



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

TESIS

“El uso de herramientas Lean en el sector de autopartes,  
para identificar problemas derivados del desabasto  
durante la pandemia.”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

C. ANGELA ZAMORA DÍAZ

ASESOR:

M. EN I. NOÉ AVILA ESQUIVEL



SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO. DE MÉX, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que me apoyaron en esta etapa, pero especialmente agradezco a mi madre, María Guadalupe Díaz Torres, quien es y ha sido el impulso en mi vida de forma personal y académica, por el amor que me ha demostrado creyendo en mí y en mis capacidades, por no dejarme desfallecer aun cuando creía todo perdido, por sus consejos y por el ejemplo de perseverancia, resiliencia y fortaleza que fue para mí y para nuestra familia.

A mi padre, Jimmy Zamora Alvarado, por su apoyo incondicional, por su entrega y su esfuerzo día con día en todos los aspectos, por ser mi inspiración, pero sobre todo por creer en mí y en las metas que me he propuesto.

A mi hermana, Mariana Zamora Díaz, por el apoyo, el cariño y el acompañamiento que me ha brindado en las noches de desvelo, en los momentos difíciles y en los de alegría, y por la motivación que infunde en mí todos los días.

A mi abuelo, Jesús Zamora Peralta, que desde pequeña estuvo para mí y que, aunque ya no está físicamente, sigue siendo el motivo por el cual quiero crecer todos los días en todos los aspectos, por el ejemplo que dio a toda la familia de resistencia, responsabilidad y entrega y sobre todo por la motivación que fomentó en mí desde el primer día que inicié mi carrera, creyendo en mí y demostrándome el amor que me tenía.

A mi profesor de asignatura, asesor y amigo, al M. en I. Noé Ávila Esquivel, por su apoyo durante toda la carrera, pero sobre todo por los consejos, por el acompañamiento, la motivación que inspiró en mí, y por la confianza que me dio, siempre que yo no lo creía posible.

A mi madrina María de Carmen Campos Alcántara por su apoyo y acompañamiento durante toda mi vida, así como a mi familia. A mi amigo KooFy Islas Carbajal, por el apoyo que me ha demostrado desde que lo conocí.

A mis profesores de carrera: Mtro. Gerardo González, Ing. Juan Alfonso González Sakaguchi, Ing. César Linares, Mtro. Esteban Ramírez Lazos, Dra. Alejandra Morales Ayala, Mtro. Marcos Francisco Esparza Posadas, Mtra. Evelyn Martínez Godínez, Lic. Norma Cruz Escobar, Lic. María del Carmen Díaz, profesores: Pedro y Sara, a cada uno le agradezco el apoyo que me brindaron desde que las y los conocí. A todos mis amigos por siempre alentar cada uno de mis pasos, apoyar y celebrar cada éxito del que la vida me ha hecho participe, por estar siempre que los necesite.

A mi amada universidad, quien ha estado conmigo desde el primer momento que me dio un lugar en su casa, quien me ha dado las posibilidades de ser alguien en la vida de forma profesional. Por las oportunidades las experiencias y las amistades que he podido formar dentro de la misma.

Gracias.

## Contenido

1. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN Y ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA	8
1.1 La industria automotriz	8
1.1.1 El sector automotriz y su impacto económico	9
1.1.2 Expansión de la rama automotriz a México	12
1.1.3 La industria de autopartes en México	15
1.1.4 Actualidad	18
1.2 LA PANDEMIA Y LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES EN MÉXICO	23
1.2.1 Contexto situacional	23
1.2.2 Problemática presentada y la afectación de la pandemia a la organización.	24
1.3 Objetivo general	26
1.4 Objetivos particulares	26
2. LOS DESPERDICIOS Y LA AFECTACIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA	27
2.1 Plan estratégico	27
2.1.1 Contexto organizacional	29
2.1.2 Análisis causal	34
2.2 El proceso productivo de la fabricación de pernos	42
2.2.1 Procedimiento de trabajo	42
2.2.2 Proceso productivo	44
2.3 Los desperdicios y como combatirlos de acuerdo con la metodología <i>Lean</i>	47
2.3.1 Base metodológica	48
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	52
3.1 Factores que afectan a la productividad	52
3.2 Propuesta de soluciones para la mejora de la productividad	54
3.3 Cambiando el valor de los desperdicios	56
3.3.1 Principio estructural	56
3.3.2 Definición y medición	58
3.4 Ahorro generado después de eliminar los desperdicios de la metodología lean	61

3.4.1 Análisis y mejora	61
3.5 El incremento de ganancias con un proceso esbelto.	63
4. CONCLUSIONES	65
Referencias	67

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRODUCCIÓN MUNDIAL AUTOMOVILES .....	10
TABLA 2. PRODUCCIÓN UNITARIA MUNDIAL AUTOMOTRIZ .....	11
TABLA 3. INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO .....	14
TABLA 4. SITUACIÓN ACTUAL POR PANDEMIA DE LA EMPRESA .....	30
TABLA 5. AMEF DE LA EMPRESA .....	41
TABLA 6. COSTOS DE MATERIA PRIMA.....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. FABRICANTES DEL MUNDO 2012.....	8
GRÁFICA 2. EXPORTACIÓN MEXICANA 2005 – 2021.....	14
GRÁFICA 3. PIB DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO.....	16
GRÁFICA 4. PRODUCCIÓN DE AUTOPARTES MÉXICO.....	16
GRÁFICA 5. EXPORTACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ .....	18
GRÁFICA 6. CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES.....	19
GRÁFICA 7. PRODUCCIÓN INICIAL .....	22
GRÁFICA 8. PRODUCCIÓN ACTUAL.....	22
GRÁFICA 9. DEMANDA (2019 – 2021).....	25
GRÁFICA 10. ACTUALIDAD DE LA EMPRESA.....	26
GRÁFICA 11. DIAGRAMA DE PARETO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	31
GRÁFICA 12. COSTOS DE MATERIA PRIMA .....	62
GRÁFICA 13. GANANCIAS DE UN PROCESO ESBELTO.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. EVOLUCIÓN AUTOMOTRIZ (30'S - 2000'S).....	9
FIGURA 2. PROCESO EVOLUTIVO: INDUSTRIA DE AUTOPARTES.....	15
FIGURA 3. ESTADOS DE MÉXICO EN PRODUCCIÓN DE AUTOPARTES.....	17
FIGURA 4. GUÍA PARA ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CAUSALES	27
FIGURA 5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	29
FIGURA 6. JERARQUIA DE LA ORGANIZACIÓN.....	32
FIGURA 7. RECORRIDO GEMBA .....	33
FIGURA 8. "DIAGRAMA ISHIKAWA PROBLEMAS DE LA EMPRESA.....	35
FIGURA 9. MODELOS DE PERNOS DE LA EMPRESA .....	43
FIGURA 10. PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE PERNOS.....	44
FIGURA 11. PASO 1: FORJADO .....	45
FIGURA 12. PASO 2: CHAFLÁN.....	45
FIGURA 13. PASO 3: MOLETEADO .....	46
FIGURA 14. PASO 4: ACABADO SUPERFICIAL.....	46
FIGURA 15. FABRICACION DE BUJES .....	47
FIGURA 16. LAYOUT DE LA EMPRESA.....	49
FIGURA 17. FUNCIONAMIENTO INTERNO.....	50
FIGURA 18. METODOLOGÍA DMAIC .....	57
FIGURA 19. NUEVAS TECNOLOGIAS.....	61



# 1. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN Y ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA

## 1.1 La industria automotriz

Desde sus orígenes, la industria automotriz ha tenido cambios para mejora o retroceso de varios aspectos fundamentales, como lo es en la economía, la sociedad, la industria, entre otros; algunos autores como (Carbajal, 2010), (Vicencio Miranda, 2007) y (Basurto Alvarez, 2022), definen al sector automotriz como un sector dinámico, gracias a la adaptabilidad y evolución, que este ha pasado a lo largo del tiempo, de forma que se debe tener presente que los cambios en esta rama son imprescindibles.

