales, e incluso de servicios. Hernández y Da Silva, (2016)

Lean Manufacturing es un enfoque dinámico, el cual no puede ser definido en una sola línea, ya que involucra la combinación de diversas estrategias, métodos y herramientas destinadas a optimizar los procesos industriales y de servicios. Su innovación radica en la convergencia de técnicas empíricas respaldadas por la dirección y basadas en la mejora continua. La esencia del pensamiento Lean se transforma de manera constante a medida que se adquiere conocimiento sobre la manera de implementarla y adaptarla a este método técnico, en diferentes contextos manufactureros y de prestación de servicios.

Eficiencia y productividad

En un mundo cada vez más competitivo, la eficiencia y la productividad son conceptos clave en el área profesional y empresarial, porque se relacionan directamente con la habilidad de una organización para lograr sus metas con los recursos disponibles. La eficiencia y la productividad son elementos esenciales para mantenerse a la vanguardia y lograr el éxito.

Según Donovan (2012) la eficiencia se define como la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados para obtenerlos. Por otro lado, la eficiencia se refiere a la capacidad de realizar una tarea de la mejor manera posible, utilizando el tiempo y los recursos necesarios. La productividad está relacionada con la eficiencia porque implica lograr el máximo rendimiento con el menor esfuerzo posible.

En la actualidad, según Brennan (2020), la tecnología juega un rol fundamental en mejorar la eficacia y la producción en las diferentes organizaciones, las herramientas de tecnología como los sistemas de gestión comercial, el software de productividad y las aplicaciones móviles, que facilitan la colaboración entre los miembros del equipo, dado que automatizan procesos y optimizan el flujo de trabajo.

Eso no solo reduce el tiempo necesario para realizar una tarea, sino que también aumenta la productividad, los resultados obtenidos y la eficacia, ya que mantiene motivado y comprometido al personal que labora en la empresa.

Según Puma (2021), un equipo motivado y comprometido con los objetivos de la organización tiende a ser más eficiente y productivo, ya que se esfuerza por alcanzar sus metas y superar las expectativas. Por lo tanto, es importante invertir en el desarrollo personal y profesional de los empleados, reconocerles su trabajo y fomentar un ambiente laboral positivo.

Además, Gómez *et al* (2022) establecen una claridad de los objetivos para asignar labores de manera idónea y enfatizar plazos de entrega, ya que son prácticas básicas para optimizar el flujo de un equipo de trabajo. La planificación y la organización son aspectos clave para mejorar la eficiencia y la productividad. Del mismo modo, las habilidades de gestión del tiempo, delegar responsabilidades y dar prioridad a tareas mejora la eficiencia y la productividad en el trabajo.

La innovación y la creatividad también son elementos importantes para impulsar la eficiencia y la productividad en las organizaciones. Por su parte, Rodríguez, (2019) fomenta un ambiente que

promueva la innovación porque el pensamiento creativo permite encontrar soluciones originales a los problemas, al implementar mejoras en los procesos existentes y mantenerse a la vanguardia en un mercado competitivo. La capacidad de adaptarse a los cambios, experimentar con nuevas prácticas y buscar constantemente la excelencia son factores determinantes para lograr una mayor eficiencia y producción.

Así mismo, para considerar eficazmente los aspectos fundamentales en el ámbito laboral y empresarial, estos se relacionan directamente con la capacidad de una organización, para que alcance las metas propuestas en un tiempo corto con los recursos disponibles. Para mejorar la eficiencia y la productividad es importante utilizar herramientas tecnológicas, motivar y comprometer al equipo de trabajo; planificar y construir las tareas de manera efectiva y fomentar la innovación y la creatividad, y estar abiertos a los cambios y a las nuevas oportunidades. En un mundo cada vez más competitivo la eficiencia y la productividad son clave para mantenerse a la vanguardia y lograr el éxito en cualquier sector.

Control de calidad

El control de calidad es un proceso esencial dentro de una organización que busca garantizar la excelencia, para que el cliente sienta satisfacción por medio de la verificación y validación de los productos y servicios ofrecidos. Según Sánchez y Rodríguez, (2019), el control de calidad es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas realizadas por una compañía para avalar que los productos y servicios cumplan con los estándares de calidad establecidos.

Por su lado, para Solarte y Castro, (2019) el control de calidad se ha vuelto una práctica importante en un entorno empresarial altamente competitivo, para asegurar que todo esté eficientemente de acuerdo con los procesos de producción. Vale mencionar que el control de calidad no solo implica la verificación de los productos acabados, sino que también se centra en detectar posibilidades de problemas en las fases previas de productividad, para corregirlos de inmediato y evitar costos adicionales.

Según Narváez *et al* (2020), al implementar el sistema de control de calidad que se basa en los principios de *Total Quality Management* (TQM) eso permite identificar oportunidades de mejora, establecer indicadores de desempeño y fomentar en la organización una cultura de excelencia. Ahora, para implementar un minucioso chequeo de control de calidad es importante contar con herramientas y técnicas adecuadas.

Mientras tanto, Sánchez, (2021) utiliza algunas técnicas en el control de calidad, como son el muestreo estadístico, el análisis de causa raíz, la carta de control y la auditoría interna. Estas técnicas permiten evaluar de manera objetiva el desempeño de los procesos y tomar decisiones basadas en datos para mejorar la calidad de los productos y servicios, debido a que permite automatizar procesos, recopilar y analizar datos en tiempo real y facilitar la información entre las organizaciones existentes dentro de la compañía, ya que la tecnología también juega un papel importante en el control de calidad.

Ahora bien, Fernández y Erycson, (2022) manifiestan que el uso de sistemas de aseguramiento de calidad está basado en tecnología que reduce los tiempos de inspección, mejora la rastreabilidad de los artículos durante la cadena de suministro y facilita el control de calidad en un mercado globalizado y exigente, teniendo en cuenta que el control de calidad es un elemento clave para diferenciar a una empresa de la competencia, construir una reputación sólida y asegurar la fidelidad de los clientes.

En ese sentido, las empresas que invierten en el control de calidad pueden ahorrar dinero, aumentar la satisfacción del consumidor y ganar más dinero en el largo plazo. Dicho lo anterior, el control en la adecuación es un proceso esencial para todas las industrias que buscan garantizar la excelencia y la satisfacción garantizada del cliente por medio de la verificación y la validación de los productos y servicios que ofrece. Hechas esta salvedad, las empresas pueden mejorar sus procesos productivos, reducir costos y sostenerse competitivamente mediante la implementación de sistemas de gestión de calidad, el uso de herramientas y técnicas adecuadas y la incorporación de tecnología.

Herramientas para explicar el problema

El desarrollo de un procedimiento busca una mejora continua para el buen funcionamiento de la compañía mediante la definición, la evaluación y la mejora en el proceso Weld Tab. Para ello se requiere utilizar herramientas que permitan explicar la problemática que se quiere resolver; priorizar sus soluciones, verificar sus resultados e identificar sus causas. Estas herramientas pueden ser métodos, técnicas, modelos o software que faciliten la comprensión y la comunicación del problema y sus posibles soluciones.

Análisis FODA

El estudio FODA, conocido también como observación DAFO, es un instrumento ampliamente usado en el área organizacional y comercial de las empresas para identificar y verificar cuáles son

sus fortalezas, fragilidad, posibilidades y desafíos de la empresa o proyecto. Esta técnica permite conocer en profundidad cómo se encuentra la organización y las circunstancias externas que puedan afectar su futuro crecimiento. Según González (2019), al emplear esta herramienta (FODA) es indispensable poder planificar las estrategias de las diferentes industrias, porque esto permite verificar factores clave que pueden marcar el éxito o el fracaso de una compañía. El estudio no solo se limita a identificar los entornos dentro y fuera de la organización, sino que también ayuda a establecer estrategias para potenciar sus fortalezas y posibilidades, así como para mitigar los desafíos empresariales, ya que se analizan también las fortalezas de la organización, es decir, aquellos aspectos internos que le confieren ventajas competitivas.

Según Abal y Mamani, (2021), las fortalezas pueden estar relacionadas con la experiencia y los conocimientos del equipo de trabajo, la tecnología utilizada, la reputación de la empresa o la calidad de sus productos y servicios. Identificar y potenciar estas fortalezas es fundamental para asegurar el éxito en el largo plazo de la organización.

Por otro lado, Pérez (2023) refiere que la fragilidad se muestra en aquellos factores internos que restringen el desarrollo y crecimiento de la compañía, e indica la falta de los recursos económicos, la carencia de una preparación laboral, la escasez de innovación o la mala gestión de los procesos internos, que son algunas de las deficiencias. En cuanto a las oportunidades, indica que los factores externos de la organización se pueden aprovechar para su beneficio, y pueden estar relacionados con cambios en el mercado, el lanzamiento de nuevos productos o servicios, los cambios en la normativa legal o la apertura de nuevos mercados. Identificar y aprovechar estas oportunidades puede permitirle a la organización crecer y expandirse de manera sostenible.

Por último, las amenazas son factores externos que pueden poner en riesgo la viabilidad de la organización. Según Huarillocla, (2020), pueden estar relacionadas con la competencia, cambios en el entorno económico, crisis en el sector o cambios en la tecnología. Identificar estas advertencias y establecer estrategias para hacerles frente es fundamental para garantizar la continuidad del negocio. El análisis FODA es una herramienta fundamental para cualquier organización que desee planificar su estrategia en el largo plazo, y esencial para la planificación estratégica de cualquier organización.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta utilizada para identificar y visualizar las posibles causas de un problema específico. Este fue elaborado por Kaoru Ishikawa en la década de 1960 como una forma de ayudarles a las empresas a identificar y abordar las causas subyacentes de sus problemas.

Según Montoya (2019):

El Diagrama de *Ishikawa* es una herramienta efectiva para organizar y analizar las causas potenciales de un problema de manera sistemática. Al dividir el problema en categorías específicas, como personas, procesos, materiales y entorno, el diagrama ayuda a identificar las posibles causas y a determinar las interacciones entre ellas. (p.88)

Además, Rodríguez (2021) destaca que “el Diagrama de *Ishikawa* fomenta la colaboración entre los miembros de un equipo al permitirles contribuir con sus ideas y perspectivas sobre las posibles causas de un problema”. (p.56). Al trabajar juntos para completar el diagrama los miembros del equipo pueden desarrollar una comprensión compartida del problema y sus causas subyacentes, lo que facilita la identificación de soluciones efectivas.

Este diagrama se utiliza para encontrar críticas que deben ser corregidas, como una forma de identificar en las organizaciones aspectos por abordar, de acuerdo con los recursos efectivos con los que cuenta la organización. Saavedra (2022) refiere que algunos diagramas, como este, se han utilizado desde la antigüedad y han tenido diferentes nombres; sin embargo, son utilizados con el mismo propósito. Este diagrama también es conocido como causa efecto de espina de pescado. Es realmente una herramienta que se utiliza para realizar análisis y poder identificar algunos problemas existentes en organizaciones o equipos. Fue desarrollado por el ingeniero japonés Kaoru Ishikawa en el 1960. Este ingeniero japonés creó este diagrama para identificar problemas y ayudar a los equipos empresariales a organizar sus ideas en áreas específicas.

Por su parte, González (2018) señala que el propósito de esta herramienta es formar la espina de pescado, en que la estructura del diagrama representa los problemas y las espinas representan las causas principales. También puede llamarse consecuencia. Algunos autores han hablado de la importancia de este instrumento, al mencionar que es útil en los servicios ofrecidos en diferentes entes u organizaciones. Se considera que es utilizado en campos como el educativos, de salud y tecnológicos por la diversidad de uso de esta herramienta.

El Diagrama de Ishikawa es una herramienta útil para encontrar y visualizar las causas potenciales de un problema; para promover la cooperación entre los miembros de un equipo, para dar prioridad a las causas que se han identificado y en general para encontrar soluciones efectivas. Esta herramienta ha demostrado ser útil para las empresas que intentan superar los desafíos a que se enfrentan en un ambiente empresarial cada vez más competitivo. También se usa para mejorar su el desempeño de la compañía mediante su uso en una amplia gama de situaciones, como buscar habilidades para fomentar la colaboración entre los miembros del equipo. Empleado para detectar y analizar las causas potenciales de un problema se convierte en una herramienta valiosa para mejorar el desempeño organizacional y abordar los desafíos a las que se enfrentan las empresas en un ambiente empresarial cada vez más competitivo. Por lo tanto, este diagrama sigue siendo una herramienta relevante y útil en la gestión de la calidad y la resolución de problemas en las organizaciones actuales.

Diagrama de Pareto

Este otro diagrama se basa en el principio de la aproximación de 80% de los problemas que provienen de 20% de las causas, lo que implica que se puede lograr una mayor eficiencia en esos casos si se procura determinar las causas principales del problema. A su vez, este instrumento permite clasificar, identificar y priorizar los problemas o situaciones que requieren mayor atención en una empresa. Lo afirma Barrezueta, (2020) en su enunciado, que lo refiere como poderoso e innovador para la mejora continua en las organizaciones y en la gestión de la calidad”.

Las empresas pueden asignar recursos de manera más efectiva y tomar decisiones informadas para abordar las áreas críticas para identificar las causas principales de los problemas. Este enfoque de "pensar en grande” pero actuar en pequeño" les permite lograr resultados significativos en un período corto.

Según la apreciación de Chávez *et al* (2019) este diagrama es especialmente útil en situaciones en las que los recursos son limitados y por eso es necesario priorizar las acciones para lograr los objetivos organizacionales. Esto permite visualizar de manera precisa y concisa aquellas áreas de mayor impacto, lo cual facilita cualquier toma de decisiones en planes estratégicos. También conocida como la curva de distribución ABC, sigue siendo una herramienta útil para las organizaciones en la era actual de la transformación digital y la inteligencia artificial, puesto que,

al enfocarse en las causas principales, las empresas pueden maximizar el retorno de la inversión y lograr resultados tangibles en un plazo más corto.

Esta complejidad y la interconexión de los sistemas modernos hacen que sea aún más importante identificar y abordar las causas principales de los problemas, que es un enfoque de "menos es más". Eso les permite a las organizaciones simplificar su enfoque y lograr resultados impactantes en un entorno cada vez más competitivo. Además, el Diagrama de Pareto se ha adaptado a las nuevas tendencias del control de calidad y del mejoramiento continuo. El uso de estrategias analíticas avanzadas, como la extracción de datos y el aprendizaje digitalizado, les ha permitido a las organizaciones mejorar la precisión y la efectividad del gráfico. Esta evolución tecnológica ha ampliado las capacidades del Diagrama de Pareto y también les ha permitido identificar patrones y tendencias ocultas que antes no eran visibles. En la actualidad se utiliza en una amplia variedad de industrias y sectores, para la fabricación y hasta para la prestación de servicios básicos y en la salud, Según Rodríguez (2022):

Este diagrama es una herramienta muy útil que se puede aplicar en diferentes contextos y situaciones para identificar y priorizar los problemas más críticos. Su simplicidad y eficacia la convierten en una herramienta indispensable para las organizaciones que buscan mejorar su desempeño y lograr la excelencia operativa. (p.33)

Por tal motivo, su propósito está basado en descubrir las causas fundamentales de los problemas, lo que les permite a las compañías maximizar su impacto y lograr resultados significativos en poco tiempo. Es una herramienta esencial para la gestión de la excelencia y para la mejora constante en las organizaciones. El Gráfico de Pareto se ha adaptado a las nuevas tendencias en la gestión de la calidad, y sigue siendo relevante en la actualidad en medio de la revolución digital y la inteligencia computacional; muy de moda, por cierto. Las organizaciones hoy pueden abordar de manera efectiva los desafíos que se les presentan ya que pueden simplificar su enfoque y asignar recursos de manera más eficiente con esta herramienta.

Diagrama de flujo

Para mostrar los pasos de un proceso y la secuencia de acciones y decisiones que se deben tomar para lograr un objetivo específico se utiliza el diagrama de flujo, una herramienta visual. Su sencillez y claridad lo convierten en una herramienta útil para encontrar cuellos de botella, optimizar procesos y comunicar de manera efectiva la secuencia de actividades por realizar. Según

Behjat (2020), “el diagrama de flujo es una técnica que facilita la representación de procesos complejos de manera sencilla y comprensible”. (p.99). El objetivo principal del diagrama de flujo es simplificar la comprensión de procesos complejos, lo que permite identificar rápidamente las etapas necesarias y las desviaciones que pueden surgir durante su ejecución. De esta manera se pueden identificar de forma clara y rápida los pasos necesarios para realizar una tarea o alcanzar un objetivo específico. En palabras de Robertson (2020):

El diagrama de flujo es una herramienta fundamental para la identificación de oportunidades de mejora en los procesos, ya que permite visualizar de manera clara y concisa la secuencia de actividades y decisiones que se deben tomar para alcanzar un objetivo específico. Se utiliza en diferentes áreas y sectores, tales como la industria, la logística, la ingeniería, la informática, entre otros, debido a su versatilidad y capacidad para representar de manera gráfica los procesos y flujos de información”. (p.33)

En consecuencia, el diagrama de flujo se convierte en una herramienta útil para analizar y optimizar procesos, identificar cuellos de botella y tomar decisiones informadas. Una de sus ventajas es que representa de manera concisa y clara la secuencia de actividades y decisiones que deben tomarse durante un proceso, lo que facilita la comprensión y la identificación de posibles mejoras. A su vez, permite identificar de manera rápida y sencilla las etapas necesarias para lograr un objetivo específico, lo cual lo ha convertido en una herramienta esencial para la gestión y la mejora de procesos en las organizaciones en la actualidad.

Este diagrama representa procesos complejos de manera sencilla y comprensible, por lo que permite identificar de forma rápida y clara los pasos necesarios para alcanzar un objetivo específico. Su versatilidad y capacidad para representar de manera gráfica los flujos de información lo convierten en una herramienta útil para analizar y optimizar procesos, por lo que para aumentar la eficiencia y la productividad en las empresas se deben identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas.

Matriz causa-efecto

El diagrama causa-efecto también es utilizado como se utiliza el diagrama Ishikawa, de la misma forma como se utiliza este. Es decir, se utiliza para visualizar problemas específicos y para ver sus efectos, es decir, puntualizando de una manera gráfica algunos problemas y categorizándolos a lo largo de la espina. Según Martínez (2019):

La Matriz Causa-Efecto es una herramienta efectiva para analizar y comprender las causas subyacentes de un problema, permitiendo identificar las posibles fuentes de variabilidad que pueden estar contribuyendo al efecto no deseado. De esta forma, se puede abordar el problema de manera estructurada y sistemática, buscando soluciones efectivas y sostenibles a largo plazo. (p.66)

En palabras de Martínez (2019), también refiere:

La Matriz Causa-Efecto es una herramienta poderosa para identificar las causas raíz de un problema, permitiendo a los equipos de trabajo profundizar en el análisis y comprensión de las interrelaciones entre los diferentes factores que pueden estar contribuyendo al efecto no deseado. (p.89)

Esta herramienta favorece el trabajo colaborativo y la identificación de soluciones efectivas, y promueve un enfoque holístico y orientado a la mejora continua. La matriz causa-efecto se utiliza en diversos campos y sectores, tales como la industria, la salud, la educación, entre otros, debido a su versatilidad y a la capacidad para identificar las causas subyacentes de un problema de forma visual y estructurada. De acuerdo con lo expresado por Céspedes y Guillén (2020), para aumentar la eficiencia y la productividad en las empresas se deben identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas. La capacidad de fomentar la reflexión y el análisis crítico es una ventaja de la matriz causa-efecto. Esto les permite a los equipos de trabajo encontrar de manera sistemática las causas fundamentales de un problema y buscar soluciones sostenibles y efectivas en el largo plazo.

Así mismo, López (2021) define esta herramienta así: "Es una herramienta básica para el análisis de situaciones complejas porque facilita las decisiones informadas que han de tomarse y enfocadas en la mejora continua, al visualizar de manera clara y concisa las posibles causas y efectos relacionados." (p.12). En la actualidad la Matriz causa-efecto se ha convertido en un instrumento indispensable para la tramitación en la calidad y el contante mejoramiento en las organizaciones, ya que permite identificar de manera proactiva las causas raíz de un problema y diseñar estrategias efectivas para su resolución.

De igual manera, para Ignacio (2023), la Matriz causa-efecto es una herramienta clave para la identificación y el análisis de las causas subyacentes de un problema, porque les permite a las organizaciones mejorar sus procesos, productos y servicios de manera estructurada y efectiva, para

identificar el origen de la dificultad presentada, y eso les permite a los equipos de trabajo analizar de manera estructurada las posibles interacciones entre los diferentes factores implicados, y buscar soluciones efectivas y sostenibles de largo plazo, lo que se convierte en la mejor estrategia para el fortalecimiento estructural de las organizaciones empresariales.

Herramientas para medir las consecuencias

Actualmente existen varios instrumentos y herramientas para diseñar procesos y mejorarlos en distintos ámbitos, y lograr así representar los procesos e ideas durante el flujo de trabajo. La especialización de cada herramienta cuenta con diversos puntos débiles y con algunas ventajas a la hora de medir las consecuencias.

Análisis de costos

Este proceso, principalmente analítico, es importante para la toma de decisiones estratégicas, para optimizar los recursos y para maximizar la rentabilidad en las empresas. A su vez, es un instrumento clave en el ámbito empresarial, porque les permite a las organizaciones identificar, medir y evaluar los presupuestos relacionados con la producción de bienes o la prestación de diversos servicios. El análisis de costos es un proceso continuo que implica la identificación de los costos directos e indirectos involucrados en la producción de bienes o prestación de servicios, así como la asignación adecuada de estos costos a los productos o servicios correspondientes. Este proceso les permite a las organizaciones conocer el costo real de sus operaciones y tomar decisiones informadas sobre precios, presupuestos y estrategias de producción. Esto, según mencionan Zambrano *et al* (2018).

Por su parte, Martínez (2019) refiere que estas evaluaciones de costos son cruciales para evaluar la reducción de los gastos y optimizar el buen funcionamiento de la empresa, la eficacia en la generación de ganancias con los productos o servicios, así como para encontrar otros aspectos por mejorar. En este sentido, para evaluar el impacto económico de las decisiones tomadas en cada una de estas áreas funcionales, este tipo de análisis se utiliza en una variedad de áreas funcionales de la empresa, como la producción, el *marketing* digital, los beneficios para los recursos humanos y las finanzas, así como para encontrar oportunidades de ahorro, optimización de recursos y maximización de la rentabilidad, y las organizaciones pueden realizar un análisis minucioso de los costos.

En este mismo orden de ideas, Hilario *et al* (2020) mencionan que el análisis de costos les permite a las organizaciones identificar los recursos fijos y variables, así como los directos e indirectos, a

fin de tomar las mejores decisiones, fundamentadas en la información económica y financiera disponible. Hay que mencionar, además de una ventaja de la evaluación de gastos, el tener la habilidad para identificar aquellas áreas de la empresa en donde se puedan implementar medidas para reducir los costos, mejorar los procesos o aumentar la eficacia operativa, pues actualmente la evaluación de gastos se ha convertido en una pieza financiera clave para la gestión empresarial, especialmente en un ambiente económico globalizado y altamente competitivo.

Por ello, para Rodríguez (2022) es preciso resaltar que en el mercado moderno las organizaciones empresariales que analizan minuciosamente sus costos tienen una ventaja significativa, ya que pueden encontrar áreas de mejora mediante sus operaciones y tomar decisiones estratégicas que les permitan ser más efectivas y rentables. La evaluación de costos se hace en la vida diaria de la administración empresarial, para que identifiquen y analicen los costos relacionados con la fabricación de bienes o la prestación de servicios.

Es por eso por lo que, por medio de este proceso analítico, las grandes corporaciones pueden descubrir oportunidades para ahorrar, mejorar la rentabilidad y optimizar los recursos en beneficio de sus contribuyentes, y reflejar un ambiente empresarial cada vez más competitivo, en el que la evaluación de costos se ha convertido en un área principal del éxito y en la sostenibilidad de las compañías.

Indicadores de desempeño

Surgen por ser utilizadas como las métricas cuantitativas o cualitativas, que sirven para evaluar el desempeño y el cumplimiento de los objetivos de una empresa, área, grupo o actividad organizacional específica. También se conocen como indicadores clave de desempeño o *Key Performance Indicators*, como se les nombra en inglés. Se puede decir también que se requieren suficientes datos para evaluar los avances, encontrar oportunidades de mejora y tomar decisiones fundamentadas con el fin de maximizar los resultados.

Todas estas ideas las menciona Martínez, (2019) y agrega que los indicadores de desempeño son herramientas clave en la gestión empresarial, porque les permiten a las organizaciones monitorear y evaluar su rendimiento en función de los objetivos estratégicos establecidos. Estos indicadores pueden estar relacionados con diferentes áreas de la organización, como ventas, finanzas, operaciones, recursos humanos, entre otros, y se utilizan para medir el impacto de las acciones tomadas en cada una de estas áreas.

Cabe destacar la importancia de seleccionar las mediciones relevantes y alineadas con los principales propósitos de la organización, de modo que reflejen de manera precisa el rendimiento y la eficacia de las actividades desarrolladas. Estos deben ser medibles, claros, objetivos, relevantes y estar vinculados directamente con los resultados esperados. Estos parámetros de rendimiento pueden clasificarse en diferentes categorías, que señalan la eficiencia, el nivel de eficacia, los indicadores de productividad, entre otros, dependiendo del aspecto del desempeño que se desea evaluar

A su vez, Hilario *et al* (2020) mencionan que la selección adecuada de los indicadores de desempeño es fundamental para evaluar de manera integral el desempeño de las organizaciones y para garantizar que se estén alcanzando los objetivos establecidos. Pues una de las ventajas de poner en funcionamiento estas evaluaciones métricas es su capacidad para obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el rendimiento de la organización, para establecer metas claras y medir el impacto de las iniciativas implementadas.

Una vez más, López (2020) señala que el desempeño desarrollado en estas evaluaciones para medir la gestión empresarial moderna proporciona información relevante y actualizada, que facilita la toma de decisiones asertivas en el rendimiento y el cumplimiento de los objetivos de una organización, departamento, equipo o proceso específico.

Investigación de mercado

Esta área principal de la organización empresarial tiene como propósito asimilar de manera efectiva cuáles son las preferencias y necesidades y los comportamientos de los consumidores y de los futuros clientes, así como evaluar la competitividad en el ambiente que rodea a la compañía. Por eso es catalogada como un proceso de sistemas que recopila, analiza e interpreta toda aquella información o aquellos datos importantes de un mercado específico por medio de encuestas y entrevistas de observación de grupo, directas o indirectas. Es con muchas de estas formas con las que se puede llevar a cabo una correcta investigación de mercadeo.

Según Martínez (2019), la investigación de mercado les ayuda a las organizaciones a obtener información valiosa sobre el mercado en el que operan, a identificar oportunidades de crecimiento, a evaluar la viabilidad de un nuevo producto o servicio, a comprender las necesidades de los consumidores y a tomar decisiones informadas basadas en datos objetivos.

Una vez más, para Martínez (2019) es importante destacar el valor de realizar una investigación de mercado minuciosa y detallada para garantizar la credibilidad y la precisión de los datos recopilados. A su vez permite establecer objetivos definidos, elegir la metodología más adecuada, recopilar datos pertinentes, analizar la información, y llegar a conclusiones y recomendaciones como parte de este proceso.

Por su lado, Hilario *et al* (2020) resalta cómo las necesidades y los objetivos particulares de cada proyecto están rodeados por varios tipos de investigación de mercado, como son: la exploratoria, la descriptiva, la causal, la experimental y los objetivos planteados; el tipo de información que se busca y los recursos que estén disponibles para llevar a cabo dicha investigación por cuanto son los determinarán cuál es la metodología por implementar

Mapa de análisis del proceso

Es importante contar con herramientas como el mapa de análisis de procesos para lograr una optimización eficaz de todas las operaciones. En este sentido, autores como Porter y Millar (2018) han resaltado “la importancia de analizar a fondo los procedimientos de una industria para verificar posibles sectores de mejoras y para que la producción competitiva sea sostenible en los años venideros”. El mapa de análisis de procesos no solo permite visualizar las etapas de un proceso sino también para identificar las interacciones entre ellas y los posibles cuellos de botella. (p.63).

Además, Chang *et al* (2016) comentan que el mapa de análisis de procesos también puede ser utilizado para enfatizar los indicadores que se desempeñan y que permitan chequear la calidad durante su elaboración. Estos indicadores son fundamentales para poder medir el impacto de las mejoras implementadas y para tomar decisiones basadas en datos concretos.

En ese sentido, Hammer y Stanton, (2020) describen la importancia de utilizar herramientas como el mapa de análisis de procesos en el cuadro de digitalización corporativa, que permite agilizar las operaciones, reduce los ciclos de respuesta y mejora la experiencia del consumidor, lo que aventaja a las compañías competitivamente de una manera significativa. A su vez, permite identificar de manera precisa las oportunidades de mejora con mayor exactitud y así permite involucrar al personal de la organización en el análisis de los procedimientos. Se obtienen así diferentes puntos de vista y las distintas experiencias permiten descubrir cosas que podrían no ser obvias para un equipo más pequeño de trabajadores.

Se dan así soluciones exitosas, y, además, el aporte de conocimientos jerárquicos y de los departamentos garantiza que las soluciones pautadas se implementen de manera efectiva y que haya una mayor probabilidad de que las soluciones se ajusten a las necesidades reales y que se ejecuten correctamente cuando todos están involucrados desde el principio. Entonces, trabajar unidos en este estudio es esencial para una gestión efectiva y una mejora constante en las empresas.

