TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

Departamento de Eléctrica y Electrónica

“Control de calidad y scrap en piezas para Ford Bronco”

Memoria de Residencias Profesionales

Que para obtener el título de

Ingeniero en Sistemas Automotrices

Presenta:

Natalia Luna Flores

Asesor:

Juan Manuel García Barrios

Apizaco, Tlaxcala, México Junio 2025

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.

Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica

Tzompantepec, Tlaxcala, 01/julio/2025
Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De oficio: I.E.E. /388/2025

Asunto: Liberación de Proyecto
para la Titulación Integral

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	NATALIA LUNA FLORES
Carrera:	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
No. De Control:	20371204
Nombre del proyecto:	"CONTROL DE CALIDAD Y SCRAP EN PIEZAS PARA FORD BRONCO"
Producto	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

JUAN MANUEL GARCÍA BARRIOS
Nombre y firma del asesor

JAEO/isa*
C.p. Archivo

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala 09/Diciembre/2025

NATALIA LUNA FLORES
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
CON NÚMERO DE CONTROL 20371204.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"CONTROL DE CALIDAD Y SCRAP EN PIEZAS PARA FORD BRONCO",** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastado, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CYAL/Gsc*

ccp. Archivo

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de este proyecto y que me acompañaron a lo largo de este camino.

A mis papás, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo constante. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en los que yo dudaba, por impulsarme a seguir adelante y por enseñarme que todo esfuerzo tiene su recompensa. Este logro también es de ustedes.

A mi hermano, por ser una motivación diaria, por su alegría y por recordarme siempre que los sueños sí se alcanzan con dedicación. Gracias por estar a mi lado en cada etapa de este proceso.

A mis profesores, quienes compartieron conmigo sus conocimientos, su experiencia y su guía. Gracias por orientarme, por sus valiosos consejos y por ayudarme a crecer profesional y personalmente.

A mis amigos, por su compañía, su apoyo emocional y por hacer más ligeros los días difíciles. Gracias por escucharme, animarme y celebrar cada pequeño avance conmigo.

A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro. Este proyecto está dedicado con cariño y gratitud a quienes formaron parte de este camino.

Resumen

El proyecto se desarrolla en el área CX430 de la empresa Cosma Magna, dedicada a la inspección y empaque de piezas automotrices tipo REAR, FRONT y BASH. Su propósito principal es analizar y reducir el scrap generado en esta etapa del proceso, identificando las causas de rechazo, su impacto en la productividad y el costo asociado. Durante cuatro meses se recopilará información sobre los defectos más frecuentes y se aplicarán herramientas como Pareto, Ishikawa y principios de Lean Manufacturing para proponer mejoras en el control de calidad. La revisión del estado de la técnica muestra que la generación de scrap es un problema persistente en la industria automotriz, incluso en procesos automatizados. Diversos estudios demuestran que metodologías de mejora continua como Lean, Six Sigma y DMAIC son eficaces para disminuir defectos y optimizar procesos. Sin embargo, las etapas finales de inspección siguen representando un punto crítico donde se concentran piezas defectuosas no detectadas anteriormente.

Teóricamente, el proyecto aporta evidencia actual sobre la efectividad de herramientas clásicas de calidad aplicadas específicamente a la inspección final, un área menos estudiada. Socialmente, mejora el ambiente laboral al reducir retrabajos y contribuye al desarrollo regional fortaleciendo la competitividad de la empresa. Económicamente, la disminución del scrap implica ahorro de materiales, tiempo y recursos, generando oportunidades de reinversión y mejor desempeño operativo. Ambientalmente, reduce residuos industriales y consumo energético, alineándose con prácticas de manufactura sustentable.

El objetivo general es proponer e implementar acciones para reducir el scrap en CX430 mediante metodologías de mejora continua. Los objetivos específicos incluyen documentar problemáticas, recolectar datos, identificar causas, diseñar mejoras basadas en Lean Manufacturing, crear un formato actualizado de control de scrap y establecer estrategias de colaboración entre áreas.

Índice

Capítulo I: Introducción

1.1 Planteamiento del problema **1**

1.2 Revisión del Estado de la Técnica **2**

1.3 Justificación **5**

1.4 Objetivos **9**

1.4.1 Objetivo General *9*

1.4.2 Objetivos Específicos *9*

Capitulo II: Marco Teórico

2.1 "Subtema 1" **10**

2.2 "Subtema 2" **11**

2.3 "Subtema 3" **12**

Capítulo III: Metodología

3.1 Diseño de especificaciones **22**

3.2 Diseño detallado **25**

3.3 Simulación **28**

3.4 Implementacion o prototipado **33**

3.5 Pruebas o Testing **35**

Capitulo IV: Resultados y Conclusiones

4.1 Resultados **37**

4.2 Conclusiones **39**

Capitulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Referencias

Anexos

Anexo 1: Requerimientos de Gestión Tecnológica y Vinculación.....

Anexo 2: Requerimientos de División de Estudios Profesionales.....

Anexo 3: Requerimientos de Servicios Escolares .....

Índice de Figuras

Ilustración 1 Que es un proceso 10

Ilustración 2 Definiciones de la calidad 11

Ilustración 3 Hoja de verificación 13

Ilustración 4 Diagrama de pareto 13

Ilustración 5 Diagrama de causa y efecto 14

Ilustración 6 Ejemplo 6M 15

Ilustración 7 Ejemplo de checklist 16

Ilustración 8 Diagrama 5s 18

Ilustración 9 Diagrama TPM 19

Ilustración 10 Diagrama VSM 20

Ilustración 11 Sistema Andon 21

Ilustración 12 Tabla de defectos anterior pieza Bash. 23

Ilustración 13 Tabla de defectos anterior pieza Front A 24

Ilustración 14 Tabla de defectos anterior pieza Rear 25

Ilustración 15 Reporte de inspección diario. 26

Ilustración 16 Análisis de scrap diagrama de ishikawa 28

Ilustración 17 Registro por hora cx430 31

Ilustración 18 Registro por hora ejemplo de llenado. 32

Ilustración 19 Basurometro A rayones y grumos 33

Ilustración 20 Feedbackcon lideres 34

Ilustración 21 Basurometro aplicado 1 36

Ilustración 22 Basurometro aplicado 2 36

Ilustración 23 Aplicacion de ayuda visual 37

Índice de Tablas

Tabla 1 Tabla de defectos..... *34*

Capítulo I: Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La reducción de defectos en los procesos se ha considerado como unos de los asuntos más importantes en la industria actualmente, donde la eficacia, la calidad y la innovación son primordiales (Lázaro-Santiago, R., & Ramirez-Barragan E., 2019). A pesar de los importantes avances en las tecnologías de fabricación, las líneas de producción de automóviles a manudo enfrentan desafíos como la variabilidad en la producción, ineficacias en los procesos de flujo de trabajo y defectos en la calidad del producto. Estos desafíos requieren la adopción de metodologías solidas de mejora continua para optimizar las operaciones, reducir el desperdicio y mejorarla productividad general (Villavicencio, D. X. P., Soler, V. G., & Bernabeu, E. P. 2017). El presente proyecto se desarrolla en la empresa Cosma Magna, en el área CX430, la cual se encarga de la inspección, control y empaque de las piezas como REAR, FRONT Y BASH. El proyecto se centra en el análisis, control y reducción de Scrap presente en las piezas, identificando las principales causas de su rechazo y el impacto que se presenta en la producción y disminución de costos.

El estudio abarca un periodo de 4 meses, durante el cual se recopilarán datos sobre los defectos más frecuentes, las principales causas y acciones que ayuden a reducir un considerable número de defectos, las herramientas para identificarlos y las medidas actualmente implementadas para el control de calidad. Se aplicarán herramientas como diagrama de Pareto e Ishikawa junto con metodologías de lean manufacturing para proponer estrategias que optimicen el proceso y reduzcan el desperdicio (Leon, A. & Cevallos, I., 2023). El alcance de este proyecto se limita a la evaluación y mejora del control de calidad en la salida de las piezas mencionadas dentro del área cx430, sin abordar otras áreas de producción o procesos ajenos a la inspección final de estos componentes. Se espera que los resultados contribuyan a mejorar la eficiencia del proceso, reducir

costos por scrap y optimizar la calidad de las piezas entregadas. Las características únicas de la fabricación de automóviles, incluida la producción de alto volumen, los estrictos estándares de calidad y la complejidad de la cadena de suministro, presentan distintos desafíos que deben abordarse para maximizar la eficiencia de las iniciativas de mejora continua (hang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. 1999).

1.2 Revisión del Estado de la Técnica

De acuerdo con el artículo de En la industria automotriz, el control del scrap sigue siendo uno de los principales retos para mantener estándares de calidad, eficiencia y competitividad. El scrap, definido como el conjunto de piezas defectuosas que no cumplen con las especificaciones técnicas y por tanto deben ser rechazadas, representa un costo directo en materiales, mano de obra y tiempo, además de impactar negativamente en la productividad. Diversos estudios han evidenciado que, incluso en ambientes altamente automatizados, las tasas de scrap pueden alcanzar entre un 9 % y un 12 % del total producido, generando pérdidas millonarias anuales para las compañías manufactureras (Díaz & Romero, 2021). Este fenómeno es particularmente relevante en los procesos de inspección y control final, donde las piezas defectuosas son finalmente identificadas, afectando directamente la eficiencia global del sistema productivo.

Las metodologías de mejora continua como Lean Manufacturing y Six Sigma han sido ampliamente adoptadas en el sector industrial para abordar este tipo de problemáticas. Por ejemplo, un estudio realizado en una planta de soldadura electrónica en Baja California reportó que la implementación del ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), junto con herramientas como el diagrama de Pareto y el flujograma de procesos, logró reducir los defectos en un rango del 65 % al 79 % en un periodo de tres meses (Pérez et al., 2020). De manera similar, en la industria de forja automotriz, la combinación del análisis de Pareto con el diagrama de Ishikawa y la metodología 8D permitió

identificar con precisión las causas raíz de los defectos más frecuentes, logrando una reducción del 76 % en el scrap mensual (Martínez & Soto, 2022). Estas herramientas han demostrado ser especialmente útiles para visualizar los puntos críticos del proceso y establecer acciones correctivas concretas.

La metodología Lean Six Sigma, y en particular su enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), ha mostrado resultados notables en la reducción de desperdicios en procesos industriales. En un caso aplicado a la producción de ejes automotrices, se logró disminuir el scrap en un 12.8 % y aumentar el índice de primera pasada sin retrabajo (FTT) en un 21 % en un periodo de 15 meses (Ramírez et al., 2021). Otro estudio, enfocado en la industria de recubrimientos, integró los diagramas de Ishikawa, el análisis de Pareto y el mapeo del flujo de valor (VSM) para eliminar actividades que no aportaban valor, reduciendo en un 37 % los defectos relacionados con inconsistencias en el recubrimiento superficial (López & Aguilar, 2020). Estos antecedentes confirman la eficacia de combinar herramientas de análisis causa-efecto con metodologías estructuradas de mejora continua.

A pesar de los avances reportados, la literatura demuestra que el problema del scrap no ha sido resuelto completamente. En múltiples entornos de manufactura, especialmente en los procesos finales de inspección y empaque, se mantiene un porcentaje significativo de rechazos que, si bien se han reducido, siguen representando un costo importante para las empresas. Por ejemplo, un caso documentado por González y Ríos (2019) en una planta de aluminio automotriz mostró cómo, antes de implementar una estrategia Lean Six Sigma, el porcentaje de piezas defectuosas representaba pérdidas anuales de aproximadamente USD 750,000. Aunque la intervención permitió reducir estos valores de forma significativa, se concluyó que la ausencia de un control estructurado en la inspección final era una de las principales causas de los rechazos persistentes. Esta situación

también se ha observado en otros sectores, como la industria del calzado y la electrónica, donde los defectos detectados al final del proceso se debían principalmente a fallas no corregidas en etapas previas (Torres et al., 2022).