Se puede intuir, que los inicios dinámicos de esta industria se dieron debido a la creación de los primeros prototipos automotrices y procesos de producción, como lo menciona (Carbajal, 2010) en la revista Economía regional y sectorial “Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial”, gracias a Ford aproximadamente en los años 90’s, que de alguna forma y con el paso del tiempo, su permanencia en el mercado y el surgimiento de la competencia dentro de la misma rama comienza a ser marcada por los parámetros que se generan en esta industria, como lo son: la variedad de piezas, la calidad de su funcionamiento, sus características físicas y funcionales, precio y entre otras cosas, que generan la apertura de ésta, como lo menciona (Manu Granda, 2023) en su artículo Toyota cierra 2022 como la mayor vendedora de coches en el mundo por tercer año consecutivo del periódico Cinco Días, en la gráfica 1 “Fabricantes del mundo 2022”, se puede observar el las diferentes organizaciones del sector automotriz (Toyota, Volskswagen, Hyundai, Stellantis, General motors y Renault Group) con mayor producción en dicho año, así como el posicionamiento por tercera ocasión de una de las empresas con mayor importancia en el mercado.



GRÁFICA 1. FABRICANTES DEL MUNDO 2012

Fuente: Toyota cierra 2022 como la mayor vendedora de coches en el mundo (Manu Granda, 2023)

Lo que hace pensar que algunos de los detonantes en la variedad, la calidad, características físicas y funcionales de las piezas o precio, surgen de la necesidad de cubrir la demanda que se da, o bien, solo del interés de buscar la innovación en la industria o de la empresa propia, esto es porque para algunas personas la necesidad de movilidad solo es en transporte personal, para algunos otros se ha vuelto un medio de transporte de mercantil, en conclusión la necesidad de la sociedad, en la industria automotriz definirá las características que se buscan al momento de adquirir un vehículo, por lo que a través del tiempo se han añadido a la gama automotriz diversos modelos, como se puede observar en la figura 1 “Evolución automotriz (30’s – 2000’s)”.



*FIGURA 1. EVOLUCIÓN AUTOMOTRIZ (30'S - 2000'S)*

*Fuente: (Zamanov, 2023)*

### **1.1.1 El sector automotriz y su impacto económico**

(Carbajal, 2010) En la revista de economía regional y sectorial “Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial Paradigma económico”, habla de que dicho sector sufrió a lo largo del tiempo una reestructuración importante por 2 ámbitos: por innovación y por mercado.

Como se puede ver en la tabla 1 “Producción mundial automóviles” extraída de la cita anterior (Carbajal, 2010) ejemplifica como de los años 60’s a los 2000 dicho incremento por producción es ascendente para cada año.

País	1961	1971	1981	1991	2001	2008	2009
Países perdedores							
<b>Estado Unidos</b>	<b>48.5</b>	<b>32.5</b>	<b>22.8</b>	<b>15.4</b>	<b>20.4</b>	<b>12.3</b>	<b>9.3</b>
Reino Unido	8.8	6.6	3.5	3.5	3	2.3	1.8
Italia	6.1	6.4	4.6	4.6	2.8	1.4	1.4
Alemania	15.8	14.5	13.7	13.3	9.6	8.5	8.4
Francia	8.7	10.2	9.5	9	5.1	3.6	3.3
México	n/d	0.6	1.3	2	3.3	3.1	2.5
Países ganadores							
<b>Japón</b>	<b>2.2</b>	<b>14.1</b>	<b>25.4</b>	<b>27.6</b>	<b>17.5</b>	<b>16.3</b>	<b>12.9</b>
China	n/d	n/d	n/d	0.2	4.2	13.2	22.3
España	0.5	1.7	3.1	5.5	6.5	3.6	3.5
Brasil	0.9	1.3	1.5	2	3.2	4.6	5.2
Corea del Sur	n/d	n/d	0.3	3.3	5.2	5.4	5.7
India	0.2	0.2	0.2	0.5	1.9	3.3	4.3
<b>Total mundial<sup>1</sup></b>	<b>11,391</b>	<b>26,453</b>	<b>27,407</b>	<b>35,287</b>	<b>56,024</b>	<b>70,765</b>	<b>61,714</b>

*TABLA 1. PRODUCCIÓN MUNDIAL AUTOMOVILES*

*Fuente: Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial (Carbajal. 2010)*

Según el autor de dicha estadística (Carbajal, 2010) clasificó como países perdedores a quienes tuvieron decrementos productivos durante esos años, mientras que, como países ganadores a quienes de forma contraria tuvieron un incremento, aunque considerando a ambas clasificaciones en el rubro total mundial las cifras se encuentran en incremento gradual dando certeza a la reestructuración que se le atribuye a la industria automotriz

Ahora con una perspectiva por unidad según el artículo de (Basurto Alvarez, 2022) se puede ver en la tabla 2 “Producción unitaria mundial automotriz”, el panorama de los años del 2010 al 2012 sobre el incremento productivo del que se ha estado hablando gracias al paso del tiempo.

Cuadro 1. Estadísticas de producción mundial de vehículos de los diez principales países productores en años 2010 y 2012.

País	Automóviles 2010		País	Automóviles 2012	
	Unidades	%		Unidades	%
China	18 264 667	23.53	China	19 271 808	22.90
Japón	9 625 940	35.93	Estados Unidos	10 328 887	35.17
Estados Unidos	7 761 443	45.93	Japón	9 942 721	46.98
Alemania	5 905 985	53.54	Alemania	5 649 269	53.69
Corea del sur	4 271 941	59.04	Corea del sur	4 557 738	59.10
Brasil	3 648 358	63.74	India	4 145 194	64.02
India	3 536 783	68.31	Brasil	3 342 617	67.99
España	2 387 900	71.38	México	3 001 974	71.55
México	2 345 124	74.40	Tailandia	2 483 043	74.50
Francia	2 227 742	77.28	Canadá	2 463 732	77.47
Subtotal	59 975 883		Subtotal	65 186 993	
Otros	17 634 018	22.72	Otros	18 954 216	22.52
Total	77 609 901	100.00	Total	84 141 209	100.00

*TABLA 2. PRODUCCIÓN UNITARIA MUNDIAL AUTOMOTRIZ*

*Fuente: Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México (Basurto Alvarez, 2022)*

Y es algo con total sentido, esa reestructuración de la que se habla ya que es la causante de que los nuevos productos busquen darle una innovación a lo que ya se tiene, o bien incrementar sus ventas gracias al aumento de la competitividad en el mercado de la industria automotriz que se genera al surgir nuevas empresas cada día.

Siendo así, que han surgido modelos de trabajo de carácter industrial, como por ejemplo “*Lean Manufacturing*” del autor Taiichi Onho, que como menciona (Buzón Quijada, 2019) en su libro, dicho modelo fue una filosofía que desde su creación a la actualidad ha buscado una optimización de procesos que generan un incremento productivo, impactando la economía industrial y en especial la de la empresa fabricante, esto es por mencionar algunas de las tantas herramientas ingenieriles que funcionan como apoyo para la búsqueda de soluciones a la que se enfrenta una organización con sistemas poco sólidos, y que con el paso del tiempo se van

haciendo obsoletos o cargando de errores que afectan a la producción y funcionamiento de los procesos.