En ese sentido de la idea, (Rodríguez y Silveira, 2020) denotan que la visualización transparente permite el entendimiento y la comunicación entre los miembros del equipo, al presentar representaciones gráficas de los procesos- Además, todas las personas pueden constatar cómo se conectan los diversos pasos y dónde puedan visualizar los problemas que se presenten. Ahora bien, en cuanto a las sinergias, es más sencillo encontrar oportunidades para ajustar o combinar faenas o recursos, al observar el flujo completo de los procedimientos, y esto, podría conducir a colaboraciones que ahorren recursos y tiempo empleado. En tal sentido, se pueden encontrar duplicidades innecesarias para ir eliminando los desechos y a su vez se optimiza el flujo de trabajo acelera los recursos de una manera más efectiva para ir aumentando la productividad.

Para ir concluyendo con este orden de ideas, el mapa analítico procesal también puede ser utilizado como parte de la gestión del cambio, al involucrar a los empleados para el reconocimiento de las mejoras y para que aporten soluciones que faciliten la adopción de los cambios propuestos, y que se promueva en equipo una cultura orientada a la evolución continua.

En definitiva, con la búsqueda de la excelencia operativa y el crecimiento constante de las organizaciones por medio de su implementación es posible identificar oportunidades de mejora, optimizar los procesos y garantizar un trabajo de calidad en toda su operatividad. Es posible clarificar oportunidades, desechar rutinas que quitan tiempo en optimizar los recursos disponibles, lo que conlleva tener una ventaja competitiva significativa en un entorno, que cada vez es más cambiante y exigente.

Análisis de los 5 porqués

La de los cinco porqués es una técnica empleada en las áreas como la resolución de problemas y la mejora continua, es decir, que consiste en descubrir la causa principal de una dificultad mediante la formulación de cinco preguntas sucesivas, que tienen como objetivo descubrir, más allá de los síntomas evidentes y superficiales, ahonda en las situaciones identificadas, para tomar luego las medidas correctivas necesarias y solucionar el problema de manera efectiva.

En ese sentido, Taiichi Ohno, el padre del Sistema de Producción Toyota, ha creado esta herramienta esencial en la metodología LEAN, la cual consiste en abordar un problema, en vez de limitarse a encontrar la causa inmediata. Por ello, esta planificación estratégica sugiere investigar "por qué" se presenta el inconveniente. De esta manera se busca llegar a la raíz de la causa, lo que permite encontrar soluciones más duraderas y efectivas.

Rother y Kata (2010) nombran al autor Toyota Kata en su obra *Management People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*, y también hacen formulaciones acerca de la técnica de los 5 porqués, como una herramienta esencial para desarrollar la mentalidad Kaizen en las organizaciones. Así mismo, ambos expertos promueven en sus comentarios la resolución sistemática de problemas y la mejora continua.

En ese mismo orden de ideas, algunos autores contemporáneos han resaltado la importancia y la efectividad de la técnica de los 5 porqués. Por ejemplo, en el libro *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 100 Tools for Improving Quality and Speed*, comentado por George *et, al* (2004), lo que hace a esta técnica muy valiosa para encontrar los fundamentos principales de los problemas, lo que permite abordarlos de manera más efectiva y rápida.

Se considera que la técnica de los 5 porqués puede ser muy beneficiosa en múltiples ámbitos, tanto en la industria fabricante como en los servicios, puesto que promueve estrategias que siguen siendo ampliamente empleadas en organizaciones de todo tipo, por ejemplo, para optimizar los procesos y alcanzar la excelencia debido a su eficacia y a su facilidad de uso. Por tal motivo, como ya se ha mencionado, su base se centra en, 1 - Establecer la causa principal del problema, 2 - Entender las razones que están detrás del incidente, 3 - Resolver los problemas de manera efectiva, 4 - Evitar que estos problemas se repitan y 5 Aumentar la eficiencia de la calidad en los procesos de toda organización que implemente esta excelente estrategia.

Herramientas del diseño

Este diseño permite tener como objetivo, mediante la recopilación de información por medio de un equipo según el nivel de experiencias y habilidad como la planificación a la hora de implementar y auditar hasta el fin de la vida útil, con prevalencia y por medio de una matriz de priorización, mapa de empatía o método SCAMPER, que son eficaces en los diseños de procesos, así como para ser aplicadas en el presente proyecto.

Matriz de priorización

Es una herramienta de gestión empleada en la toma de decisiones, que son informadas por medio de la asignación de recursos y la planificación de actividades. Esta técnica ayuda a identificar y evaluar de manera objetiva los diferentes elementos o tareas que se deben abordar, para luego establecer un orden de importancia en función de ciertos criterios definidos previamente. En la actualidad, la utilización de la matriz de priorización se ha vuelto cada vez más popular en diferentes campos y disciplinas, ya que les permite a las personas encargadas de hacer el plan de trabajo organizar y optimizar sus actividades de manera eficiente. Seguidamente, según Lozano y Flautero (2020), la matriz de priorización es una herramienta clave para determinar cuáles tareas son más urgentes o importantes, lo que facilita la toma de decisiones rápidas y efectivas. En la gestión de proyectos la matriz de priorización juega un papel fundamental en la identificación de los riesgos y la asignación de recursos.

Para González (2018), la matriz de Eisenhower, como también se la conoce, permite evaluar de manera sistemática los diferentes elementos que pueden afectar el éxito de un proyecto, y ayuda a priorizar las acciones que son fundamentales para su realización. Además, en el ámbito empresarial este modelo de priorización se utiliza para evaluar la viabilidad y los beneficios de diferentes proyectos o iniciativas. Así mismo, el hecho de priorizar ayuda a focalizar los esfuerzos en aquellas actividades que tienen un mayor impacto en el logro de los objetivos estratégicos de la organización, y optimiza el uso de los recursos disponibles.

Por otro lado, en el contexto educativo, en particular, se ha convertido en una herramienta clave para la planificación curricular y la evaluación del aprendizaje, lo que permite identificar los contenidos más relevantes y significativos para el logro de los objetivos de aprendizaje, lo que facilita la toma de decisiones sobre cuáles son los aspectos en los que hay que enfocarse durante el proceso de enseñanza.

En opinión de Gómez, (2018), quien refiere que esta es una herramienta versátil y poderosa, pues permite a individuos y organizaciones priorizar sus acciones y decisiones de manera eficaz, "la matriz de priorización ayuda a visualizar de forma clara y objetiva cuáles son las tareas o elementos más importantes o urgentes, lo que facilita enfocar nuestros esfuerzos en aquellas actividades que generan un mayor impacto.

Sabiendo cuál estrategia de logística utilizar para la gestión eficaz de proyectos, tareas o actividades, ya que permite asignar recursos de manera inteligente, mediante la evaluación de criterios preestablecidos, esta técnica permite identificar y clasificar las tareas o elementos según su importancia y urgencia, y facilitar los planteamientos establecidos por cumplir y la optimización de recursos.

En definitiva, la matriz de priorización es una implementación estratégica crucial para tomar decisiones, ya que les permite a los individuos y organizaciones evaluar de manera objetiva y sistemática las diferentes opciones disponibles, con prioridad de aquellas que tienen un mayor impacto y valor en el éxito de los proyectos propuestos. Es así como, por medio de la evaluación de criterios claros y objetivos, esta técnica ofrece un marco de referencia para identificar y priorizar las tareas o elementos más importantes, lo cual posibilita enfocar los esfuerzos en aquello que realmente importa.

Mapa de empatía

De acuerdo con Gómez y Romero (2021), esta plantilla es una herramienta utilizada en el ámbito del diseño de productos o servicios para comprender mejor las emociones de los clientes. Consiste en una representación gráfica que se divide en seis secciones, cada una de las cuales recopila información relevante sobre las necesidades, deseos, emociones y comportamientos de los usuarios, siendo empáticos. Es como ponerse en los zapatos de los usuarios para comprender sus motivaciones y aspiraciones de una manera más profunda.

Moya, (2018) establece que el mapa de empatía es un instrumento que les permite a los equipos de trabajo profundizar en el conocimiento de los usuarios, e identifica sus necesidades no declaradas y esto genera *insights* valiosos para el proceso de diseño, el cual se compone de seis secciones principales, que son: pensamientos, sentimientos, necesidades, frustraciones, deseos, aspiraciones, influencias externas y comportamientos. Esta técnica ayuda a crear perfiles de los compradores más detallados y realistas, lo que, a su vez, facilita las decisiones que se han de tomar sobre el desarrollo de productos o servicios. El proceso de elaboración de un mapa de empatía suele incluir la realización de entrevistas, observaciones y análisis de datos cualitativos para recopilar información relevante sobre los usuarios. Aunado a esto, cabe resaltar la opinión de Pérez (2022), quien indica:

... el mapa de empatía se convierte en una herramienta clave para sintetizar y visualizar de manera efectiva la información obtenida durante la fase de investigación, permitiendo a los diseñadores y equipos de trabajo identificar oportunidades de mejora y potenciar la experiencia del usuario. (p.56)

Al mismo tiempo, para Ruiz, (2020) es una implementación que promueve la comprensión profunda de los consumidores, permitiendo que los equipos de trabajo puedan diseñar soluciones acordes a sus necesidades y expectativas, en el proceso de construcción, centradas en el usuario, ya que ayuda a construir empatía entre los mismos y a desarrollar soluciones que realmente resuelvan sus problemas para mejorar su experiencia en los deseos y emociones por querer comprar, facilitando así la creación de soluciones centradas en la población específica estudiada.

Método SCAMPER

Desde la perspectiva de Vipin, (2019), quien señala que el SCAMPER es una metodología de creatividad que se utiliza para generar nuevas ideas, resolver problemas y mejorar procesos, esta técnica se basa en la idea de que para innovar es preciso cuestionar las cosas existentes y buscar formas de mejorarlas. El significado de SCAMPER, es un acrónimo que proviene de las iniciales de las palabras en inglés *Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to another use, Eliminate, y Reverse*.

Este mismo autor expone literalmente:

... el Método SCAMPER es una herramienta poderosa para estimular la creatividad y la innovación en equipos de trabajo. Al aplicar este método se pueden identificar oportunidades de mejora en productos, servicios o procesos, y desarrollar soluciones innovadoras. Cada una de las letras de este término representa una estrategia específica que puede ayudar a generar ideas originales y creativas. (p.22)

Substitute (sustituir) consiste en identificar elementos que se pueden cambiar por otros para mejorar un producto o servicio, por ejemplo, si se está buscando mejorar un proceso de producción, se puede considerar sustituir un material por otro más eficiente o *Eco-friendly*. La sustitución es una estrategia clave para innovar y mantenerse a la vanguardia en un mercado competitivo.

Combine (combinar) implica unir elementos diferentes para crear algo nuevo y único. Al combinar funciones, características o tecnologías, se pueden generar soluciones innovadoras que no habrían

sido posibles de forma individual. Según Lee (2020), "la combinación es una estrategia poderosa para innovar en productos y servicios, ofreciendo soluciones más completas y atractivas para los clientes". (p.79)

Adapt (adaptar) se refiere a ajustar un producto o servicio para cubrir las expectativas cambiantes del mercado. Al adaptar un producto a nuevos segmentos de clientes o tendencias de consumo se pueden identificar oportunidades de crecimiento y diferenciación competitiva. La adaptación es esencial para mantener la relevancia en un mercado dinámico y en constante evolución. Según Werners *et al* (2021).

Modify (modificar) implica hacer cambios en un producto o servicio para mejorar su desempeño, funcionalidad o eficiencia. Al modificar un proceso de trabajo o una característica específica de un producto se puede incrementar su valor percibido y garantizar la aceptación de los clientes. Según Patel (2022), "la modificación es clave para innovar de forma continua y mantenerse competitivo en un entorno empresarial cambiante". (p.33)

Put to another use (utilizar de otra forma) consiste en identificar nuevas aplicaciones o usos para un producto, servicio o proceso existente. Al explorar formas alternativas de utilizar los recursos disponibles se pueden generar oportunidades de negocio y expandir la gama de productos o servicios ofrecidos. Según el mismo autor, la utilización de otra forma es una estrategia innovadora para diversificar y ampliar la oferta de una empresa.

Elimínate (eliminar) implica identificar elementos innecesarios o redundantes en un producto o proceso para simplificarlos y optimizar su desempeño. Al disminuir costos superfluos o funciones obsoletas se puede mejorar la eficiencia operativa y generar valor para la empresa y sus clientes. Según Choudhury *et al* (2019), "la eliminación es una estrategia clave para facilitar la rentabilidad y la competitividad de una empresa". (p.93)

Reverse (revertir) consiste en invertir el orden lógico o tradicional de un proceso para explorar nuevas perspectivas y soluciones creativas. Al revertir supuestos o cambiar la secuencia de actividades se pueden identificar oportunidades no convencionales y generar ideas innovadoras. Según los autores antes mencionados, la reversión es una estrategia efectiva para impulsar la creatividad en la innovación de los equipos de trabajo.

En resumen, el método SCAMPER es una estrategia poderosa para estimular las creaciones innovadoras de los equipos de trabajo al aplicar los parámetros establecidos, por cuanto se pueden

identificar las oportunidades de mejora, generar ideas originales y desarrollar soluciones innovadoras en productos, servicios, procesos y modelos de negocio. Como afirma Prato (2022), "la creatividad y la innovación son factores clave para el éxito y la sostenibilidad de las corporaciones, en un entorno empresarial cada vez más competitivo y cambiante". (p.62)

Herramientas para el control de la implementación del diseño

La función general del proceso de control de la implementación del diseño son la corrección y la medición en los objetivos de la compañía en sus planes de alcanzarlos, cumplirlos, mantenerlos y mejorarlos. Se debe verificar que todo esté conforme con lo que ha sido previamente planeado como aceptable.

Plan de implementación

Este tipo de proyecto estratégico viene a ser un conjunto de acciones detalladas que se deben seguir para llevar a cabo con éxito una planificación o una estrategia determinada. A su vez, es un documento que proporciona un marco de referencia, define roles, responsabilidades, y establece metas, de las que se obtienen objetivos claros. También detalla los pasos necesarios para lograr la meta cuando se determina implementar esta puesta en funcionamiento para alcanzar los fines determinados.

En este sentido y según Ríos (2018) "es importante alcanzar un buen plan de implementación puesto que, sin el éxito de cualquier proyecto, sin un plan detallado y bien estructurado, es fácil perderse en el camino y no alcanzar los objetivos deseados. (p.99)

En ese mismo orden de ideas se detallan opiniones de diversos expertos en el tema. Como lo señala Gómez (2018), el plan de implementación es una herramienta importante para cualquier organización o empresa que quiera llevar a cabo cambios significativos o introducir nuevas estrategias en su operación. Según la opinión del autor, "la implementación efectiva de este tipo de proyecto requiere un enfoque cuidadoso y sistemático, que tenga en cuenta todos los aspectos involucrados y que asegure la participación de los actores pertinentes. (p.46)

De acuerdo con Pérez (2023), este proceso puede ser complejo y estar lleno de desafíos, por cuanto es fundamental contar con un plan estable que guíe cada paso del camino. El autor lo define como "la implementación exitosa en un plan que requiera una planificación detallada, una comunicación

clara y efectiva. También se debe llevar a cabo mediante una supervisión constante para garantizar que se cumplan los objetivos establecidos. (p.43)

Por su parte, como señala Hernández (2021), para evitar confusiones y asegurar que todos cumplan con los objetivos del plan, es esencial distribuir de manera precisa las responsabilidades y tareas en cada miembro del equipo, que es uno de los elementos clave para la asignación de roles y responsabilidades.

Según afirman Reyes *et al* (2017), es esencial establecer también objetivos y metas claras que sean alcanzables. Estas deben ser específicas, medibles, alcanzables, relevantes y limitadas en el tiempo, para asegurar que el progreso pueda ser monitoreado y medido de manera efectiva.

Otro aspecto fundamental de un plan de implementación es el de la comunicación, tal como lo señala Gutiérrez (2021), "siendo una comunicación clara y efectiva, esencial para asegurar que todos los involucrados estén informados sobre las estrategias y objetivos, garantizando que se mantenga una comunicación abiertamente fluida a lo largo de todo el proceso a implementar". (p.92)

Además, es necesario tener a mano todas las herramientas adecuadas para ejecutar con éxito un plan de implementación por lo que, según Martínez (2019), "es vital identificar y garantizar el acceso a los recursos necesarios, ya sean financieros, humanos o tecnológicos, para asegurar que el plan pueda llevarse a cabo sin contratiempos". (p.109). Cabe reconocer que es un documento clave para el alcance de cualquier proyecto o estrategia. A su vez, proporciona un marco de referencia claro y detallado en el que se definen roles y responsabilidades y se fijan objetivos claramente cuantificables en pleno proceso, y se detallan los pasos necesarios para lograr los alcances del desarrollo del plan.

Tablero de Control o Dashboard

El tablero de control, también conocido como *Dashboard* en inglés, es una herramienta visual que permite monitorear y analizar de manera rápida y efectiva el desempeño de un negocio, proyecto o proceso, por medio de la presentación de datos e indicadores clave en tiempo real. Es la herramienta principal para la toma de decisiones estratégicas e informadas en cualquier empresa, pues Según Sánchez, (2018) refiere:

..."como los tableros de control son una herramienta poderosa para los gerentes y directivos, ya que les permiten visualizar de forma rápida y clara el estado actual de los indicadores clave de desempeño de la organización, facilita la identificación de tendencias, oportunidades y posibles problemas". (p.56)

El uso de esta herramienta gerencial se ha vuelto cada vez más frecuente en los últimos años, dado que les permiten a las empresas y organizaciones tener una visión amplia, en vivo y directo, de su desempeño operativa y financiera. Por consiguiente, para Candela, (2019) los tableros de control son una herramienta indispensable en la toma de decisiones basadas en datos, ya que estos proporcionan información actualizada y relevante de manera visual y fácil de interpretar.

De igual manera, este importante instrumento de medición típicamente consta de *widgets* o módulos que muestran información clave, como gráficos, tablas, indicadores de desempeño, alertas, mapas, entre otros. Cada *widget* está diseñado para representar visualmente un aspecto específico del negocio, lo que les ayuda a los usuarios a identificar fácilmente las áreas que requieren atención o mejoras. Según Gutiérrez (2020) los tableros de control suelen estar organizados de manera jerárquica, lo que les permite a los usuarios navegar a distintos niveles de detalle y profundidad de información, desde una visión general hasta un nivel más detallado y específico de los datos.

La clave para la eficacia de un tablero de control radica en la selección cuidadosa de los indicadores y datos que se muestran en él. Como lo señala Mina (2021), debe estar relacionado con los objetivos estratégicos de la empresa y presentar solo los indicadores esenciales, los cuales son pertinentes para la toma de decisiones en tiempo real. Esto para lograr la armonía en un ambiente empresarial que es cada vez más competitivo y dinámico. Su aplicación adecuada puede ser un factor clave en el éxito y en la competitividad de cualquier empresa.

Además, es importante tomar en cuenta que el diseño del tablero de control debe ser intuitivo y fácil de entender, puesto que, según Zapata, (2022) un diseño limpio y atractivo, con una estructura consistentemente clara, enfatiza la adopción en el uso continuo de la herramienta, ya que los usuarios tienen más facilidad para entender la información. En resumen, el tablero de control es una herramienta fundamental para observar y evaluar el rendimiento de una empresa o proyecto porque da una perspectiva clara y en tiempo real de los indicadores clave de rendimiento, facilita

la toma de decisiones estratégicas informadas y ayuda a identificar áreas de enfoque y oportunidades de mejora.

Evaluaciones de seguimiento

Las evaluaciones de seguimiento vienen a ser la herramienta principal en la administración de iniciativas, programas o proyectos, ya que permiten monitorear el progreso y el desempeño a lo largo del tiempo, identificar posibles desviaciones o problemas, y realizar ajustes o correcciones para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos, según sea necesario. En este sentido, las evaluaciones constantes generan información actualizada y relevante en la toma de decisiones informadas, basadas en estrategias que son fundamentales para garantizar el éxito y la efectividad de cualquier iniciativa. Esto según Torres (2018), quien afirma que estas evaluaciones son una práctica común en la gestión de proyectos, ya que son útiles para evaluar de manera continua el avance y los resultados obtenidos en relación con los objetivos establecidos, para identificar posibles desviaciones o riesgos y para tomar las medidas correctivas necesarias que aseguren el cumplimiento de las metas.

Como menciona Bolaños (2020), las evaluaciones de seguimiento se realizan de manera periódica a lo largo del trayecto de la planificación de un programa, y pueden abordar diferentes aspectos, como el del presupuesto, del cronograma, de la calidad, el alcance y los riesgos, entre otros. Estas estimaciones permiten evaluar el desempeño en relación con los indicadores y metas establecidos, así como identificar áreas de oportunidad o mejora y tomar decisiones estratégicas e informadas para maximizar los resultados.

Dado que obtener información precisa e imparcial sobre el progreso y la ejecución permite detectar áreas críticas que requieren atención de manera inmediata, estos seguimientos de evaluación son esenciales para el control y la administración de un proyecto. En ese sentido, las evaluaciones de seguimiento también son clave para mantener a todas las partes interesadas, informadas y comprometidas con el proyecto. Según Alarcón, (2021), no solo sirven para evaluar el progreso y el desempeño del proyecto, sino que también refuerzan la comunicación y la transparencia con los miembros del equipo y con otras partes interesadas, lo que fomenta la colaboración y el compromiso con los objetivos comunes.

Además, los monitoreos de seguimiento contribuyen a la mejora continua y al aprendizaje organizacional, como señala Canossa, (2022). Al analizar de manera continua el progreso y los

resultados obtenidos las organizaciones pueden identificar buenas prácticas, lecciones aprendidas y áreas de oportunidad para la mejora, y promueven de esa manera la innovación y la eficacia en la gestión de proyectos.

Las evaluaciones de seguimiento son una estrategia clave en la medición de resultados por medio de los proyectos, programas o iniciativas, ya que facilitan monitorear el progreso y el desempeño, e identificar desviaciones o problemas y tomar medidas correctivas para optimizar los resultados. Estas evaluaciones son fundamentales para garantizar la efectividad en los logros de cualquier iniciativa, que es un papel fundamental en la consecución de los propósitos establecidos.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

La metodología incluye, en este caso, la revisión de procesos actuales e identificar áreas que contribuyan al mejoramiento, así como a definir los indicadores de desempeño para evaluar la eficacia del proceso diseñado. Además, se proponen actividades de seguimiento y retroalimentación para asegurar la efectividad en la adecuación del proceso a lo largo del tiempo. Se plantea también la activación eficiente de herramientas en cuanto a las normativas que puedan afectar el proceso en el desempeño y elaborar estrategias para mitigar riesgos y maximizar beneficios.

Enfoque

De acuerdo con Hernández *et al* (2014), se proponen las siguientes definiciones de enfoque:

- **Cuantitativo:** Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis y esto con base en la medición numérica y en el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.
- **Cualitativo:** Recurre a la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.
- **Mixto:** Representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta.

Por lo dicho el enfoque empleado en este trabajo es el cuantitativo, ya que en este caso se recolectan datos que se pueden medir o contar; como por ejemplo el porcentaje de *Weld tab* fuera de especificación. Así mismo, se puede hacer un análisis estadístico de los datos por medio de un muestreo probabilístico sistemático, con lo que se busca conocer el punto de partida en referencia a cuáles porcentajes de piezas dañadas genera el proceso actualmente, ya que este planteamiento cuantificado se utiliza en la investigación con el propósito de medir, ponderar y analizar datos numéricos de manera objetiva.

Alcance

De este mismo modo, los autores Hernández *et al* (2014) plantean las siguientes definiciones:

- **Exploratorio:** Se utiliza cuando el objetivo consiste en examinar un caso poco estudiado.

- **Descriptivo:** Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.
- **Correlacional:** Asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población
- **Explicativo:** Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian.

Por otro lado, el alcance del proyecto también es explicativo, dado que se analiza del porqué de los errores en el proceso del *Weld tab*, y se busca una descripción detallada de este por medio del conocimiento del diagrama de flujo del proceso; lo cual es importante para tomar decisiones de cara a resolver el problema que supone la producción de *Scrap* y de tapas de soldadura dañadas. Dado que, según los autores mencionados, este enfoque busca identificar ciertos resultados o comportamientos, para lo que se analiza cómo una variable afecta a otra y por qué ocurren ciertos eventos. Se utiliza en investigaciones para comprender los vínculos causales entre las variables y para explicar los eventos relevantes.

Al emplear el alcance explicativo se busca profundizar en la comprensión de los procesos subyacentes a un fenómeno, lo cual posibilita establecer conexiones más sólidas y claras entre las variables estudiadas. Asimismo, este enfoque facilita la formulación de hipótesis basadas en teorías previas y en el desarrollo de modelos explicativos que contribuyan a fortalecer el conocimiento de un tema específico.

Diseño

En correspondencia con lo expuesto por Hernández *et al* (2014), también se proponen las siguientes definiciones:

- **Experimental:** Está relacionado con los contextos que pueden ser de laboratorio o de campo. En el contexto de laboratorio es el experimento en el que el efecto de todas o de casi todas las variables independientes influyentes no concernientes al problema de investigación, se mantiene reducido lo más posible. Y el contexto de campo se observa el experimento en una situación más real o natural en la que el investigador manipula una o más variables.

- **No experimental:** Son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.
- **Transaccional:** Investigaciones que recopilan datos en un momento único.
- **Longitudinal:** Estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo para realizar inferencias acerca de la evolución, sus causas y sus efectos

Por lo tanto, el diseño es no experimental y transaccional ya que se observa el proceso *Weld Tab* en su ambiente natural, en la empresa Samtec, S.A. y se recaban datos del 2022 al 2023. El enfoque no experimental longitudinal se utiliza en investigaciones para analizar y seguir los cambios o evoluciones de ciertas variables a lo largo del tiempo, sin la manipulación de variables independientes por parte del investigador. Este enfoque permite estudiar correlaciones, tendencias y patrones de comportamiento a lo largo de un periodo extenso, con el fin de identificar relaciones causales y entender mejor la evolución de un fenómeno en el tiempo.

Al emplear un enfoque no experimental y longitudinal se pueden recopilar datos de una muestra a lo largo de varios momentos temporales, lo que permite analizar las variaciones y tendencias en el largo plazo de las variables estudiadas. Este tipo de diseño de investigación es especialmente útil para observar cambios graduales, identificar factores predictivos y comprender mejor la dinámica de ciertos procesos a lo largo del tiempo.

Variables

Tabla 1. Variables

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Definir la capacidad del proceso para el cumplimiento de las especificaciones del <i>Weld Tab</i> .	Capacidad del proceso	El índice de capacidad del proceso es una función adimensional de los parámetros del proceso y de la especificación del proceso, desarrollados para proporcionar un lenguaje común y de fácil entendimiento para la calificación del desempeño de un	Cp y Cpk	Registro de datos de producción y calidad

				proceso. (Hernández y Da Silva, 2016, p. 108).			
Medir el porcentaje de Weld Tab que no cumple las especificaciones.	producto no con			Es todo producto que luego de haberse realizado las pruebas de inspección o ensayo no cumplen con los criterios de aceptación. (Aguirre, 2014)	% de producto no conforme: productos no conforme/total de productos	no	Registro de calidad y producción
Analizar las consecuencias del incumplimiento de las especificaciones del Weld Tab.	Costos de procesamiento	de		Se le llama materia prima a las resinas que se utilizan para la fabricación de un producto	Costo de procesamiento: Kg (\$) * costo unitario de procesamiento		Registro de producción
Diseñar el proceso de desarrollo para el cumplimiento de las especificaciones del Wed tab.	Recursos de operación	de		Nivel mínimo de recursos para ejecutar una operación. Relación de producción frente a un estándar (Ignacio, 2023)	Tareas completas a tiempo *100 / total de tareas completadas		Resultados de producción y calidad
Controlar la implementación del diseño para el cumplimiento de las especificaciones del Weld tab.	Acciones o pasos de implementación			Documento que establece requisitos a actividades o productos.	Indicadores de control / total de indicadores		Registros de calidad

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Muestra

Según Hernández *et al* (2014), se refieren a un grupo que representa a determinada población en el sentido más amplio, a cuál se elige parte para desarrollar una investigación. La muestra se emplea para sacar conclusiones sobre la población en general, ya que estudiar a toda la población resultaría en muchas ocasiones imposible en cuanto a tiempo, dinero y medios disponibles. Se elige de manera aleatoria o no aleatoria, dependiendo de la metodología y de los objetivos de la investigación y, en este sentido se presenta como representativa al reflejar las características relevantes de la población en estudio, de manera que es posible generalizar los hallazgos de la muestra de interés. (p.33). La selección de una muestra adecuada es fundamental para llegar a conclusiones confiables y válidas en cualquier investigación; es esencial que la muestra sea lo suficientemente amplia y diversa como para reducir el sesgo y garantizar la validez de los hallazgos del estudio.

Tabla 2. Muestra

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Cp y Cpk	Probabilística aleatorio simple	Producto	$n = \frac{\frac{Z_{\alpha}^2}{2} * N * \sigma^2}{Z_{\alpha}^2 * \sigma^2 + NE^2}$
% de producto no conforme: productos no conformes / total de productos	Probabilística Aleatorio simple	Producto	$n = \frac{\frac{Z_{\alpha}^2}{2} * N * \sigma^2}{Z_{\alpha}^2 * \sigma^2 + NE^2}$
Costo de procesamiento: Kg (\$) * costo unitario de procesamiento	Datos agregados	Producto	$\mu = (\Sigma (Xi * Ni)) / N$
Tareas completas a tiempo *100 / total de tareas completadas	Muestra por racimos	Producto	$n = \frac{\left(Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)} Npq \right)^2}{\left(Z_{\alpha}^2 p * Q + NE^2 \right)}$
Indicadores de control / total de indicadores	Muestreo estratificado	Producto	$nh = NNh \cdot n$

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Instrumentos

Los autores antes mencionados refieren que los instrumentos de recolección de datos son herramientas o recursos utilizados en la investigación para obtener información de los participantes o actores involucrados en el estudio. Estos instrumentos se utilizan para la recopilación de información de manera ordenada y objetiva, con el propósito de obtener información importante para responder a las preguntas de investigación planteadas.