En este contexto, el presente proyecto desarrollado en la empresa Cosma Magna, específicamente en el área CX430, busca contribuir a la solución de esta problemática mediante un estudio enfocado en el análisis, control y reducción del scrap presente en piezas del tipo REAR, FRONT y BASH. El proyecto se centra en identificar las principales causas de rechazo y su impacto tanto en la eficiencia del proceso como en los costos de producción. Para ello, se recopilarán datos durante un periodo de cuatro meses, permitiendo caracterizar los defectos más frecuentes, analizar sus causas y evaluar las acciones actualmente implementadas en el control de calidad. El uso del diagrama de Pareto permitirá clasificar los defectos de mayor incidencia, mientras que el diagrama de Ishikawa facilitará la identificación de sus causas raíz. A su vez, se aplicarán principios de Lean Manufacturing, como la eliminación de desperdicios y la estandarización de procesos, para proponer estrategias que permitan optimizar la inspección final y reducir significativamente el scrap generado.

Si bien el proyecto no contempla por el momento la integración de sistemas digitales de control como software MES o herramientas de inteligencia artificial, su enfoque práctico, basado en la mejora de procesos a través de metodologías probadas, se alinea con las mejores prácticas documentadas en la literatura. Además, su aplicación directa en una etapa crítica del proceso productivo, como es la salida de piezas en CX430, permite una intervención focalizada y potencialmente replicable en otras áreas de la empresa. En definitiva, el desarrollo de este proyecto representa una aportación significativa al campo del control de calidad en manufactura automotriz,

al abordar un problema vigente con herramientas metodológicas eficaces, aportando soluciones basadas en evidencia y orientadas a la mejora continua.

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación Teórica

A nivel académico la presente investigación aborda uno de los problemas persistentes en los sistemas de manufactura la generación de scrap o desperdicio de piezas defectuosas, fenómeno que ha sido ampliamente documentado, pero cuya solución definitiva sigue siendo un reto, especialmente en las etapas finales de inspección y empaque. Existen múltiples estudios que abordan la aplicación de herramientas, sin embargo, muchos de estos trabajos se concentran en etapas iniciales del proceso productivo o en líneas críticas como estampado, soldadura o ensamble, dejando relativamente menos exploradas las fases finales del proceso, como el área de inspección visual y empaque, donde aún se presentan pérdidas significativas. Adicionalmente, el estudio contribuye al cuerpo teórico existente al validar la efectividad de herramientas clásicas de la calidad (Pareto, Ishikawa, 5 porqués) combinadas con principios de Lean Manufacturing en un entorno real y actual, utilizando datos recopilados de forma sistemática durante un periodo de cuatro meses. Esta validación empírica fortalece el sustento académico de estas metodologías y ofrece evidencia contextualizada que puede ser útil para otras investigaciones similares o futuras intervenciones en procesos de inspección. El proyecto no solo tiene una utilidad práctica inmediata, sino que también representa un aporte al conocimiento aplicado de la ingeniería automotriz, al generar información específica sobre las causas y efectos del scrap en procesos de control final, así como sobre la aplicación efectiva de herramientas de mejora continua en contextos reales del sector productivo automotriz.

1.3.2 Justificación Social

Desde una perspectiva social, este proyecto tiene el potencial de generar un impacto positivo al mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos productivos, lo que repercute directamente en el bienestar del personal involucrado. Al reducir el scrap y los retrabajos, se disminuye la carga laboral innecesaria, se mejora el ambiente de trabajo y se fortalecen las condiciones de estabilidad laboral, ya que una producción más eficiente tiende a preservar empleos y generar nuevas oportunidades.

Además, al estar vinculado a una empresa automotriz de alto impacto como Cosma Magna, el proyecto también contribuye al desarrollo industrial de la región, fomentando prácticas de mejora continua y profesionalización del talento humano.

La implementación de estrategias que promuevan la calidad también tiene un componente educativo, ya que genera cultura organizacional orientada a la excelencia, el compromiso y la responsabilidad, valores clave para una sociedad más productiva y sostenible. Indirectamente, también se beneficia la comunidad local, ya que la permanencia y competitividad de empresas clave se traduce en mayor inversión, empleo y desarrollo regional. Además, una empresa que mejora su eficiencia y calidad puede acceder a nuevos mercados, atraer proyectos estratégicos y fortalecer su cadena de suministro, generando un efecto multiplicador en la economía local. Este tipo de proyectos, aunque se desarrollan dentro de una planta productiva, tienen un alcance mucho más amplio, ya que promueven una cultura de mejora continua y sostenibilidad que puede trasladarse a otros sectores industriales, educativos y sociales.

1.3.3 Justificación Económica

El proyecto posee una fuerte justificación económica, ya que se enfoca directamente en la reducción de costos operativos a través de la disminución del scrap en el área de inspección final. El desperdicio de piezas representa una pérdida económica significativa para las empresas manufactureras, tanto por el material descartado como por el tiempo y los recursos invertidos en piezas no conformes. Al identificar y atacar las principales causas de rechazo, se logra una mejora directa en la eficiencia del proceso, reduciendo el número de defectos y evitando retrabajos.

Estos beneficios se traducen en ahorros financieros importantes, aumento de la productividad y mejora de los indicadores clave de desempeño (KPI), lo cual fortalece la competitividad de la empresa en un mercado global. Asimismo, al optimizar recursos y minimizar pérdidas, la empresa puede reinvertir en tecnología, capacitación y desarrollo, impactando positivamente en la economía local y regional. En este sentido, el proyecto también puede servir como modelo para otras organizaciones que enfrentan desafíos similares en el control de calidad y eficiencia operativa.

Además, estos avances crean condiciones para la reinversión en áreas como innovación tecnológica, automatización o capacitación del personal, lo que genera un ciclo virtuoso de mejora continua. Desde una perspectiva empresarial, cada punto porcentual de reducción en scrap puede significar miles de unidades útiles adicionales por año, lo que se traduce en mayores ingresos, menor desperdicio y una mayor sostenibilidad económica a largo plazo. De este modo, el proyecto no solo mejora el presente operativo de la planta, sino que contribuye al fortalecimiento estructural de la empresa frente a los retos del futuro industrial.

1.3.4 Justificación Ambiental

En el contexto actual, donde la sostenibilidad ambiental es una prioridad para las organizaciones, el aporte significativo al contribuir con la reducción del impacto ecológico derivado del scrap. Cada pieza defectuosa representa un uso innecesario de materiales, energía y recursos, además de generar residuos industriales que requieren manejo especial. Al reducir el índice de rechazo, se disminuye la cantidad de residuos generados, lo cual contribuye directamente a una operación más limpia y eficiente.

El uso racional de insumos y la prevención de defectos desde su origen son principios clave de la manufactura sustentable, y este proyecto los promueve al integrar herramientas de diagnóstico que permiten intervenir en las causas raíz de los problemas. Además, al reducir el retrabajo, también se disminuye el consumo energético asociado a procesos repetitivos. De esta forma, el proyecto no solo mejora los resultados operativos, sino que también fortalece la responsabilidad ambiental de la empresa, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y las políticas globales de producción responsable.

Además, al minimizar la generación de piezas defectuosas y retrabajos, se reduce el consumo energético y la huella de carbono del proceso productivo, lo que representa un avance hacia prácticas más responsables con el medio ambiente. La disminución en el uso de materiales, así como la optimización del proceso de inspección y empaque, contribuye también a una menor generación de residuos industriales, lo que facilita su gestión y reduce los costos asociados al tratamiento o disposición de estos desechos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Proponer e implementar la reducción de scrap con ayuda de metodologías de mejora continua y herramientas de calidad en el sector automotriz.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Observar y documentar las principales problemáticas presentes al arribo de piezas al área CX430.
- Recolectar y clasificar datos sobre los defectos más frecuentes.
- Identificar las áreas de origen de los defectos detectados en CX430
- Diseñar un plan de mejora basado en principios de Lean Manufacturing.
- Realizar un nuevo formato para el control de scrap.
- Establecer una estrategia de colaboración interdepartamental.

Capitulo II: Marco Teórico

2.1 “Manufactura y calidad”

PROCESO: "Proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado". En la ingeniería industrial el concepto de proceso adquiere gran importancia, debido la práctica en esta carrera, que requiere: PLANEAR, INTEGRAR, ORGANIZAR, DIRIGIR Y CONTROLAR. (Eraso, G. O., 2008)

Ilustración 1 Que es un proceso

MANUFACTURA: "Obra hecha a mano o con el auxilio de máquina.// 2. Lugar donde se fabrica" (diccionario de la lengua española de la real academia de la lengua). Conjunto de actividades organizadas y programadas para la transformación de materiales, objetos o servicios en artículos o servicios útiles para la sociedad (Eraso, G. O., 2008).

Los procesos de manufactura son actividades y operaciones relacionadas, ordenadas y consecutivas, a través del uso de máquinas-herramientas o equipos, con el fin de transformar materiales para la obtención de un producto industrial. (Eraso, G. O., 2008).

CALIDAD: Es la cantidad de características que posee un producto o servicio y se asocia a un mayor precio. Un producto o servicio es de calidad si cumple con las especificaciones que han fijado de antemano sus diseñadores (Alcalde San Miguel, P. 2019).

Ilustración 2 Definiciones de la calidad

2.2 "Scrap"

De acuerdo con la referencia del lugar donde se produce la merma o desperdicio, (SCRAP como palabra inglesa adoptada local) es un producto generado luego de un proceso industrial en todas sus formas, materiales y tipos de ejecuciones de métodos industriales, o toda actividad complementaria que tenga como fin un material denominado desperdicio al no formar parte del producto final inicial procesado.

En segundo término, define al residuo industrial como a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, que no genera valor a la materia prima inicial y/o al producto final (Barruto, 2021).

Uno de los precursores de la eliminación de desperdicios es el Ing. Taiichi Ohno, un ejecutivo de Toyota y autor del conocido libro "Just in time" el Sistema de producción de Toyota, en el cual describe la filosofía de trabajo Justo a tiempo *JIT", orientada a producir eficientemente los artículos, teniendo siempre como premisa "se debe fabricar en el momento requerido y en la cantidad exacta, todo lo demás es desperdicio" (Norma ISO 9001:2015, 2020) Ohno, determino que estas 7 muda (termino Japones) o desperdicios afectaban directamente al proceso (Leon, A. & Cevallos, I., 2023)

2.3 “Herramientas básicas de calidad”

Hoja de verificación: Es un formato que sirve para registrar, analizar y procesar fácilmente los datos registrados en el. A grandes rasgos, se pueden clasificar en tres grupos principales:

1. Investigación: Se utilizan para analizar e investigar situaciones de preocupación especiales, permitiendo conocer el tipo de defectos, su distribución, localización y cantidad.

2. Verificación: Con el fin de controlar los trabajos diarios, se verifican ciertas actividades periódicamente. De ante mano se definen los puntos a revisar y se lleva a cabo la verificación de acuerdo con esta hoja.

HOJA DE VERIFICACIÓN

Proyecto/Proceso/Situación	Envasado de tequila
Nombre de observador	Julian Sánchez
Lugar	Toluca, Edo. Méx
Fecha	15/09/2022

Frecuencia/ Defectos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL DEFECTO
Defecto 1								
Defecto 2								
Defecto 3								
Defecto 4								
Defecto 5								
Defecto 6								
Defecto 7								
Defecto 8								
Defecto 9								
Defecto 10								
TOTAL								

. [1] 3. Registros:Se toman los datos en forma tabular para la elaboración de los reportes, para tener información que nos permita visualizar la situación global de un proceso y para apreciar sus variaciones a largo plazo (Rocha Guano, M. B. (2021).

Ilustración 3 Hoja de verificación

Diagrama de pareto: El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades (Bernabeu, E. P. 2020).