Algo que caracteriza al sector automotriz es la capacidad de adaptación, lo que lo convierte en un sector dinámico, de esta forma es que las metodologías que años atrás fueron creadas (como *Six Sigma*, Gestión de Calidad Total (TQM), Planea, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), por mencionar algunas), actualmente se siguen usando con cierta adaptación, esto referido a que no solo tienen una aplicación en el área de producción, sino que también tienen aplicación en temas administrativos, en temas de seguridad, en temas de calidad, pero hablando a fines de esta investigación, las necesidades de cada empresa automotriz son distintas y a su vez, el ambiente que se vive, es decir, la temporalidad en la que se encuentran, son factores que infieren en el desarrollo de su productividad.

Sin embargo, en la actualidad se puede partir de una base metodológica para la mejora de los procesos, ya que existen antecedentes que generan la adaptación de la que se habla; tomando lo que es útil según las necesidades o expectativas que se deseen cubrir, y dando oportunidad a la complementación de otras herramientas que puedan personalizar el desarrollo de soluciones a trabajar.

### **1.1.2 Expansión de la rama automotriz a México**

La creatividad, la cultura, la economía y el desarrollo de cada organización, por mencionar algunos elementos involucrados en la rama automotriz, han enriquecido la adaptabilidad de la rama de la que se está hablando, por lo que la expansión de esta ha formado parte del proceso evolutivo que, con el paso del tiempo, ha dado lugar a un cambio gradual en sus procesos.

Siendo así, como lo menciona (Zozaya, 2021) la permanencia del sector automotriz en México se puede definir como un pilar económico, ya que es considerada el segundo sector económico más importante que tiene el país, a consecuencia de que se encuentra cerca de uno de los países más importantes en la industria automotriz como lo es: el mercado americano.

La industria automotriz en México, aunque tiene más de 90 años de trascendencia, alcanzó su máximo empuje, hasta que mantuvo un vínculo con Estados Unidos (EE. UU.), por medio de tratados comerciales entre estos dos países, un claro ejemplo para este aspecto es el impacto que tuvo el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) logrando internacionalizar la industria automotriz, y a su vez como se menciona en una investigación del Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República (República., 2003) logrando dar paso a la atracción de inversión extranjera y así, obteniendo centrar la atención en México gracias a que este es caracterizado por los bajos costos de su mano de obra y por ende costos bajos de inversión , etc.

Ejemplificando de forma más particular el impacto de TLCAN, menciona (Mendoza, 2010) que derivado de una crisis productiva entre EE.UU. y Canadá hasta 1994 que incorporaron a México para hacer de las importaciones se logró un proceso más sólido entre los 3 países productores. Los beneficios con mayor peso después de la firma de los TLCAN fueron una reducción de tarifas de importación, así como una reducción en costos de venta como lo menciona (Vicencio Miranda, 2007), por tal motivo el incremento de importación tuvo un impacto en la economía.

Por otra parte, con el paso del tiempo una de las adaptaciones que llega a esta rama en la industria automotriz específicamente en México, es el consumo nacional y de esta forma es que se independiza de solo participar de la importación, como consecuencia de lo pactado en el año 1994 por los TLCAN, dando paso a una nueva etapa de exportación.

Esta nueva fase es caracterizada por darle una nueva orientación al mercado, y así es como también surge de forma paralela la competitividad en el mercado automotriz en México, gracias a ciertos rubros ajustables que van surgiendo como lo son los precios, la calidad, la variedad, por mencionar algunos.

Aunque se sabe que para este cambio tuvo mucho que ver políticamente los TLCAN establecidos para la industria automotriz, esto no es muy diferente a la actualidad ya que se ve reflejado en estrategias gubernamentales, como las crisis que se viven en cada periodo electoral, las leyes establecidas, las reformas aplicadas, entre otros aspectos a considerar, que cambian el sentido y objetivos de la industria.

Los cambios de modernización dentro de la rama que van teniendo cambios con el paso del tiempo, se deben gracias a la competitividad generada en la industria, ya que, cada vez se busca crear algo diferente, o mejor al resto que se dedica a producir lo mismo, esto con el fin de abarcar la mayor cantidad de rubros ajustables posibles como las especificaciones del cliente, logrando a su vez, una permanencia en el mercado y un incremento capital dentro de cada organización y de forma muy general en la misma rama.

Este proceso se puede observar en lo descrito de la Tabla 3 “Industria automotriz en México” extraída de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2013) el incremento de empresas que han surgido en México desde los años 60’s hasta los 2000, empezando a tener un cambio después de firmar sus TLCAN, logrado un incremento de organizaciones con el mismo fin. Específicamente se describe el producto con el que surge el auge de cada empresa automotriz en México.

Se puede observar cómo desde los 80’s a los 2000 se encuentra un área de oportunidad activa, y a su vez en la gráfica 2 “Exportación Mexicana 2005 – 2021” del artículo Industria Automotriz, motor en crecimiento, del blog Mexico Industry (Méndez, 2021) como continuidad de la tabla 3, el 80% promedio de la exportación en la industria mexicana corresponde a la de vehículos, siendo creciente desde el 2005 y continuando con dicho desarrollo para el 2021.

Empresa	Estado	Ciudad	Año inicio	Producto
Chrysler	Coahuila	Saltillo	1981	Camiones Ram (1500, 2500, 4000)
	Coahuila	Saltillo	1981	Motores
	México	Toluca	1968	Journey
Ford M.	México	Cuauttlán	1032	Nuevo Fiesta
	Sonora	Hermosillo	1986	Fusion, Milan, MKZ (e híbridos)
	Chihuahua	Chihuahua	1983	Motores
GM	Coahuila	Ramos A	1979	SRX, Captiva, Chevy, HHR, Monza
	Guanajuato	Silao	1992	Escalade, EXT, GMC, Sierra, Avalanche, Pick Up Silverado,
	México	Toluca	1935	Motores
	San Luis P	SLP	2007	Aveo
Honda	Jalisco	El Salto	1995	Accord (deja de producir en 2007)
	Jalisco	El Salto	2007	CR-V
Nissan	Aguascalientes	Agsc	1982	Sentra, Tiida, NB y March Motores 4 cilindros
	Morelos	Cuatla	1966	Camiones Pick up, Frontier, Tiida
Toyota	Baja C. Norte	Tecate	2004	Tacoma
vw	Puebla	Puebla	1954	Beetle, Jetta, TDI, Sportswagen, nuevo Jetta, Camiones pesados.
	Guanajuato	Silao	2003	Motores de alta tecnología

**TABLA 3. INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO**

Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2013)



**GRÁFICA 2. EXPORTACIÓN MEXICANA 2005 – 2021.**

Fuente: Industria automotriz, motor de crecimiento (Méndez, 2021)

### 1.1.3 La industria de autopartes en México

Después del crecimiento que impactó a la industria automotriz en México, 70 años posteriores aproximadamente como menciona la Secretaría de Economía (Economía, 2012) surge un auge importante en la industria de autopartes, ya no orientada a lo que es la venta, exportación o importación de vehículos, sino ahora una especialización de las piezas de estos, dándole un giro completamente innovador a la industria.

En la Figura 2 “Proceso evolutivo: industria de autopartes”, se puede ejemplificar de forma lineal la evolución que ha tenido la industria automotriz, partiendo desde el inicio de la importación de vehículos durante el periodo de tratados que dieron lugar a incremento productivo significativo gracias a la reducción de precios, después de dicha etapa se dio paso a el proceso de exportación, y no solo en territorio internacional, sino nacional esto gracias al auge de empresas del mismo giro en México, para posteriormente lograr la incorporación de la industria de autopartes, lo que permitió a su vez diversificar las áreas de oportunidad de producción en el sector automotriz.