Tabla 3. Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos
Cp y Cpk	Hoja de observación	Informáticos
% de producto no conforme: productos no conforme / total de productos	Hoja de observación	Informáticos

Costo de procesamiento: Kg (\$) * costo unitario de procesamiento	Hoja de observación	Informáticos
Tareas completas a tiempo *100 / total de tareas completadas	Hoja de observación	Informáticos
Indicadores de control / total de indicadores	Hoja de observación	Informáticos

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

La tabla 3 permite observar el instrumento de registro de la capacidad real del dispositivo. En ella se apuntan el producto, los costos las tareas y los indicadores de control a fin de poder detectar alguna imperfección en el proceso de encapsulado.

A continuación, se muestra la *figura 27* del cálculo para control de límites.

Figura 27 Cálculo para el control de límites

SPC Calculo para el control de limites					
Anotaciones					
LSC — Limite Superior de Control	$\bar{\bar{x}}$ — Promedio de Medidas				
LIC — Limite inferior de Control	$\bar{\bar{x}}$ — Promedio de Promedios				
LC — Línea Central	R — Rango				
n — Tamaño de la muestra	\bar{R} — Rango Promedio				
RCP — Relacion de Capacidad de Proceso	LSE — Límite Superior de Especificación				
σ — Desviación Estandard del Proceso	LIE — Límite Inferior de Especificación				
Datos Variables (Gráficos de control \bar{x} y R)					
\bar{x} Gráficos de Control	n	$A2$	$D3$	$D4$	$d2$
LSC= $\bar{\bar{x}} + A2\bar{R}$	2	1.880	0.000	3.267	1.128
LIC= $\bar{\bar{x}} - A2\bar{R}$	3	1.023	0.000	2.574	1.693
CL= $\bar{\bar{x}}$	4	0.729	0.000	2.282	2.059
	5	0.577	0.000	2.115	2.326
	6	0.483	0.000	2.004	2.534
Gráficos de control para \bar{R}	7	0.419	0.076	1.924	2.704
LSC= $\bar{R}D4$	8	0.373	0.136	1.864	2.847
LIC= $\bar{R}D3$	9	0.337	0.184	1.816	2.970
CL= \bar{R}	10	0.308	0.223	1.777	3.078
Estudio de Capacidad					
Cp= $(LSE-LIE)/(6\hat{\sigma})$; donde $\hat{\sigma} = \bar{R}/d2$					

Nota: Obtenido de la empresa Samtec

En la siguiente imagen se indican los límites superiores de control, los límites inferiores y la línea central, así como también el tamaño de la muestra, la relación de capacidad del proceso y la desviación estándar del proceso. Pues bien, son datos variables que sirven para medir el promedio de medidas. El promedio de promedios y los rangos promedio, tanto superiores como inferiores, según las especificaciones.

Recolección de datos

Tabla 4 Forma de recolección de datos

Indicador	Fuentes de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados
Cp y Cpk	Resultados de calidad	Se mide el flujo del proceso por única vez mediante una entrevista y encuesta	Conocer exactamente el proceso en la elaboración del Weld Tab.
% de producto no conforme: productos no conforme / total de productos	Registros de calidad	Se genera un reporte y se ingresan los datos quincenalmente para verificar que sean los correspondientes al Weld Tab dañado.	Saber cuál es la proporción de conectores dañados actualmente.
Costo de procesamiento: Kg (\$) * costo unitario de procesamiento	Investigador	Se ingresan los datos en una hoja de propuestas. Se realiza solo una vez.	Tener varias alternativas de propuestas para elegir uno o varias.
Tareas completas a tiempo *100 / total de tareas completadas	Investigador	Se elabora un archivo en el que se detalla el proceso con la mejora. Se elabora solo una vez.	Tener una propuesta concreta para implementarse.
Indicadores de control / total de indicadores	Sistema de control de calidad de la empresa Samtec	Ingresar los datos en un reporte semanal correspondiente a la producción de <i>Scrap</i> en el proceso de Weld tab 135.	Evaluar si la propuesta de mejora está funcionando en reducir el producto no conforme

Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez

En la tabla 4 de recolección de datos se muestran algunos indicadores importantes del producto que están relacionados con el costo de procesamiento unitario, así como también las tareas implicadas en el proceso de producción de piezas y en el control de la calidad del producto.

Método de análisis

En la tabla 5 se presenta el método de análisis utilizado:

Tabla 5. Método de análisis

Indicador	Análisis por realizar	Programa	Uso
Cp y Cpk	Evaluación del diagrama de flujo.	Excel	Revisar el diagrama de flujo del proceso de fabricación del Weld tab.
% de producto no conforme: productos no conformes / total de productos	Determinar el promedio y la desviación estándar de la proporción de Weld tab dañado.	Excel	Determinar si existen causas que sean relevantes en la generación de Weld Tab dañado.
Costo de procesamiento: Kg (\$) * costo unitario de procesamiento	Generar gráficos de barra y pastel y pronósticos	Excel	Tener insumos para elaborar una propuesta de mejora.
Tareas completas a tiempo *100 / total de tareas completadas	<i>Lean Manufacturing</i> Mediante <i>indicadores KPI</i>	Excel	Elaborar una propuesta para mejorar el proceso de fabricación del Weld tab.
Indicadores de control / total de indicadores	Determinar el promedio	Excel	Conocer el % de <i>Scrap</i> después de aplicar el proceso mejorado.

Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

El método de análisis va dirigido a una evaluación del diagrama de flujo en el que se determinan la desviación estándar y el promedio de la proporción de vueltas dañadas, que es la principal causa o consecuencia que afecta la manufactura. Este proceso se realiza en una hoja de Excel previamente elaborada en la que se consideran los insumos para elaborar una propuesta de mejora que atienda el porcentaje del *Scrap* posterior al proceso mejorado.

Herramientas para describir el problema

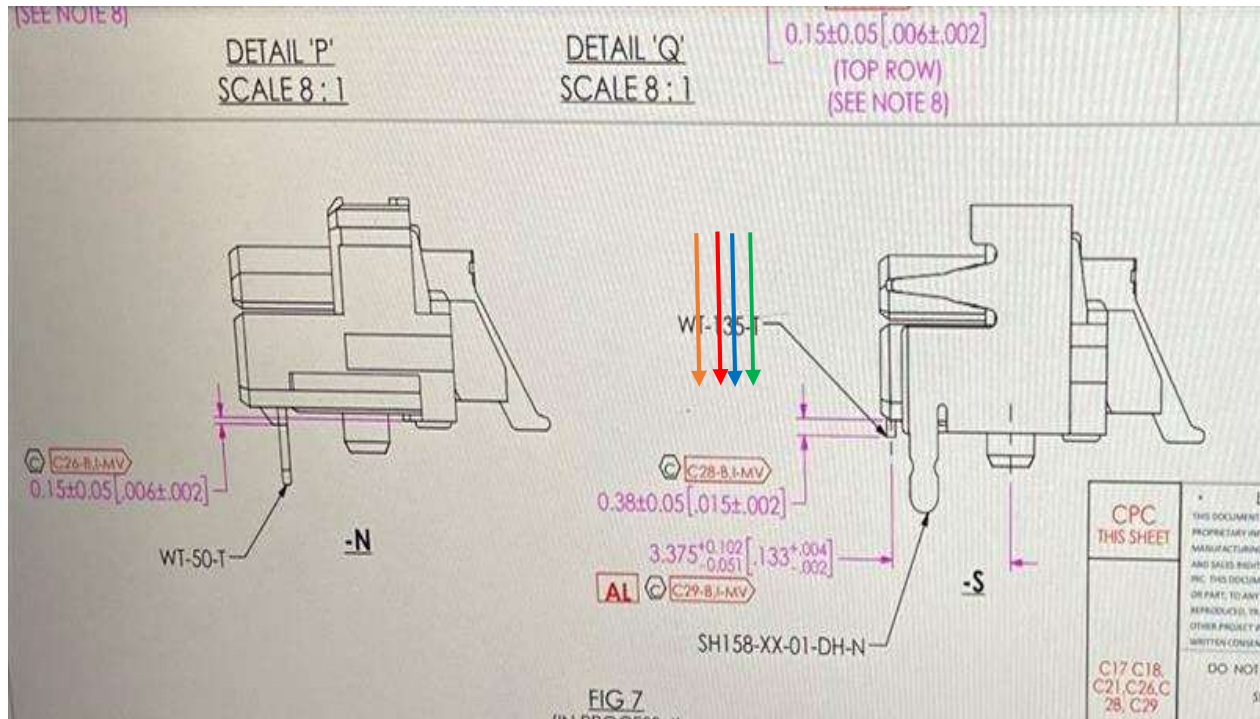
Se utiliza la herramienta *Micro Vu* al inicio de cada corrida para cumplir con la instrucción de trabajo de dicho proceso y comprobar que las primeras 5 piezas cumplan con las medidas críticas establecidas en el plano mostrado en la Figura 28:

- La flecha de color naranja indica el número de crítica dentro del plano
- La flecha color rojo muestra la frecuencia “B” con la que se deben realizar las medidas, y esto significa medir al inicio, a la mitad y al final de la corrida.

- La flecha color azul indica que se debe hacer ingreso de cada una de las 5 piezas dentro de un sistema llamado “ITS”, que es verificado por el departamento de calidad.
- La flecha color verde indica el nombre de la herramienta Micro Vu, que es utilizada para medir cada pieza.

A continuación, se muestra, en la *figura 28*, el plano para realizar el diseño del conector *Weld tab*

Figura 28 Plano del Weld tab

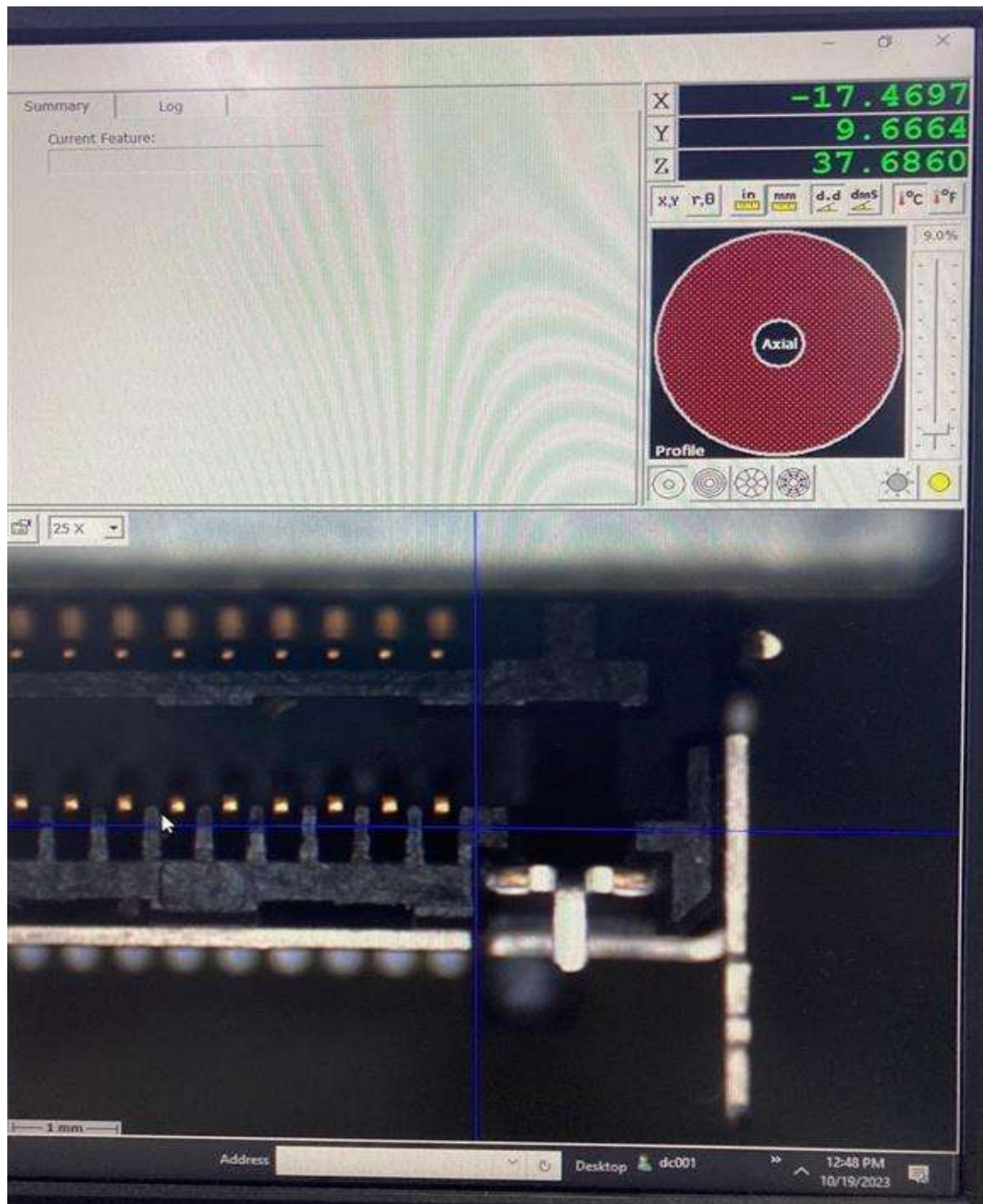


Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez

En el plano se señala que la crítica C26, con valor de 0.15, indica el nominal de la crítica, y muestra que cuenta con una tolerancia de ± 0.05 , lo que da como resultado que la pieza cumple con las medidas dentro de esas especificaciones.

La figura 29 representa que el *Weld Tab* no muestra defectos visibles, como el *Body damage*, y se encuentra ensamblado dentro del *body* (cuerpo del conector). Por lo tanto, la pieza cumple con las medidas especificadas dentro del plano.

Figura 29 Micro Vu Weld Tab correctamente ensamblado

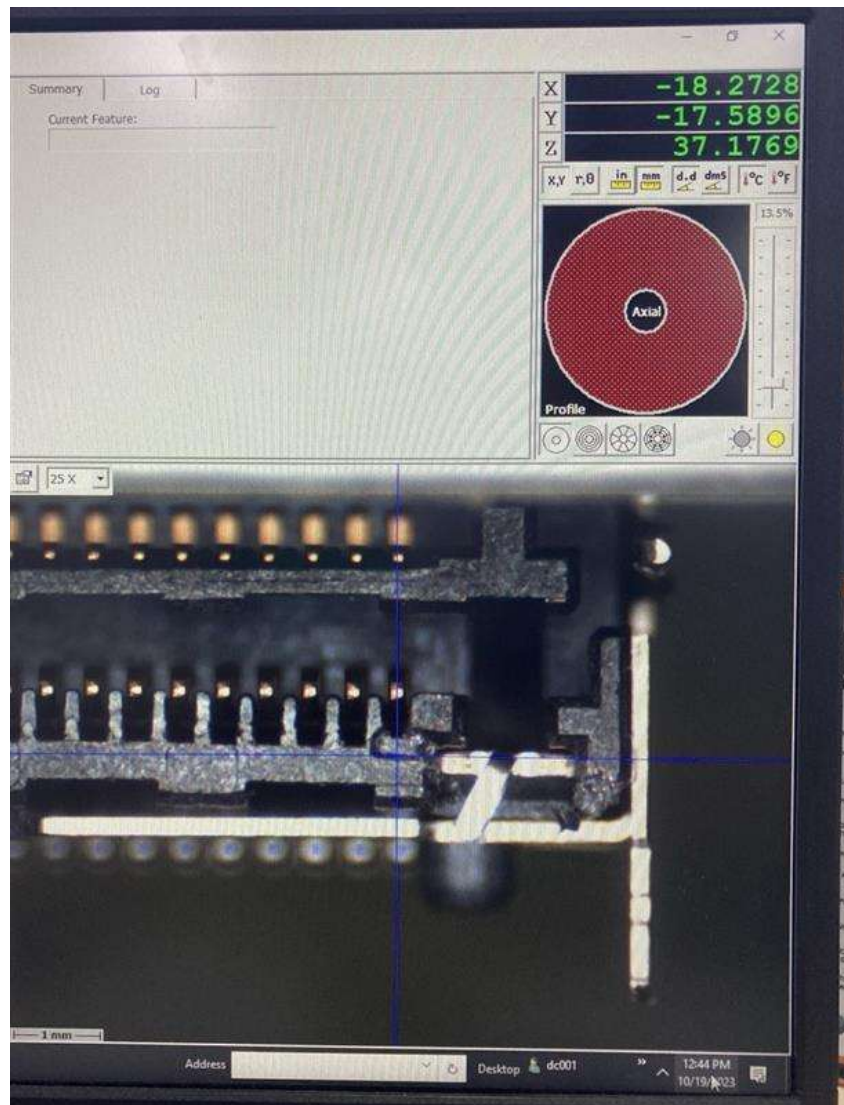


Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

En la figura 29 se observa una pieza con el *Weld tab* ensamblado correctamente sin presentar *Body damage* o *Weld tab* fuera de especificación. Se amplifica por medio de la herramienta *Micro Vu*. El uso del *Micro Vu* se utiliza para amplificar la imagen del conector, y se ejemplifica cómo se realiza la inspección de estas solapas de soldadura en particular.

En la figura 30 se muestra un conector con defectos físicos o medidas fuera de tolerancia.

Figura 30 *Micro Vu* body damage

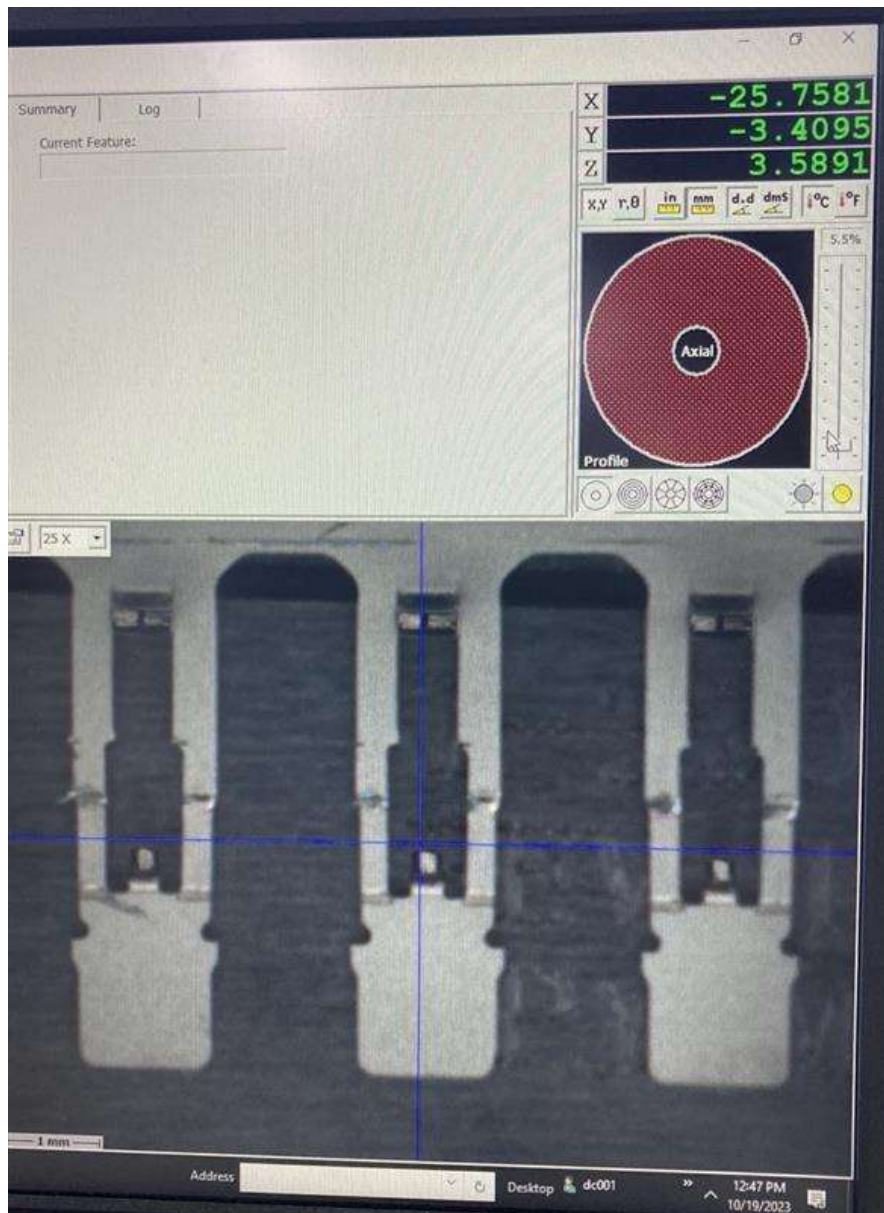


Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

En la *Figura 30* se observa que el conector presentado como *Body damage* y el *Weld tab* están fuera de especificación pues se encuentran doblados. La inspección con la herramienta *Micro Vu* muestra un conector doblado hacia la izquierda. Esto es denominado fuera de especificación y, además, muestra daño en la estructura del conector, lo que es denominado *Body damage*. De esta forma, el *Micro Vu* es el instrumento que permite encontrar la mayoría de los problemas referentes al *Scrap* que presenten medidas fuera de especificación en toda el área de automation (conectores), y que se utiliza para todos los conectores.

La *figura 31* muestra una amplificación del *Weld tab* con la herramienta de medición *Micro Vu*.

Figura 31 Amplificación del *Weld tab*

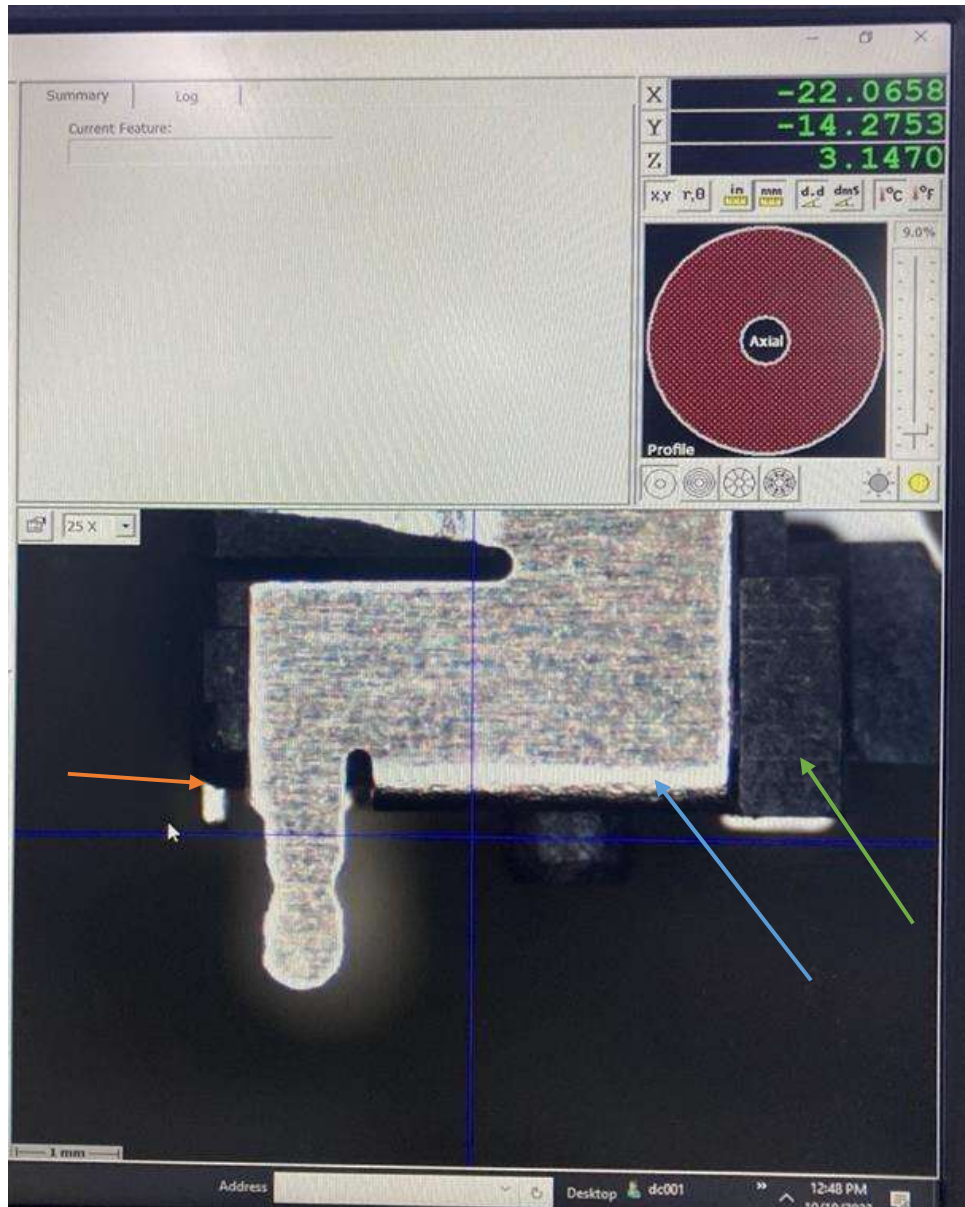


Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

En esta sección se muestra una imagen amplificada del material de la tapa de soldadura. Una vez ensamblado este material que se utiliza como pieza especialmente fabricada como recipiente a presión, se demuestra la dimensión de este elemento, el cual es de un tamaño muy reducido, compuesto por la parte inferior plana, pues va insertada al conector por medio de la máquina que prensa, y “clava”, para posteriormente sobresalir por debajo de él.

La *figura 32* muestra la vista lateral de un conector *Weld tab*, y en ella se detallan sus diferentes partes.

Figura 32 Vista lateral del *Weld tab*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

En esta vista se muestra la imagen lateral del *Weld tab* señalada con la flecha color naranja. La parte gris plateada señalada por la flecha color celeste se denomina *Shield*, que es el escudo protector del conector. La flecha color verde señala el *Bodie* o cuerpo del conector. Los problemas que se detectan con la herramienta *Micro Vu* son el *Bodie damage* o el *Weld tab* fuera de especificación.

La *figura 33* muestra la máquina *Weld tab* con su respectivo material montado para iniciar la corrida.

Figura 33 Prensa *Weld tab*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

La imagen muestra la prensa la que se realizaban los ensambles del proceso *Web tab*, en donde el conector presenta fallas de acuerdo con las dimensiones establecidas en el plano de producción de diseño. Es importante mencionar que la máquina en la constitución de su material presenta un desgaste considerable, que produce una abrasión en el material que afecta las dimensiones de producción en el proceso.

Herramientas para medir las consecuencias

Las consecuencias se miden por medio de un software que contiene la estadística puntual con reportes de las medidas de ITS de las piezas con medidas fuera de especificación. El problema de *Bodie damage* es descartado en el momento en el que es realizado un proceso de inspección por medio de un microscopio dentro de la línea de producción posterior a la ejecución de las medidas críticas.

Consecuencias financieras

Una de las principales dificultades en la producción dentro de la empresa Samtec se encuentran en los conectores del proceso *Weld tab*, que están presentando medidas fuera de especificación y *Body damage*, a los cuales se le realiza una investigación para entender cuál podría ser la causa del aumento de tiquetes en el sistema *ASC*.

Esto ha provocado tiempos de baja por motivos de ajustes de máquinas por parte del equipo técnico, desperdicio de piezas dañadas, retrasos en la producción, inconformidades por parte de los clientes y devoluciones de pedidos, ya que no se está cumpliendo con la demanda requerida y hay retrasos en las entregas, exceso de horas extra, y esto ha provocado pérdida de clientes. Estas consecuencias, según, Aguirre (2014) acarrearán gastos que afectan las utilidades de la compañía.

Consecuencias operativas

Cuando se logra el aumento en la producción de *Scrap* se debe girar una segunda orden de trabajo, nuevamente, para realizar un retrabajo. Esto implica tiempos de *set up*, ajustes técnicos, pérdidas y baja producción, lo que genera el incumplimiento de métricas establecidas por la compañía. Según la referencia de Aguirre (2014), (p.33)

Consecuencias legales

Para Aguirre (2014) las dificultades que se pueden presentar por demandas hechas por parte de clientes insatisfechos en cuanto al incumplimiento de los contratos pueden ocasionar procesos legales en relación con trámites de inconformidad y denuncias por altos costos en las formalidades. Todos estos trámites de inestabilidad interna producen inseguridad general, lo que lleva a desmejorar la realidad económica de empresas que no cubren las expectativas de los clientes.