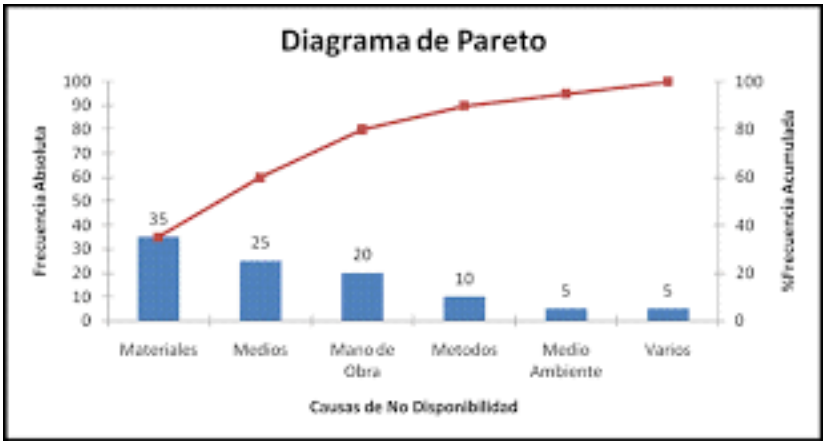


Ilustración 4 Diagrama de pareto

1

Diagrama de causa y efecto: El diagrama de Ishikawa, también denominado diagrama de causa y efecto o de espina de pescado, es un organizador gráfico que representa las distintas causas de un problema, con el objetivo de encontrar una solución, o de un hecho, con la finalidad de conocer qué eventos lo produjeron. Una vez que se detecta qué elemento genera el inconveniente, es posible plantear una solución para mejorar la calidad de un servicio o un producto, alcanzar la eficiencia en un proceso o lograr un objetivo.

Ilustración 5 Diagrama de causa y efecto

Las 6M son los seis factores, categorías o causas principales que intervienen en todo proceso productivo u organizacional y de las que se desprenden las causas secundarias. Las 6M son Metodo-incluye los procedimientos de un proceso para elaborar un producto o un servicio, Maquinaria- Incluye los elementos tecnológicos, es decir, las máquinas, las herramientas físicas y digitales, su utilidad, su eficiencia, su reparación, sus repuestos y sus insumos, Mano de obra- Incluye a las personas que participan en un proceso productivo u organizacional, Material- ncluye los elementos empleados para elaborar un producto o brindar un servicio, Medicion- ncluye la evaluación de las distintas partes del proceso y del estado de la maquinaria y los materiales y Medioambiente- Incluye un análisis detallado del lugar en el que se lleva a cabo un proceso productivo (Giani, Carla 24 de octubre de 2024).

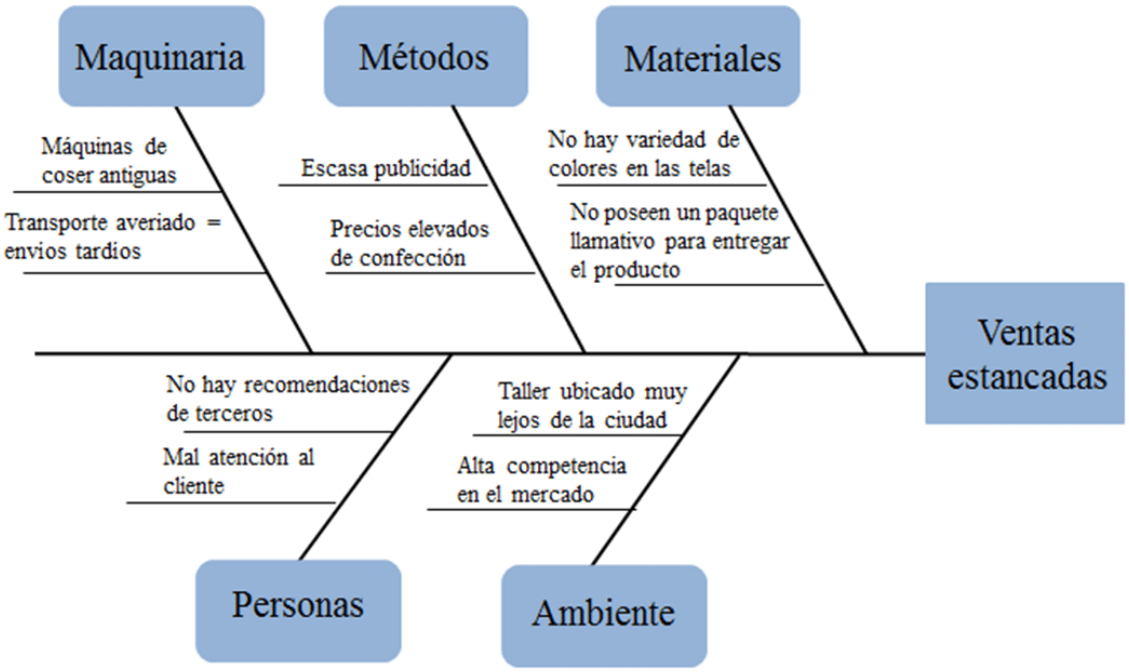


Ilustración 6 Ejemplo 6M

Checklist: Un checklist (del inglés check, “revisión”, y list, “lista”) o lista de comprobación es una herramienta escrita con la cual se esquematiza la información concerniente a una tarea, un proceso o cualquier conjunto de elementos pendientes, de manera tal de poder controlar sencilla y rápidamente su ejecución. Se trata de una herramienta útil en distintos ámbitos de la vida laboral y cotidiana, ya que asiste a la memoria y a la atención. Un ejemplo claro de checklist es una lista de tareas cotidianas pendientes, o de víveres que comprar en el supermercado, en la cual podemos marcar uno por uno los resueltos, y saber rápida y sencillamente cuáles faltan. Sin embargo, en procesos complejos, las listas de comprobación pueden alcanzar grandes proporciones y contener una multitud de elementos diferentes en distintos niveles de prioridad. Las listas de comprobación o checklist son una herramienta de control. Sirven para verificar los asuntos pendientes y resueltos, y pueden aplicarse a las labores diarias de un trabajador, lo mismo que a los procesos y subprocesos en marcha en un área entera de trabajo.

LISTA DE CHEQUEO:
CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FABRICADOS

Ítem/s inspeccionado/s:	Fecha:
Puntos chequeados: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Inspector:

1. Componentes usados	
¿Los componentes usados son correctos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se poseen los registros de recepción de los componentes?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Código de los informes de recpción:	

2. Actividades realizadas	
¿Se siguieron los procedimientos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se usaron las revisiones vigentes de los procedimientos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se rellenaron los registros y estos son correctos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A

3. Incidencias	
¿Producto final conforme?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Existe alguna incidencia relacionada?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Código incidencias relacionadas:	

4. Tiempos de producción	
¿Existieron retrasos en la fabricación?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Hubo máquinas indisponibles?	☐ SI ☐ NO ☐ N/P

5. Entrega y logística	
¿Producto correctamente identificado?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Producto conforme a las especificaciones del cliente?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A

Ilustración 7 Ejemplo de checklist

Como hacer un checklist

- Registrar por escrito el total de las tareas pendientes o elementos que requieren atención.
- Organizar dichos elementos atendiendo a su urgencia o su prioridad: los más urgentes primero, los menos urgentes después.
- Detallar, de ser necesario, los subítems o elementos secundarios (y terciarios) que implique cada proceso. Esto en caso de necesitar un checklist múltiple o complejo.
- Verificar que no se haya omitido algún elemento en la lista o que el orden de los ítems sea el conveniente.
- A medida que se avance en la resolución de las tareas, ir marcando, tachando o apuntando de algún modo sistemático los elementos resueltos, para así poder distinguirlos a simple vista de los pendientes (Equipo editorial, Etecé, 2022).

2.4 "Lean manufacturing"

El Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo formada por un conjunto de técnicas y principios que se centra en la mejora continua y optimización del sistema de producción a través de la eliminación de los desperdicios, que son aquellas actividades que no aportan ningún valor al proceso productivo.

El principal objetivo del Lean es minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación y utilizar los recursos que se consideren imprescindibles. Con la eliminación de los desperdicios se mejora la calidad y se reducen los tiempos de fabricación y los costes.

Es tal la importancia del Lean que los siguientes sistemas de producción se basan en su filosofía:

• TQM: gestión de la calidad total.

• JIT: justo a tiempo.

• Kaizen: mejora continua.

• TOC: teoría de las restricciones o de las limitaciones.

• Reingeniería de procesos.

El éxito del Lean Manufacturing radica en una correcta aplicación de las distintas técnicas que lo forman, las cuales son muy diferentes entre sí pero que se pueden implementar en empresas de diferentes sectores y tamaños. A continuación, se describen algunas de las técnicas existentes más importantes:

• 5s: La metodología 5s se utiliza para mejorar las condiciones de cada puesto de trabajo, aplicando para ello la limpieza, el orden y la organización. Es el punto de partida para el inicio de cualquier esfuerzo de mejora continua.

Ilustración 8 Diagrama 5s

• TPM (Mantenimiento Productivo Total): es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al mal estado de los equipos a partir de la implicación del personal de la empresa.

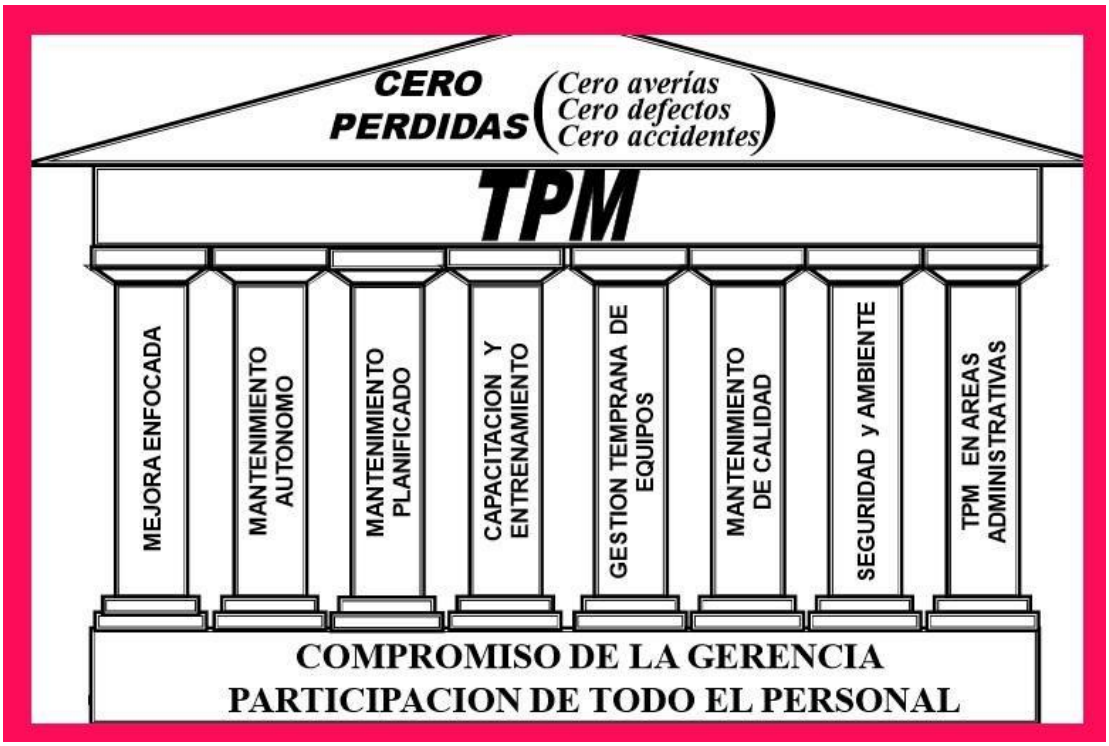


Ilustración 9 Diagrama TPM

• Estandarización de trabajos: conjunto de procedimientos operativos mediante los que se fija la mejor forma y orden para cada proceso.

• VSM (Mapa del flujo de valor): herramienta gráfica de mejora continua de procesos, que permite visualizar todas las actividades que ocurren a lo largo de un flujo de valor, necesarias en el proceso de fabricación de un producto o familia de productos. Su principal objetivo es identificar las actividades que no generan valor.