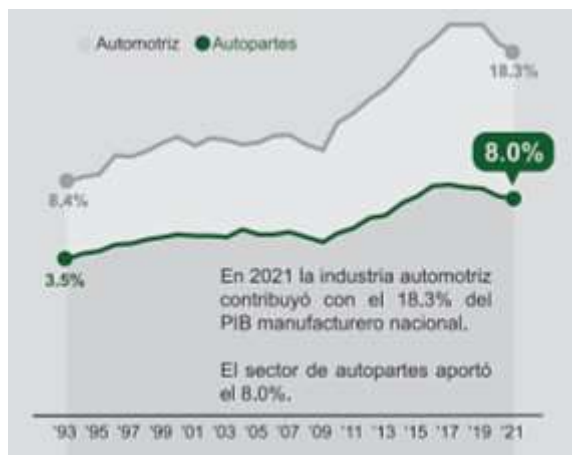


**FIGURA 2. PROCESO EVOLUTIVO: INDUSTRIA DE AUTOPARTES**

*Fuente: elaboración propia*

Según la Industria Nacional de Autopartes (INA, 2022), como se observa en la gráfica 3 “PIB de la industria automotriz en México”, de 1993 a 2021 el producto interno bruto (PIB) de dicha industria, creció más del doble, y en general ese incremento del 8.4% al 18.3% se encuentra aportado en el PIB manufacturero nacional; así mismo, la industria de autopartes con un aporte del 3.5% al 8%. De forma que se puede notar el peso que tiene este tipo de industria en la economía con el paso del tiempo y gracias a las innovaciones que van teniendo las empresas automotrices.



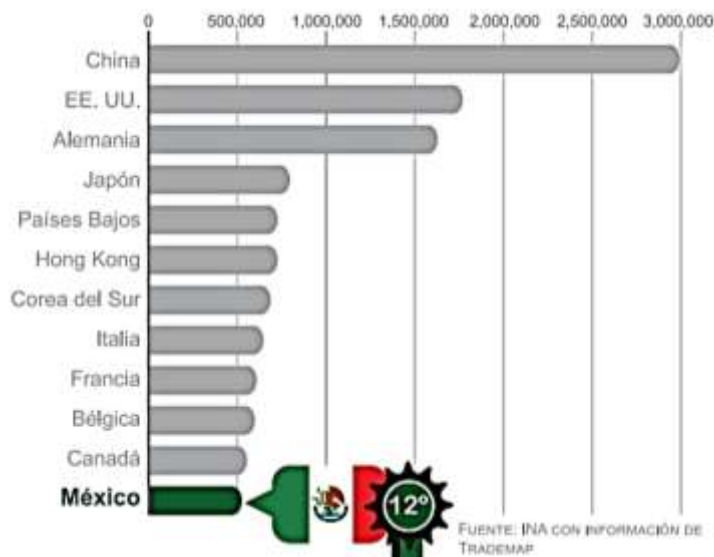


GRÁFICA 3. PIB DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO

Fuente: Industria Nacional de Autopartes (INA, 2022)

También se sabe según la (INA, 2022) como se ve en la gráfica 4 “Producción de autopartes México” que se consideró como el 12º productor a nivel mundial de autopartes con una utilidad de más de 500, 000 millones de dólares, y esto puede reflejar que el impacto que tiene esta rama automotriz en México principalmente también incrementa con el paso del tiempo.

Según el informe de la (INA, 2022) hablando de la manufactura en México, donde se tiene lugar el 16% de producción a la industria alimenticia, a la industria química el 10%, el 9% a las industrias metálicas básicas, 6% a la industria de bebidas y tabaco, un 4% para cada industria de productos derivados del petróleo, industria del plástico y fabricación de productos metálicos, con el mayor porcentaje de impacto en la manufactura, el 31% corresponde a la fabricación de equipo de transporte.



GRÁFICA 4. PRODUCCIÓN DE AUTOPARTES MÉXICO

Fuente: Industria Nacional de Autopartes (INA, 2022)

Estos incrementos de los que se hablan en ambas gráficas son el reflejo de la importancia que tiene el tomar en cuenta las necesidades y expectativas que el cliente va teniendo con el paso del tiempo, dando así un área de oportunidad sobre la que se puede hacer crecer el desarrollo de una empresa.

Para este punto según la (INA, 2022) lo más reciente sobre las expectativas del crecimiento al 2022, han generado más de 2 millones de empleos, más de 2000 empresas de autopartes, 26 centros de investigación y desarrollo, en la figura 3 “Estados de México en producción de autopartes”.



**FIGURA 3. ESTADOS DE MÉXICO EN PRODUCCIÓN DE AUTOPARTES**

*Fuente: Instituto Nacional de Autopartes (INA, 2022)*

Especializándose en elaborar vehículos de carga, exportar y vehículos ligeros, exportar tracto-camiones, por mencionar algunas de las producciones que han posicionado a cada estado dentro de los primeros lugares en México sobre la industria automotriz.

Con el análisis de la figura 3 “Estados de México en producción de autopartes”, se puede notar que de algunos años atrás al 2022, el impacto de la fabricación de autopartes recae en gran medida de forma nacional, así como el incremento económico que ha sido beneficioso en la industria a nivel mundial desde el inicio de la industria automotriz hasta la actualidad, sin embargo, en el 2020 la industria en general, tuvo un impacto significativo en muchas áreas de desarrollo, por lo que si ahora se analiza el impacto que tuvo la pandemia en la industria automotriz,

¿Seguirá un camino semejante con la pandemia?, ¿Se habrá tomado ventaja de la situación?, ¿Tendrá una adaptación a la situación que se vive?, ¿Dejará de ser el pilar económico del que tanto se habla?

### 1.1.4 Actualidad

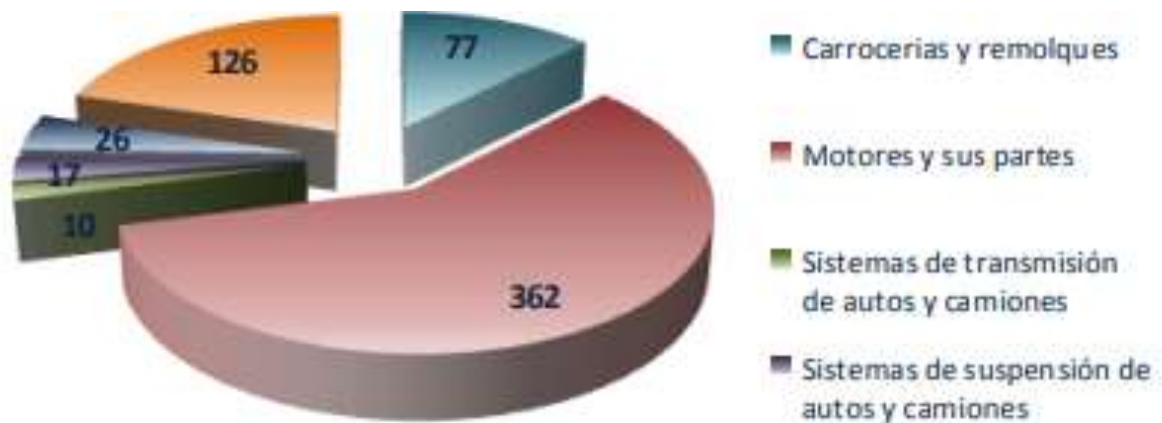
Con los cambios que ha experimentado la industria automotriz desde sus inicios, la evolución del mercado automotriz han tomado caminos diferentes pasando de lo general y unitario, a lo particular y segmentado, teniendo un área de oportunidad enorme para las actuales empresas que se dedican a la fabricación de refacciones o autopartes. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016) en el desarrollo manufacturero de México en conjunto a la exportación de productos petroleros, ingresos por remesas o por turismo, considerando a la exportación de industria automotriz, el 25% de las exportaciones manufactureras son gracias a esta última, como se observa en la gráfica 5 “Exportaciones de la industria automotriz”



GRÁFICA 5. EXPORTACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016)

Y si se presta atención al área de autopartes, sería conveniente empezar por imaginar cuántas son las mejoras que se pueden aprovechar sobre el área de producción de una empresa, para esto según un artículo de la empresa automotriz española (Carglass., 2019) se sabe que las partes de un automóvil van de las 70 mil a las 90 mil, esto dependiendo de su diseño, tamaño, marca, etc. En la gráfica 6 “Clasificación de componentes” del artículo de (Economía, 2012) se puede observar algunas de las clasificaciones que se les ha dado a los componentes del sector automotriz, donde el mayor enfoque lo tienen los motores y las partes que lo componen.