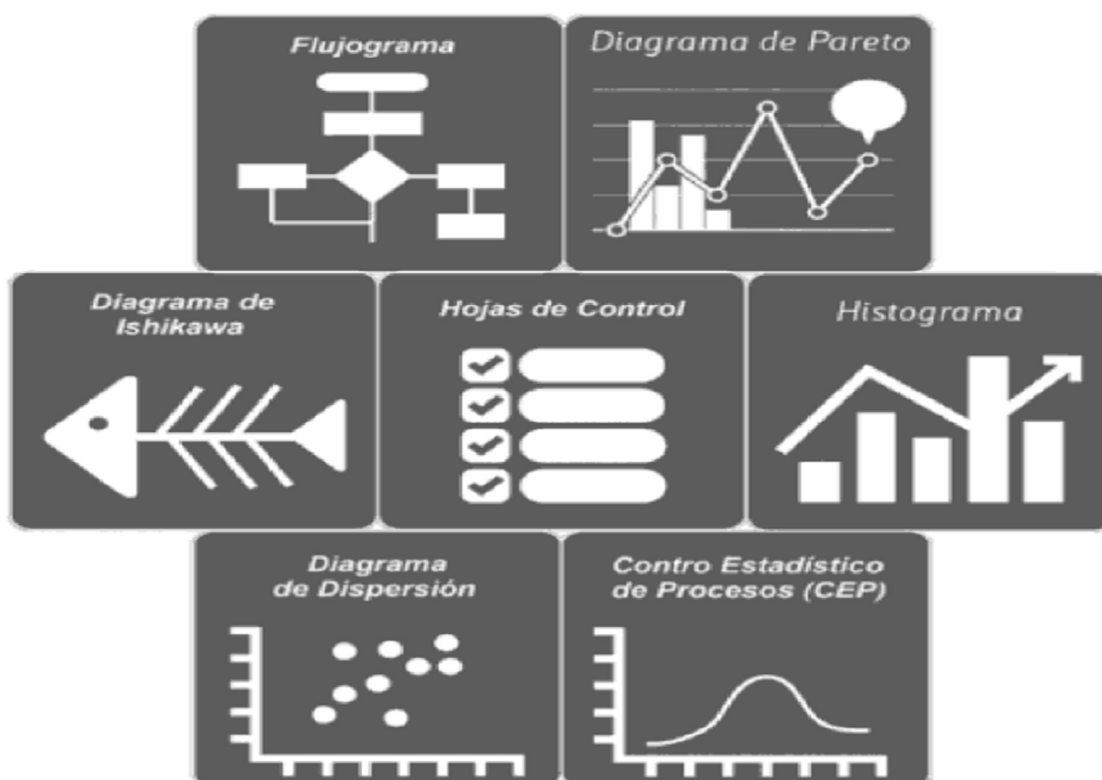
Herramientas para analizar las causas

Como primer grupo de herramientas utilizado en la gestión del control de calidad se comparten algunas características en común, tal como lo refiere Aguirre, (2014), como las siguientes:

- Sencillez: Cuenta con un acceso diseñado con las facilidades necesarias para que cualquier persona pueda manejarlas sin disponer de muchos conocimientos estadísticos. Solamente es necesario tener una capacitación previa.
- Aplicabilidad: Son de fácil aplicación para ser empleadas en distintos niveles de organización, como directivo, operativo o administrativo.
- Utilidad: Facilitan la organización y recopilación de datos, e identifica causas de problemas y el análisis de posibles soluciones. (p.43)

Estos instrumentos de control son utilizados para evaluar la información disponible acerca del problema por evaluar. Se debe contener la información de manera sistemática y organizada con éxito: histogramas y gráficos de control. Así mismo, estas herramientas se comenzaron a implementar en la década de los años 60 y fueron empleadas por círculos de calidad Kaoru Ishikawa y hoy en día siguen siendo utilizadas, la mayoría de ellas.

Figura 34. Herramientas para control de calidad



Nota: Elaborado por López, (2016)

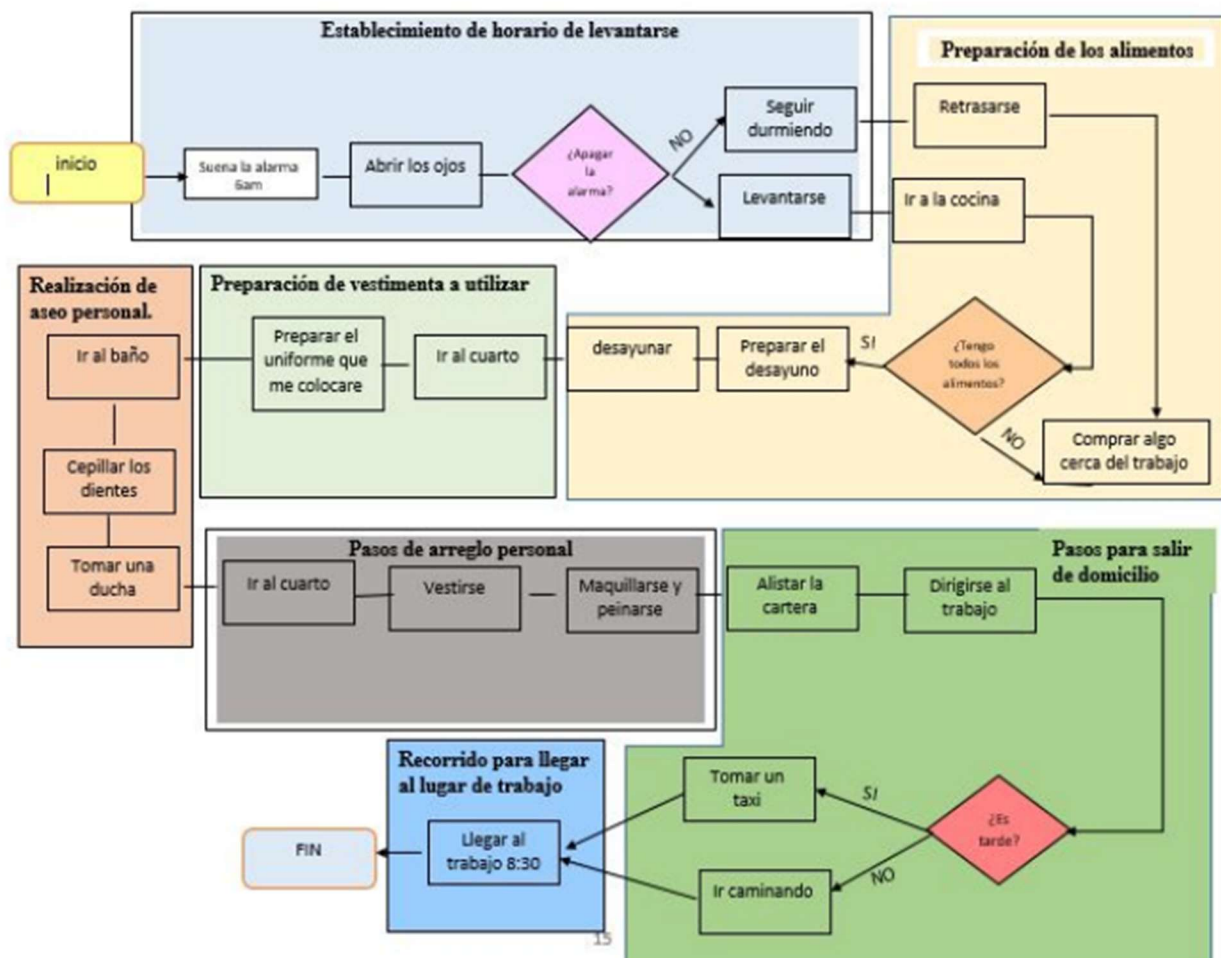
En la figura 34 se muestran las distintas herramientas para el control de calidad. Entre las herramientas se tienen siete flujogramas: el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa, las hojas de control, el histograma, el diagrama de dispersión y el control estadístico de procesos (CEP).

- El flujograma permite representar de manera gráfica los pasos estructurados requeridos para el desarrollo de procesos complejos.
- El diagrama de Pareto permite identificar cuáles son las áreas prioritarias en la mejora de los procesos.
- Hoja de control: Son modelos diseñados para hacer una recopilación de datos e información de alguna actividad, proyecto o proceso, y es la única herramienta utilizada que permite obtener datos de manera organizada y sistemática. Esta es la primera herramienta en cualquier proceso que se vaya a analizar.
- Para analizar los factores considerados en el momento de llevar a cabo un proceso, el diagrama de Ishikawa es un modelo estratégico que permite encontrar la causa fundamental del problema.
- Gráficos de control (o control estadístico). Estos se utilizan para mejorar y controlar algún proceso mediante la variación del tiempo por medio de un análisis. Permiten asemejar algunas estacionalidades y tendencias. Esta herramienta es bastante visual en el proceso que se lleva a cabo, y asegura que las medidas que se muestran en el gráfico estén dentro de los límites de control. LCS representa los límites, que son el límite superior del control.
- La línea PROM representa la media de valores LCI, que se refiere al límite de control inferior, para llevar un control de las posibles variables existentes en algunos casos y para predecir de manera segura distintas perspectivas.
- Diagrama de dispersión
- Histograma. Aguirre (2014), (p.42).

Herramientas para el Diseño

Los diagramas de flujo son de mucha importancia para una representación ordenada y lógica de las tareas en una organización. En relación con esto, González (2019) menciona que comúnmente son llamados flujogramas, puesto que son cualquier representación gráfica de actividades implementadas dentro de gráficos entrelazados por flechas que siguen en una secuencia, como son expresadas a continuación.

Figura 35 Ejemplo de diagrama de flujo



Nota: Elaborado por González (2019)

En la figura 35 se muestra el ejemplo de un diagrama de flujo en la rutina diaria. Se observan los elementos típicos de este gráfico, los cuales son los símbolos de la línea de flujo (flechas), las decisiones (rombos), los procesos (rectángulos), entre otros.

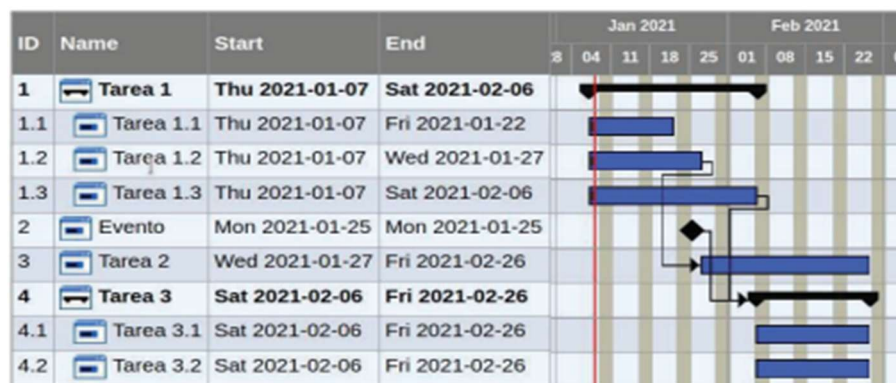
Herramientas para el control del diseño

Desde la perspectiva de Mateos (2021), el concepto de planificación de proyectos bajo el diagrama de Gantt es una herramienta muy utilizada, dado el significado de su origen, representada en una forma significativamente gráfica, mediante barras reflejada en las diversas tareas que componen un proyecto y en el tiempo estimado para su finalización. Se muestra un ejemplo en la figura 36. De ahí que llevar un control como herramienta favorece la toma de decisiones, ya que da facilidad dentro de la empresa que sigue un proceso de mejora constante. Por ello, el SPC refleja, mediante

gráficos de control, que permiten distinguir algunas de las causas recurrentes resultantes de la variación, que es el instrumento que se debe utilizar para llevar a cabo las evaluaciones pertinentes. Mantener ese orden organizacional es de suma importancia cuando el proceso se está ejecutando en el nivel estadístico con los requerimientos precisos. La manera de sustentar el control es mediante un control de estadístico de proceso y contando con la información identificada, con el fin de brindar una correcta trazabilidad del proceso por medio de un Gantt. Según explica su creador, un diagrama de este estilo fue creado por Henry Gantt para organizar y racionalizar los suministros de municiones del *Bureau of Ordnance* de la *Army* durante la Primera Guerra Mundial. Continuando con el mismo autor, este diagrama se realiza mediante algunas barras horizontales, en que cada una representa las actividades del proyecto, por lo que la longitud de la barra demuestra la duración de cada una de las propuestas. Los pasos son los siguientes:

- Dividir el proyecto en varias etapas.
- Evaluar la duración de las actividades.
- Precisar y dar prioridad a cada una de ellas.
- Representar las acciones mediante un diagrama de barras.

Figura 36. Ejemplo de diagrama de Gantt



Nota: Elaborado por Mateos (2021)

Cronograma

Avanzando en el análisis de esta sección cuanto, a la administración de proyectos, la estructura de desarrollo del trabajo, también conocida como EDT, es una herramienta de administración muy utilizada; pues se descompone jerárquicamente en niveles descendentes, de más general a más específico. Todas las tareas o actividades de la tesis de forma visual facilitan el manejo y aumenta la eficiencia.

En este sentido, los diagramas de Gantt son muy usados en la gestión de proyectos, puesto que consiste en un gráfico de barras horizontales que representa visualmente las diferentes tareas del esquema, y el largo de la barra, que representa el tiempo empleado en la tarea.

Diagrama de Gantt

Un diagrama de Gantt es una herramienta esencial en la gestión de proyectos, especialmente en procesos de diseño como los de *Weld Tab*. Este tipo de diagrama proporciona una representación visual clara del cronograma del proyecto, y muestra las fechas de inicio y las de finalización de las tareas, así como sus dependencias, como se muestra en la *tabla 6* del diagrama de Gantt del desarrollo de este proyecto.

Tabla 6. Diagrama de Gantt de la Programación del Proyecto

Actividad	Semanas																	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	
Formato	■	■																
Referencias			■															
Capítulo I			■	■														
Capítulo II				■	■													
Capítulo III					■	■												
Correcciones							■	■									■	■
Matrícula del TFG									■	■								
Capítulo IV										■	■	■						
Capítulo V												■	■	■				
Capítulo VI														■	■			

Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este apartado se presenta información clara y concisa sobre el problema que actualmente se está presentando en la empresa, el cual es de carácter medible, por medio de datos que explican las causas de la problemática en estudio. Las herramientas ingenieriles necesarias en este caso son el conjunto de las metodologías cuantitativas empleadas para comprobar el impacto del conector, lo que lleva a comprender el problema, a medir las consecuencias y a analizar las causas para las que se requieren los conocimientos acerca de las causas del problema.

Descripción del Problema

El proceso *Weld tab* es la etapa que requiere un entrenamiento previo por parte de un entrenador calificado para realizar correctamente dicho proceso. En él se maneja una gran cantidad de parámetros de medida de cada proceso dentro de la línea de producción DH, desde la máquina inicial llamada *Fill Xolc* en la que se realiza el primer ensamble del conector y luego la prensa que realiza el proceso de *shield*, para posteriormente ensamblar el *Weld tab* y, finalmente, pasar por una minuciosa inspección microscópica previa al empaque de tray.

En la integración de nuevos proyectos es fundamental asegurar que el proceso de *Weld tab* cumpla con las características del producto solicitado por el cliente. La clave está en cumplir con las dimensiones nominales requeridas en los planos, y que se encuentren dentro de los límites de los estándares establecidos. Actualmente, la línea DH se desataca entre los conectores electrónicos fundamentales dentro de la industria informática, ya que permiten la interconexión de diversos componentes y dispositivos.

Sin embargo, la serie de este tipo de ensamblaje de soldadura es la que genera una mayor cantidad de inconvenientes, y uno de ellos es que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones que se exigen, por lo cual se debe establecer un criterio técnico en el que se analice por qué el proceso no está cumpliendo con dichas especificaciones y que con base en esos criterios el resultado del producto es “no conforme”. Esto trae como consecuencia que no todos los conectores cumplan con las tolerancias establecidas y que se salgan del rango permitido, haciendo que la máquina quede paralizada constantemente para realizarle las correcciones dentro de los parámetros de funcionamiento y que, de acuerdo con estos, no se logre controlar los defectos de mayor afectación ni en lograr obtener productos dentro de la especificación.

Lo anterior conlleva detener la máquina para que el área de ingeniería realice pruebas que lleven a dar con las posibles causas que provocan la situación actual. Para esto es necesario tener un amplio conocimiento del proceso que lleve a determinar los parámetros que actualmente afectan al conector y que también ayude a evitar la variabilidad en el proceso y en poder controlarlo. A continuación, se presenta la *figura 37* sobre instrucción de trabajo que refleja la secuencia de cada proceso en la línea de producción DH.

Figura 37 Instrucción de trabajo

		Id	Process	PICS	Wc
		9476914...	FOLLOW CO-AU-WI-3041		800
		9476914...	FILL(1)/XOLC/LAYER		800
		9476914...	FILL SPACER		800
		9476914...	FILL(2)/XOLC/LAYER		800
		9476914...	ASSEMBLE SHIELDS		800
		9476914...	INSERT WELD TAB		800
		9476914...	PRESS WELD TAB		800
		9476914...	PLUG TEST		800
		9476915...	100% INSPECT/BRUSH/TRAY		800
		9476915...	KDOT & VISION & T&R LCV3.0		800
		9476915...	LABEL EACH REEL WITH PART #		800

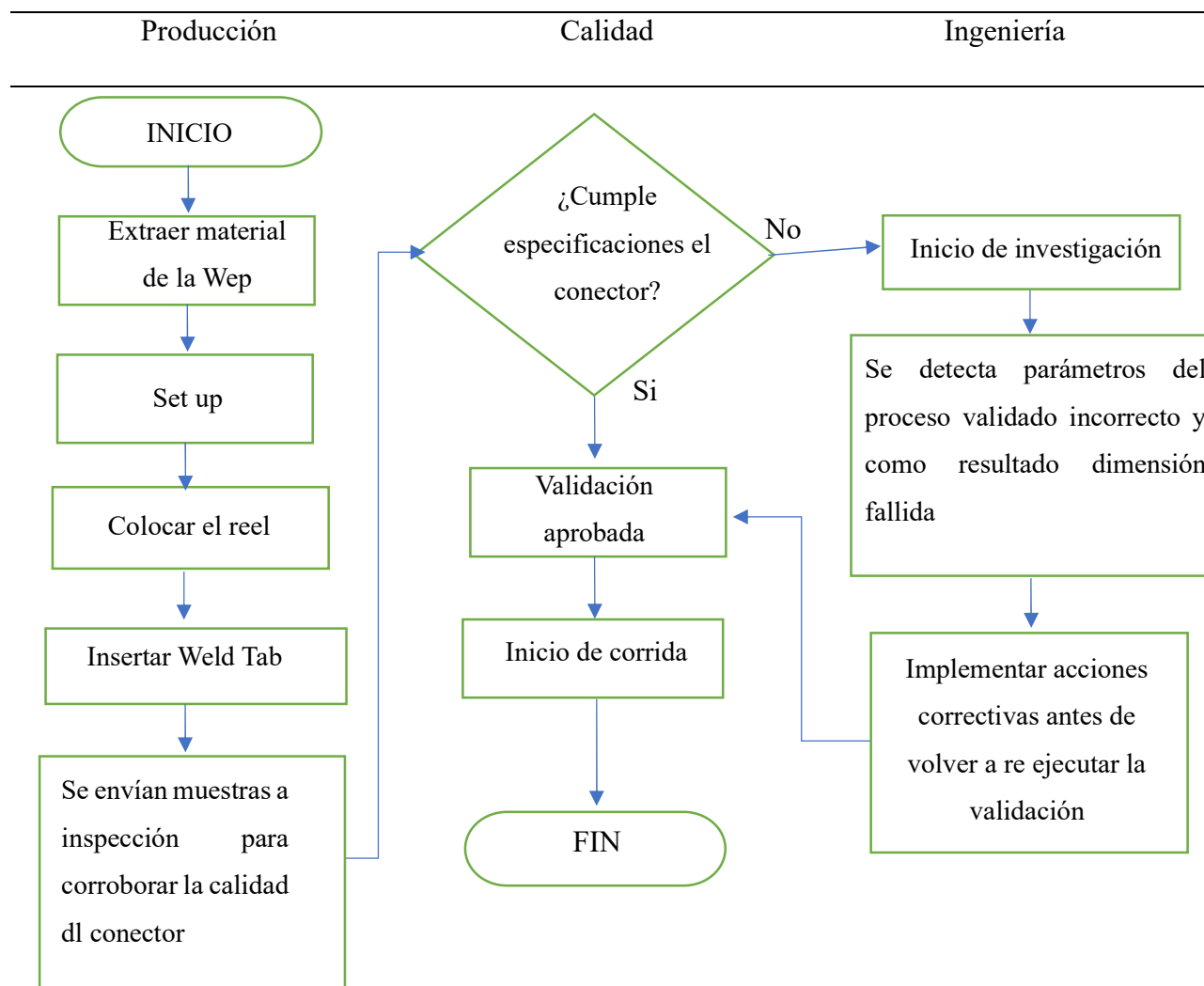
Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

En esta instrucción de trabajo se detalla la línea en la serie DH, que es importante, puesto que ofrece los beneficios de la eficiencia y la calidad productiva. Esto porque en esta imagen se da la instrucción de cómo se trabaja en este proceso, y se muestran los pasos secuenciales, las responsabilidades y los resultados esperados, así como también se muestra el funcionamiento a manera de un GPS personal para el alcanzar los objetivos que se proporcionan en una guía, mediante un paso a paso que indique cómo se realiza cada tarea de manera eficiente y efectiva.

En consecuencia, los resultados que se esperan mediante el desarrollo de los objetivos específicos servirán de ayuda para elaborar el producto final. Estos pueden ser tangibles en el último proceso de la fabricación del conector, o al implementar un nuevo sistema de producción. Por otra parte, puede ser intangible cuando se aumenta la productividad y se recibe la satisfacción del cliente. Considerando que el objetivo principal dentro de la línea de producción es fabricar los conectores de manera eficiente y rápida, para que cumplan con las especificaciones dadas por el solicitante. Por ello, uno de los resultados esperados dentro de la línea es la mejora en el crecimiento

productivo, se procura lograr reducir costos y cumplir con la calidad del producto para que esté acorde con los requerimientos del cliente y, por último, cumplir con los plazos pactados entre ambas partes. En la figura 38 se muestra un diagrama de flujo de la situación actual para la comprensión del impacto generado:

Figura 38 Diagrama de flujo de la situación actual



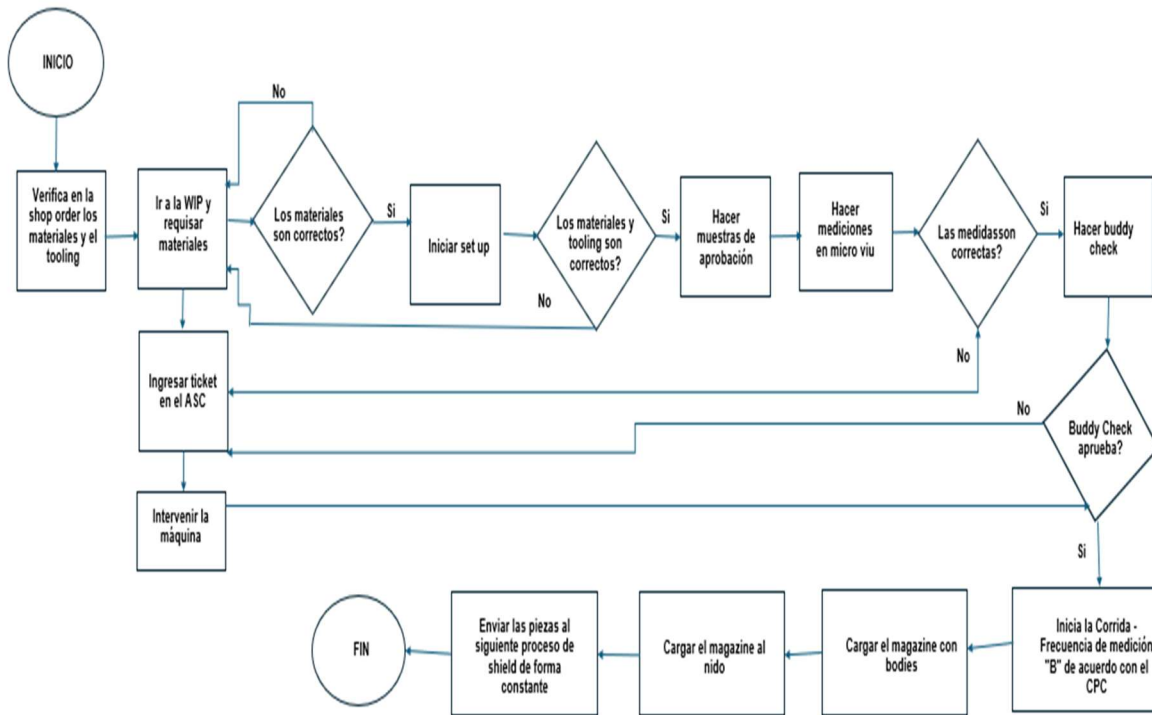
Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Con base en el diagrama anterior de la situación actual, se muestran algunos de los pasos que conlleva la finalización en el proceso *Weld tab*. Antes de iniciar la corrida de la máquina es necesario realizar el montaje del *tooling* para, seguidamente, realizar el *setup* correspondiente, según el número de posiciones y de la serie indicada en la instrucción de trabajo. El montaje del *reel* en la máquina es un proceso crucial para asegurar el correcto funcionamiento y la precisión de

la máquina durante la corrida, por lo que en la figura 39 se muestra un diagrama del flujo del ensamble del proceso *Fill Xolc*

Descripción del proceso inicial

Figura 39 Diagrama de flujo *Fill Xolc*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

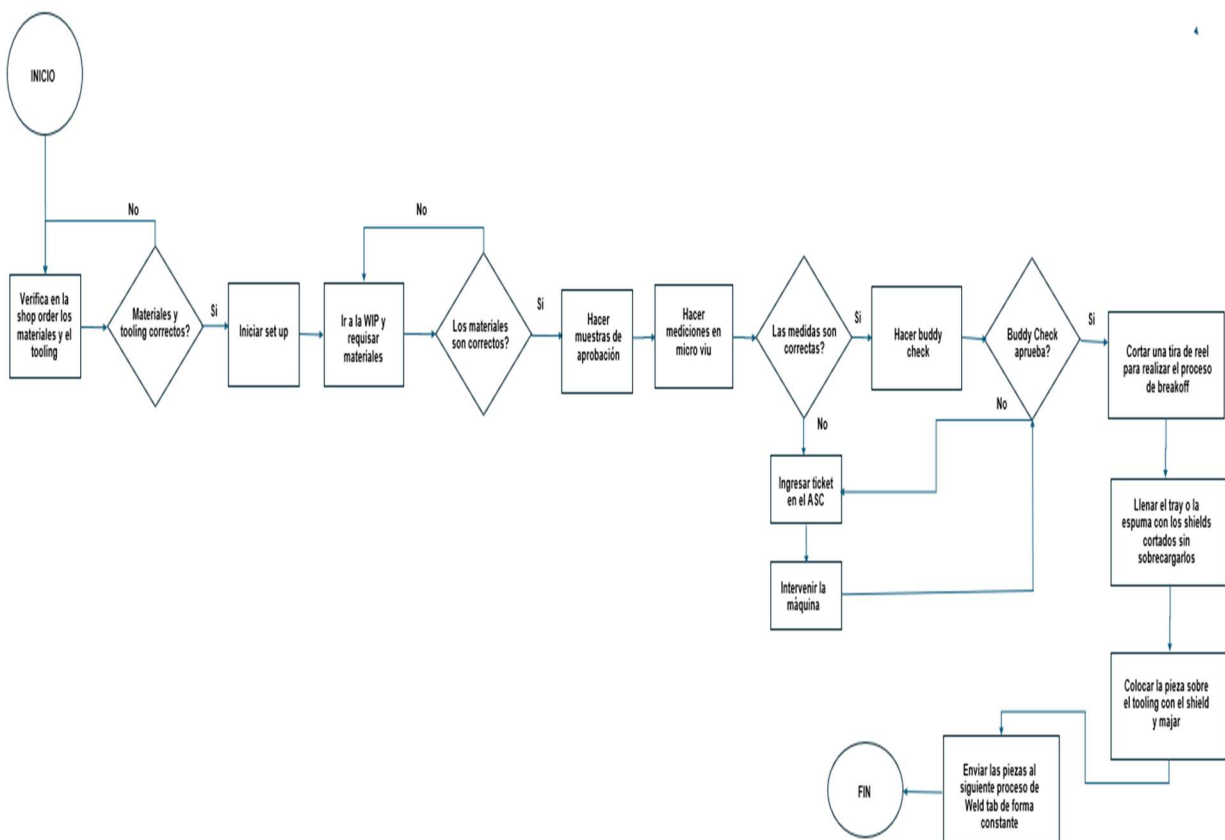
En este primer ensamble del conector se inicia el proceso. Se hace la verificación de los materiales y se busca en el *Tooling* que sean los correctos según el BOM situado en la instrucción de trabajo. Si estos no son los correctos se debe emitir un *ticket* en el sistema ASC para solicitar a un técnico la intervención de la máquina. Si son los adecuados se inicia el *set up* para correr las primeras muestras de aprobación y llevar a cabo la medición de estas en el *micro Vu*.

Si las medidas no están dentro del rango de especificación, según lo establecido en el plano, se emite un *ticket* en el sistema ASC para solicitar que un personal técnico intervenga la máquina. Si estas medidas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se procede a iniciar la corrida y se continúa realizando mediciones con frecuencia “B”, de acuerdo con el CPC, que indica medir al inicio, a la mitad y al final de la corrida. Luego se procede a cargar el *magazine* con los *bodys* vírgenes, para cargarlos directamente en el nido de la máquina y para iniciar el primer ensamble y

posteriormente ir colocando las piezas en el *layer*, para alimentar la línea y continuar con el proceso de *Shield* en el diagrama de flujo del ensamble del proceso *Shield*.