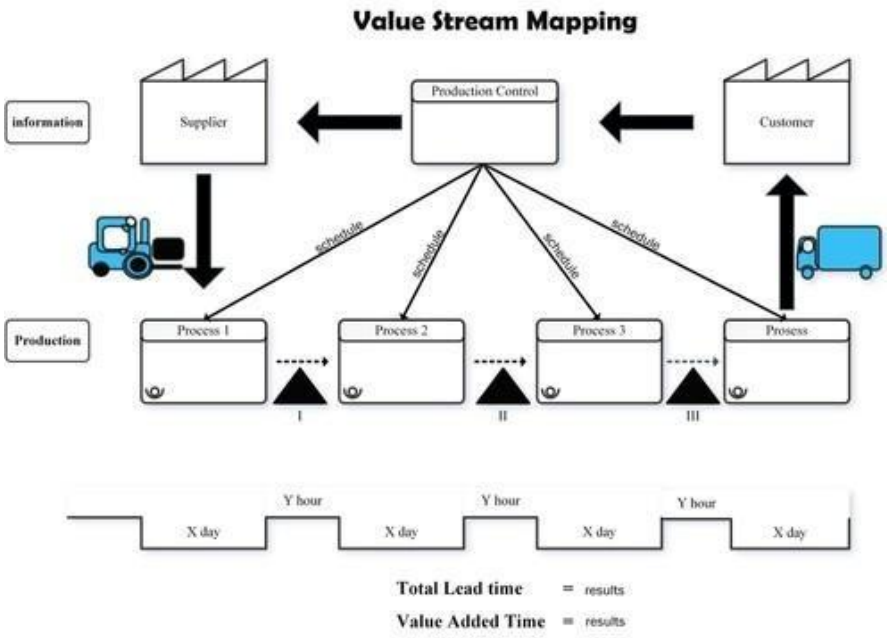


Ilustración 10 Diagrama VSM

• Kanban: sistema que permite regular el flujo de producción entre procesos, basado en un reaprovisionamiento a través de señales que indican cuando se necesita más material (Bernabeu, E. P 2020).

2.4 "Ciclo de mejora continua"

Sistema Andon: El Sistema Andon es una herramienta fundamental del enfoque Lean Manufacturing, diseñada para proporcionar una señal visual o sonora que alerte sobre problemas en tiempo real dentro del proceso productivo. Su origen se remonta al Sistema de Producción de Toyota, como parte del principio de Jidoka, el cual permite detener la línea de producción cuando se detecta una anomalía, a fin de evitar la propagación de errores y garantizar la calidad del producto (Lean Six Sigma Canada, s. f.).

Un sistema Andon típico está compuesto por una interfaz de activación (como un botón o cordón), una serie de luces codificadas por color (verde para funcionamiento normal, amarillo para advertencias, rojo para detención) y tableros que informan al personal sobre el estado de la línea

(Mapex, s. f.). Esta herramienta permite a los operarios alertar sobre problemas de calidad, materiales o maquinaria, e incluso detener la línea si es necesario, promoviendo la empoderación del trabajador en la resolución de problemas (SafetyCulture, 2025).

Ilustración 11 Sistema Andon

El Andon se basa en los principios de gestión visual y mejora continua (Kaizen), ya que no solo permite detectar fallas en el momento, sino también registrar información útil para su análisis posterior. Así, los eventos registrados a través del Andon pueden ser analizados con herramientas como Pareto o los 5 porqués para identificar las causas raíz y evitar la repetición del problema (BusinessMap, s. f.).

La implementación de este sistema en las líneas de producción ha demostrado beneficios significativos, como la reducción de scrap, mejora en la eficiencia operativa, disminución del tiempo de inactividad y fortalecimiento de la comunicación entre operarios y supervisores (Lean Six Sigma Canada, s. f.; Mapex, s. f.).

Capítulo III: Metodología

La metodología utilizada en el presente proyecto se desarrolló bajo un enfoque práctico y estructurado, orientado a identificar, controlar y reducir los niveles de scrap generados en el área CX430 de la empresa Cosma Magna, responsable del control, inspección y empaque de piezas automotrices. El trabajo se dividió en cinco etapas: diseño de especificaciones, diseño detallado, simulación operativa, planificación/prototipado e implementación, y pruebas.

3.1 Diseño de especificaciones

A mi llegada al área CX430, se identificó una deficiencia significativa en los procesos de registro y análisis de defectos. Solo se contaba con un formato básico de scrap que no permitía desglosar defectos por turno, día ni área responsable, lo cual ocasionaba una gran variabilidad en los datos, errores en la trazabilidad de defectos y, como consecuencia, altos costos de scrap mal atribuidos a dicha área.

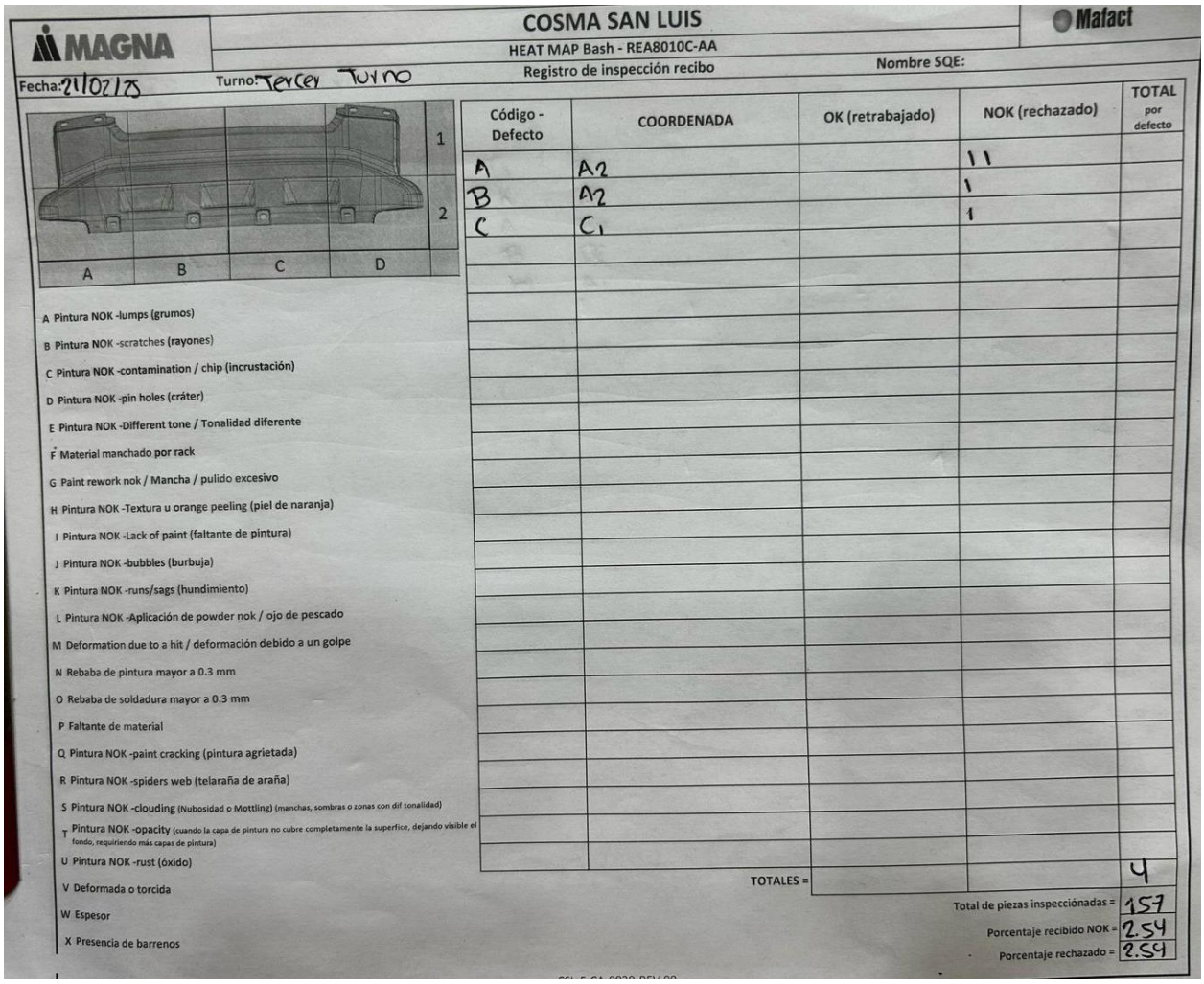
Durante las primeras dos semanas, se realizó un análisis observacional del proceso con el objetivo de entender los flujos de trabajo, los métodos de inspección aplicados y el sistema de captura de datos existente. Se detectó que los formatos en papel no se llenaban correctamente o no se entregaban, y la clasificación de defectos dependía subjetivamente de cada líder de turno, lo que generaba inconsistencia.

Con base en este diagnóstico inicial, se definieron los siguientes objetivos:

- Establecer un sistema de captura de datos más eficiente y confiable.
- Aumentar la trazabilidad de defectos por área y tipo.
- Involucrar al personal de turno en la gestión del scrap.

- Implementar herramientas visuales y metodologías de mejora continua para reducir el tiempo de respuesta ante la aparición de defectos.

Al finalizar esta etapa, se documentaron los procedimientos actuales y se recopilaron muestras del formato en papel con el que anteriormente se registraban los defectos.



MAGNA

COSMA SAN LUIS

HEAT MAP Bash - REA8010C-AA

Registro de inspección recibo

Mafact

Fecha: 21/02/25 Turno: Tercer Turno Nombre SQE:

Código - Defecto	COORDENADA	OK (retrabajado)	NOK (rechazado)	TOTAL por defecto
A	A2		11	
B	A2		1	
C	C1		1	
TOTALES =				4