**GRÁFICA 6. CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES**

*Fuente: (Economía, 2012))*

En este sentido, se puede observar que es mucha la variedad o la especialización que pueden tener las empresas de autopartes, hablando de la distribución y fabricación de los componentes automovilísticos, sin considerar el servicio que puede ir de la mano de dicha función, por lo que para el desarrollo de este trabajo se analizará una empresa de autopartes mexicana.

La empresa sobre la que se basa esta investigación tiene residencia en Ciudad de México (CDMX), y cuenta con una experiencia de más de 15 años en la distribución y fabricación de refaccionaria automotriz en México. Está caracterizada por una misión, visión y fortalezas basadas en la calidad de sus productos y la entrega a tiempo de estos.

El giro de la empresa es dedicado a la fabricación y comercialización de repuestos para refaccionaria automotriz (pernos de bisagra, seguros de Clipper, rondana de cobre, abrazaderas de cruceta y suspensión, etc.), donde tienen un número de artículos (SKU) hablando solo del área con mayor peso productivo, aproximado de 60 pernos distintos, ya que se dedican a la comercialización de otro tipo de piezas. Además, manejan procesos de troquelado, maquinado y forjado; contando a su vez

con un departamento de diseño y herramienta, donde fabrican sus propios troqueles, dados para forja, dispositivos.

El departamento de diseño y herramienta es usado para dar una respuesta rápida a cualquier reparación de su equipo y fabricación de nuevas herramientas, con la finalidad de cuidar los enfoques estratégicos que caracterizan a la empresa.

Es importante considerar antes de cualquier otra cosa, cuáles son los rubros estratégicos con los que se maneja la empresa (visión, misión, valores, objetivos, etc.) que se destacan en la interpretación de resultados, y sobre todo en las propuestas de solución u oportunidades de mejora, con la finalidad de que no se cambie la esencia de la organización, y así conservar a los clientes que han considerado como opción para la satisfacción de sus necesidades a esta.

Lo que se describe a continuación, presenta una vista general de la política de la empresa, enfocada de forma específica a la respuesta al cliente, así como al tiempo y calidad con la que trabaja:

- **SERVICIO AL CLIENTE:**

Busca dar una respuesta rápida y profesional, a los pedidos que son atendidos por correo electrónico, WhatsApp o telefónicamente por el personal de ventas.

- **POLÍTICA DE CALIDAD:**

Se encuentran comprometidos a usar los mejores materiales, maquinaria y la mano de obra más calificada en cada área de nuestra fabricación, para que la calidad de las piezas que manejan y fabrican sea la óptima.

- **FORTALEZAS:**

Tiempo de entrega a pedidos, calidad de las piezas fabricadas y distribuidas, trato al cliente, compromiso con la entrega.

- **FILOSOFÍA:**

Fabricar y abastecer al mercado de refacciones automotrices del ramo, buscando excelencia en calidad, elevando la productividad y mejorando continuamente los costos.

Todo con el fin de lograr una relación donde ganen todos:

- Clientes

- Proveedores
- Trabajadores
- sociedad.

- **MISIÓN:**

Abastecer al mercado de repuesto automotriz a nivel nacional de piezas troqueladas, maquinadas y forjadas usadas la industria automotriz.

- **VISIÓN:**

Modernizar y seleccionar adecuadamente la maquinaria con la que se trabaja para ofrecer siempre la mejor calidad y precio y ser líder en el mercado automotriz. Por otro lado, a mediano plazo, atender muy de cerca la necesidad de las piezas nuevas que generen los automóviles eléctricos, híbridos o cualquier otro cambio que se presente en el sector automotriz. Denotando su diferencia con el resto de la competencia en el mercado.

- **VALORES:**

Respeto, integridad, calidad y liderazgo.<sup>1</sup>

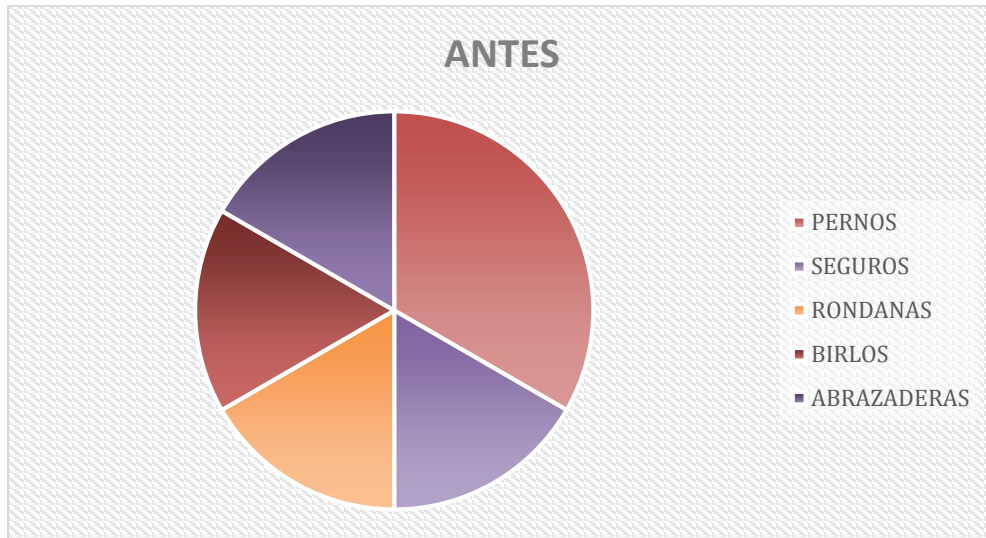
Es importante mencionar que, en gran parte de su existencia, han sido productores de piezas, y gracias a su permanencia en el mercado y a la fidelidad de sus clientes, la empresa se ha ido adaptando, y de esta forma, es que se ha buscado la alternativa de ofrecer las piezas que ellos obtienen de otros fabricantes, y que solo se dedican a distribuir, tal es el caso de complementos plásticos necesarios en algunas piezas específicas.

Por lo tanto, la distribución que realiza es tanto minorista como mayorista, para esto durante sus procesos de evolución en el mercado, han provocado que no solo se dedique a vender piezas específicas, sino a contar con paquetes constituidos por diferentes piezas, de forma que el cliente puede tener acceso a los productos necesarios que requiera sin tener que comprar piezas individualmente, de forma complementaria a lo que ya trabajaba.

En la gráfica 7 “Producción inicial” se puede observar que el *top* de fabricación de la empresa se encuentra compuesta por la producción principal de pernos (en su gran mayoría), seguros, rondanas, birlos, y abrazaderas.