Segundo proceso de fabricación o ensamble de la recubierta externa del producto

Figura 40 Diagrama de *Flujo Shield*

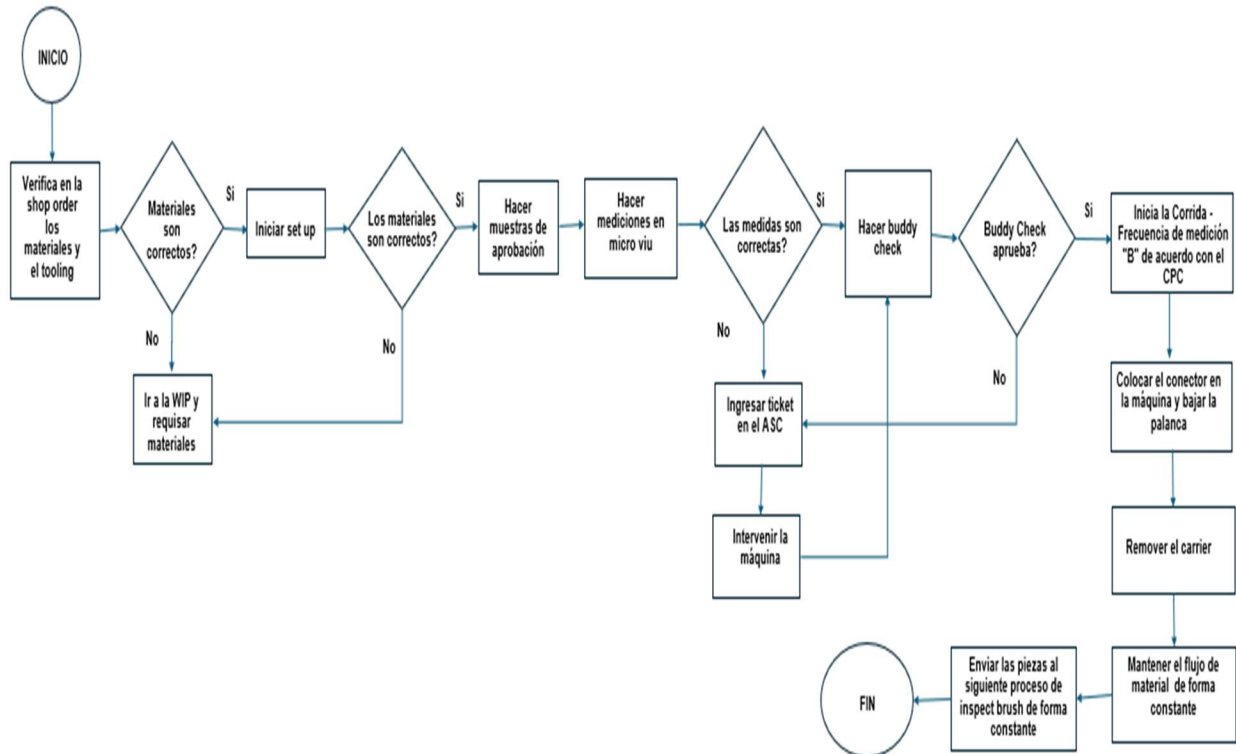


Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Al iniciar el proceso de *Shield* se debe verificar que los materiales y el *tooling* sean los correctos, según la instrucción de trabajo. Si no son los correctos se deben verificar en la *wep*. Si están correctamente asignados se corren las primeras muestras de aprobación para realizar la medición en el *micro viu*. Si estas no están dentro de las especificaciones según lo indicado en el plano se debe emitir un *ticket* en el sistema *ASC* para solicitar un personal técnico que intervenga la máquina. Si estas medidas están dentro de la especificación, se debe cortar una tira de *reel* y realizar el proceso de *break off* (desprender el material) para ir llenando el *tray* o la bandeja con los *shields* cortados, sin sobrecargar esta última. Luego, colocar la pieza en la prensa junto con el *body* e insertar el *Shield*, bajando la palanca, para posteriormente enviar las piezas al proceso de *Weld tab*.

Tercera fase de fabricación

Figura 41 Diagrama de flujo del proceso *Weld tab*

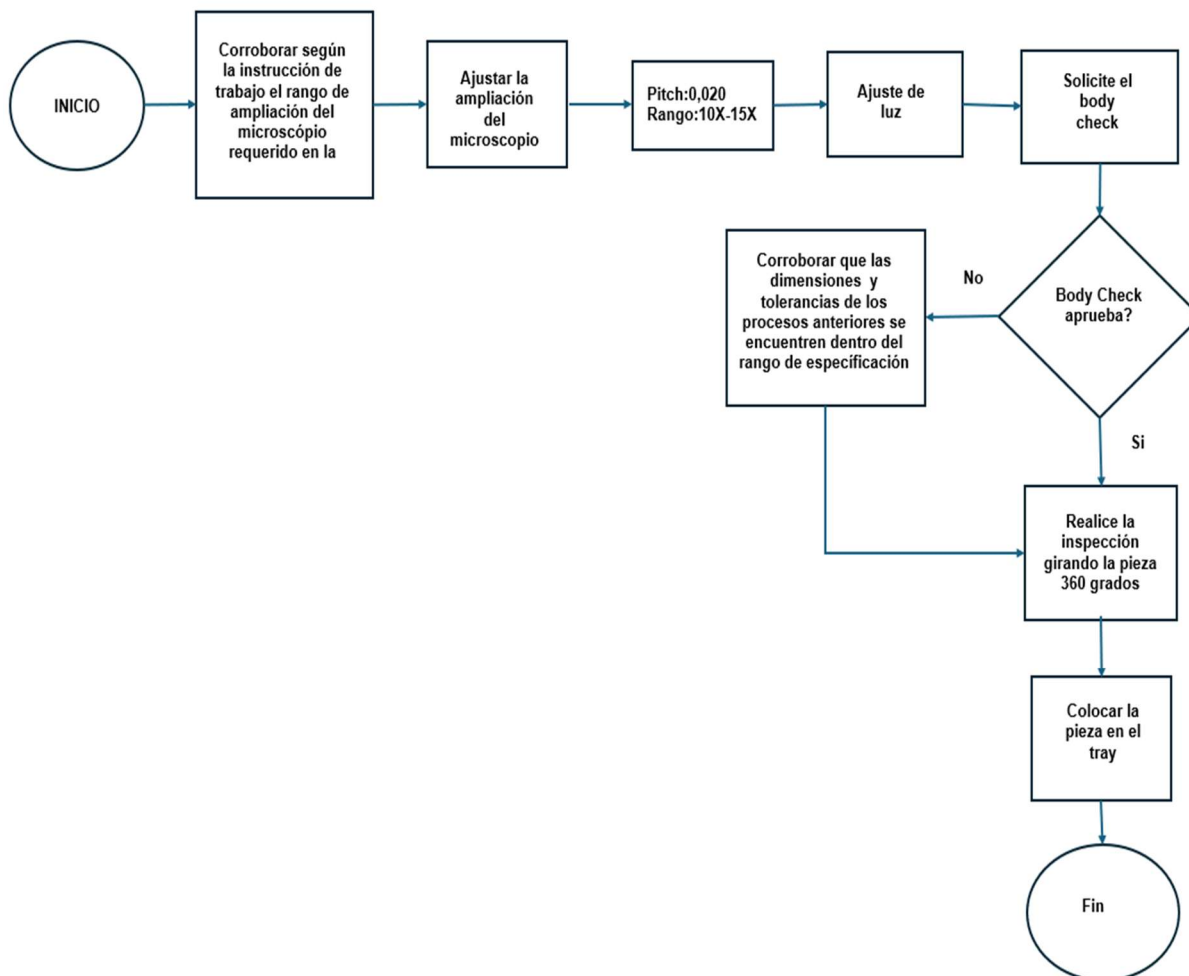


Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Al inicio del proceso *Weld tab* se debe verificar que los materiales y el *tooling* sean los correctos, según la instrucción de trabajo. Si no son los correctos se deben verificar nuevamente en la *wep* (dispensario de materiales). Si estos son los correctos se procede a ejecutar el *set up* y se realizan las primeras cinco muestras de aprobación para obtener el *body check* (aprobación para iniciar el proceso); pero si las críticas no están dentro de las especificaciones según el plano se debe emitir un ticket en el sistema ASC para solicitar un técnico que intervenga la máquina. Si estas medidas se encuentran dentro de las especificaciones y se aprueba el *Body check*, se inicia la corrida y se toma en cuenta que es indispensable medir las piezas en frecuencia “B” (al inicio, a la mitad y al final de la corrida), y posteriormente se envían las piezas al proceso de *inspect brush* y empaque de *tray*.

Cuarta fase de la inspección

Figura 42 Diagrama de Flujo *Inspect-brush -Tray*



Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

En esta parte del proceso se inspeccionan todos los procesos anteriores previos al empaque del producto. Al inicio de la realización de este proceso se debe corroborar, según la instrucción de trabajo, el rango de ampliación requerida en el cual se debe utilizar el microscopio, para luego realizar el ajuste de ampliación con un *pitch* de 0.020 y un rango de 10X-15X, que hace referencia a la distancia de pin a pin. Seguidamente se ajusta la luz para obtener mayor claridad de la pieza y empezar a realizar la inspección girando la pieza 360 (grados superior, lateral e inferior).

En la industria de fabricación de conectores electrónicos se establece un margen aceptable de *Scrap*, generalmente alrededor de 5%. Sin embargo, cuando este porcentaje se sobrepasa, y alcanza niveles de 8% al 14%, se generan preocupaciones significativas tanto en términos de costos como de eficiencia operativa.

Causas

1. Calidad de los materiales:

- **Materiales defectuosos:** La utilización de materiales de baja calidad o defectuosos puede aumentar la tasa de *Scrap*.
- **Variabilidad en los suministros:** Las diferencias en la calidad de los materiales suministrados pueden afectar la consistencia del producto final.

2. Procesos de producción:

- **Errores en la maquinaria:** Las fallas o desajustes en las máquinas de producción pueden resultar en productos defectuosos.
- **Falta de mantenimiento:** La falta de mantenimiento regular de las máquinas puede llevar a un aumento en la tasa de *Scrap*.

3. Mano de obra:

- **Capacitación insuficiente:** La falta de capacitación adecuada del personal puede resultar en errores durante el proceso de fabricación.
- **Errores humanos:** Errores cometidos por los operarios durante la producción pueden incrementar el *Scrap*.

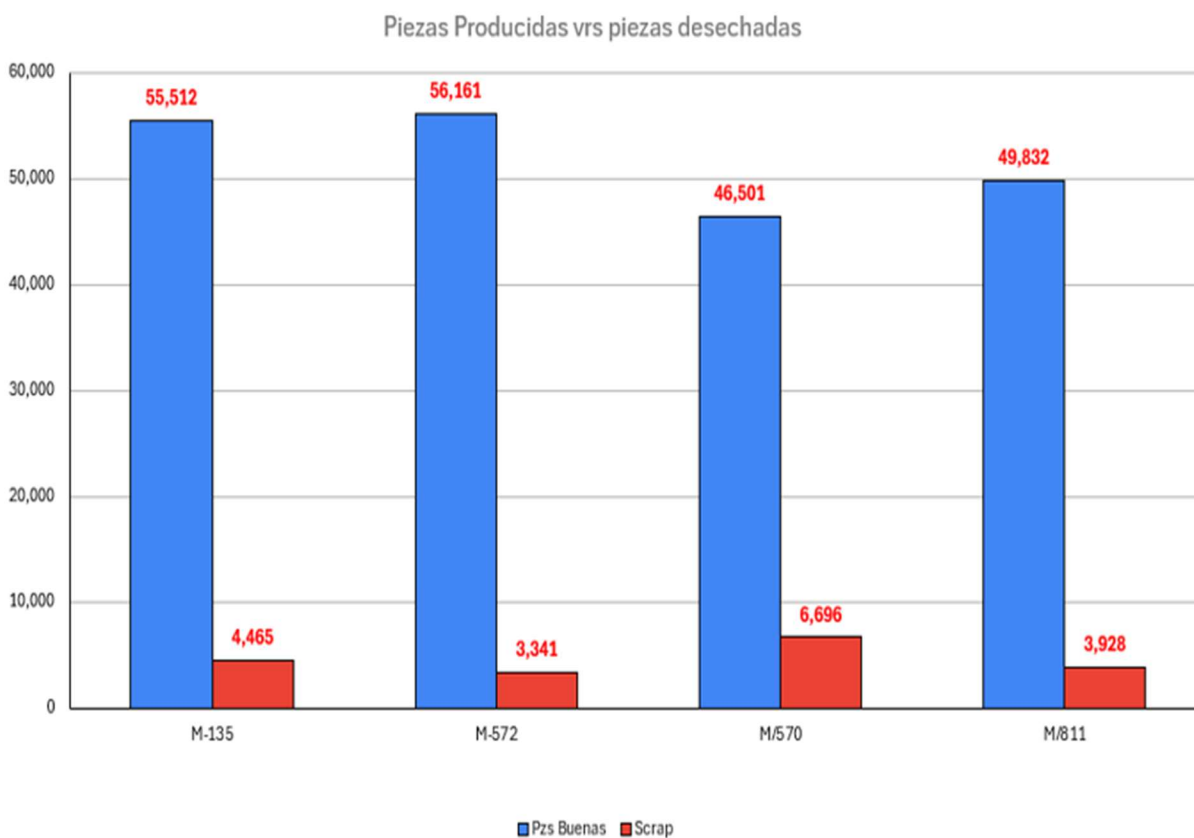
4. Control de calidad:

- **Inspección inadecuada:** Un control de calidad deficiente puede permitir que productos defectuosos pasen desapercibidos hasta etapas avanzadas de la producción.
- **Normas de calidad estrictas:** A veces, normas de calidad muy estrictas pueden resultar en un mayor porcentaje de *Scrap*, ya que más productos son rechazados.

En la siguiente *figura 43* se presenta un gráfico de barras en el que se muestra la cantidad de piezas buenas y malas producidas por cuatro máquinas diferentes en la línea de producción DH, en el

periodo de un año. Cada barra representa una máquina específica, y se han utilizado dos colores diferentes para distinguir entre piezas buenas y malas.

Figura 43 Cuantificación de piezas buenas vs. piezas *Scrap*



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Según la empresa, los datos suministrados muestran las máquinas con las respectivas cantidades de tiquetes reportados en un año. La figura 43 muestra la cantidad de piezas buenas y la cantidad de piezas defectuosas o desechos reportados durante ese periodo, en que se evidencia la necesidad de realizar un análisis de causa-raíz e implementar herramientas para eliminar las principales causas del *Scrap*.

- **Máquina M-135:** Produjo 55,512 piezas buenas y 4,465 piezas malas.
- **Máquina M-572:** Produjo 56,161 piezas buenas y 3,341 piezas malas.
- **Máquina M-570:** Produjo 46,501 piezas buenas y 6,696 piezas malas.
- **Máquina M-811:** Produjo 49,832 piezas buenas y 3,928 piezas malas.

Análisis

1. Máquinas con mayor producción de piezas buenas:

- La máquina m-572 tiene la mayor cantidad de piezas buenas (56,161), seguida de cerca por la máquina m-135 (55,512).

2. Máquinas con mayor producción de piezas malas:

- La máquina m-811 tiene una cantidad significativamente alta de piezas malas (49,832), lo que indica un problema de calidad que debe ser investigado.

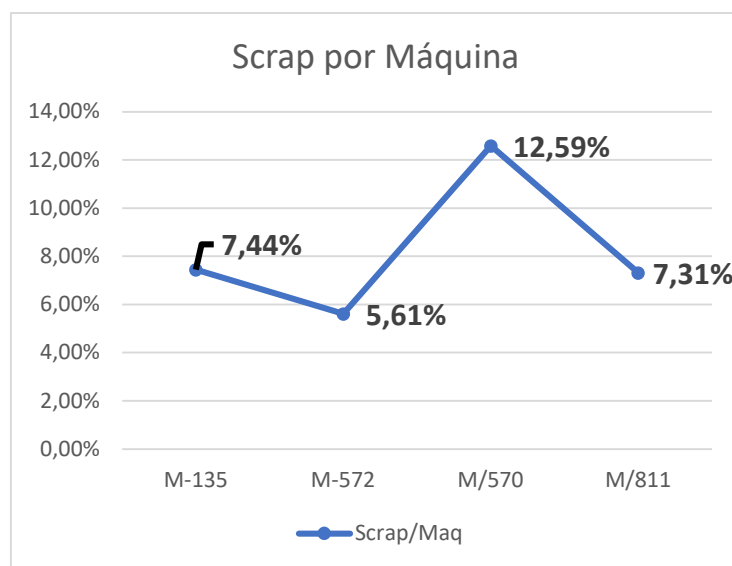
3. Comparación general:

- La máquina m-572 muestra el mejor rendimiento en términos de calidad, con una alta producción de piezas buenas y una baja cantidad de piezas malas.
- La máquina m-811, por otro lado, tiene un rendimiento muy bajo en términos de calidad, con una cantidad de piezas malas que supera con creces a las piezas buenas.

Este análisis puede ayudar a identificar áreas de mejora en la producción y a tomar decisiones informadas para optimizar la eficiencia y la calidad del proceso de fabricación.

La cantidad de *Scrap* sobrepasa las tolerancias permitidas de calidad de la empresa, la cual permite 5 % como máximo y la data muestra de 8,14%. A continuación, se muestra la Figura 44 del *Scrap* por máquina.

Figura 44 Scrap por máquina



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

En el periodo analizado se produjo un total de 226.436 piezas. Estas 208.006 piezas fueron consideradas buenas, mientras que 18.430 fueron clasificadas como *Scrap*, es decir, defectuosas. Este análisis es fundamental para identificar áreas de mejora en la producción, tomando en cuenta el porcentaje de *Scrap* del 8,14%, que indica que hay margen para optimizar el proceso y reducir el número de piezas defectuosas.

Para calcular el porcentaje de *Scrap*, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de } scrap = (\text{Scrap} / \text{total producidas}) \times 100$$

Sustituyendo los valores de la tabla:

$$\text{Porcentaje de } Scrap = (18,430/226,436) \times 100 \approx 8.14\%$$

Esto indica que 8,14% de las piezas producidas no cumplieron con los estándares de calidad y fueron descartadas como *Scrap*. Este porcentaje es importante para evaluar la eficiencia del proceso de producción y para detectar áreas de mejora.

Cantidad de piezas buenas: Representa el número total de piezas que pasaron el control de calidad y se consideran utilizables.

Scrap: Indica la cantidad de piezas que no cumplieron con los estándares de calidad y se consideran desechos.

Total, de producidas: Es la suma de las piezas buenas y las piezas *Scrap*.

Porcentaje de Scrap (%): Es el porcentaje de piezas que fueron desechadas del total producido.

La tabla 7 muestra la cantidad de piezas buenas, piezas de *Scrap*, el total de piezas producidas y el porcentaje de *Scrap* en la línea de producción DH.

Tabla 7. Scrap del proceso del Weld tab

SCRAP	
Pzs buenas	208 006
Scrap	18 430
Total, producidas	226 436
% Scrap	8.14%

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Scrap

El gráfico anterior presenta la cantidad de *Scrap* en el proceso del *Weld tab*. A continuación, se menciona la visualización de tendencias. El gráfico permite observar cómo varía la cantidad de

desechos a lo largo de 12 meses, en distintos lotes del proceso *Weld tab*. Esto permite identificar las tendencias, así como los aumentos o disminuciones.

Optimización del proceso

El gráfico permite identificar el área específica donde se produce más residuos. Esto facilita enfocarse en perfeccionar esas áreas para reducir el desperdicio e incrementar la eficiencia.

Control de calidad

Al graficar el desecho se logra crear un límite superior admisible. La cantidad de desecho supera ese límite, lo que es indicación de una evidente problemática, por lo que en el proceso se deben tomar medidas de mejora. En resumen, en este gráfico de *Scrap* se identifica la problemática que se requiere controlar, monitorear y resolver en cuanto a la calidad de *Weld tab*.

Medición de las consecuencias

De acuerdo con los datos recabados, en las siguientes muestras obtenidas de las máquinas de *Weld tab* se identifica un aumento considerable de *Scrap* que sobrepasa las tolerancias nominales, según las especificaciones admitidas por el departamento de calidad. El límite de *Scrap* permitido es de 5 % y, según las muestras analizadas, estas presentan un incremento de 8,14%, por lo cual se realiza un análisis posterior en que se identifique la causa raíz de por qué el residuo sobrepasa dichas normas de calidad permitidas por la empresa, lo que afecta la capacidad de producción. Es necesario mostrar, en lo estadístico, los datos normales como requisito para calcular su capacidad de producción. En la *tabla 8* se muestran las máquinas con los tiquetes durante el periodo de un año, en los cuales se obtuvieron 303 tiquetes y se fabricaron 208 006 piezas buenas; pero hubo 18.430 piezas de *Scrap*.

Producto fuera de especificación

El conector presenta medidas fuera de especificación ya que no cumple con los criterios de calidad y las características definidas en el diseño o en los estándares de producción. Estos criterios pueden incluir dimensiones, forma, material, acabado superficial, y otras propiedades físicas o químicas que son esenciales para el correcto funcionamiento y la calidad del producto final. En la *tabla 8* se muestra la cantidad de tiquetes con sus respectivas máquinas.

Tabla 8. Fabricación 208.006 piezas buenas, con 18,430 piezas de Scrap

MAQUINA	TIQUETE	BUENAS	SCRAP
M-135	74	55 512	4 465

M-572	83	56 161	3 341
M-750	73	46 501	6 696
M-811	73	49 832	3 928
Total	303	208 006	18 430

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

La tabla 8 muestra características específicas de las máquinas según sus códigos de producción. Así mismo, muestra los tiquetes, que son el número de requerimiento para cual el operador solicitó un refuerzo especial al desarrollar un proceso de manutención en la máquina, debido a que existía una falla en la producción, es decir, hubo ocasiones en las que producía perfectamente y otras en las que fallaba el proceso de producción, fallas a los cual se les llama *Scrap*. Es así como la máquina muestra su código y los requerimientos de manutención a los cuales se les llama tiquete, que es el que contiene la cantidad de piezas buenas producidas en un año y la cantidad de piezas damnificadas o dañadas en ese año.

1. Cantidad de piezas buenas:

- 208.006 piezas fueron consideradas buenas. Estas piezas pasaron todos los controles de calidad y cumplen con las especificaciones necesarias para su uso final. Este número es apropiado, ya que refleja la eficiencia y la efectividad del proceso de producción.

2. *Scrap*:

- Fueron clasificadas 18.430 piezas como *Scrap*, es decir, como defectuosas. Estas piezas no cumplían con los estándares de calidad y por eso fueron descartadas. El *Scrap* puede deberse a varios factores, como errores en el proceso de producción, defectos en los materiales, o problemas con la maquinaria.

3. Total, producidas:

- El total de piezas producidas es la suma de las piezas buenas y las piezas de *Scrap*, lo que da un total de 226.436 piezas. Este número representa la capacidad de producción de la línea durante el periodo analizado.

4. Porcentaje de *Scrap* (%):

- El porcentaje de *Scrap* se calcula al dividir la cantidad de piezas defectuosas entre el total de piezas producidas y multiplicar el resultado por 100. En este caso el porcentaje de *Scrap* es de

8,14%. Este porcentaje es una métrica importante para evaluar la calidad del proceso de producción y la eficiencia de la línea.

A continuación, en la *tabla 9* se muestra la cantidad de piezas buenas vs. piezas malas con el respectivo porcentaje de *Scrap* producido por máquina. Representa las máquinas con sus respectivos tiquetes y sus piezas producidas en el periodo de un año.

Tabla 9. Cuantificación de piezas producidas vs. piezas desechadas

Máquina	Tiquetes	Pzs Buenas	Scrap	Total	Scrap/Maq
M-135	74	55,512	4,465	59,977	7.44%
M-572	83	56,161	3,341	59,502	5.61%
M/570	73	46,501	6,696	53,197	12.59%
M/811	73	49,832	3,928	53,760	7.31%
Total	303	208,006	18,430	226,436	8.14%

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

En la *tabla 9* de cuantificación de piezas producidas vs. piezas desechadas, a diferencia de la tabla anterior, acá muestra el porcentaje de *Scrap* producido por máquina, es decir, que cada una, según su código, tiene piezas buenas producidas en un año, piezas damnificadas o dañadas en ese mismo año, a lo cual se le denomina *Scrap*. Tiene un total o una diferencia la cual se lleva al porcentaje de piezas.

Una tabla de cantidad de desecho y ganancia se utiliza para varios propósitos, dependiendo del contexto. A continuación, se mencionan algunas razones comunes:

- **Gestión de residuos:** En proyectos de construcción o manufactura estas tablas ayudan a estimar y gestionar los tipos y cantidades de desechos generados.
- **Evaluación de rentabilidad:** En el ámbito financiero una tabla de pérdidas y ganancias les permite a las empresas evaluar su rentabilidad.
- **Optimización de procesos:** En procesos industriales estas tablas pueden identificar áreas en las que se generan más desechos, lo cual favorece implementar mejoras para reducir pérdidas y aumentar la eficiencia.

- El proceso de soldadura, conocido como *Weld tab*, implica varios factores que afectan tanto la cantidad de desecho como la ganancia. Seguidamente algunos puntos clave:
 - Cantidad de desecho:
 - **Material sobrante:** Durante el proceso de *Weld tab* siempre hay una cantidad de material que no se utiliza y que se convierte en desecho. Esto puede incluir restos de metal y consumibles de soldadura.
 - **Defectos de soldadura:** Las imperfecciones, como porosidad, grietas o inclusiones pueden resultar en piezas que deben ser desechadas o retrabajadas.
 - Corte y preparación: El material que se corta y prepara para la soldadura también puede generar desechos.
 - **Eficiencia del proceso:** La optimización del proceso de soldadura puede reducir el tiempo y los materiales necesarios, y aumentar la eficiencia y, por ende, la ganancia.
 - **Calidad del producto:** Una soldadura de alta calidad reduce la necesidad de retrabajos y desechos, y mejora la productividad y la rentabilidad.
 - **Automatización:** El uso de tecnologías avanzadas y automatización puede mejorar la precisión y consistencia, y reducir desechos y aumentar la ganancia.
 - Estas herramientas permiten analizar y optimizar los parámetros de soldadura para minimizar desechos y maximizar ganancias.

Calcular el costo de *Scrap* por máquina en manufactura es importante por varias razones:

Control de costos: Ayuda a identificar y controlar los costos generados por el desperdicio de materiales.

Mejora de procesos: Permite identificar áreas en el proceso de manufactura en las que se generan más desechos.

Calidad de producto: Al reducir el *Scrap* se mejora la calidad del producto final.

A continuación, en la *tabla 10*, se observa la cantidad de desecho y su respectiva ganancia.

Tabla 10. La cantidad de desecho y su pérdida

Costo	SCRAP	\$	%
	BUENO	676 019,5	100%
	MALO	59 897.5	8.86%

Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

En el periodo de 12 meses el proceso de producción de *Weld tab* de la empresa generó una ganancia de \$676.019. Sin embargo, se registró una pérdida de \$59,897.5, lo que representa 8,86% de pérdida para la empresa.

Costo de Scrap por máquina

Es necesario para la empresa estimar los costos de producción, como son los gastos necesarios para mantener la línea de procesamiento. Estos costos incluyen: la materia prima, un costeo preciso que permita identificar las pérdidas detalladamente y por medio de gráficos permita comprender de manera integral los costos generados en cada máquina, y tener mejor visión de la problemática del proceso *Weld tab*. A continuación, se indican en la *tabla 11* los costos de Scrap por máquina.

Tabla 11. Costos de Scrap por máquina

MAQUINA	TIQUETE	SCRAP	\$
M-135	74	4 465	14 511.25
M-572	83	3 341	10 858.25
M-750	73	6 696	21 762
M-811	73	3928	12 766
TOTAL	303	18430	59 897.5

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

En la *tabla 11* se presentan las máquinas según su código y los tiquetes, que son los requerimientos de mantenimiento solicitados durante el año. También se muestra el Scrap o piezas dañadas, y finalmente el costo en dólares de las piezas desechadas. Es decir, en el gráfico se muestra que existe un código de pérdida o porcentaje de pérdida cada vez que la máquina produce piezas que no se pueden manufacturar. El desperdicio de 3,14 excede el límite permitido por calidad. Este exceso se calcula multiplicando 3,14 por 59,897.5, lo que equivale a la cantidad en dólares. Al dividir esta cantidad entre 8,14%, que es el porcentaje de Scrap, se obtiene un resultado de 23,105 dólares; es

decir, que causa una pérdida para la organización empresarial. Se considera entonces que así se deben atender los procesos de falla que muestra cada máquina.

Los límites de control son herramientas esenciales en el control estadístico de procesos (SPC, por sus siglas en inglés). Se utilizan para monitorear y mantener la calidad de un proceso, como el proceso de soldadura (*Weld tab*). Se agrega la siguiente explicación general:

- **Definición:** Los límites de control son valores que definen el rango aceptable de variación en un proceso. Estos límites se establecen en gráficos de control y se utilizan para determinar si un proceso está bajo control o si hay variaciones que requieren atención.
- **Componentes:**
- **Línea Central (LC):** Representa la media del proceso.
- **Límite de Control Superior (LCS):** El valor máximo aceptable para el proceso.
- **Límite de Control Inferior (LCI):** El valor mínimo aceptable para el proceso.
- **Función:** Si las mediciones del proceso se encuentran dentro de los límites de control el proceso se considera estable y bajo control.
- **Aplicación en soldadura (*Weld tab*):** En el contexto de la soldadura los límites de control pueden aplicarse para monitorear parámetros como la temperatura, la velocidad de soldadura, y la calidad de las uniones soldadas.

Tabla 12. Toma de muestra para el cálculo de los límites de control

Tabla #									
Toma de muestras para calculo de límites de control									
Muestra	1	2	3	4	5	Media	Min	Max	Rango
1	3.25	3.53	3.34	3.32	3.55	3.36	3.25	3.53	0.28
2	3.27	3.33	3.50	3.45	3.57	3.42	3.27	3.57	0.30
3	3.30	3.26	3.52	3.51	3.29	3.38	3.26	3.52	0.26
4	3.31	3.33	3.30	3.53	3.53	3.40	3.30	3.53	0.23
5	3.44	3.32	3.29	3.33	3.56	3.39	3.29	3.56	0.27
6	3.28	3.32	3.49	3.45	3.33	3.37	3.28	3.49	0.21
7	3.37	3.40	3.45	3.50	3.33	3.41	3.33	3.50	0.17
8	3.32	3.39	3.33	3.53	3.39	3.39	3.32	3.53	0.21
9	3.40	3.29	3.36	3.35	3.42	3.36	3.29	3.42	0.13
10	3.32	3.33	3.33	3.41	3.28	3.33	3.28	3.41	0.13
11	3.37	3.38	3.41	3.28	3.55	3.40	3.28	3.55	0.27
12	3.30	3.45	3.46	3.33	3.33	3.37	3.30	3.46	0.16
13	3.47	3.33	3.35	3.49	3.50	3.43	3.33	3.50	0.17
14	3.35	3.33	3.28	3.48	3.51	3.39	3.28	3.51	0.23
15	3.28	3.29	3.29	3.51	3.52	3.38	3.28	3.52	0.24
Sumatoria Promedios						50.79	Sumatoria Rangos		3.26
Promedio						3.39	Rango Promedio		0.22
Desviación standard						0.40			

Nota: Departamento de calidad de la empresa Samtec

En la *tabla 12* se muestra el cálculo del límite de control, el cual es fundamental para un seguimiento de la calidad del producto. Los datos fueron obtenidos de los análisis estadísticos que muestran el proceso de variación de la problemática existente. Pues bien, existe un método específico para calcular ese límite. Esto se hace por medio de la fórmula o ecuación de la desviación estándar con los límites superiores e inferiores, obtenidos la producción y el monitoreo de las variables del proceso de calidad del producto.