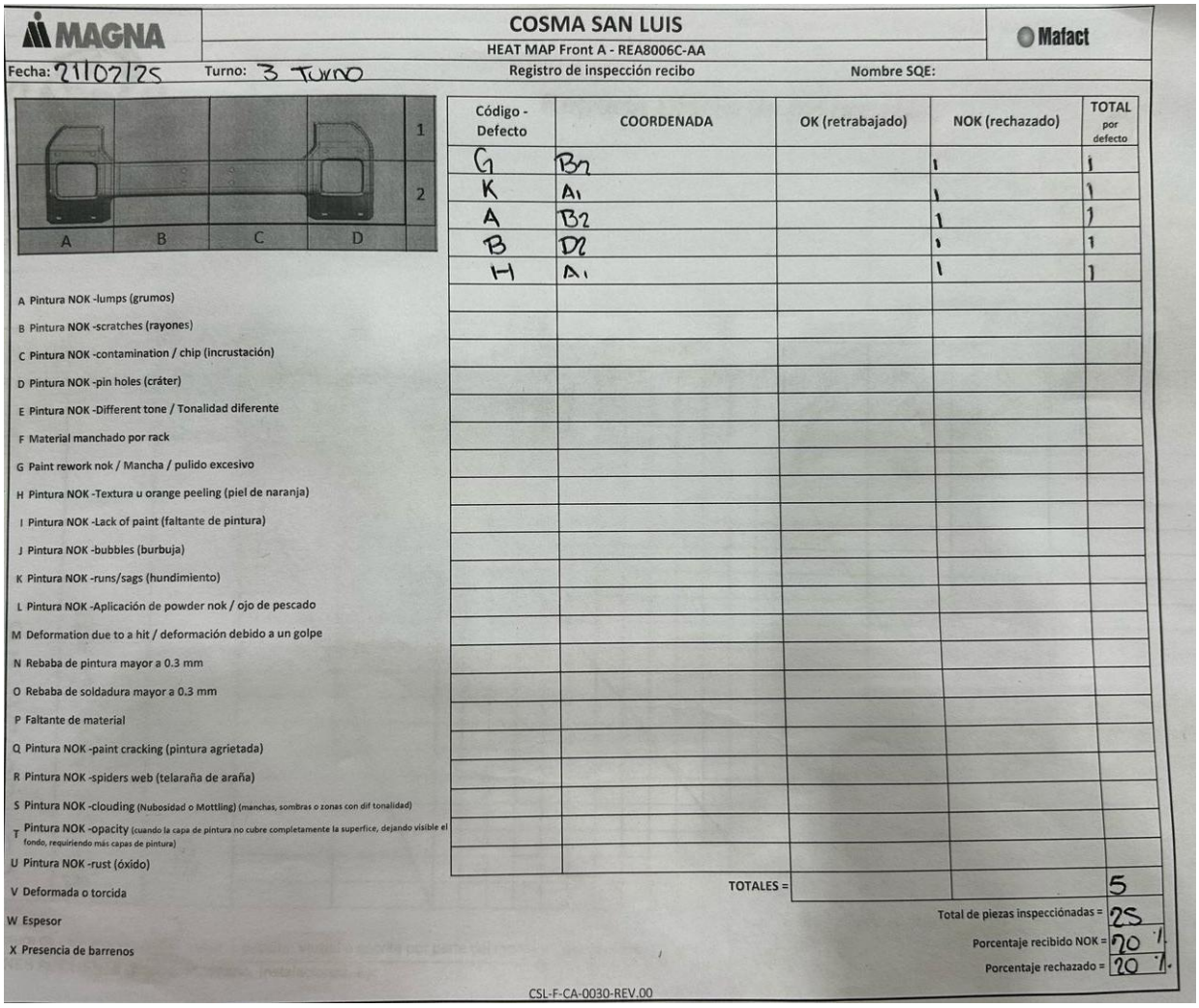
A B C D 1 2

A Pintura NOK -lumps (grumos)
B Pintura NOK -scratches (rayones)
C Pintura NOK -contamination / chip (incrustación)
D Pintura NOK -pin holes (cráter)
E Pintura NOK -Different tone / Tonalidad diferente
F Material manchado por rack
G Paint rework nok / Mancha / pulido excesivo
H Pintura NOK -Textura u orange peeling (piel de naranja)
I Pintura NOK -Lack of paint (faltante de pintura)
J Pintura NOK -bubbles (burbuja)
K Pintura NOK -runs/sags (hundimiento)
L Pintura NOK -Aplicación de powder nok / ojo de pescado
M Deformation due to a hit / deformación debido a un golpe
N Rebaba de pintura mayor a 0.3 mm
O Rebaba de soldadura mayor a 0.3 mm
P Faltante de material
Q Pintura NOK -paint cracking (pintura agrietada)
R Pintura NOK -spiders web (telaraña de araña)
S Pintura NOK -clouding (Nubosidad o Mottling) (manchas, sombras o zonas con dif tonalidad)
T Pintura NOK -opacity (cuando la capa de pintura no cubre completamente la superfice, dejando visible el fondo, requiriendo más capas de pintura)
U Pintura NOK -rust (óxido)
V Deformada o torcida
W Espesor
X Presencia de barrenos

Total de piezas inspeccionadas = 157
Porcentaje recibido NOK = 2.54
Porcentaje rechazado = 2.54

Ilustración 12 Tabla de defectos anterior pieza Bash.

Este formato era manual y generalizado, sin segmentación por hora, ni área de origen. Además, se observó que las etiquetas utilizadas para identificar piezas defectuosas eran genéricas y no seguían un criterio uniforme.



MAGNA

COSMA SAN LUIS

HEAT MAP Front A - REA8006C-AA

Mafact

Fecha: 21/07/25 Turno: 3 Turno Registro de inspección recibo Nombre SQE:

Código - Defecto	COORDENADA	OK (retrabajado)	NOK (rechazado)	TOTAL por defecto
G	B2		1	1
K	A1		1	1
A	B2		1	1
B	D2		1	1
H	A1		1	1
TOTALES =				5

Total de piezas inspeccionadas = 25

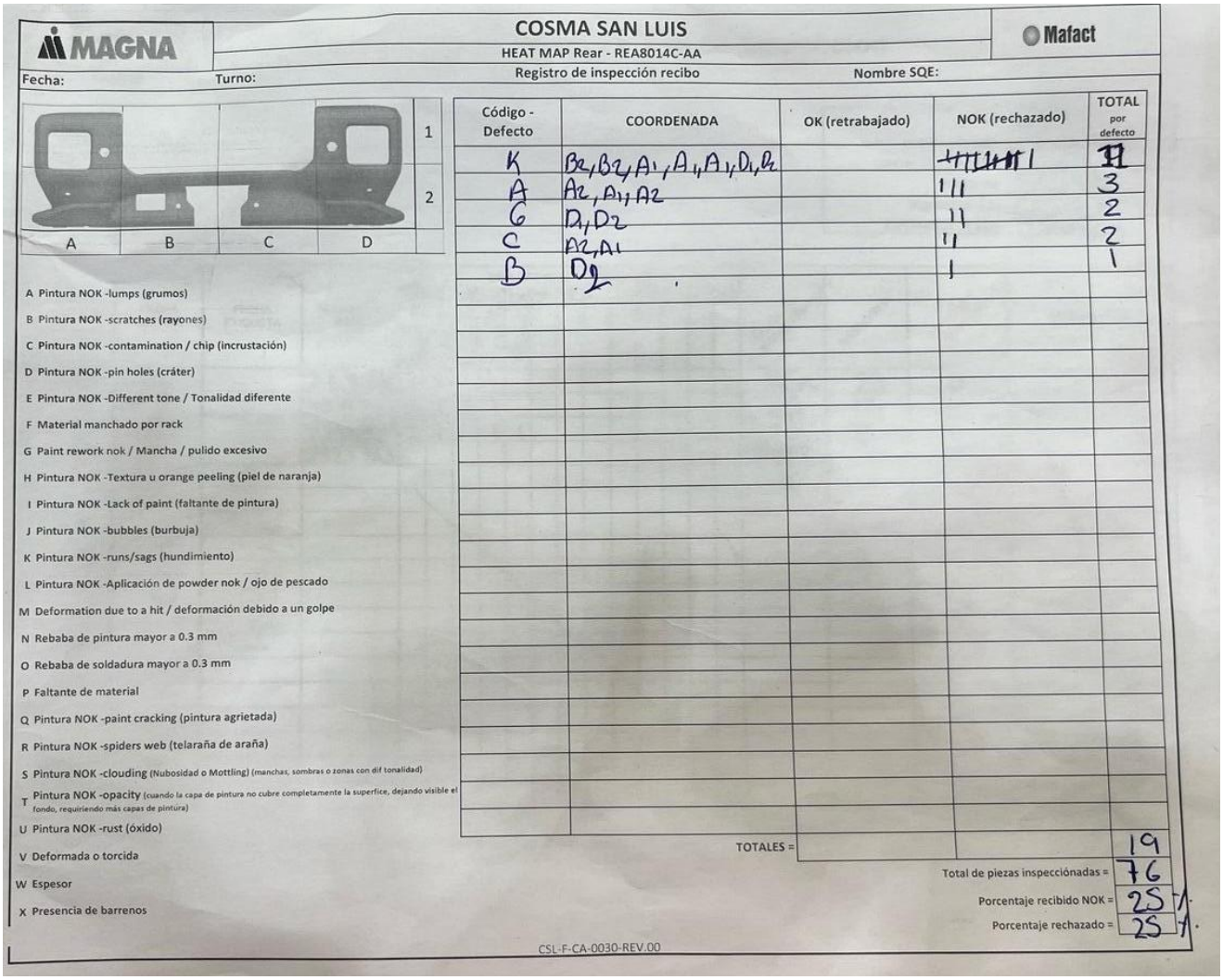
Porcentaje recibido NOK = 20 %

Porcentaje rechazado = 20 %

A Pintura NOK -lumps (grumos)
B Pintura NOK -scratches (rayones)
C Pintura NOK -contamination / chip (incrustación)
D Pintura NOK -pin holes (cráter)
E Pintura NOK -Different tone / Tonalidad diferente
F Material manchado por rack
G Paint rework nok / Mancha / pulido excesivo
H Pintura NOK -Textura u orange peeling (piel de naranja)
I Pintura NOK -Lack of paint (faltante de pintura)
J Pintura NOK -bubbles (burbuja)
K Pintura NOK -runs/sags (hundimiento)
L Pintura NOK -Aplicación de powder nok / ojo de pescado
M Deformation due to a hit / deformación debido a un golpe
N Rebaba de pintura mayor a 0.3 mm
O Rebaba de soldadura mayor a 0.3 mm
P Faltante de material
Q Pintura NOK -paint cracking (pintura agrietada)
R Pintura NOK -spiders web (telaraña de araña)
S Pintura NOK -clouding (Nubosidad o Mottling) (manchas, sombras o zonas con dif tonalidad)
T Pintura NOK -opacity (cuando la capa de pintura no cubre completamente la superfice, dejando visible el fondo, requiriendo más capas de pintura)
U Pintura NOK -rust (óxido)
V Deformada o torcida
W Espesor
X Presencia de barrenos

CSL-F-CA-0030-REV.00

Ilustración 13 Tabla de defectos anteior pieza Front A.



MAGNA

COSMA SAN LUIS

HEAT MAP Rear - REA8014C-AA

Registro de inspección recibo

Mafact

Fecha: Turno: Nombre SQE:

Código - Defecto	COORDENADA	OK (retrabajado)	NOK (rechazado)	TOTAL por defecto
K	B2, B2, A1, A1, A1, D1, D2		卌 卌 I	11
A	A2, A1, A2		III	3
G	D1, D2		II	2
C	A2, A1		II	2
B	D2		I	1
		TOTALES =		19
			Total de piezas inspecciónadas =	76
			Porcentaje recibido NOK =	25 %
			Porcentaje rechazado =	25 %