---

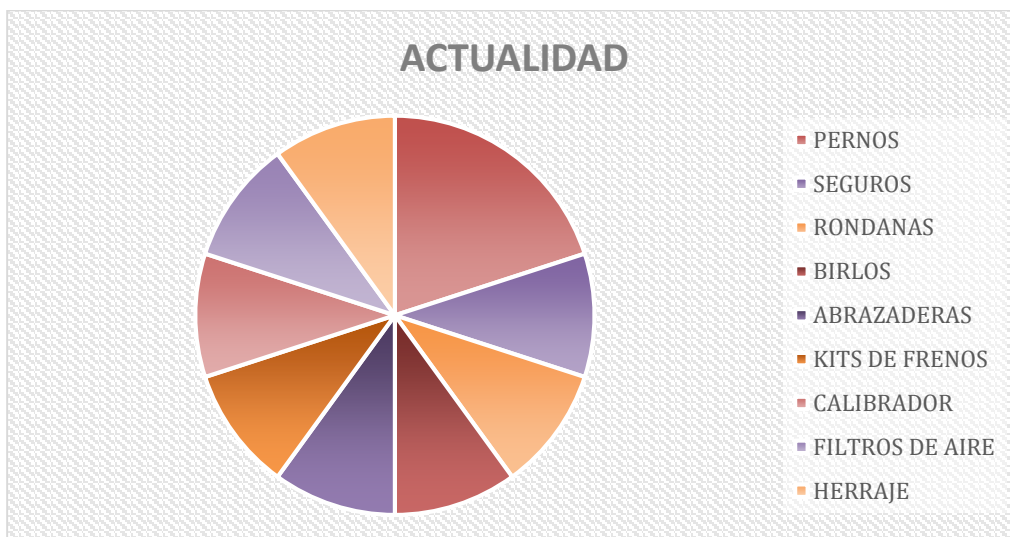
<sup>1</sup> Información extraída de <https://bit.ly/3LALA7V> (última consulta 17 de marzo de 2023)



GRÁFICA 7. PRODUCCIÓN INICIAL

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

Con el paso del tiempo y gracias a las necesidades que se detectaron por parte del cliente, se tuvo a bien diseñar de forma estratégica la integración de los elementos necesarios, por medio de paquetes que complementarían lo que trabajaban, por lo que aparte de fabricar los elementos que se observan en la gráfica 8 “Producción inicial”, también se comenzó a distribuir *kits* o herramienta que complementara la necesidad solicitada por parte del cliente. Por ello como se observa en la gráfica 7 “Producción actual”, la empresa añadió un *kit* de frenos (actualmente se cuenta con más de 200 modelos, dependiendo como por ejemplo para Audi, Volkswagen, Seat, Fiat, Suzuki), calibrador de tornillos, filtros de aire, herraje.



GRÁFICA 8. PRODUCCIÓN ACTUAL

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa

Se puede concluir que la empresa ha tenido un paso evolutivo en el tiempo, desde su primera instancia como compañía solo fabricante, y después con la complementación que ya se mencionó como distribuidora, ahora se puede definir como comercializadora de una gama amplia de productos refaccionarios.

## 1.2 LA PANDEMIA Y LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES EN MÉXICO

### 1.2.1 Contexto situacional

En el año 2020 el mundo afrontó una de las situaciones más fuertes, que afectó sobre todo en los ámbitos: económicos y de salud. Siendo así que, dentro de la industria, se tuvieron que implementar en la forma de trabajo habitual, nuevas estrategias en su funcionamiento, y derivado a dichos cambios por los que paso el sector automotriz, una de las problemáticas presentadas en este, fue el desabasto de materia prima. Por lo que, la humanidad tuvo que reaccionar de manera muy rápida, de tal forma que, después de pasar los primeros meses más desconcertantes y agudos de la pandemia, el mundo comenzó a reportar una adaptabilidad increíble ante la situación que se estaba viviendo.

Por lo que, como lo menciona un estudio de (Oxford, 2021), otra de las cosas que detonó la situación de pandemia en este sector, fue el causante de un incremento en demanda para la industria automotriz sobre todo para las pequeñas y medianas empresas (Pymes), esto de forma general o bien para el mantenimiento de estos o para los repuestos refaccionarios que llegaran a necesitar, y como otro factor del mismo suceso, fue así que muchas de las personas buscaron como opción hacerse de su propio medio de transporte, par a tratar de evitar los contagios ocurridos durante los periodos donde se reportaron el mayor número de casos positivos durante la pandemia.

Actualmente y desde los TLCAN a los inicios del sector de autopartes, en la industria automotriz la importancia de aprovisionamiento nacional e internacional de materia prima o autopartes se ha ido incrementando a lo largo del tiempo, y sobre todo para las empresas distribuidoras y fabricantes, se ha dado paso a un área de oportunidad para incrementar su productividad, con la finalidad de dar el abasto necesario a la demanda con la que trabajan o bien, de satisfacer las necesidades o expectativas de los clientes.

Dentro del ámbito distribuidor-aprovisionador, 2 de los principales países que contribuyen al aprovisionamiento de materia prima en México son EE. UU. Y China que, competidores muy parejos en cuestión de exportación autopartes y la industria del acero. Específicamente esta última competencia, es un elemento crucial en el desarrollo económico de cada uno, también se sabe que el auge de ésta inició no hace más de 22 años atrás, y de acuerdo a lo que se vivió durante el confinamiento del año 2022, aún tiene un largo camino que recorrer, ya que durante ese tiempo el



desabasto del acero como materia prima fue una de las tantas problemáticas a resolver.

### **1.2.2 Problemática presentada y la afectación de la pandemia a la organización.**

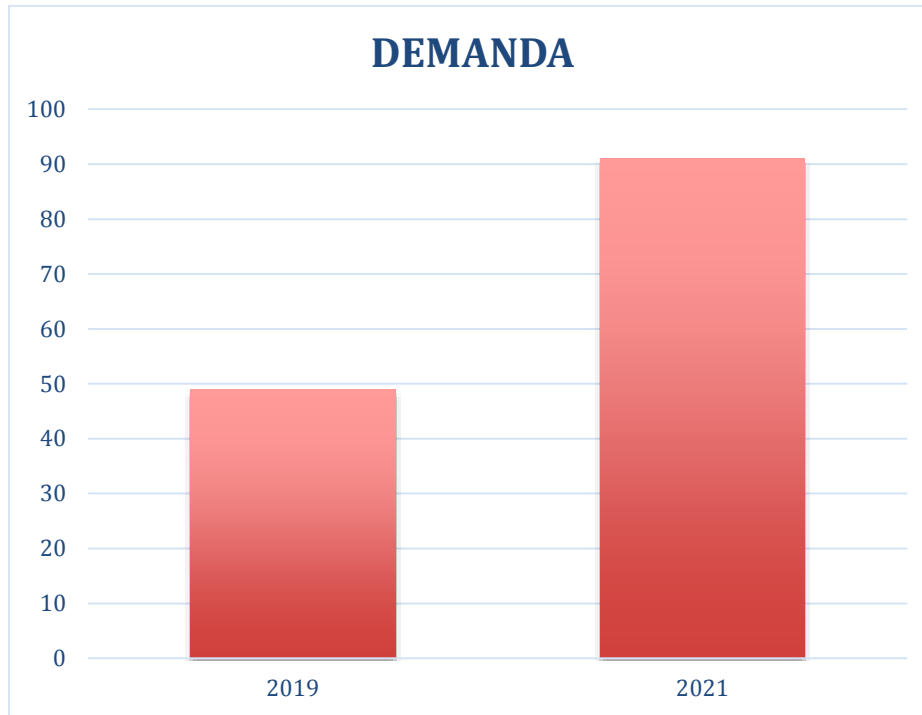
A inicios del año 2020, el mundo se enfrentó con una pandemia que generó efectos colaterales en todos los ámbitos: económicos, sociales, académicos, etc., pero hablando a nivel industrial, esta misma ha tenido un impacto paralelo para las diferentes ramas que conforman el sector productivo.