Tabla 13. CPK

Definiciones	Formulas	Calculos	
Calculo límites de especificaciones			
LIE= Límite Inferior de Especificación	$MN - 0.0765$	$3.400 - 0.0765$	3.32
MN= Medida Nominal			3.40
LSE= Límite Superior de Especificación	$MN + 0.0765$	$3.400 + 0.0765$	3.48
Calculo límites de control para el promedio			
LIC= Límite Inferior de Control	$LIC = \text{Promedio} + (A2 * \text{Rango Promedio})$	$3.39 - (0.577 * 0.22) =$	3.26
LSC= Límite Superior de Control	$LSC = \text{Promedio} - (A2 * \text{Rango Promedio})$	$3.39 + (0.577 * 0.22) =$	3.51
Calculo límites de control para Rango			
LIC= Límite Inferior de Control	$LIC = \text{Rango promedio} * D3$	$0.22 * 0$	0
LSC= Límite Superior de Control	$LSC = \text{Rango promedio} * D4$	$0.22 * 2.115$	0.46
Calculo Desviación Standard a Corto Plazo			
Desviación Standard a Corto Plazo = DSCP	$DSCP = \text{Rango Promedio} / R2$	$DSCP = 0.2173 / 2.326$	0.093
Calculo Cps			
Capacidad de Proceso (Cp)	$Cp = (LSE - LIE) / (6 * DSCP)$	$Cp = (3.48 - 3.39) / (6 * 0.093)$	0.27
Cpi= Cp Límite inferior	$Cpi = \text{Promedio} - LIE / (3 * DSCP)$	$(3.39 - 3.32) / (3 * 0.093)$	0.22
Cps= Cp Límite Superior	$Cps = LSE - \text{Promedio} / (3 * DSCP)$	$(3.48 - 3.39) / (3 * 0.093)$	0.32
Calculo Cpk			
Cpk = Capacidad del Proceso	$Cpk = \text{Min}[Cps, Cpi]$	$Cpk = \text{Min}[0.32, 0.22]$	0.22

Nota: Departamento de calidad de la empresa Samtec.

En resumen, se obtuvo la tabla 13:

El índice de capacidad del proceso, conocido como CPK, es una medida que evalúa habilidades para producir dentro de las especificaciones requeridas. Está relacionada con el proceso

manufacturero para cumplir con los límites de especificaciones del cliente. Se obtiene utilizando ecuaciones del límite superior de especificaciones, el límite inferior de especificaciones, la medida de proceso y la desviación estándar. Visualícese en el apéndice 2

A continuación, se presenta la tabla 14 que muestra los rangos y los promedios obtenidos durante cada turno analizado. Esta información permitirá visualizar de manera clara y estructurada los resultados obtenidos, facilitando su interpretación y comparación.

Tabla 14. Rangos y promedios

	SAMPLE								
	Turno 1			Turno 2			Turno 3		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3.34	3.45	3.5	3.27	3.33	3.49	3.33	3.29	3.47
	3.36	3.33	3.55	3.31	3.32	3.51	3.35	3.29	3.55
	3.35	3.44	3.49	3.3	3.33	3.51	3.36	3.26	3.52
	3.38	3.35	3.53	3.29	3.33	3.48	3.37	3.3	3.45
	3.34	3.44	3.55	3.26	3.34	3.56	3.35	3.33	3.56
Promedio	3.354	3.402	3.524	3.286	3.330	3.510	3.352	3.294	3.510
Mínimo	3.340	3.330	3.490	3.260	3.320	3.480	3.330	3.260	3.450
Maximo	3.380	3.450	3.550	3.310	3.340	3.560	3.370	3.330	3.560
Rango	0.040	0.120	0.060	0.050	0.020	0.080	0.040	0.070	0.110

Nota: Departamento de calidad de la empresa Samtec.

Los promedios obtenidos durante los tres turnos analizados reflejan un rango con variaciones mínimas, manteniéndose dentro de un intervalo entre 3.286 y 3.402. Se observa un promedio mínimo de 3.320, un promedio máximo de 3.560 y un rango de variación entre 0.020 y 0.120. Estos resultados indican que la capacidad de proceso se desvía del rango y promedio esperado de calidad, lo que podría afectar la estabilidad y eficiencia del sistema evaluado.

En el ámbito de la fabricación los gráficos SPC no son meros gráficos sino herramientas que facilitan la mejora continua en los procesos. Les permiten a los fabricantes darle un seguimiento a la coherencia de los procesos e identificar cualquier variación que pueda comprometer la calidad del producto final. Esto asegura que los procesos de fabricación estén estadísticamente bajo control y que los productos que se generan cumplan con los estándares de calidad.

En la fabricación de SPC se pone énfasis en la detección temprana y en la prevención de problemas. Al monitorear continuamente el proceso de producción mediante el uso de un gráfico SPC, los fabricantes pueden identificar variaciones antes de que resulten en productos defectuosos. Por tanto, aseguran un control estadístico de calidad y minimizan el desperdicio. En la figura 45 se muestra el SPC del control de límite

Figura 45. SPC Control de límite

SPC Calculo para el control de limites					
Anotaciones					
LSC – Limite Superior de Control		$\bar{\bar{x}}$ – Promedio de Medidas			
LIC – Limite inferior de Control		$\bar{\bar{x}}$ – Promedio de Promedios			
LC – Línea Central		R – Rango			
n – Tamaño de la muestra		\bar{R} – Rango Promedio			
RCP – Relacion de Capacidad de Proceso		LSE – Límite Superior de Especificación			
σ – Desviación Estandard del Proceso		LIE – Límite Inferior de Especificación			
Datos Variables (Gráficos de control \bar{x} y R)					
\bar{x} Gráficos de Control	n	$A2$	$D3$	$D4$	$d2$
LSC= $\bar{\bar{x}} + A2\bar{R}$	2	1.880	0.000	3.267	1.128
LIC= $\bar{\bar{x}} - A2\bar{R}$	3	1.023	0.000	2.574	1.693
CL= $\bar{\bar{x}}$	4	0.729	0.000	2.282	2.059
	5	0.577	0.000	2.115	2.326
	6	0.483	0.000	2.004	2.534
Gráficos de control para \bar{R}	7	0.419	0.076	1.924	2.704
LSC= $\bar{R}D4$	8	0.373	0.136	1.864	2.847
LIC= $\bar{R}D3$	9	0.337	0.184	1.816	2.970
CL= \bar{R}	10	0.308	0.223	1.777	3.078
Estudio de Capacidad					
Cp= (LSE-LIE)/(6 $\hat{\sigma}$); donde $\hat{\sigma} = \bar{R}/d2$					

Nota: Departamento de calidad de la empresa Samtec

La figura 45 muestra el control de límite y todos los elementos que forman parte del cálculo, es decir, que el cpk indica la capacidad del proceso, es decir, que mide la capacidad del producto dentro de las especificaciones establecidas. Esto se hace mediante ecuaciones específicas en las que interviene la media del proceso, el límite inferior, el límite superior y la desviación estándar. Pues bien, el cpk es el resultante que surge de las medidas establecidas a las cuales se les llama rango de especificaciones, en que son mínimos los porcentajes de variabilidad que puede implicar el proceso.

En la *tabla 15* se muestra los límites de control.

Tabla 15. Límites

	LIC	LSC	LIE	LSE
Media	3.26	3.51	3.32	3.48
Rango	0	0.46		

Nota: Departamento de calidad de la empresa Samtec

El gráfico X-R muestra como el límite superior de Control (LSC) que es 3.51 está por encima del límite superior de especificación (LSE), que es 3.48, o sea, el LSC está fuera de especificación y, tomando en cuenta que un CPK menor a 1 (0.22) de acuerdo con la tabla de equivalencias entre índices de Proceso implica que estamos teniendo un índice sigma igual a 1 y por ende vamos a tener un PPM alrededor de 685K con un rendimiento de 31.5% lo cual nos indica que el *tooling* actual no es capaz de cumplir con las especificaciones que solicita el cliente, también la gráfica del promedio (línea morada) representa una corrida de 24 horas (3 turnos) y se puede ver como en ciertas etapas de cada turno los promedios de las muestras se mantienen fuera de especificación, aun así el rango de la corrida es muy estable lo que hace lleva a concluir que el estado del *tooling* no es el mejor ya que presenta mucha variabilidad entre piezas. En la siguiente *tabla 16* se muestran las equivalencias entre índices de capacidad de proceso.

Tabla 16. Capacidad de proceso

Equivalencias entre índices de capacidad de proceso (en condiciones de Centramiento)			
CPK	índice Sigma	PPM	Rendimiento
2	6	3,4	99,9997%
1,67	5	233	99,9767%
1,33	4	6.210	99,3790%

1	3	66.804	93,3196%
0,67	2	308.305	69.1695%
0.33	1	685.253	31,4747%

Nota: Elaborado por Yeilin María Salas Rodríguez.

La *tabla 16* resume la información sobre la capacidad de proceso de *Weld Tab* y las equivalencias entre los índices de capacidad de proceso en condiciones de centrado:

La capacidad de proceso de *Weld Tab* se puede evaluar mediante el índice CPK, que refleja la capacidad de un proceso para producir resultados dentro de los límites especificados. Un CPK de 2 corresponde a un índice Sigma de 6, con solo 3,4 partes por millón (PPM) fuera de especificación y un rendimiento de 99,9997%. A medida que el CPK disminuye, el índice Sigma también baja, lo que resulta en un aumento significativo de PPM y una disminución del rendimiento. Por ejemplo, un CPK de 1,33 (Sigma 4) tiene 6.210 PPM y un rendimiento del 99,3790%, mientras que un CPK de 0,33 (Sigma 1) tiene 685.253 PPM y un rendimiento de 31,4747%. Estos datos destacan la importancia de mantener un alto índice de capacidad de proceso para asegurar la calidad y la eficiencia en la producción.

Alcanzar los tiempos promedio en el proceso *Weld tab* es fundamental para optimizar la eficiencia y la productividad. Al medir y analizar estos tiempos se pueden identificar cuellos de botella y áreas de mejora, lo que permite ajustar el proceso para reducir la variabilidad y asegurar una mayor consistencia en la calidad del producto final. Además, estos datos son esenciales para la planificación y programación de la producción, porque ayudan a gestionar los recursos de manera efectiva y a cumplir con los plazos de entrega. En resumen, los tiempos promedio proporcionan una base sólida para la mejora continua, el control de costos y el mantenimiento de altos estándares de calidad en la producción. Véase esto en el Apéndice 1.

En la *tabla 17* se presentan 2 tiempos promedio de dos turnos.

Tabla 17. Tiempos promedio de dos turnos

Toma de tiempos	
Promedio turno 1	12.306
Promedio turno 2	20.063
Tamaño de la muestra	

Turno 1	N: 6,383
Turno 2	N: 0.22125

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

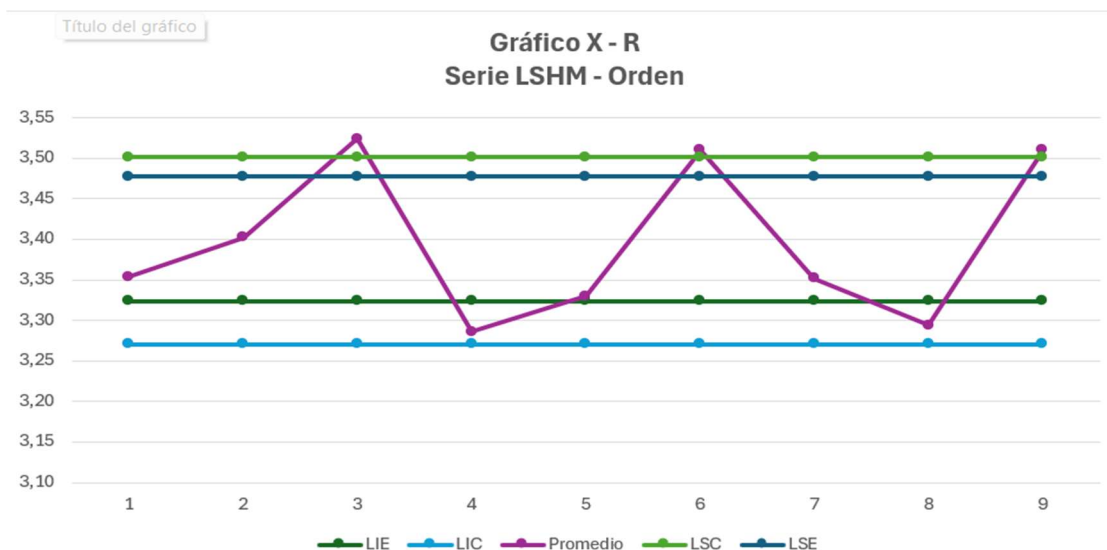
En la toma de tiempos del proceso *Weld Tab* se observó que el promedio del turno 1 es de 12.306, mientras que el promedio del turno 2 es significativamente mayor, de 20,063. Estos promedios se calcularon a partir de tamaños de muestra de ($n = 6,4383$) para el turno 1 y de ($n = 0,22125$) para el turno 2. Estos datos son determinantes para analizar la eficiencia y detectar posibles áreas de mejora en cada turno, y contribuye a optimizar el proceso y a asegurar una producción más uniforme y de alta calidad. Véase esto en el apéndice 1

Gráfico X-R

Con el fin de verificar si el *tooling* es capaz de reproducir piezas que cumplan con las especificaciones del cliente, se realizó un análisis de capacidad. Para esto se tomaron 15 muestras de 5 piezas cada una, con el fin de elaborar un gráfico X-R para de esta forma poder determinar el *cpk* del proceso, de lo cual se generó la *figura 46*:

Los promedios y los rangos de cada muestra se presentan en la *figura 46* en el un gráfico X-R

Figura 46 Gráfico X-R



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Tabla 18. Gráfico X-R, LIC y LSC

Sample	LIE	LIC	Promedio	LSC	LSE
1	3,32	3,27	3,35	3,50	3,477
2	3,32	3,27	3,40	3,50	3,477
3	3,32	3,27	3,52	3,50	3,477
4	3,32	3,27	3,29	3,50	3,477
5	3,32	3,27	3,33	3,50	3,477
6	3,32	3,27	3,51	3,50	3,477
7	3,32	3,27	3,35	3,50	3,477
8	3,32	3,27	3,29	3,50	3,477
9	3,32	3,27	3,51	3,50	3,477

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

La figura 46 muestra cómo el límite superior de control (LSC), que es de 3.51, está por encima del límite superior de especificación (LSE), que es de 3,48; o sea, que el LSC, está fuera de especificación, y tomando en cuenta que un CPK menor a 1 (0.22) (de acuerdo con la tabla 16 de equivalencias entre índices de proceso), implica que se está en un rendimiento de 31,5%, lo cual indica que el *tooling* actual no es capaz de cumplir con las especificaciones que solicita el cliente. También, el gráfico del promedio (línea morada) representa una corrida de 24 horas (tres turnos), y se puede ver cómo en ciertas etapas de cada turno los promedios de las muestras se mantienen fuera de especificación y, aun así, el rango de la corrida es muy estable, lo que lleva a la idea de que el estado del *tooling* no es el mejor, ya que presenta mucha variabilidad entre piezas.

Gráfico X-R

Figura 47 LIC y LSC

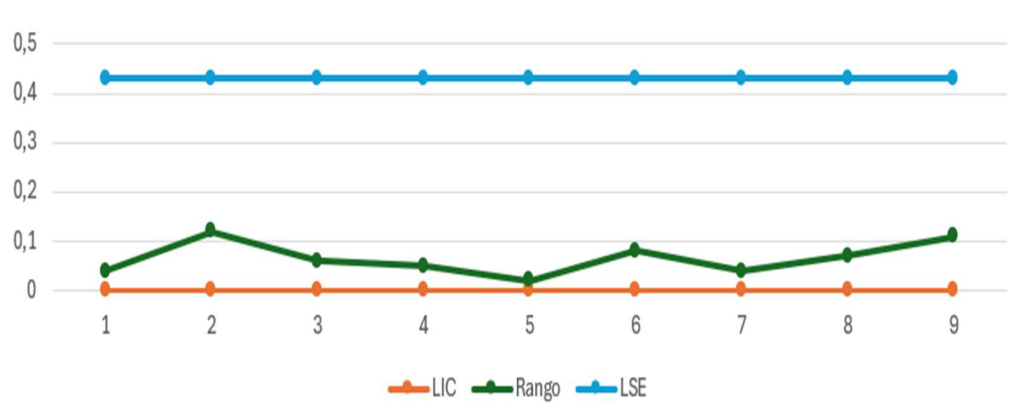


Tabla 19. LIC y LSC

Sample	LIC	Rango	LSE
1	0	0,04	0,43
2	0	0,12	0,43
3	0	0,06	0,43
4	0	0,05	0,43
5	0	0,02	0,43
6	0	0,08	0,43
7	0	0,04	0,43
8	0	0,07	0,43
9	0	0,11	0,43

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Mantener el *tooling* de la máquina de *Weld tab* en óptimas condiciones es importante por varias razones:

1. Calidad de la soldadura

Un *tooling* en buen estado asegura que las piezas se alineen y se sujeten correctamente durante el proceso de soldadura. Esto resulta en soldaduras uniformes y de alta calidad, que reducen la probabilidad de defectos y retrabajos.

2. Eficiencia operativa

Un *tooling* bien mantenido minimiza las interrupciones y el tiempo de inactividad. Las máquinas pueden operar a su capacidad máxima sin paradas inesperadas, lo que mejora la productividad y reduce los costos operativos.

3. Seguridad del personal

El uso de *tooling* en mal estado puede aumentar el riesgo de accidentes laborales. Piezas sueltas o desgastadas pueden fallar durante la operación, y ponen en peligro a los operadores y al personal cercano.

4. Durabilidad del equipo

El mantenimiento regular del *tooling* ayuda a prolongar la vida útil de la máquina. Evita el desgaste prematuro y reduce la necesidad de reparaciones costosas o reemplazos frecuentes.

5. Consistencia en la producción

Un *tooling* en buen estado garantiza que cada ciclo de producción sea consistente. Esto es especialmente importante en la manufactura, en lo que la uniformidad y la precisión son clave para cumplir con los estándares de calidad y con las especificaciones del cliente.

6. Costos de mantenimiento reducidos

El mantenimiento preventivo es generalmente más económico que las reparaciones mayores. Identificar y solucionar problemas menores antes de que se conviertan en fallos graves puede ahorrar tiempo y dinero en el largo plazo.

7. Cumplimiento de normativas

En Samtec existen normativas y estándares de calidad que deben cumplirse. Mantener el *tooling* en perfectas condiciones ayuda a asegurar que la empresa cumpla con estos requisitos, evita sanciones y mejora la reputación de la empresa.

***Tooling* en buen estado**

1. **Superficie lisa y sin defectos:** Las superficies de contacto están libres de rayaduras, abolladuras o cualquier tipo de desgaste.
2. **Alineación precisa:** Todas las partes del *tooling* están perfectamente alineadas, lo que asegura un contacto uniforme y preciso durante el proceso de soldadura.
3. **Componentes firmes:** No hay piezas sueltas o desgastadas. Los componentes se mantienen firmemente en su lugar durante la operación.
4. **Funcionamiento eficiente:** El *tooling* permite una operación suave y sin interrupciones, lo que contribuye a una alta calidad de soldadura y eficiencia en la producción.
5. **Mantenimiento regular:** Se realiza un mantenimiento preventivo regular, incluidas limpieza y lubricación para asegurar su óptimo funcionamiento.

***Tooling* dañado**

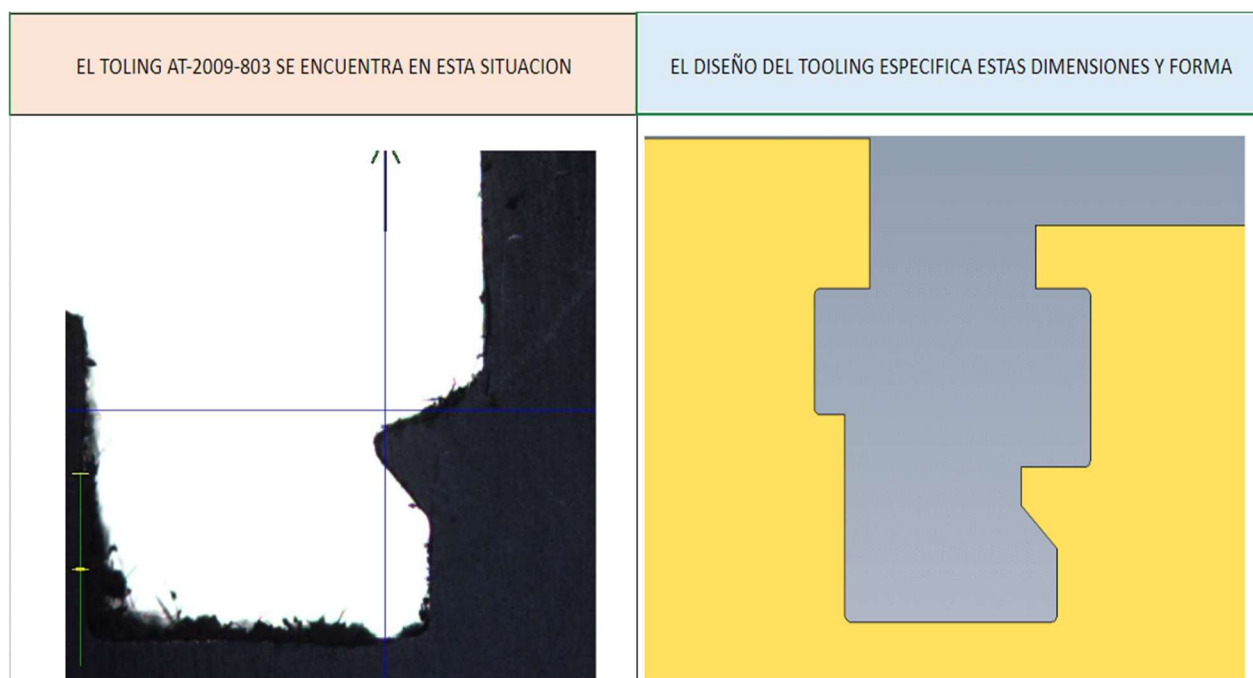
1. **Superficie desgastada o dañada:** Presencia de rayaduras, abolladuras o desgaste excesivo en las superficies de contacto, lo que puede afectar la calidad de la soldadura.
2. **Desalineación:** Las partes del *tooling* no están correctamente alineadas, lo que puede causar un contacto desigual y defectos en la soldadura.

3. **Componentes Suelos o desgastados:** Piezas que se mueven o vibran durante la operación, lo que puede resultar en una soldadura inconsistente y defectuosa.
4. **Funcionamiento ineficiente:** El *tooling* causa interrupciones frecuentes en la operación, reduce la eficiencia y aumenta el tiempo de inactividad.
5. **Falta de mantenimiento:** No se da un mantenimiento adecuado, lo que lleva a un deterioro acelerado del *tooling* y a una mayor probabilidad de fallas.

Mantener el *tooling* en buen estado es clave para asegurar la calidad y eficiencia en el proceso de manufactura.

A continuación, en la *figura 48* de la izquierda se muestra este en su estado actual, con el evidente desgaste de abrasión de la derecha, y con su medida de especificación.

Figura 48 Tooling Situación actual- especificaciones correctas



Nota: Extraída de la empresa Samtec

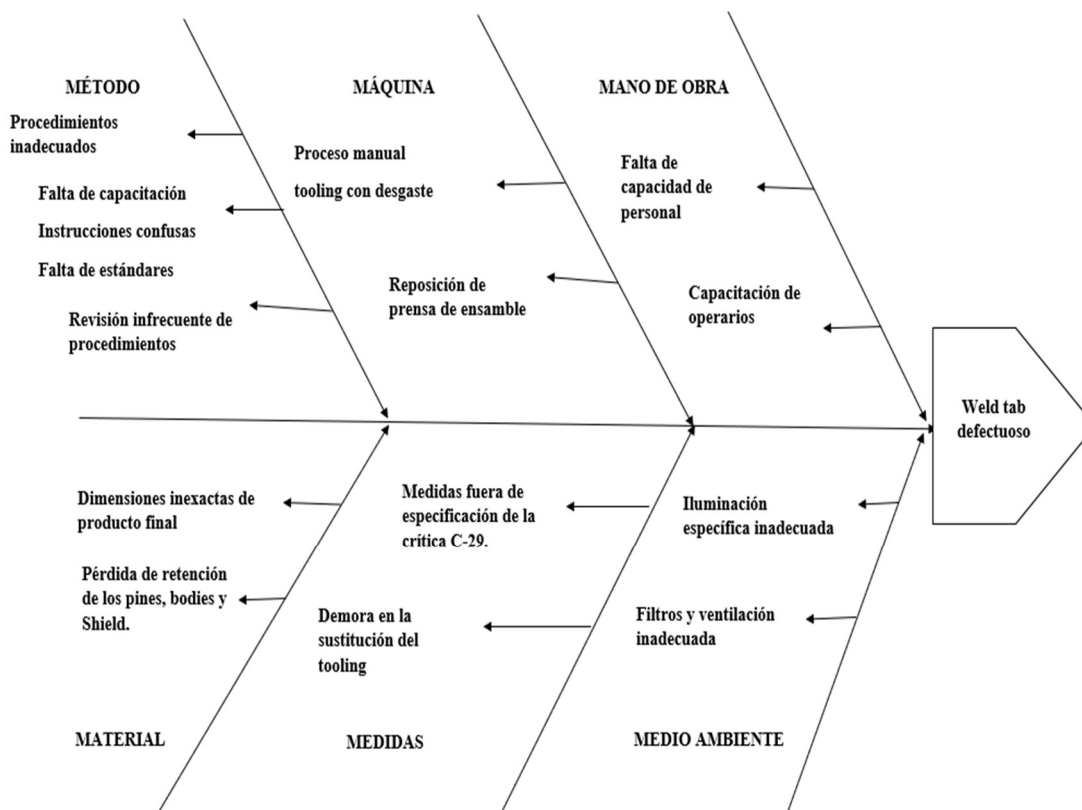
El acero inoxidable, por ser un material resistente a la corrosión, no precisa de ninguna protección adicional; pero en el momento de provocar la abrasión mecánica tiende a producir daños al friccionar ambos *tooling*, lo que provoca el deterioro en ambas superficies. En el gráfico de la izquierda, se observa el estado del *tooling* en que se encuentra actualmente y su evidente deterioro.

Esto causa que el *bodie* no tenga asiento seguro en su base, lo cual está provocando que este se caiga y no quede en la posición correcta y provoque la variación de las críticas especificadas de tolerancia. Obsérvense los costos en el apéndice 5

Análisis de las causas

El diagrama de pescado siguiente muestra el origen de un defecto en particular, que arroja como posibles resultados la separación de problemas y la necesidad de encontrar mejoras en ciertas zonas, con base en los datos obtenidos del problema se elabora el bosquejo correspondiente, de acuerdo con la figura 49 que esta herramienta permite identificar, desde la causa raíz del problema y cómo aplicarla eficazmente en el proceso *Weld tab*.

Figura 49 Diagrama de Ishikawa



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez

Material

Dado que el material es frágil puede provocar pérdida de retención de los pines, *bodies* y *Shield*; por lo tanto, debe considerarse dentro de la investigación como una fuente potencial de falla si no

cuenta con la trazabilidad y el cuidado adecuados. Se verificó dos veces la prueba del manejo adecuado y ambas cumplieron con los requerimientos. En conclusión, esta variable no es una causa potencial ni un factor contribuyente.

Mano de obra

Como factor indispensable en la producción son los operarios los que se dedican a producir con eficiencia para el cumplimiento de metas y métricas. La calidad, según el estimado del personal con la mano de obra que brindan, los que influyen directamente en la productividad y en la competitividad de la empresa. Para el buen funcionamiento del equipo de trabajo en la producción, a este se le debe impartir capacitación como un factor contribuyente.

Método

1. **Procedimientos inadecuados:** Los procedimientos actuales pueden no estar bien definidos o ser insuficientes para garantizar la calidad requerida.
2. **Falta de capacitación:** Los operarios pueden no haber recibido la capacitación adecuada sobre el nuevo *tooling* y los procedimientos específicos del proceso.
3. **Instrucciones confusas:** Las instrucciones de trabajo pueden ser ambiguas o difíciles de entender, lo que lleva a errores en la ejecución del trabajo.
4. **Falta de estándares:** Puede haber falta de estándares claros y consistentes para medir y verificar las especificaciones del producto.
5. **Revisión infrecuente de procedimientos:** Los procedimientos pueden no ser revisados y actualizados regularmente para reflejar las mejores prácticas y las lecciones aprendidas.
6. **Documentación insuficiente:** La documentación del proceso puede ser incompleta o desactualizada, lo que dificulta la correcta ejecución del trabajo.

Máquina

La máquina de *Weld tab* presenta un desgaste considerable en el *tooling* AT-1913-803 y esto presenta una considerable variación de las medidas críticas C29 del *Weld tab*. En conclusión, esta variable es una causa potencial y un factor contribuyente.

Medidas

Los resultados de la operación seleccionados presentan una consideración en la variación de medidas del *Weld Tab* crítica C-29. Los conectores muestran un fallo dimensional, y, como consecuencia de esto, el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones solicitadas por el cliente. Por lo tanto, esta variable es una causa potencial.