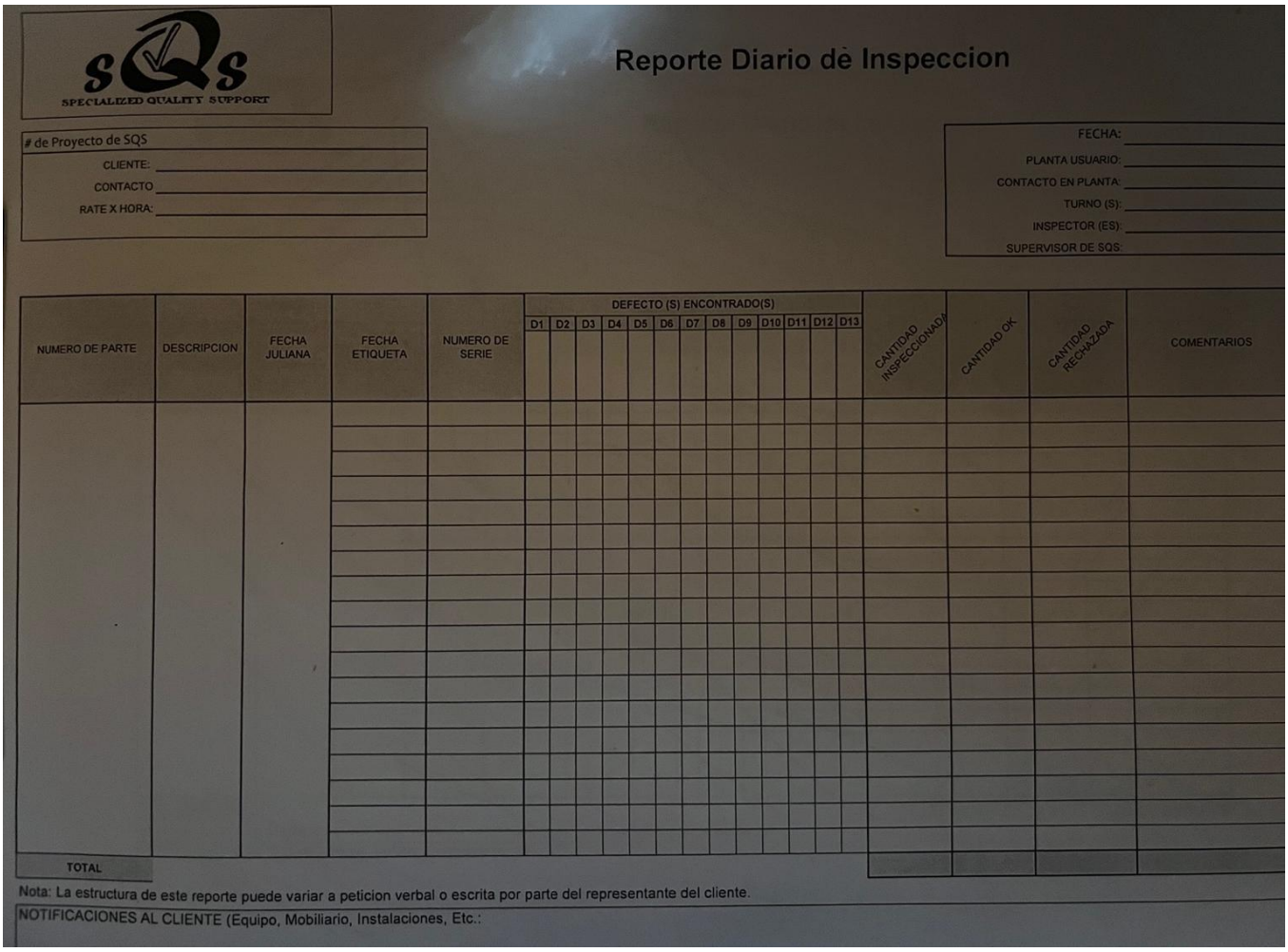
A Pintura NOK -lumps (grumos)
B Pintura NOK -scratches (rayones)
C Pintura NOK -contamination / chip (incrustación)
D Pintura NOK -pin holes (cráter)
E Pintura NOK -Different tone / Tonalidad diferente
F Material manchado por rack
G Paint rework nok / Mancha / pulido excesivo
H Pintura NOK -Textura u orange peeling (piel de naranja)
I Pintura NOK -Lack of paint (faltante de pintura)
J Pintura NOK -bubbles (burbuja)
K Pintura NOK -runs/sags (hundimiento)
L Pintura NOK -Aplicación de powder nok / ojo de pescado
M Deformation due to a hit / deformación debido a un golpe
N Rebaba de pintura mayor a 0.3 mm
O Rebaba de soldadura mayor a 0.3 mm
P Faltante de material
Q Pintura NOK -paint cracking (pintura agrietada)
R Pintura NOK -spiders web (telaraña de araña)
S Pintura NOK -clouding (Nubosidad o Mottling) (manchas, sombras o zonas con dif tonalidad)
T Pintura NOK -opacity (cuando la capa de pintura no cubre completamente la superfice, dejando visible el fondo, requiriendo más capas de pintura)
U Pintura NOK -rust (óxido)
V Deformada o torcida
W Espesor
X Presencia de barrenos

CSL-F-CA-0030-REV.00

Ilustración 14 Tabla de defectos anteiror pieza Rear.

El formato utilizado anteriormente, aunque contaba con un espacio para registrar el turno correspondiente, presentaba serias deficiencias en su aplicación. A pesar de la existencia de esta sección, los tres turnos de trabajo a menudo utilizaban un solo formato para registrar todos los datos, lo que causaba confusión en la asignación de los defectos y su relación con cada turno específico. Además, cuando ocurrían errores, los operadores tachaban los datos incorrectos, lo que dificultaba su lectura y comprometería la calidad de la información. En muchos casos, los formatos no se completaban correctamente o no se entregaban al final del turno, lo que generaba registros

incompletos y afectaba la trazabilidad de los defectos, dificultando la correcta asignación de los costos asociados al scrap.



SPECIALIZED QUALITY SUPPORT

Reporte Diario dè Inspeccion

de Proyecto de SQS
CLIENTE:
CONTACTO
RATE X HORA:

FECHA:
PLANTA USUARIO:
CONTACTO EN PLANTA:
TURNO (S):
INSPECTOR (ES):
SUPERVISOR DE SQS:

NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION	FECHA JULIANA	FECHA ETIQUETA	NUMERO DE SERIE	DEFECTO (S) ENCONTRADO(S)													CANTIDAD INSPECCIONADA	CANTIDAD OK	CANTIDAD RECHAZADA	COMENTARIOS
					D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13				
TOTAL																					

Nota: La estructura de este reporte puede variar a peticion verbal o escrita por parte del representante del cliente.

NOTIFICACIONES AL CLIENTE (Equipo, Mobiliario, Instalaciones, Etc.:

Ilustración 15 Reporte de inspeccion diario.

Al mismo tiempo se solia llenar un reporte diario de inspeccion sin embargo no se uilizaba comunmente dentro del área ya que los encargados no lo completaban.

3.2 Diseño detallado

Con los objetivos claros, se procedió a diseñar soluciones específicas para atacar los problemas detectados. Las acciones de contención fueron:

- **Diseño de un nuevo formato digital** vinculado a una pantalla ubicada en el área de trabajo. Este formato permite registrar defectos por tipo, hora, área de origen y turno, utilizando el catálogo oficial de defectos de la empresa para garantizar estandarización en la clasificación.
- **Asignación de dos responsables por turno** encargados de llenar el formato cada hora, lo cual promueve la participación activa del equipo y asigna claramente las responsabilidades.
- **Implementación de un sistema de clasificación automática por área responsable**, con el fin de que el costo del scrap no recaiga exclusivamente sobre el área CX430, sino sobre la verdadera fuente del defecto. Esta redistribución busca generar conciencia y reducir la reincidencia de errores en otras áreas.

Además, se definieron métricas clave de seguimiento: reducción porcentual del scrap mensual, número de defectos por tipo, y porcentaje de defectos correctamente clasificados.

3.3 Clasificación

Para lograr la asignación de defectos es necesario entender donde se originan por lo que en cada área localizamos su catálogo de defectos y ubicamos la raíz de los defectos frecuentes.

Realizamos una tabla en donde se localizaba el defecto por área, esto permitió visualizar los factores asociados a los defectos más comunes, como rayones, grumos y manchas, analizando causas humanas, de maquinaria, materiales, métodos y entorno.

Manipulación	PINTURA ESTRELLADA		Formas de líneas delgadas en la superficie de la pintura. Fisuras.	NOK	NOK	NOK
Manipulación	GOLPE		Afectación de la forma original por el contacto brusco de o contra algo.	NOK	NOK	NOK
Finesse	NUBE		Efecto visual de superficie opaca o con cambio de color y/o forma por un inadecuado proceso de pulido.	NOK	NOK	OK (Apenas visible)
Finesse	MARCA DE PULIDO		Efecto visual de superficie lisa y brillosa (perdida de estructura) por retrabajo puntual de lijado	NOK	NOK	OK (Apenas visible)

Tabla 1 Tabla de defectos pintura

Manipulación	DAÑO		Golpe / eliminación de la pintura desde la primera capa que deja al descubierto el substrato (plástico).	NOK	NOK	NOK

DOCUMENT UNCONTROLLED WHEN PRINTED.
Confidential - C2 - Internal
C2 – CONFIDENTIAL INTERNAL DISTRIBUTION
PAGE 8 / 10

Manipulación	DEFORMACIÓN (ES)		Hundimientos en la superficie de la pintura, que pueden verse y/o sentirse ocasionados: por un exceso de retrabajo / pulido. inyección o por los skids de pintura.	NOK	NOK	NOK
Proceso de Inyección	BURBUJA		Protuberancias en la pieza de forma circulares o amorfa, tiende a inflarse después del horneo en la línea de pintura	NOK	NOK	OK (Apenas visible y sin partes de función)
Manipulación	GOLPE DE DESMOLDEO		Se aprecia como una falta de material de la pieza, posibles causas por daños en molde o por mala sujeción de dispositivo de robot	NOK	NOK	OK (Apenas visible y sin partes de función)

DOCUMENT UNCONTROLLED WHEN PRINTED.
Confidential - C2 - Internal
C2 – CONFIDENTIAL INTERNAL DISTRIBUTION
PAGE 8 / 12
EXTERIOR BUSINESS GROUP
Template code: DIV-VG.F0.008- C

Tabla 2 Tabla de defectos inyección

CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS

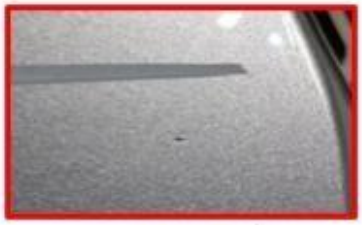
Origen	DEFECTOS	SC	DESCRIPCIÓN	ZONA A	ZONA B	ZONAC
Proceso de pintura	GRUMO 	SC	Adhesión de contaminante por debajo, en o sobre la pintura.	Grumos de 0.2 mm separados de mínimo 30 cm	Máximo 4 Grumos de hasta 1 mm separados por 30 cm uno de otro, sin efecto ni borde afilado u otro tipo de color	Máximo 4 Grumos de hasta 1 mm separados por 10 cm uno de otro sin efecto ni bordes afilados u otro tipo de color
Proceso de pintura	INCRUSTACIÓN	SC	Objeto extraño por debajo o dentro de la película de pintura (Grumo, gel, partícula, fibras, etc.)	Grumos de 0.2 mm separados de mínimo 30 cm	Máximo 4 Grumos de hasta 1 mm separados por 30 cm uno de otro, sin efecto ni borde afilado u otro tipo de color	Máximo 4 Grumos de hasta 1 mm separados por 10 cm uno de otro sin efecto ni bordes afilados u otro tipo de color
Proceso de pintura	CRÁTER	SC	Parecido a una burbuja hundida. En ocasiones pueden dejar a la vista el substrato (plástico).	NOK	NOK	OK (Apenas visible)
Proceso de pintura	ESCURRIDO DE PINTURA	SC	Exceso de pintura en forma de gota. Flujo localizado que se identifica por una variación (aumento) en el espesor de la pintura.	NOK	NOK	NOK
	ESTRUCTURA	SC				

Tabla 3 Tabla de defectos pintura .2

Con los datos obtenidos logramos localizar la causa raíz de los principales defectos que se presentaban en el área, simultáneamente, se desarrolló un formato digital en donde los encargados del área llenaban datos como turno, defecto, total de piezas ok, etc. El nuevo formato, permitió anticipar la carga de defectos en ciertas horas del turno y detectar patrones críticos.

		CX430																			
		RR SKID PLATE			FRONT A			FRONT B			BASH			TOTAL INSPECCIONADO	TIEMPO MUERTO	Tiempo muerto (min)				
	Numero de parte	REA8012C-AB PTA8014C-AC			REA8006C-AB PTA8004C-AB			REA8004C-AB PTA8000C-AB			REA8010C-AB PTA8008C-AB									
INVENTARIO	Cantidad de Personal	OK	NOK	Ok	OK	NOK	Ok	OK	NOK	Ok	OK	NOK	Ok			Logistica	Prensas	Compras	SQS	Ensamble
6:00 - 7:00				0			0			0	32	1	0	33	60					
7:00 - 8:00				0			0			0	59	6	0	65	60					
8:00-9:00		0	0	0			0			0			0	0	60					
9:00-10:00		0	0	0			0			0			0	0	60					
10:00-11:00				0			0			0			0		60	60				
11:00-12:00				0			0			0			0	0	60					
12:00-13:00				0			0			0			0	0	60					
13:00-14:00				0			0			0			0	0	60					
14:00 15:00				0			0			0			0	0	60					
15:00 16:00				0			0			0			0	0	60					
16:00 - 17:00	4			44			48			48			44	0	60	60				
17:00-18:00	4			44			48			48			44	0	60	60				
18:00-19:00	4			44			48			48			44	0	60	60				
19:00-20:00	4			44			48	7	15	48			44	22	42	35				
20:00-21:00	4			44			48	18	29	48			44	47	22				30	
21:00-22:00	4			44			48	21	30	48			44	51	19					
22:00-23:00	4			44			48	57	21	48			44	78	-2					
23:00-24:00	4			44			48	40	18	48			44	58	14					
00:00-01:00	4			44			48	44	10	48			44	54	17					
01:00-02:00	4			44			48	44	2	48			44	46	23					
02:00-03:00	4			44			48	44	15	48			44	59	13					
03:00-04:00	4			44			48	22	5	48			44	27	38					
04:00-05:00	4			44			48	44	10	48			44	54	17					
05:00-06:00	4			44			48	44	10	48				54	17					
Total Insp, d		0	0	616	0	0	528	385	165	144	91	7	572	648		0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
% RECHAZO		#¡DIV/0!			#¡DIV/0!			30%			7%									

Ilustración 16 Registro por hora cx430.