Siendo así, y como menciona (Zerega, 2021) en un artículo de El País México, uno de los efectos que esta situación tuvo en la empresa, surge gracias al cierre de fronteras inicial en el 2021, medida que EE. UU., así como muchos otros países tomaron esta decisión para evitar a toda costa el incremento de contagios que pudieran tener. Sabiendo que dentro del ámbito distribuidor-aprovisionador, 2 de los principales países que contribuyen al aprovisionamiento de materia prima en México son EE. UU, y China principal de materia prima que la industria automotriz manufacturera usa como elemento principal para la fabricación de su mayoría de productos.

Sobre esta misma situación, es importante mencionar que la empresa en cuestión, aunque no fabrica todos los productos que comercializa, su área principal de ventas es la fabricación de pernos en más de 60 modelos diferentes, y para dicha producción la misma tenía como abastecedor principal de materia prima a una empresa estadounidense.

Al enfrentarse con el cierre de fronteras que EE. UU., estableció por situación de pandemia, se imposibilitó la forma de abastecimiento que se tenía no solo para la empresa en cuestión, sino para muchas de las mismas dedicadas sector de autopartes, ya sea de producción/fabricación o distribución (comercialización).

Considerando que la política de calidad va en función a la entrega a tiempo de la demanda, así como el cumplimiento de la calidad con la que se ha manejado desde sus inicios, esta se veía comprometida por la falta de insumos, que afecta directamente al proceso de producción, y al verse obligados a un cambio de rutina de aprovisionamiento, existía el riesgo de no satisfacer la demanda y del incumplimiento de contratos. Como se puede ver en la gráfica 9 “Demanda (2019 – 2021), el número de pedidos anual de la empresa, gracias a su posicionamiento en el mercado, ha ido ascendiendo desde antes de la pandemia hasta un año después del confinamiento, para el 2019 anualmente fabricaba un total de 49 pedidos aproximadamente , y por otro lado para el 2021 estuvo trabajando un aproximado de 91 pedidos de forma anual, esto debido a que refaccionarias de territorio nacional consideraba a la empresa una opción para satisfacer su propia demanda.



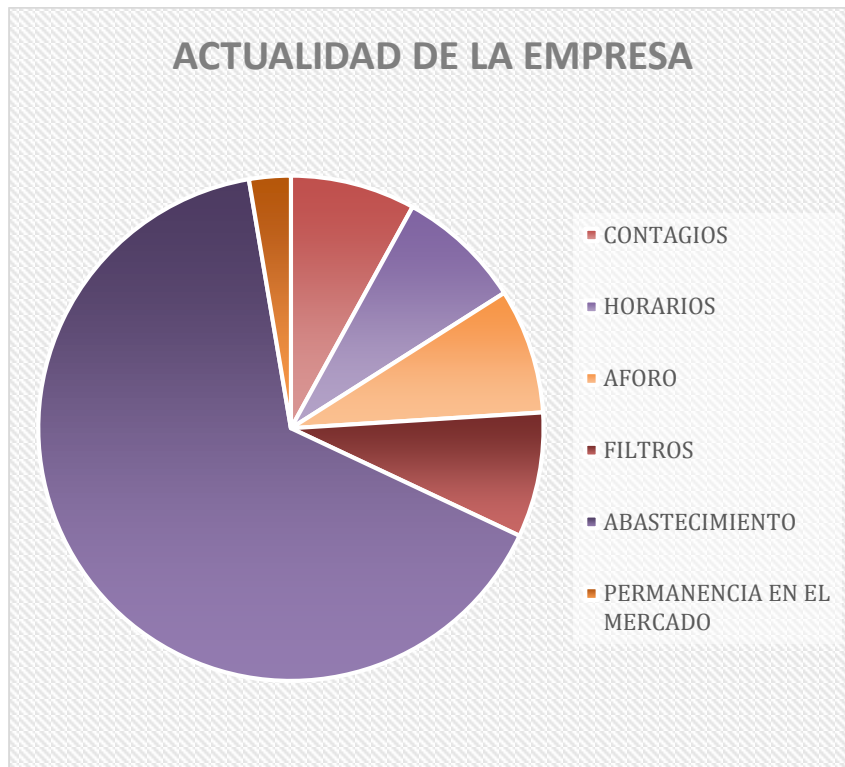
*GRÁFICA 9. DEMANDA (2019 – 2021)*

*Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa*

Una de las acciones contenedoras que estableció la organización, como primera instancia fue buscar alternativas de aprovisionamiento en el territorio nacional, desafortunadamente al haber una afectación general en este ámbito, las empresas mexicanas capaces de abastecer la materia prima en acero y latón en el territorio principalmente se vieron sumamente demandadas, y por tal motivo se generó un retraso de entregas temporal y un alza de precios.

Esto puso a la misma en una nueva postura, ya que derivado a todo lo anterior, distribuidoras refaccionarias mayoristas y minoristas, encontraron en la organización de la que se habla, una solución a su problema de abastecimiento, y esto a su vez, incremento en la misma también la demanda de producción, y sin materia prima para realizarlo, se encontraban en una nueva postura a solucionar.

Cabe resaltar que este no ha sido el único problema que se han presentado a lo largo de esta situación que vivió el mundo, ya que como se observa en la gráfica 10 “Actualidad de la empresa”, también se ha tenido que combatir con los problemas relacionados a los contagios dentro de la organización o la adaptabilidad ante las nuevas restricciones sanitarias (horario, aforo, filtros, etc.), pero sin duda la problemática que más impactó en la disminución de productividad de la empresa: fue la del abastecimiento.



**GRÁFICA 10. ACTUALIDAD DE LA EMPRESA**

*Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa*

### 1.3 Objetivo general

- Analizar los problemas que enfrenta una empresa por la situación de pandemia y realizar la aplicación metodologías que permitan el análisis y solución causal de las mismas.

### 1.4 Objetivos particulares

- Intervenir en el proceso de fabricación de pernos identificando los principales problemas y desperdicios.
- Proponer y realizar acciones que lleven al proceso en cuestión una mejora significativa para beneficio de la empresa.
- Analizar el impacto que tienen las herramientas aplicadas en el nuevo contexto que se vive.
- Concientizar sobre el impacto de las herramientas ingenieriles dentro de un contexto real.

## 2. LOS DESPERDICIOS Y LA AFECTACIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

### 2.1 Plan estratégico

Una vez conocido el contexto de la organización sobre la que se está analizando esta investigación, es pertinente que se comience a estructurar un plan de trabajo que permita el desarrollo de soluciones a las problemáticas ya detectadas, siendo así y como lo menciona en el capítulo 5 “Sistemas de Metodología de Planeación” el autor (Fuentes Zenón, 2001), es fundamental tener una herramienta que oriente la estructura de un plan, esto dependerá del tipo de análisis que se esté llevando a cabo, por ello es que para fines de esta investigación se usará de dicho material, como se muestra en la figura 4 “Guía para análisis y solución de problemas causales”, el sistema más adecuado para los objetivos planteados.