Medioambiente

Dado que debe mantener un medioambiente controlado y específico diseñado, debe garantizar las condiciones óptimas y estables durante el proceso de producción. Debe mantener una temperatura y una humedad constantes, ya que esto es vital para la fabricación de los conectores. Para el control de partículas se deben implementar la reposición de filtros y los sistemas de ventilación para reducir al mínimo las partículas en el aire. La iluminación específica debe ser la adecuada para garantizar la visibilidad óptima para la inspección visual de estos productos. El acceso a algunas áreas es restringido solo para personal autorizado. Se aplican medidas de seguridad para proteger tanto a los trabajadores como los productos. En conclusión, esta variable no es una causa potencial ni un factor contribuyente.

La causa de raíz del problema es el mal estado del *tooling*, que no cubre las expectativas del cliente y provoca que los parámetros documentados de los conectores no cumplan con las tolerancias establecidas por el cliente. Por lo tanto, se toma las medidas respectivas para que se cumpla con las dimensiones requeridas del cliente, y se refieren a la creación de un nuevo diseño de proceso. Debido a dicha variación se coordinó con el departamento encargado para buscar una mejora en el proceso, con el fin de crear nuevos parámetros para mejorar el proceso de *Weld tab* para de esta forma cumplir con los estándares de calidad.

El diseño de un nuevo *tooling* es una opción muy útil para encontrar los parámetros ideales del proceso y que el conector cumpla con sus especificaciones. Además, la ventaja de un nuevo desarrollo permite la reducción de los costos, si se reducen los defectos y retrabajos, lo cual genera un uso eficiente de los recursos financieros. También hay que asegurar que cada ciclo sea eficiente, y con esto se reduce el tiempo poco provechoso y se aumenta la productividad.

La calidad del producto es importante y el nuevo diseño no solo corrige los problemas potenciales, sino que también apunta a elevar el valor general del producto. Es decir, el nuevo *tooling* es esencial

para los conectores de la línea LSHM-DH y sus beneficios van desde la optimización del diseño hasta el mejoramiento óptimo de la calidad del producto.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La síntesis de la labor investigativa y las recomendaciones que procedan son indispensables para valorar los hallazgos que en este caso resultaron útiles hasta esa etapa del estudio, por lo que, a manera de síntesis o resumen, en esta sección de conclusiones se consignan los resultados más significativos de la investigación. Luego, como recomendaciones, se proponen soluciones basadas en acciones específicas que permitirán abordar de mejor manera la problemática estudiada. Las recomendaciones que se hacen se enfocan en las posibles soluciones prácticas factibles, ya que en general el capítulo quinto abarca los principales alcances considerados en el estudio.

Las conclusiones a las que se llegó son sustanciales para causar el impacto necesario en la solución de los problemas estudiados. Un aspecto importante es que en la industria electrónica todo debe documentarse y tenerse una constante comunicación con el cliente para esclarecer fechas de entrega ante una problemática. A continuación, las conclusiones y sus correspondientes recomendaciones:

Conclusiones

- Del proceso no se logran resultados uniformes y consistentes en cada ciclo de producción, ya que ha sobrepasado el límite permitido de *Scrap* de 5% y genera productos defectuosos que no cumplen con los estándares del cliente 8, 4 %.
- El proceso es demasiado lento y con frecuencia afecta los plazos de entrega de los clientes.
- El proceso no cumple con las regulaciones y estándares de calidad de 5% máximo de desperdicio establecido, y esto afecta directamente el costo de producción.
- El *tooling* actual de *Weld tab* está desgastado debido al uso prolongado, lo que ha llevado a que no se cumpla con las especificaciones requeridas.
- El puesto de trabajo del proceso de *Weld Tab* no ofrece las condiciones ergonómicas necesarias para el operador.

Recomendaciones

- Diseñar un nuevo *tooling* para el proceso, incluidas mejoras para que se busque cumplir con las especificaciones del cliente.
- Diseñar un nuevo puesto de trabajo ergonómico para el proceso de *Weld Tab* para mejorar las condiciones del operador.

- Diseñar un nuevo flujo de proceso estándar para el proceso *Weld tab*, para mejorar la eficiencia y la calidad del producto final.
- Crear un plan de capacitación para los operadores que realizarán la labor de adaptabilidad y cumplimiento normativo.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

En esta sección se presenta la propuesta de solución del problema en estudio, surgida del análisis y las conclusiones mostradas en los capítulos anteriores. En el caso de las medidas fuera de especificación, mediante el proceso de *Weld tab* se busca solucionar ese problema y llegar a obtener los parámetros que tengan las medidas de tolerancia según el plano respectivo del proceso. Esto para que en sus respectivas etapas de elaboración tengan la capacidad necesaria y que los conectores cumplan con la especificación de sus valores de tolerancia.

Propuesta

El diseño del proceso *Weld tab* se inicia con una etapa previa. En el caso de la máquina de *Weld tab* se debe verificar que el mantenimiento preventivo se haya realizado. Una vez efectuado este se procederá a revisar el *tooling* para comprobar su estado. No deberán existir desgastes ni tener problemas en sus movimientos mecánicos, y se deberá observar que su perilla no esté dañada.

Es importante engrasar el *tooling* de manera correcta para evitar que los conectores no se contaminen en el momento del arranque de la corrida. Se debe velar por el armando correcto del *tooling* y llevarlo a cabo de acuerdo con el procedimiento indicado por el ingeniero de electromecánica, para evitar de esta forma que algún componente quede ensamblado incorrectamente. Esto para que en el momento de bajar la palanca la máquina no se perjudique algún elemento importante de la máquina y que posteriormente haya que repararla, por lo cual se tardaría más la ejecución del proceso *Weld tab*.

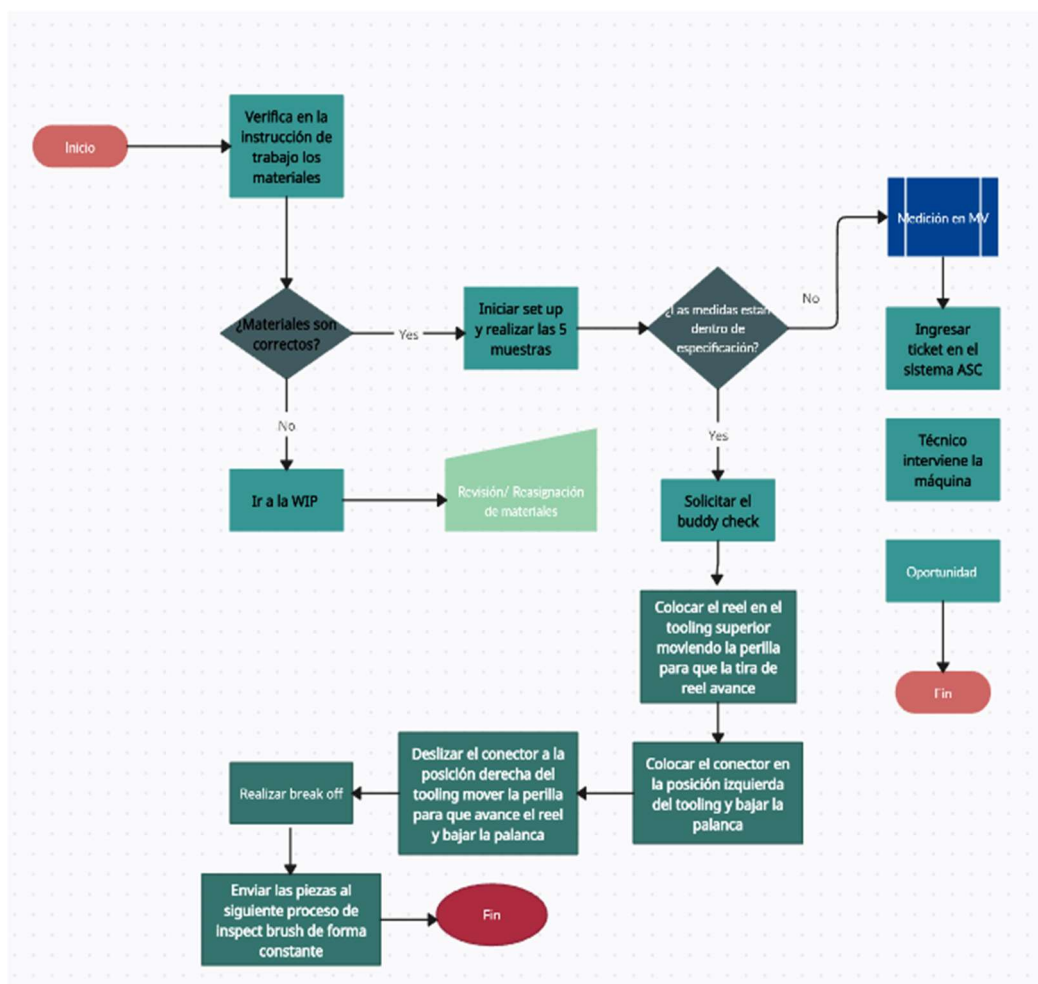
Una vez montado el *tooling* se debe realizar el *setup* de manera cuidadosa en la máquina de *Weld tab*, y colocar los componentes necesarios del *tooling* como la colocación de tornillos, para que se sujete el *tooling* en las placas de la máquina, para que esta pueda soportar el conector en el *tooling*.

Cuando el *tooling* está debidamente colocado en la máquina se procede a realizar movimientos muy lentos de subir y bajar la palanca de la máquina, para revisar que los mecanismos de ensamble estén funcionando correctamente, como por ejemplo que el entalle del desplazamiento del conector se desplace correctamente, que la palanca suba y baje sin algún sonido extraño y que la máquina funcione de manera adecuada.

Flujo de proceso

Diseñar un nuevo flujo de proceso estándar para el proceso *Weld tab* es clave para optimizar la eficiencia y mejorar la calidad del producto final. Un flujo de proceso bien estructurado no solo reduce el tiempo de producción y minimiza los desperdicios, sino que también asegura que cada producto cumpla consistentemente con los estándares de calidad establecidos. Además, la estandarización del proceso facilita la capacitación de nuevos empleados y mejora la seguridad en el lugar de trabajo, al identificar y mitigar riesgos potenciales. En resumen, un flujo de proceso optimizado es fundamental para alcanzar una producción más eficiente, segura y de alta calidad. A continuación, en la figura 50, se muestran los pasos necesarios para lograr optimizar el proceso *Weld tab*.

Figura 50 Diagrama de flujo de proceso



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Este nuevo flujo de proceso puede traer múltiples beneficios significativos. En primer lugar, la optimización del flujo puede reducir tiempos de ciclo, lo que se traduce en una mayor eficiencia y capacidad de producción. Al implementar esta nueva herramienta se facilita un diseño de proceso más fluido, que permite minimizar los desperdicios y mejorar la calidad del producto final.

En cuanto a las proyecciones en el nivel de producción para los próximos cinco años, se podrá anticipar:

- Incremento en la capacidad de producción
- Reducción de costos operativos
- Mejora la calidad del producto
- Adaptabilidad a cambios en la demanda.

Plan de capacitación

Capacitar al personal para la utilización del nuevo *tooling* de *Weld tab* es esencial para asegurar el éxito y la seguridad en el entorno de trabajo. La introducción de nuevas herramientas y tecnologías de cualquier proceso de producción requiere que los empleados estén bien informados y preparados para manejarlas adecuadamente. Véanse los costos en el Apéndice 5

La capacitación no solo mejora la eficiencia y la calidad del trabajo, sino que también minimiza los riesgos de accidentes y errores costosos. Además, un equipo bien capacitado puede adaptarse más rápidamente a los cambios, y mantener la competitividad de la empresa en el mercado. En resumen, invertir en la capacitación del personal es una estrategia clave para optimizar el rendimiento y garantizar un entorno de trabajo seguro y productivo.

Entrenamiento

Los ingenieros que participaron en la fabricación del nuevo *tooling* del *Weld tab* desempeñan un papel fundamental en la capacitación de los seis operarios seleccionados para este proceso. Por medio de sesiones prácticas y teóricas los ingenieros comparten su experiencia y conocimientos sobre el funcionamiento del nuevo *tooling*, lo que asegura que los operarios comprendan tanto los aspectos técnicos como las mejores prácticas de seguridad. Las capacitaciones incluirán demostraciones en vivo, en que los operarios podrán interactuar directamente con el *tooling*, así como simulaciones de situaciones reales que podrían enfrentar en la línea de producción. Además,

se fomentará un ambiente de retroalimentación constante que les permitirá a los operarios hacer preguntas y recibir orientación personalizada. Este enfoque no solo garantiza que los operarios estén bien preparados, sino que también contribuirá a una integración más fluida del nuevo *tooling* en el proceso de producción.

Una vez establecido el plan de capacitación para el proceso de *Weld tab*, que incluya al personal existente, es fundamental determinar el costo de esta capacitación. Este costo no solo abarca los materiales y recursos necesarios para la formación sino también los salarios del personal involucrado en el tiempo de capacitación. Se considera el costo de oportunidad de los operarios que estarán dedicando su tiempo a aprender sobre el nuevo proceso, en lugar de realizar sus tareas habituales. Además, se deben incluir los gastos relacionados con la logística de la capacitación. Al calcular estos costos Samtec podrá evaluar la inversión necesaria y los beneficios esperados, y asegurar que la capacitación sea una decisión estratégica que impulse la eficiencia y la calidad en la producción.

En la *tabla 20* se muestran los diferentes costos de la capacitación del personal existente de la empresa Samtec y, además, los costos de esta para la empresa en la fabricación del nuevo *tooling*.

Tabla 20. Costos de capacitación del personal

Capacitación de operarios (dólares)						
Costo de hora por operario	Cantidad de Horas	Cantidad de personal	Total, de Horas al Día	Cantidad de Meses	Cantidad de Horas	Monto Total por Capacitación
3,46	8	6	48	1	528	1 826,88

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Diseño del nuevo *tooling*

El nuevo diseño de *tooling* para el proceso *Weld Tab* es desarrollado para abordar y resolver los problemas de especificaciones que se han identificado. Este diseño innovador ha sido cuidadosamente elaborado para mejorar la precisión y la consistencia en el proceso de soldadura, que asegure que se cumpla con todas las especificaciones técnicas requeridas.

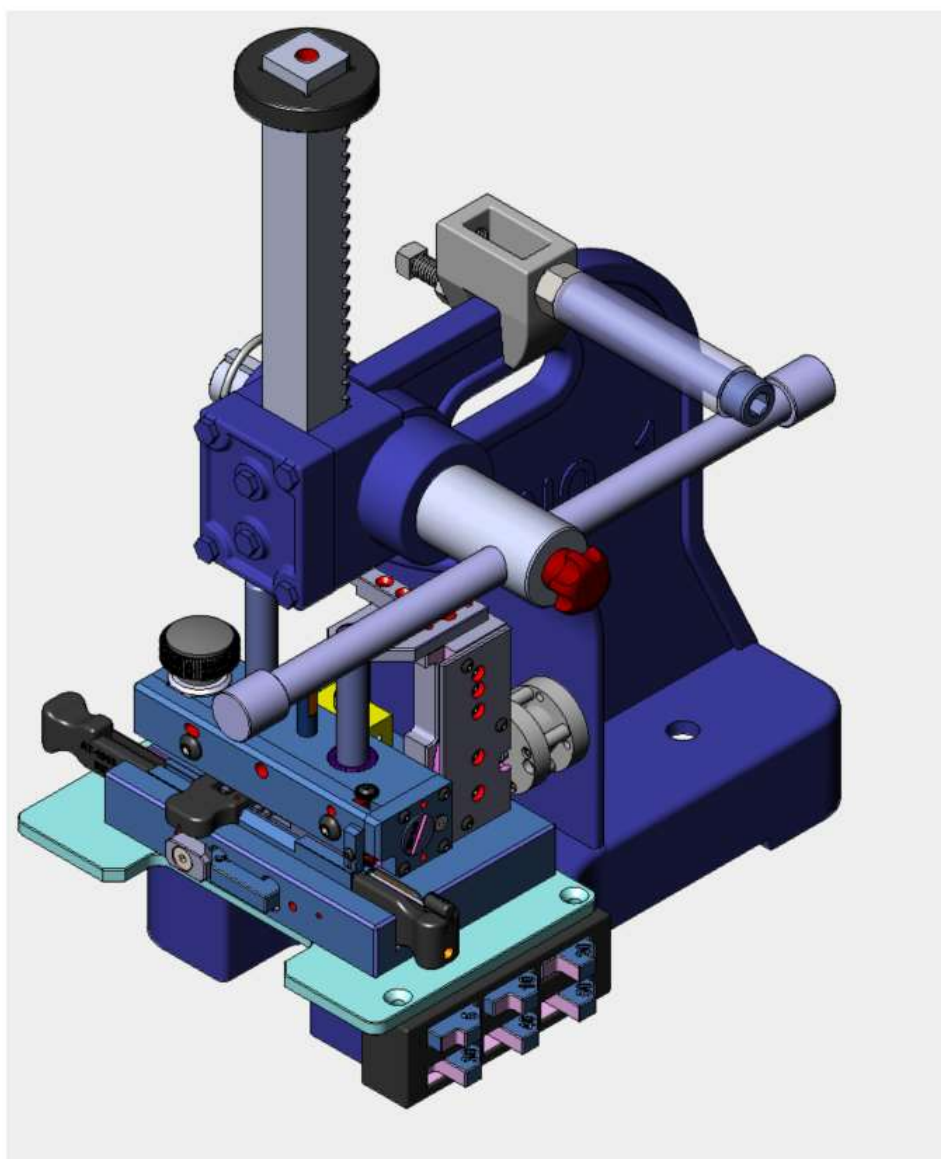
El nuevo *tooling* incorpora materiales de alta calidad, lo que no solo mejora la durabilidad y la eficiencia del equipo, sino que también reduce significativamente los errores y defectos en el

producto final. Con este diseño se espera no solo cumplir sino superar las expectativas de calidad y rendimiento, y proporciona una solución robusta y confiable para los procesos de producción de la empresa.

El nuevo diseño será un activo valioso para el proceso de operación, pues mejora la productividad y la satisfacción del cliente.

A continuación, en la *figura 49*, se muestra el nuevo diseño de *tooling Weld tab Full die set AT-1913-813*.

Figura 51 Nuevo diseño de *tooling AT-1913-813*



Nota: Extraído de la empresa Samtec.

El nuevo diseño del *tooling* para el proceso de *Weld tab* se ha desarrollado con el objetivo de mejorar la eficiencia y la precisión en la fabricación. Este *tooling* está diseñado para asegurar que las pestañas de soldadura se coloquen y se ensamblen de manera consistente y precisa, para que reduzcan el margen de error y aumenten la calidad del producto final.

Características del nuevo diseño del *tooling*:

1. Materiales de alta calidad: El *tooling* está fabricado con materiales duraderos y resistentes al desgaste, lo que garantiza una larga vida útil y un mantenimiento mínimo.
2. Precisión mejorada: Se han incorporado guías y posicionadores ajustables que permiten una colocación exacta de las pestañas de soldadura, que aseguran que cada pieza se fabrica con las mismas especificaciones.
3. Facilidad de uso: El diseño ergonómico del *tooling* facilita su manejo por parte de los operarios, reduce la fatiga y aumenta la productividad.

Rediseño del puesto de trabajo

La creación de un nuevo puesto de trabajo para el proceso *Weld tab* tras la modificación del diseño del *tooling* es esencial para asegurar una implementación exitosa y eficiente de las mejoras introducidas. Este nuevo puesto permitirá contar con un especialista dedicado que tenga un profundo conocimiento del nuevo *tooling* y pueda supervisar sus correctos uso y mantenimiento. Además, este rol será crucial para capacitar al personal existente, y asegurar que todos los operadores estén bien informados y preparados para manejar las nuevas herramientas de manera segura y eficiente.

La presencia de un especialista también facilitará la identificación y resolución rápida de cualquier problema técnico que pueda surgir, pues minimiza el tiempo de inactividad y garantiza que el proceso de producción se mantenga fluido y sin interrupciones. En resumen, este nuevo puesto de trabajo no solo optimizará el uso del nuevo *tooling*, sino que también contribuirá a mejorar la calidad del producto final y a aumentar la seguridad en el entorno de trabajo.

A continuación, se muestra, en la *figura 50*, el nuevo diseño del puesto de trabajo para el proceso *Weld tab*.

Figura 52 Nuevo diseño del puesto de trabajo



Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

El nuevo puesto de trabajo para el proceso de Weld tab ha sido diseñado meticulosamente para mejorar la ergonomía y la eficiencia. Este puesto incluye una mesa rectangular con dimensiones de 1,45 metros de largo y 60 centímetros de ancho, y proporciona un amplio espacio de trabajo. La mesa está acompañada de una silla de 42 centímetros de alto con un asiento de apoyo de 16 centímetros, diseñada para ofrecer una postura cómoda y ergonómica durante largas horas de trabajo. Además, se ha incorporado un banco de 18 centímetros de ancho y 12 centímetros de alto para apoyar los pies, que asegure una posición de trabajo óptima y reduzca la fatiga. Estas características combinadas crean un entorno de trabajo que no solo mejora la productividad, sino que también cuida el bienestar físico del operario.

La decisión de reutilizar la mesa, la silla y el banco de descanso para pies de otra área, para diseñar el nuevo puesto de trabajo de *Weld tab*, se tomó por varias razones estratégicas. En primer lugar, esta reutilización permite una optimización de recursos, para aprovechar al máximo el mobiliario existente y reducir la necesidad de adquirir nuevos equipos, lo que disminuye los costos. Además, esta práctica es más sostenible ya que evita el desperdicio de materiales y contribuye a un enfoque más ecológico al minimizar la generación de residuos.

Por otro lado, la mesa, la silla y el banco de descanso para pies ya han demostrado ser funcionales y ergonómicos en su uso anterior, y aseguran que cumplen con los requisitos necesarios para el nuevo puesto de trabajo. También, esta decisión permite una rapidez de implementación, ya que se puede establecer el nuevo puesto de trabajo de manera más rápida y eficiente, sin esperar los tiempos de entrega y montaje de nuevos equipos. Finalmente, mantener el mismo tipo de mobiliario en diferentes áreas ayuda a mantener una consistencia en el entorno de trabajo, que facilita la adaptación de los empleados a los cambios.

Análisis económico

El análisis económico del nuevo diseño del *tooling* del proceso *Weld Tab* revela varios beneficios clave. En primer lugar, la implementación de este nuevo diseño puede reducir significativamente los costos operativos al mejorar la eficiencia del proceso de soldadura. Esto se traduce en un menor tiempo de producción y una disminución en el consumo de materiales, lo que a su vez reduce los costos generales.

Además, el nuevo *tooling* puede aumentar la calidad del producto final, lo que disminuye la tasa de defectos y retrabajos. Esto no solo ahorra costos directos asociados con la corrección de errores, sino que también mejora la satisfacción del cliente y aumenta la reputación de la empresa en el mercado.

Por último, aunque la inversión inicial en el nuevo *tooling* puede ser considerable. El retorno de la inversión (ROI) se espera que sea alto debido a los ahorros en costos operativos y a la mejora en la productividad. En resumen, el nuevo diseño del *tooling* del proceso *Weld Tab* representa una inversión estratégica que puede ofrecer beneficios económicos sustanciales en el largo plazo. En la *tabla 21* se muestra un cuadro comparativo de los gastos requeridos para poder instalar el nuevo *tooling* de la máquina *Weld tab*. Véase esto en el Apéndice 6.

Tabla 21. Costo total de *tooling* AT-1913-813

Característica	Costos \$ USD
Diseño del tooling	9,620
Fabricación del tooling	1,800
Instalación y puesta en marcha	770
Total	12,190

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

Impacto de la inversión inicial en el nuevo *tooling*

La inversión inicial en USD 12,190 para el diseño e implementación del nuevo *tooling* puede tener un impacto significativo en la empresa en términos de costos, eficiencia, calidad y rentabilidad. A continuación, se analiza el impacto potencial de cada categoría de costos:

1. Diseño del *tooling*:

Costo total: USD 9 620

Impacto:

Aumento del gasto inicial en investigación y desarrollo (I+D).

Inversión en software de diseño y pruebas.

Necesidad de contar con personal altamente calificado para el diseño y la validación del *tooling*.

2. Fabricación del *tooling*:

Costo total: USD 1800.

Impacto:

Aumento del gasto en materiales y mano de obra para la fabricación del *tooling*.

Dependencia de proveedores o de recursos internos para la fabricación.

Necesidad de garantizar la calidad y precisión del *tooling* durante el proceso de fabricación. 3.

Instalación y puesta en marcha:

Costo total: USD 770.

Impacto

Aumento del gasto en mano de obra para la instalación y puesta en marcha del *tooling*.

Necesidad de capacitación del personal para operar y mantener el nuevo *tooling*.

Posibles retrasos o interrupciones en la producción durante la instalación y puesta en marcha.

Impacto general

La inversión inicial de USD12,190 puede generar un impacto significativo en la empresa en términos de costos, recursos y flujo de efectivo. Sin embargo, los beneficios potenciales en el largo plazo podrían superar los costos iniciales si se implementan correctamente.

El VAN y la TIR

Para evaluar la viabilidad de la compra del *tooling* para la máquina de *Weld Tab* se ha realizado un análisis financiero utilizando el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). El VAN permite determinar el valor presente de los flujos de caja futuros generados por la inversión, descontados a una tasa de interés específica. Un VAN positivo indica que la inversión generará más valor del costo inicial, lo que sugiere que es una decisión financiera sólida. Por otro lado, la TIR es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de caja futuros con el costo inicial de la inversión. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento requerida, la inversión es considerada rentable. En este caso, el análisis muestra un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento, lo que respalda la compra del *tooling* como una inversión beneficiosa para mejorar la eficiencia y productividad de la máquina de *Weld Tab*.

El valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) son herramientas necesarias para evaluar la rentabilidad de la compra de un nuevo *tooling* para esta máquina. El VAN permite calcular el valor presente de los flujos de caja futuros que generará la inversión, descontados a una tasa de interés específica. Un VAN positivo indica que los ingresos futuros superarán el costo inicial, lo que sugiere que la inversión es financieramente sólida. La TIR, por su parte, es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de caja futuros con el costo inicial de la inversión. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento requerida, la inversión es considerada rentable. En este caso, un análisis que muestre un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento requerida confirmaría que la compra del nuevo *tooling* no solo es viable sino también es

beneficiosa para la empresa, pues mejora la eficiencia y la productividad de la máquina de *Weld tab*.

En la *tabla 22* se hace el análisis del VAN y la TIR para la compra del *tooling*, así como la oportunidad de aumentar la producción.

Tabla 22. Proyección del nuevo Tooling

Proyección Nuevo Tooling	
Proyección	Flujo de fondos
5 años	\$69 960

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

El análisis financiero del nuevo diseño de *tooling* del proceso *Weld tab* proyecta un valor actual neto (VAN) positivo y una tasa interna de retorno (TIR) notable, considerando un flujo de fondos de \$69.990 a lo largo de cinco años. Este flujo de fondos sugiere que el proyecto no solo es viable, sino que también tiene el potencial de generar beneficios significativos. Un VAN positivo indica que los ingresos esperados superan los costos, lo que es un buen indicador de rentabilidad. Por otro lado, esta TIR elevada refuerza la idea de que la inversión podría ofrecer retornos excepcionales, lo que hace que el proyecto sea atractivo para los inversores. En resumen, estos indicadores financieros son un fuerte respaldo para avanzar con el diseño del proceso *Weld tab*, lo que promete un impacto positivo en la eficiencia y la rentabilidad del negocio.

En la *tabla 23* se muestran el análisis del VAN y la TIR para realizar la compra del nuevo *tooling* para la máquina de *Weld tab*.

Tabla 23. Análisis del VAN y la TIR

Proyecto del Tooling	
TIR	0,42%
VAN	\$7460,77

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

El valor actual neto (VAN) de 3425.15 y la tasa interna de retorno (TIR) de 0,06% son indicadores financieros impresionantes para el nuevo proyecto del diseño del proceso *Weld tab*. Un VAN positivo, sugiere que el proyecto generará un flujo de caja adicional, mientras que una TIR tan alta indica un retorno excepcional sobre la inversión. Esto sugiere que el proyecto no solo es viable, sino que también podría ser altamente rentable, lo cual lo convierte en una excelente opción para

la empresa. La combinación de estos resultados sugiere que el diseño del proceso *Weld tab* tiene el potencial de revolucionar la eficiencia y la rentabilidad en su sector. Obsérvese esto en el apéndice Plan de Implementación. (Apéndice 8)

La implementación del nuevo *tooling* del proceso *Weld Tab* requiere un análisis económico detallado para evaluar su viabilidad y los beneficios. Este análisis debe considerar tanto los costos iniciales de inversión como los ahorros y mejoras en el largo plazo. Los costos iniciales pueden incluir la adquisición de nuevas herramientas, la capacitación del personal y las posibles interrupciones temporales en la producción. Sin embargo, estos costos pueden ser compensados por una mayor eficiencia operativa, reducción de desperdicios y defectos, y una mejora en la calidad del producto final. Además, un *tooling* optimizado puede prolongar la vida útil de las herramientas y reducir los costos de mantenimiento. Es fundamental un resumen y también se requiere un análisis económico exhaustivo para justificar la inversión en un nuevo *tooling* y para asegurar que los beneficios superen los costos.

Beneficios

Una vez establecidas las mejoras en los sistemas de producción, la línea de LSHM de *Weld Tab* podría ofrecer varios beneficios significativos para la empresa Samtec. Con la implementación del nuevo *tooling* y las optimizaciones en las operaciones se espera un aumento en la eficiencia de la producción, lo que podría traducirse en una reducción de costos operativos. Además, la mejora en la calidad del producto final podría resultar en una menor tasa de desperdicio y de retrabajo, y aumentaría así la satisfacción del cliente.