El nuevo formato implementado fue diseñado con el objetivo de mejorar significativamente el control y registro de defectos, así como de optimizar la trazabilidad de las piezas inspeccionadas. La estructura del formato incluye divisiones específicas para los tres turnos de trabajo, con un desglose por hora, lo que permite llevar un control detallado y preciso del desempeño en cada jornada. Además, se contempla la cantidad de personal presente por hora, lo cual facilita la relación

entre el volumen de inspección y los recursos disponibles. El formato también está segmentado por tipo de pieza (FRONT, REAR y BASH), lo que permite clasificar y analizar los defectos según el componente correspondiente. De igual manera, se incorporan campos para registrar el total de piezas inspeccionadas y el total de scrap generado, tanto por hora como por turno y por día. Finalmente, se incluye una sección específica para documentar el tiempo muerto, lo que contribuye a identificar periodos de inactividad y posibles áreas de mejora operativa. Esta nueva herramienta permite tener una visión clara, puntual y objetiva del comportamiento del proceso, facilitando la toma de decisiones basadas en datos reales y actualizados.

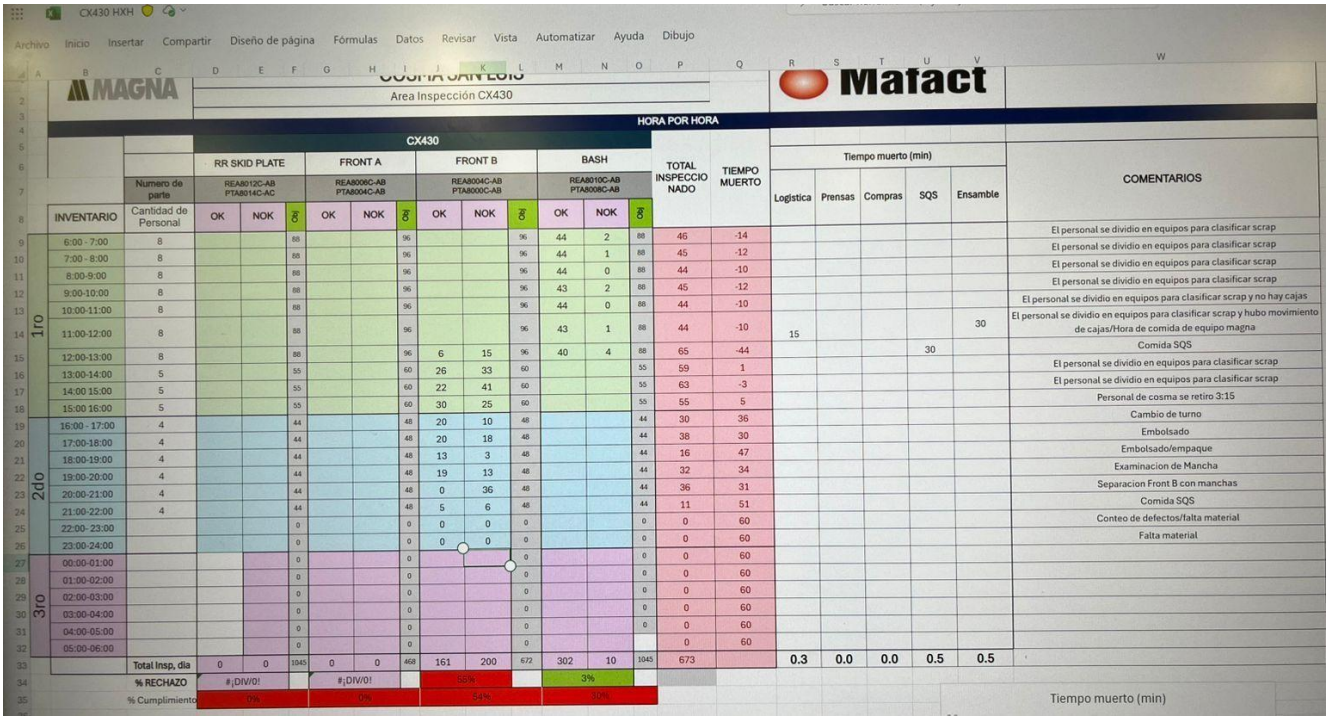


Ilustración 17 Registro por hora ejemplo de llenado.

3.4 Implementación o prototipado

En esta etapa se implementaron varias soluciones prácticas y visuales en el área de trabajo:

Basurometro: Una herramienta visual diseñada para identificar y cuantificar rápidamente defectos como rayones y grumos. Esto ayudó a estandarizar la inspección visual y a reducir el tiempo perdido en interpretación subjetiva.

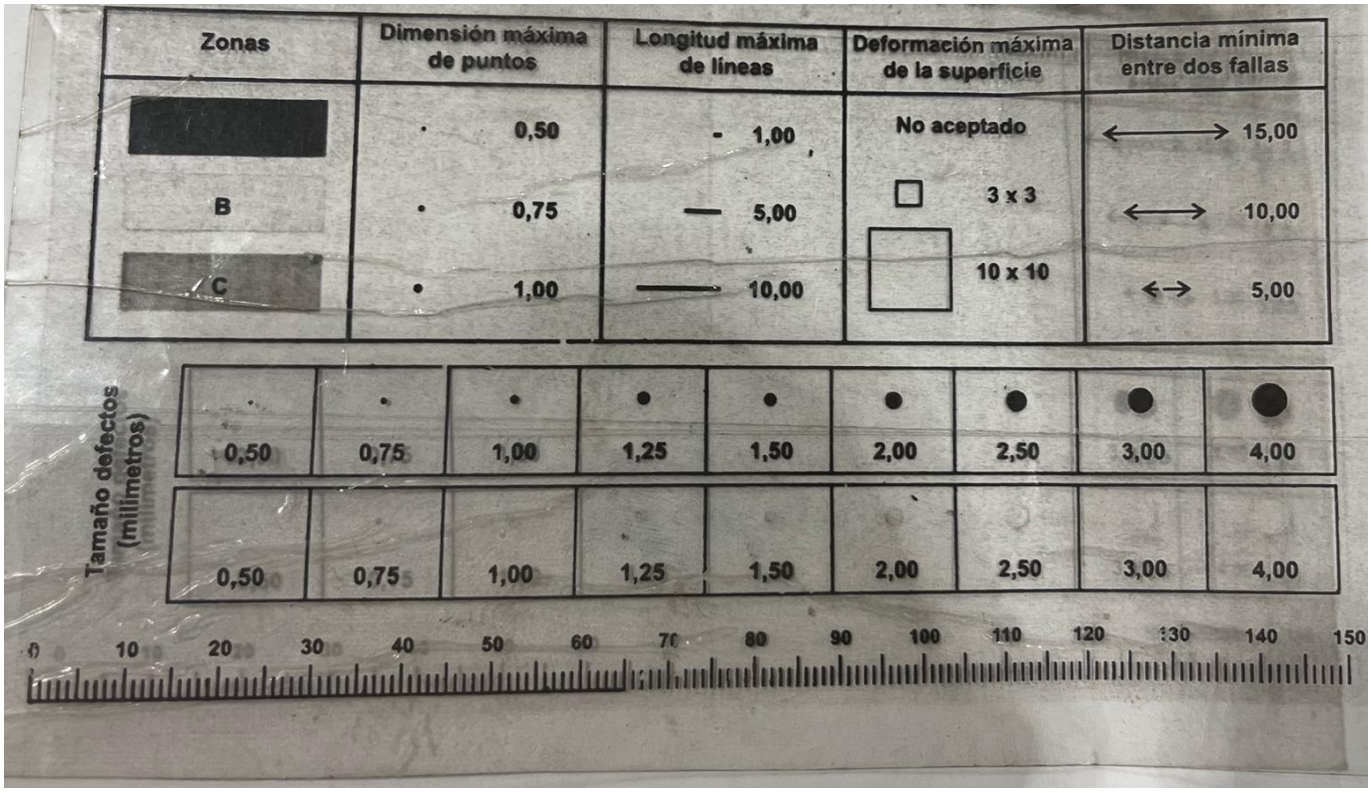


Ilustración 18 Basurometro A rayones y grumos.

Ayudas visuales para defectos por manchas: Se colocaron imágenes y referencias claras para que el personal pudiera detectar este tipo de defectos sin necesidad de consultar al líder de turno. Esto optimizó el tiempo de respuesta y redujo los cuellos de botella en la inspección.

Tabla 4 Ayuda visual

Cosma Magna	Mafact	Magna
AYUDA VISUAL	Detecccion de Manchas	
Rebabas		
Manchas		

3.5 Sesión de feedback

feedback con líderes de área: Se realizó una reunión formal para presentar los avances, explicar el rediseño del proceso y asegurar el compromiso de los supervisores con las nuevas medidas adoptadas.

Ilustración 19 Feedbackcon lideres.

Estas acciones se implementaron de forma progresiva y con acompañamiento al personal, para garantizar su comprensión y correcta ejecución.

Durante la sesiones programadas cada semana exploramos la constante presencia de

3.5 Pruebas o Testing

Una vez implementadas las acciones correctivas y las herramientas de mejora, se procedió a la etapa de prueba y validación operativa dentro del área CX430. Esta fase consistió en observar y documentar el uso diario de los instrumentos desarrollados —como el nuevo formato digital, el basurómetro y las ayudas visuales— con el propósito de identificar su funcionalidad práctica en el entorno real, su integración con la rutina de trabajo y su efectividad para facilitar la inspección, clasificación y trazabilidad de defectos.

Uso del Formato Digital de Registro

El nuevo formato se utilizó como herramienta principal para el control y captura de datos de inspección por turno y por hora. Su estructura permitió a los responsables designados registrar de forma ordenada la cantidad de piezas inspeccionadas, los defectos detectados según su tipo (FRONT, REAR y BASH), el número de scrap, la cantidad de personal en línea y el tiempo muerto registrado. Este formato fue accesible mediante una pantalla instalada en el área, lo que facilitó su consulta y llenado durante la jornada laboral, además de centralizar la información para su análisis posterior. La inclusión de secciones claramente diferenciadas por turno y tipo de pieza ayudó a establecer una trazabilidad mucho más precisa que en los métodos anteriores.

Aplicación del Basurómetro

Como parte de la estrategia de inspección visual, se colocó un basurómetro físico en el área, con ejemplos reales y clasificados de los defectos más comunes, especialmente rayones y grumos,

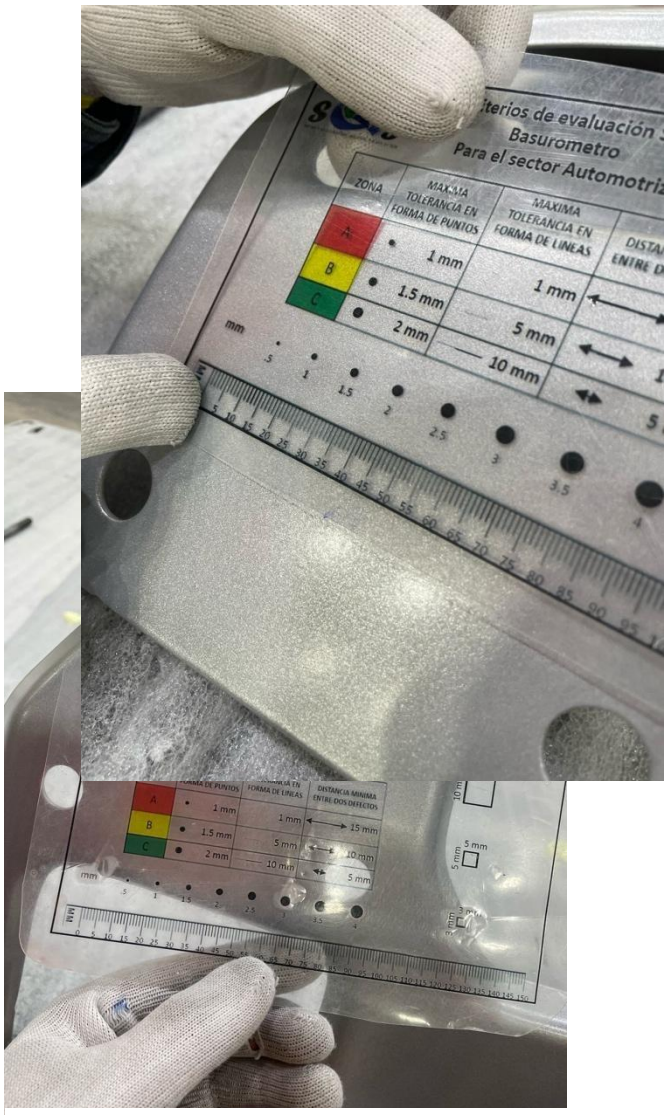


Ilustración 20 Basurometro aplicado 1.

que habían sido identificados como los más recurrentes. Este recurso funcionó como una herramienta de referencia rápida para los operadores, permitiéndoles comparar visualmente las piezas sospechosas con los criterios establecidos. El objetivo fue estandarizar los criterios de rechazo, reducir la subjetividad en la clasificación de defectos y agilizar el proceso de toma de decisiones, eliminando la necesidad de consultar constantemente a los líderes.

Ilustración 21 Basurometro aplicado 2.

Implementación de Ayudas Visuales.

Además del basurómetro, se incorporaron ayudas visuales específicas para defectos como manchas, deformaciones leves o imperfecciones superficiales. Estas ayudas, en forma de carteles o etiquetas colocadas estratégicamente en los puntos de inspección, mostraban imágenes claras de defectos aceptables y no aceptables según el catálogo interno de calidad de la empresa. Con esto, se buscó facilitar la identificación rápida de piezas defectuosas sin requerir confirmaciones constantes, lo que no solo redujo la carga sobre los líderes de turno, sino que también optimizó el tiempo invertido por los operadores en la etapa de inspección final.

Ilustración 22 Aplicacion de ayuda visual.

Capitulo IV: Resultados y Conclusiones

4.1 Resultados

Los resultados obtenidos tras la implementación del plan de mejora en el área CX430 reflejan avances significativos en términos de eficiencia operativa, reducción del scrap e incremento en la productividad general del área. Previo a la intervención, el área registraba una producción limitada:

Piezas REAR y FRONT: entre 3 y 4 cajas por turno, con 32 piezas por caja, lo que equivalía a 96 a 128 piezas por turno o un promedio de 14 piezas por hora.

Piezas BASH: entre 4 cajas por turno, con 12 piezas cada una, lo que representaba un total de 48 piezas por turno, equivalente a aproximadamente 5 piezas por hora.

El nivel de scrap era igualmente alto, con un registro de 2 a 3 cajas completas rechazadas por turno. Considerando un costo unitario de 42 USD por pieza, se estimaba un desperdicio de hasta 1344 USD por caja y un total de hasta 4032 USD por turno, únicamente por piezas descartadas.

Resultados tras la implementación

Tras la implementación del nuevo formato digital de registro, junto con el uso del basurómetro y las ayudas visuales, se lograron mejoras significativas:

REAR y FRONT: la producción aumentó a un promedio de 6 a 7 cajas por turno, alcanzando un total de 192 a 224 piezas por turno, es decir, aproximadamente 24 piezas por hora.

BASH: se incrementó a 6 cajas por turno, es decir, 72 piezas, lo que representa 8 piezas por hora.

Este incremento en la productividad se acompañó de una reducción considerable en los niveles de scrap:

Piezas REAR y FRONT: los rechazos bajaron de cajas completas a solo 9 a 13 piezas rechazadas por turno.

Piezas BASH: se redujo a apenas 1 a 3 piezas rechazadas por turno.

Impacto del control y trazabilidad

Este cambio fue posible gracias a la mayor trazabilidad de defectos y la redistribución del costo del scrap hacia el área responsable, lo que generó una mejora significativa en el cuidado del manejo de piezas por parte de todas las áreas involucradas. El registro horario y la clasificación automatizada de defectos permitieron actuar de forma más oportuna ante errores recurrentes y prevenir su reincidencia.

4.2 Conclusiones

La implementación del plan de mejora en el área CX430 permitió lograr avances importantes en el control del scrap, la eficiencia operativa y la calidad en el proceso de inspección final de piezas REAR, FRONT y BASH. A través del uso de herramientas como el formato digital de registro, el basurómetro y las ayudas visuales, se logró estandarizar la detección y clasificación de defectos, reduciendo la subjetividad y los tiempos muertos durante la jornada laboral. Uno de los logros más relevantes fue el aumento en la productividad por turno, al pasar de un promedio de 3–4 cajas a 6–7 cajas por turno en REAR y FRONT, y un incremento similar en BASH, acompañado de una reducción significativa en el número de piezas rechazadas. La trazabilidad más precisa, apoyada por la captura de datos por hora y por área, permitió identificar con claridad el origen de los defectos y asignar responsabilidades, lo que motivó a las diferentes áreas involucradas a mejorar sus prácticas y reducir el número de errores. En conjunto, estas acciones reflejan que la aplicación de herramientas de mejora continua, apoyadas por una estrategia participativa y bien

estructurada, puede tener un impacto positivo directo tanto en la eficiencia operativa como en la reducción de costos por scrap. El proyecto demostró que, con una adecuada implementación y seguimiento, es posible transformar un proceso desorganizado en uno más controlado, rentable y orientado a la calidad.

Capitulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas

- Análisis de procesos productivos: Se identificaron áreas críticas generadoras de scrap mediante la observación directa y el diagnóstico estructurado, permitiendo detectar patrones y oportunidades de mejora.
- Diseño de herramientas de control: Se elaboró un formato digital eficiente que permitió recopilar datos organizados por hora, turno y tipo de pieza, facilitando la trazabilidad del proceso y el control del scrap.
- Aplicación de herramientas de calidad: Se utilizó el diagrama de Ishikawa para determinar causas raíz de defectos, además del uso de ayudas visuales para estandarizar los criterios de inspección.
- Comunicación efectiva: Se logró coordinar al equipo operativo y a los líderes de turno, promoviendo una comunicación clara, constante y orientada a resultados durante la implementación de los cambios.

- Liderazgo y trabajo colaborativo: Se asignaron responsabilidades por turno, se promovió la participación activa del personal y se fortaleció el compromiso del equipo con las acciones de mejora.
- Gestión del tiempo y organización: Se estableció una rutina de seguimiento y registro puntual, permitiendo una ejecución ordenada del proyecto y una evaluación constante del avance.
- Adaptabilidad al cambio: Se enfrentaron y superaron resistencias iniciales a las nuevas prácticas, logrando implementar mejoras sostenibles mediante estrategias prácticas y participación activa del equipo. Liderazgo y trabajo colaborativo: Se asignaron responsabilidades por turno, se promovió la participación activa del personal y se fortaleció el compromiso del equipo con las acciones de mejora.

Referencias

[1] Lazaro-Santiago, R., & Ramirez-Barragan E., (2019). Reducción de scrap en la empresa automotriz unique fabricating de mexico. Recuperado de https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5305/1/TI%2050%20REDUCCION%20DE%20SCRAP%20EN%20LA%20EMPRESA%20AUTOMOTRIZ%20UNIQUE%20FABRICATING%20DE%20MEXICO..pdf

[2] Villlavicencio, D. X. P., Soler, V. G., & Bernabeu, E. P. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. 3c Empresa: investigación y pensamiento crítico, (1), 50-56

[3] Leon, A. & Cevallos, I., (2023) Plan de mejoramiento basado en Lean Manufacturing-Kaizen en una fábrica de plásticos para la reducción de scrap en las áreas de producción. Recuperado de http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24079

[4] hang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). Las herramientas para la mejora continua de la calidad. Ediciones Granica SA.

[5] Díaz, J., & Romero, A. (2021). Control del scrap en procesos de manufactura automotriz. Revista de Ingeniería y Producción, 14(2), 45–52.

•[6] González, M., & Ríos, F. (2019). Implementación de Six Sigma en industria de aluminio automotriz. Revista Ciencia y Tecnología, 11(3), 33–40.

•[7] López, A., & Aguilar, S. (2020). Reducción de defectos mediante DMAIC y VSM en procesos de recubrimiento. Ingeniería y Gestión Industrial, 9(1), 27–35.

•[8] Martínez, P., & Soto, L. (2022). Análisis de causa raíz con 8D en procesos de forja. Revista Mexicana de Calidad, 17(4), 91–99.

• [9]Pérez, R., Hernández, E., & Silva, D. (2020). Aplicación de PDCA en línea de ensamble electrónico. Tecnologías Industriales, 6(2), 55–63.

• [10]Ramírez, G., Torres, J., & Núñez, V. (2021). Lean Six Sigma en la mejora del índice FTT en manufactura automotriz. Ingeniería y Producción Limpia, 12(1), 14–22.

• [11]Torres, M., Vargas, L., & Sánchez, C. (2022). Control de defectos en industrias ligeras con herramientas Lean. Revista Industrial, 18(2), 71–80.

[12] Guerrero, O. E. (2008). Procesos de manufactura. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://es. slideshare. net/Firefalls/procesos-productivos-demanufactura. [

[13] Barruto, M. (2021). Asociacion Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas. https://anfab.com/

[14] Alcalde San Miguel, P. (2019). Calidad 3. Ediciones Paraninfo, SA.

[15] Delgado, B., Dominique, D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., & Rocha Guano, M. B. (2021). El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. Tomado de http://tambara. org/wpcontent/uploads/2021/04/DIAGRAMAISHIKAWA_FINAL-PDF. pdf.

[16] Gallach, F. S., Soler, V. G., Molina, A. I. P., & Bernabeu, E. P. (2020). Diagrama de pareto y lean manufacturing. APLICADA 2020, 19.

[17] Giani, Carla (24 de octubre de 2024). Diagrama de Ishikawa. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 21 de junio de 2025 de https://concepto.de/diagrama-de-ishikawa/.

[18] Equipo editorial, Etecé (13 de julio de 2022). Checklist. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 21 de junio de 2025 de https://concepto.de/checklist/.

[19] BusinessMap. (s. f.). What is Andon in Lean Manufacturing? Recuperado de https://businessmap.io/blog/andon

[20] Lean Six Sigma Canada. (s. f.). What is Andon – Lean Manufacturing. Recuperado de https://leansixsigmacanada.com/andon

[21] Mapex. (s. f.). What is the Andon system and what are its benefits? Recuperado de https://www.mapex.io/en/andon-system/

[22] SafetyCulture. (2025, abril 2). What is Andon in the Lean Manufacturing System? Recuperado de https://safetyculture.com/topics/andon-system/

[23] Wikipedia. (2025). Andon (manufacturing). Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Andon_(manufacturing)

Anexos

Anexo 1: Requerimientos de Gestión Tecnológica y Vinculación

Procedimiento y documentos necesarios para la liberación de residencias profesionales.

Anexo 2: Requerimientos de División de Estudios Profesionales

Procedimiento y documentos necesarios para iniciar el proceso de titulación

Anexo 3: Requerimientos de Servicios Escolares

Procedimiento y documentos necesarios para trámite del título.