El proceso *Weld tab* se considera cualitativo porque se centra en evaluar la calidad y la integridad de las uniones ensambladas. Este enfoque cualitativo implica la inspección visual y microscópica para la evaluación de características como la resistencia, la uniformidad y la falta de defectos en el *body* y en las soldaduras. A diferencia de los métodos cuantitativos, que se basan en mediciones numéricas precisas, el proceso *Weld tab* se basa en criterios de calidad que aseguran que las soldaduras cumplan con los estándares de seguridad y rendimiento. La atención de estos detalles cualitativos es importante para garantizar la fiabilidad y la durabilidad de las estructuras soldadas en diversas aplicaciones industriales.

Otro beneficio clave sería la flexibilidad en la producción, que le permite a Samtec adaptarse rápidamente a las demandas del mercado y a los cambios en los requisitos de los clientes. Esto no

solo fortalece su posición competitiva, sino que también podría abrir nuevas oportunidades de negocio. En resumen, la puesta en marcha del nuevo *tooling* y las mejoras operativas no solo optimizarían la producción de *Weld tab*, sino que también contribuirían al crecimiento sostenible y a la rentabilidad de Samtec en el largo plazo.

A continuación, se presenta, en la *tabla 24*, un diagrama de Gantt en el que se presenta la programación del proyecto, y que permite dar seguimiento a los logros alcanzados y asegurar que las tareas asignadas sean completadas dentro del plazo que ha sido establecido

Diagrama de Gantt

Tabla 24. Diagrama de Gantt de la Programación del Proyecto

Actividad	Semanas																					
	FEBRERO					MARZO					ABRIL				MAYO				JUNIO			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
Presentación a la gerencia	■																					
Proyección económica/financiera de la fabricación del tooling		■	■																			
Compra de materiales				■																		
Balance de gastos generales					■	■																
Fabricación del Tooling						■	■	■														
Prueba de funcionamiento									■	■												
Verificación /validación del nuevo tooling											■	■										
Adecuación de espacio y mobiliario													■									
Aprobación e implementación del nuevo puesto laboral														■								
Capacitaciones															■							

Nota: Elaborada por Yeilin María Salas Rodríguez.

El diagrama de Gantt mostrado muestra la programación detallada del proyecto y permite dar un seguimiento claro de los logros que se vayan alcanzando en cada etapa. En la semana 1 del mes de febrero el proyecto es presentado en la gerencia para explicar la idea y las razones del proyecto

En la semana 1 se presentará el proyecto a la gerencia y en las semanas 2 y 3 se hará la proyección económica y financiera para la fabricación del tooling. En ello se procurará que todos los aspectos financieros estén bien planificados. En la semana 4 se hará la compra de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto.

En las semanas 5 y 6 se hará un balance de los gastos generales, lo que permitirá un control adecuado del presupuesto. Las semanas 7, 8 y 9 estarán dedicadas a la fabricación del tooling, para la seguridad de que todos los componentes se ensamblen correctamente. Durante las semanas 10 y 11 se realizarán las pruebas de funcionamiento para garantizar que el tooling opere según lo esperado. En las semanas 12 y 13 se hará la validación del tooling, y se procurará que cumpla con todos los requisitos y estándares necesarios. En la semana 14 se hará la aprobación e implementación del nuevo puesto laboral. Este paso marca la integración del nuevo tooling en las operaciones diarias, lo que asegura que todo esté listo para su uso efectivo.

Finalmente, en la semana 15, se llevan a cabo las capacitaciones necesarias para el personal. Estas capacitaciones son cruciales para asegurar que todos los operarios y el personal de mantenimiento estén familiarizados con el nuevo tooling y sepan cómo operarlo correctamente. Con la culminación de estas capacitaciones, el proyecto se da por finalizado y se procede a iniciar las operaciones con el nuevo tooling.

APÉNDICES

Apéndice 1. Promedios de tiempos

Método Propuesto		Método Actual	
Obs	Time	Obs	Time
1	12,70	1	20,01
2	12,35	2	19,78
3	12,23	3	19,89
4	12,21	4	19,85
5	12,28	5	19,94
6	12,20	6	20,59
7	12,66	7	19,91
8	12,24	8	19,87
9	12,33	9	20,00
10	12,27	10	19,98
11	12,20	11	19,85
12	12,25	12	20,50
13	12,64	13	20,02
14	12,20	14	19,95
15	12,19	15	19,88
16	12,22	16	20,05
17	12,22	17	19,83
18	12,26	18	20,49
19	12,68	19	20,12
20	12,24	20	20,04
21	12,26	21	20,15
22	12,21	22	20,00
23	12,18	23	19,97
24	12,23	24	20,62
25	12,60	25	20,01
26	12,20	26	20,05
27	12,20	27	19,98
28	12,22	28	19,95
29	12,30	29	20,02
30	12,21	30	20,58
Promedio	12,306	Promedio	20,063

Apéndice 2. Cálculo del tamaño de la muestra

Calculo del tamaño de la muestra		
Proceso del tamaño de la muestra		
Obs	Tiempo 1	Tiempo 2
1	12,70	161,29
2	12,35	152,52
3	12,23	149,57
4	12,21	149,08
5	12,28	150,80
6	12,20	148,84
7	12,66	160,28
8	12,24	149,82
9	12,33	152,03
10	12,27	150,55
11	12,20	148,84
12	12,25	150,06
13	12,64	159,77
14	12,20	148,84
15	12,19	148,60
16	12,22	149,33
17	12,22	149,33
18	12,26	150,31
19	12,68	160,78
20	12,24	149,82
21	12,26	150,31
22	12,21	149,08
23	16,62	276,22
24	12,23	149,57
25	12,60	158,76
26	12,20	148,84
27	12,20	148,84
28	12,22	149,33
29	12,30	151,29
30	12,21	149,08
Total	373,62	4671,79
Tamaño de la muestra		
<i>Ex</i>	373,62	948,013
<i>Ex</i> ²	4671,79	373,620
<i>n'</i>	30	2,537
n: 6,4383		
Proceso del tamaño de la muestra		
Obs	Tiempo 1	Tiempo 2
1	20,01	400,40
2	19,78	391,25
3	19,89	395,61
4	19,85	394,02
5	19,94	397,60
6	20,59	423,95
7	19,91	396,41
8	19,87	394,82
9	20,00	400,00
10	19,98	399,20
11	19,85	394,02
12	20,50	420,25
13	20,02	400,80
14	19,95	398,00
15	19,88	395,21
16	20,05	402,00
17	19,83	393,23
18	20,49	419,84
19	20,12	404,81
20	20,04	401,60
21	20,15	406,02
22	20,00	400,00
23	19,97	398,80
24	20,62	425,18
25	20,01	400,40
26	20,05	402,00
27	19,98	399,20
28	19,95	398,00
29	20,02	400,80
30	20,58	423,54
Total	601,88	12076,99
Tamaño de la muestra		
<i>Ex</i>	601,88	283,107
<i>Ex</i> ²	12076,99	601,880
<i>n'</i>	30	0,470
n: 0,22125		

Apéndice 3. Inversión inicial

ESTRUCTURA DE LA INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial para el diseño e implementación del nuevo tooling incluye los siguientes costos:

1. Diseño del Tooling:		
Mano de obra:		
Ingenieros de diseño	3 800,00	
Técnicos especializados	2 800,00	
Software de diseño	2 500,00	
Pruebas y validación	520,00	
Total Costos de Diseño del Tooling:		9 620,00
2. Fabricación del Tooling:		
Materiales	1 000,00	
Mano de obra	500,00	
Costos de fabricación	300,00	
Total costos de Fabricación del Tooling:		1 800,00
3. Instalación y puesta en marcha:		
Mano de obra	520,00	
Capacitación del personal	150,00	
Imprevistos	100,00	
Total costos Instalación y puesta en marcha:		770,00
Costo total de inversión inicial		12 190,00

Apéndice 4. Proyección de gastos

PROYECCION GASTOS DE PERSONAL

	Nro cargos	Salario Individual	Total Mes	% coste empresa 26,67%	Meses 1,5	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
Ingeniero de diseño	1	3 800,00	3 800,00	1 013,46	7 220,19	7 220,19	7 220,19	7 220,19	7 220,19	7 220,19
Técnicos especializados	1	2 800,00	2 800,00	746,76	5 320,14	63 841,68	63 841,68	63 841,68	63 841,68	63 841,68
Supervisores	1	3 000,00	3 000,00	800,10	5 700,15	68 401,80	68 401,80	68 401,80	68 401,80	68 401,80
Personal administrativo	1	1 500,00	1 500,00	400,05	2 850,08	34 200,90	34 200,90	34 200,90	34 200,90	34 200,90
			11 100,00	2 960,37	21 090,56	173 664,57	173 664,57	173 664,57	173 664,57	173 664,57
			9 600,00	2 560,32	18 240,48	139 463,67	139 463,67	139 463,67	139 463,67	139 463,67

	Hora Operario	Cant. Horas	Canti. Personal	Total horas día	Cant meses	Cantidad de horas	Monto total por capacitación
Capacitacion	3,46	8,00	6	48,00	1	528,00	1 826,88

Apéndice 5. Proyección de costos del nuevo Tooling

Cálculos Mensuales de Costos para la Implementación del Nuevo Tooling

Costos fijos:	Meses												Totales
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Mano de obra	12,160.32			12,160.32			12,160.32			12,160.32			48,641.28
Capacitacion de personal						1,826.88					1,826.88		3,653.76
Mantenimiento	200.00			200.00			200.00			200.00			800.00
Alquiler	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00
Otros gastos generales	50.00			50.00			50.00			50.00			200.00
Total de costos fijos	12,410.32	0.00	0.00	12,410.32	0.00	1,826.88	12,410.32	0.00	0.00	12,410.32	1,826.88	0.00	53,295.04

Costos variables													
Materia prima	500.00			500.00			500.00			500.00			2,000.00
Insumos	1,000.00			1,000.00			1,000.00			1,000.00			4,000.00
Electricidad	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00
Total de costos variables	1,500.00	0.00	0.00	1,500.00	0.00	0.00	1,500.00	0.00	0.00	1,500.00	0.00	0.00	6,000.00

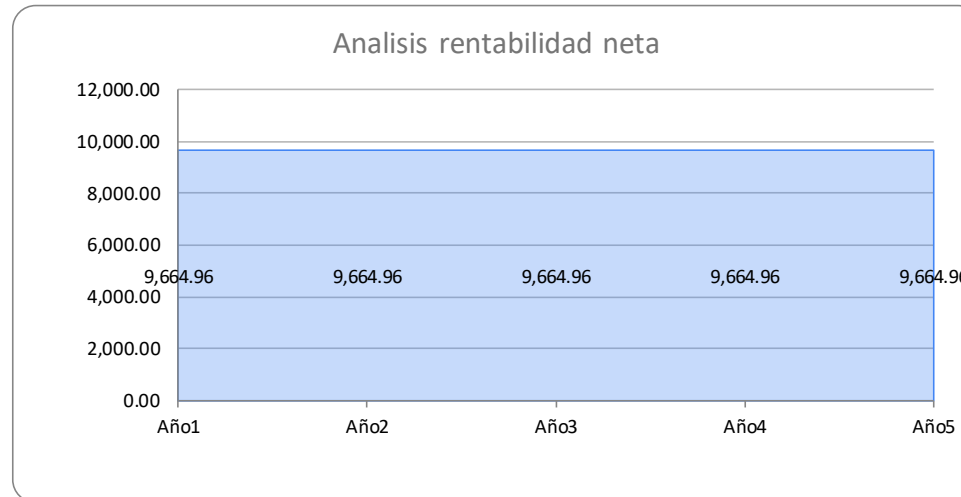
Costos totales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Totales
	13,910.32	0.00	0.00	13,910.32	0.00	1,826.88	13,910.32	0.00	0.00	13,910.32	1,826.88	0.00	59,295.04

Apéndice 6. Proyección de costos totales

RESULTADOS FINANCIEROS					
Estado de resultados	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00
Total ingresos	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00
Costos operativo					
Costos variables					
Materia prima	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
Mano de obra	53,295.04	53,295.04	53,295.04	53,295.04	53,295.04
Mantenimiento	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
Insumos	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00
Electricidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de costos variables	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00
Margen Bruto	63,960.00	63,960.00	63,960.00	63,960.00	63,960.00
Costos Fijos					
Alquiler	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros gastos generales	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Total de costos fijos	53,295.04	53,295.04	53,295.04	53,295.04	53,295.04
Costos totales	59,295.04	59,295.04	59,295.04	59,295.04	59,295.04
Total gastos operativos	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00
E.B.I.T.D.A.	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00
Amortizaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resultado Operativo BAIT O EBIT	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00
Beneficio Bruto o BAT	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00
impuestos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resultado Neto	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00	57,960.00

Apéndice 7. Proyección de gastos a cinco años

Cash Flow Proyectado					
Saldo Inicial	14,690.00				
Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00
Total Cobros	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00	69,960.00
Pagos operativos	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Materia prima	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
Mano de obra	53,295.04	53,295.04	53,295.04	53,295.04	53,295.04
Mantenimiento	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
Insumos	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00
Electricidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total pagos operativos	60,095.04	60,095.04	60,095.04	60,095.04	60,095.04
Otros Gastos	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Alquiler	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros gastos generales	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Total Otros Gastos	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Pagos Financieros	60,295.04	60,295.04	60,295.04	60,295.04	60,295.04
Saldo neto anual	9,664.96	9,664.96	9,664.96	9,664.96	9,664.96
Saldo acumulado	9,664.96	19,329.92	28,994.88	38,659.84	48,324.80



Apéndice 8. Análisis de la TIR, el VAN y el ROI

RESULTADOS FINANCIEROS

Análisis del Cash Flow generado		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo Neto de Caja - FNC	(14 690,00)	14 318,72	14 318,72	14 318,72	14 318,72	14 318,72
FNC Descontado	14 690,00	14 318,72	14 318,72	14 318,72	14 318,72	14 318,72
Valor Neto Acumulado		14 318,72	28 637,44	42 956,16	57 274,88	71 593,60

Análisis de la inversión			
Tasa	10,00%		
14 690,00	Importe de la inversión	-14 690,00	
V.A.N.		39 589,21	
T.I.R.		94%	
Playback		1,03	Años
ROI	97,47%		

Valorado por el método WACC.Costo Promedio Ponderado de Capital

		69 960,00	69 960,00	69 960,00	69 960,00	69 960,00
Ingresos		69 960,00	69 960,00	69 960,00	69 960,00	69 960,00
Gastos operativos		55 441,28	55 441,28	55 441,28	55 441,28	55 441,28
Análisis de sensibilidad	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
incremento costos 10%		60 985,41	60 985,41	60 985,41	60 985,41	60 985,41
saldo	-14 690,00	8 974,59	8 974,59	8 974,59	8 974,59	8 974,59
	tir	0,54	VAN=	34 020,76	R B/C	1,64
TOTAL EGRESOS		60 985,41	60 985,41	60 985,41	60 985,41	60 985,41
decremento ingresos 10%	Tasa	55 441,28	55 441,28	55 441,28	55 441,28	55 441,28
saldo	0,00	62 964,00	62 964,00	62 964,00	62 964,00	62 964,00
	-14 690,00	7 522,72	7 522,72	7 522,72	7 522,72	7 522,72
	tir	0,42	VAN=	7 460,77	R B/C	1,95

REFERENCIAS

- Abal, R., & Mamani, B. (2021). Análisis FODA de la empresa Olimpo Car Wash de la ciudad de Llo. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/1194>
- Aguirre, Y. (2014). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes.* <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54090/43975876.2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Alarcón, I. (2021). La transparencia en la administración. <https://hdl.handle.net/10953.1/16260>
- Barrezueta, J. (2020). Aplicación del diagrama de pareto en el departamento de cobranzas de la compañía de seguros. . <https://doi.org/https://doi.org/10.17981/bilo.6.1.2024.07>
- Behjat, N. (2020). Business process modeling, implementation, analysis, and management: the case of business process management tools. <https://doi.org/https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BPMJ-06-2018-0168/full/html>
- Bellido, Y., & LA Rosa, A. (2018). *Modelo de Optimización de Desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las Mypes del Sector Textil.* <https://doi.org/https://doi.org/10.19083/tesis/624995>
- Benites, J. (2018). *Uso de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la industria metalmeccánica peruana: revisión sistemática.* <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14221/Benites%20Leyva%2c%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bolaños, L. (2020). Propuesta de estandarización de los procesos de gestión de proyectos de una oficina de gestión de proyectos operativos de la empresa ABC. <https://hdl.handle.net/2238/11465>
- Brennan, D. (2020). Process Industry Economics: Principles, Concepts and Applications. https://books.google.co.ve/books/about/Process_Industry_Economics.html?id=tPfkDwAAQBAJ&redir_esc=y

- Calla, R. (2023). *Diseño de procesos en el área de almacén para mejorar la gestión de la empresa La Guardiania de Characato*.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7670/A.Barrionuevo_R.Call_a_Tesis_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Candela, A. (2019). Propuesta de implementación de un tablero de control para medir la satisfacción del cliente en un restaurante. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9157>
- Canossa, H. (2022). Gestión de proyectos como estrategia para la evaluación de desempeño del talento humano en las empresas.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/https://doi.org/10.24215/23143738e093>
- Céspedes, G., & Guillen, G. (2020). Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de importación para reducir los costos operativos no previstos de una empresa importadora de telas en Lima-Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3749>
- Chang, T., Hwang, G., & Lee, J. (2016). Developing performance measurement system for Internet of Things and smart factory environment.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1245883>
- Chávez, L., De la Rosa, S., Manjarrez, J., Valbuena, S., & Becerra, M. (2024). Diagrama de Pareto. Perspectiva de la Asignatura de Control de la Calidad.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17981/bilo.6.1.2024.07>
- Chowdhury, A., Mahtab, R., & Kabir, G. (2019). Un modelo estructural para investigar el poder de conducción y dependencia de los riesgos de la cadena de suministro en la industria de la confección. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.05.024>
- De la Cruz, C. (2021). Modelo de aplicación de la planeación estratégica. Análisis FODA. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://salazarvirtual.sistemaeducativosalazar.mx/assets/5e679fa8e7042/tareas/3892f1da0660834bc05748b005491c84Unidad%20IX_CCG.pdf
- Donovan, G. (2012). A Case Study of Employee Self-Actualization in the Workplace.
<https://www.proquest.com/openview/f7274794213372a5ce0d99b92f6d49c1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>

- Fernández, & Erycson. (2022). Incidencia del gobierno electrónico en la calidad del servicio en una unidad de gestión educativa local, Cajamarca. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/48624/Anexo%2012%20TASCOI.pdf?sequence=15>
- Fernández, C., Hernández, R., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación . [Sampieri-libre.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](Sampieri-libre.pdf(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net))
- Fernández, M. (2014). *Lean Manufacturing en Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=L-SaDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=lean+manufac+lean+manufacturing+en+espa%C3%B1ol+como+eliminar+desperdicios+e+incrementar+ganancias&ots=V1B9_sSSzO&sig=0fRl1fq7Y5xKhav46dxqF_j4xun4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Figueredo, F. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. *6(15)*, 7-24. www.redalyc.org/articulo.oa?id=215047546002
- Fuentes, E., Parra, I., & Cañón, O. (2022). Desarrollo de herramientas Lean Manufacturing para la línea de Producción en Printer colombiana S.A.S. <https://doi.org/https://doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n17.a110>
- George, A., & Bennett, A. (2005). *Lean Six Sigma: una guía de referencia rápida de casi 100 herramientas para mejorar la calidad, la velocidad y la complejidad de los procesos*. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=JEGzE6ExN-gC&oi=fnd&pg=PR9&dq=A+Quick+Reference+Guide+to+100+Tools+for+Improving+Quality+and+Speed.+George&ots=HO0f28s4Sy&sig=7ogWbvf2ihmH21CUwZyCYrZaCQ#v=onepage&q&f=false>
- Gómez, I., Lawrence, E., & Carley, F. (2021). An analysis of social marketing practice: Factors associated with success. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/07359683.2021.1997525>
- Gómez, J. (2018). Diseño de un plan de implementación de gestión del conocimiento basado en E-learning para el sistema integral bancario del Banco Occidental de Descuento. <http://repositoriodigital.uma.edu.ve/jspui/handle/123456789/873>
- Gómez, J., & Romero, D. (2021). "El enfoque en el usuario final como herramienta para mejorar las intervenciones públicas en educación en el Perú a través de proyectos de innovación:

Caso–MINEDULAB.

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&scioq=How+information+gives+you+competitive+advantage.+Porter+and+Millar&q=El+enfoco+en+el+usuario+final+como+herramienta+para+mejorar+las+intervenciones+p%C3%BAblicas+en+educaci%C3%B3n+en+

Gómez, L. (2018). Evaluación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo del colegio Teresita de Lisieux teniendo en cuenta la normatividad vigente.

<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2601>

González, E. (2019). *Diagrama de flujo y su relación con la vida cotidiana.*

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E-](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E-4389_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf)

[4389_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E-4389_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf)

González, X. (2018). La gestión por procesos para mejorar la productividad en el área de limpieza y mantenimiento industrial de la empresa MULTI SERVIS FVREIRL.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/22861>

Gutiérrez, L. (2021). Plan de Comunicación Interna y Formación de Lideres Coach.

<https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/22787>

Hammer, M., & Stanton, S. (2020). The Reengineering Revolution - the Handbook.

<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109221610>

Hernández, C., & Da Silva, F. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. 36(1), 104-116. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n1/rtq10116.pdf>

<http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n1/rtq10116.pdf>

Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación.*

España.

[http://fabricacion.industriales.upm.es/wp-](http://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf)

[content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf](http://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf)

Hernández, K. (2021). Mejora de imagen de micro y pequeñas empresas con la aplicación de responsabilidad social empresarial en El Salvador. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/25193>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación 6a.*

<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

- Hilario, V., Castro, O., & Mendoza, C. (2020). El análisis financiero como herramienta para la toma de decisiones. <https://doi.org/https://doi.org/10.29057/xikua.v8i15.5309>
- Huarilloclla, J. (2020). Gestión de riesgos como herramienta para la optimización de contratación de servicios para empresas especializadas en la operación de mantenimiento de una planta minera. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10357>
- Inácio, C. (2023). Herramientas básicas de calidad: hoja de verificación, laminado, diagrama de flujo, diagrama de Ishikawa, Pareto Diagrama, matriz GUT y 5W2H. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i10.2890>
- Iral, M. (2020). Implementación de un tablero de indicadores para gestionar el retiro de personal en una empresa del sector financiero. <https://hdl.handle.net/10495/16095>
- Lee, P. (2020). Innovation Consolidation. UC. <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/davlr54&div=19&id=&page=>
- López, A. (2020). Lineamientos estratégicos para la mejora sostenible de la gestión de proyectos. <https://iieakoinonia.org/ojs3/index.php/gestioep/oai>
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. <https://doi.org/https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=92K0DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=herramientas+para+describir+el+problema&ots=XS7Q1J1G1M&sig=Wby8QD3FrIZqf3P-spcgd6Y74ew#v=onepage&q=herramientas%20para%20describir%20el%20problema&f=false>
- López, S. (2020). Atención al cliente, consumidor y usuario. (https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=jpzODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=L%C3%B3pez.++plan+de+implementaci%C3%B3n&ots=2KRWKKYyzX&sig=84OQCFmZreS_KUsmEK5iE5LH4xk#v=onepage&q=L%C3%B3pez.%20%20plan%20de%20implementaci%C3%B3n&f=false).
- Lozano, R., & Flautero, G. (2020). Propuesta metodológica para la individualización y localización de áreas con potencial de riesgo natural alto, como instrumento para la gestión de medidas y toma de decisiones para la intervención del territorio. <http://hdl.handle.net/11634/21178>

- Martínez, L., Fernández, S., & Ngonó, R. (2019). Barreras que dificultan la planeación estratégica en las organizaciones. <https://doi.org/https://doi.org/10.22267/rtend.192001.108>
- Martínez, M. (2019). Análisis del proceso de gestión documental de una consultoría de ingeniería industrial minera. <https://hdl.handle.net/11537/15194>
- Mateos, C. (2021). *Generación automática de diagramas de Gantt*. España. https://oa.upm.es/66279/1/TFG_CARLOS_MATEOS_MARTIN.pdf
- Mina, C. (2021). Control interno y diseño de un tablero de control en la empresa unipersonal de productos de limpieza Super Limpio para la toma de decisiones de la gestión gerencial. <http://hdl.handle.net/11086/22167>
- Montoya, M. (2019). Propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad de la línea de colgantes para reducir los costos operacionales de la empresa Servicios Gráficos del Norte S.A.C. <https://hdl.handle.net/11537/22223>
- Moya, L. (2018). La empatía: Entenderla para entender a los demás. https://books.google.co.ve/books/about/La_empat%C3%ADa.html?id=MPakDwAAQBAJ&redir_esc=y
- Narváez, Lucero, Hidalgo, F., & Cueva, E. (2020). Gestión de calidad en micro y pequeñas empresas de servicio automotriz ecuatoriano. <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.9>
- Ortiz, J., Salas, J., Huayanay, L., Manrique, R., & Sobrado, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima-Perú. 25(1), 135. https://www.google.co.ve/books/edition/Aplicaci%C3%B3n_de_tecnolog%C3%ADas_para_la_sust/jYDmEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Ortiz,+J%3B+Salas,+J%3B+Huayanay,+L.%3B+Manrique,+R%3B+Sobrado,+E.&pg=PT106&printsec=frontcover
- Patel, B. S. (2022). Una revisión sistemática de la literatura sobre la agilidad de la cadena de suministro. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/MRR-09-2020-0574>
- Pérez, G. (2022). Eficientización de procesos administrativos y satisfacción del cliente Durango: Mi outlet tecnología. <http://repositorio.ujed.mx/jspui/handle/123456789/238>

- Pérez, J. (2023). Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la etapa evaluativa del Proyecto Educativo Institucional. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-80912023000200001&script=sci_arttext
- Porter, M., & Millar, V. (2018). How information gives you competitive advantage. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.sietmanagement.fr/wp-content/uploads/2017/06/Porter-Millar.pdf>
- Pratono, A. (2022). Reinterpretar la excelencia para una ventaja competitiva sostenible: el papel de la cultura emprendedora bajo las turbulencias de las tecnologías de la información. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/MBE-04-2021-0056>
- Puma, M. (2020). La Motivación Laboral y el Compromiso Organizacional. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v2>
- Reyes, L., Barboza, M., & Vicuña, H. (2017). Diagnóstico Cultural Organizacional de la Empresa Grupo FAdomo Reproser, SA De CV. *Revista_de_Desarrollo_Económico_V4_N12_7.pdf* (ecorfan.org)
- Ríos, C. (2018). ¿Cuál es la importancia de implementar estrategias en las organizaciones? <https://doi.org/https://doi.org/10.37979/afb.2018v1n1.20>
- Robertson, P. (2020). Supply chain analytics: using data to optimise supply chain processe. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781003084020>
- Rodriguez, A. (2022). Gestión de Inventarios y su Incidencia en los Costos Logísticos de la Empresa RA&NOX S.A.C. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/6181>
- Rodriguez, C. (2021). Efecto de implementar la metodología 5 S en la productividad del almacén de la Empresa SERVIGER S.A.C. Pacasmayo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84449>
- Rodriguez, J. (2019). La Innovación y la Creatividad como factores de Desarrollo Territorial. <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/4684>
- Rodriguez, L., & Silveira, J. (2020). Business process redesign: an action research. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0104-530X4305-20>
- Rother, M., & Kata, T. (2010). Managing people for improvement, adaptiveness and superior results.

https://books.google.co.ve/books?id=rFDq1DYprzYC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Ruiz, J. (2020). *Emprendimiento Internet of People (IOP)*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.57998/bdigital.handle.001.3551>

Saavedra, R. (2022). Aplicación de la metodología Ciclo de Deming para reducir el índice de accidentabilidad en la empresa Asein SAC. <https://hdl.handle.net/11537/31683>

Sánchez, C. (2018). Diseño de un tablero de control y una guía para integrar sus datos base, en empresas pequeñas de negocios especializados y actividades combinadas.
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/715>

Sánchez, C., & Rodríguez, L. (2019). Toma de decisiones en empresas pequeñas que combinan varias actividades económicas. Construcción de un tablero de control.
<https://doi.org/https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.6762>

Sánchez, D. (2016). *Planeamiento estratégico y diseño de un sistema de gestión de procesos para mejorar la calidad de servicio de la empresa D'Anne Carol EIRL*.
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e6296175-1f5b-413f-9027-0f6e5c13acda/content>

Sánchez, J. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001:2015)*.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=RhkwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=Sistemas+de+gesti%C3%B3n+de+la+calidad+ISO+9001+Cort%C3%A9s&ots=XTrhWrB1F1&sig=EPMNKsfcqxKM_uB_M3yf6qbzeQU#v=onepage&q=Sistemas%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20ISO%209001%2

Solarte, G., & Castro, Y. (2019). Planificación, Gestión y Control de la Calidad del Software.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22517/23447214.9305>

Torres, J. (2018). Gestión de proyectos en la fase de planeación, control y seguimiento para la constructora TR Grupo Empresarial S.A. <https://hdl.handle.net/2238/10049>

Villena, R., Reyes, H., Luján, R., & Andía, W. (2023). Examining the adoption of Lean Manufacturing in Lima Companies.
<https://doi.org/https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i7.2930>

- Vipin, Y. (2019). Ajuste estratégico: microfundamentos del desempeño ambiental de la empresa. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MRJIAM-01-2019-0903/full/html>
- Werners, S., Wise, R., & Butler, J. (2021). Adaptation pathways: A review of approaches and a learning framework. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.003>
- Zambrano, M., Veliz, V., Escobar, M., & Armada, E. (2018). Auditoría de gestión: Fundamentos teóricos y metodológicos. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/oai>
- Zapata, S. (2022). La generación de información para la gestión bajo la mirada de la Responsabilidad Social Empresaria. <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/26693>