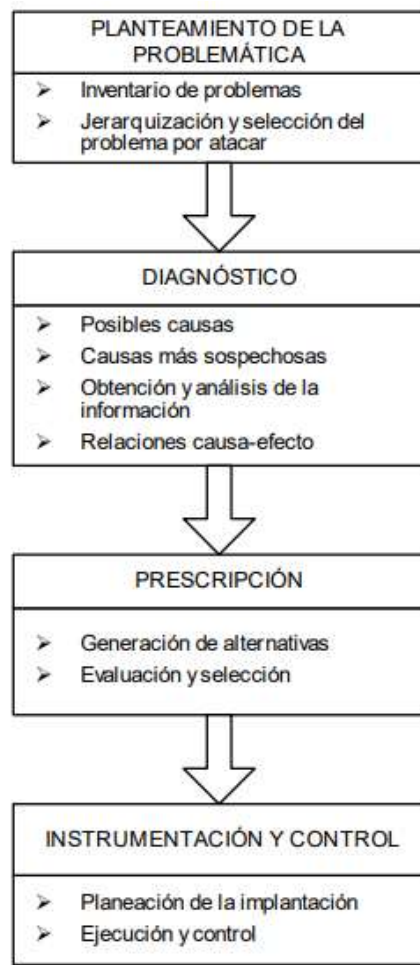


FIGURA 4. GUÍA PARA ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CAUSALES

Fuente: (Fuentes Zenón, 2001)

Como primer etapa del sistema de planeación a aplicar, está el “planteamiento de la problemática”, a esto hace referencia el contexto que se ha trabajado de la organización, con la finalidad de poder conocer el escenario sobre el que se encuentra la organización, y así poder pasar a la siguiente etapa “diagnostico”, la cual se desarrollara al momento de emplear herramientas de diagnóstico causal, a fin de poder encontrar y jerarquizar las problemáticas que impactan a la empresa y lograr una toma de decisiones asertiva o por lo menos orientada.

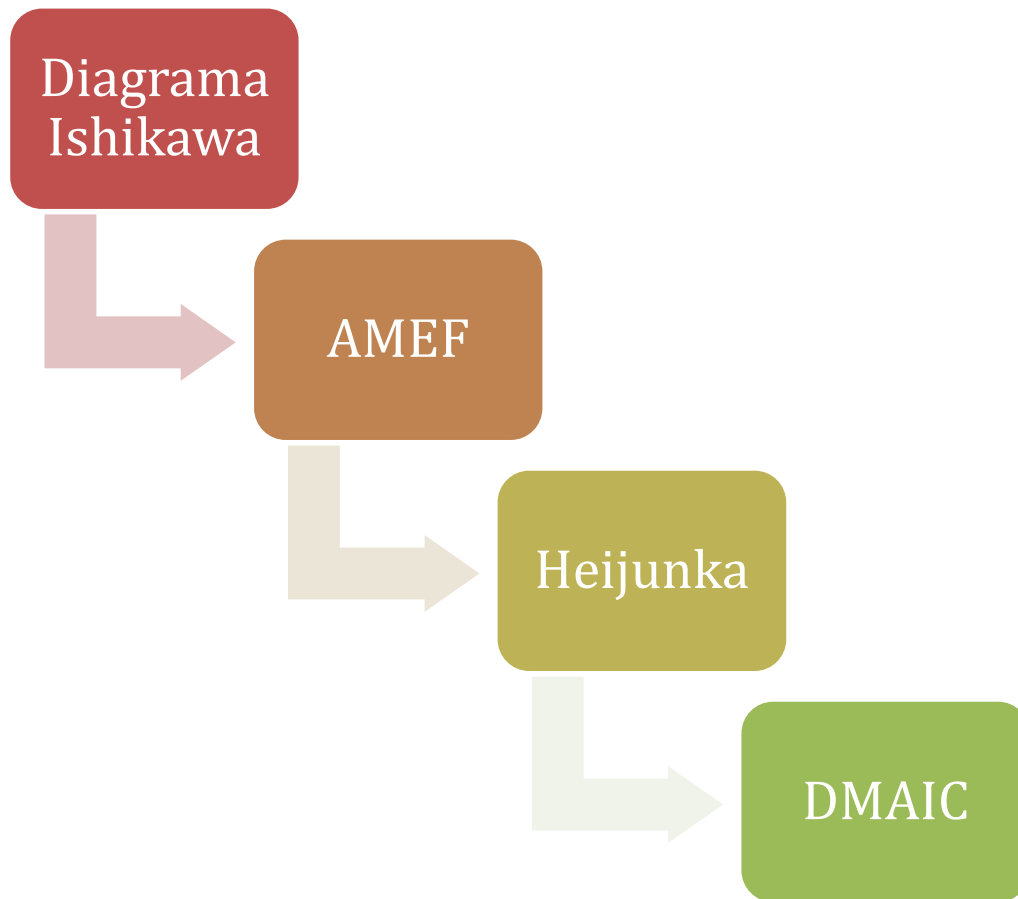
Posterior a esta base del sistema, está la tercer etapa denominada “preinscripción” que tiene la función de comenzar a diseñar una serie de alternativas que satisfagan las necesidades que se desean resolver, la importancia de tener un conjunto de alternativas y no una única, es que al analizar diferentes escenarios ayuda a justificar de forma comparativa. De tal modo que se pueda evaluar la efectividad y factibilidad como lo menciona (Fuentes Zenón, 2001) de cada opción considerada y así aplicar la que mejor resultados demuestre.

Y la última etapa denominada “instrumentación y control”, referida a la implementación de las alternativas consideradas, con la finalidad de obtener resultados y a su vez poder aplicar un control de dicha aplicación de planes establecidos.

Para el inicio del análisis de lo detallado en el contexto de la empresa, correspondiente a la etapa “diagnostico” e inicios de la etapa de “preinscripción” se presenta la siguiente metodología de trabajo, donde se mencionan las herramientas a usar durante dichas etapas, para en primer lugar realizar un desarrollo causal sobre el contexto de la empresa, para después de esto, y una vez encontrado el origen de la problemática, comenzar a particularizar sobre este, y de esta forma iniciar con el desarrollo de la estrategia de soluciones a aplicar.

En la figura 5 “Metodología de análisis”, en primer lugar, se encuentra el uso de una herramienta para identificar la causa – raíz, por medio de un diagrama Ishikawa, de tal forma que ésta, nos permita identificar de forma cualitativa los posibles orígenes de la situación planteada.

Posterior al desarrollo de la herramienta, se hace uso de una metodología con un enfoque más cuantitativo, para ello se implementará un AMEF (Análisis Modal de Fallos y Efectos) en las áreas de la empresa sobre la que se desarrolló el diagrama de *Ishikawa*, por lo que ahora esta nueva herramienta permitirá priorizar los resultados sobre una ponderación previamente establecida, y una vez detectada el área sobre la que se pueda encontrar el origen de la problemática se aplicará una metodología más particular, siendo así que se tomará en cuenta del proceso *Lean* la metodología *Heijunka*, con la finalidad de poder pasar de un análisis general a uno específico en el área de producción y finalmente, continuando con este estructura, después de identificar las causas origen del problema, ahora se puede trabajar con la herramienta DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) y sobre de esta aplicar todas las soluciones que se puedan encontrar.



*FIGURA 5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS*

*Fuente: Elaboración propia*

### **2.1.1 Contexto organizacional**

Desarrollando la primer etapa del sistema de planeación elegido, se comienza a analizar los problemas que han atacado a la empresa principalmente, como se muestra a continuación tanto en la tabla 4 “Situación actual por pandemia de la empresa” y en la gráfica 10 “Diagrama de Pareto sobre la Situación actual de la empresa”, esto con la finalidad de identificar en primera instancia una causa origen de forma cualitativa, y para el desarrollo de este apartado se hará uso de los datos recabados por parte de la planta directiva así como de él departamento operativo de la empresa, dicha información cabe resaltar que se obtuvo mediante visitas realizadas a la misma, donde se entrevistó a los diferentes departamentos ya mencionados, para así, conocer las diferentes perspectivas que tienen las personas que laboran en la organización independientemente el cargo o puesto que tengan.

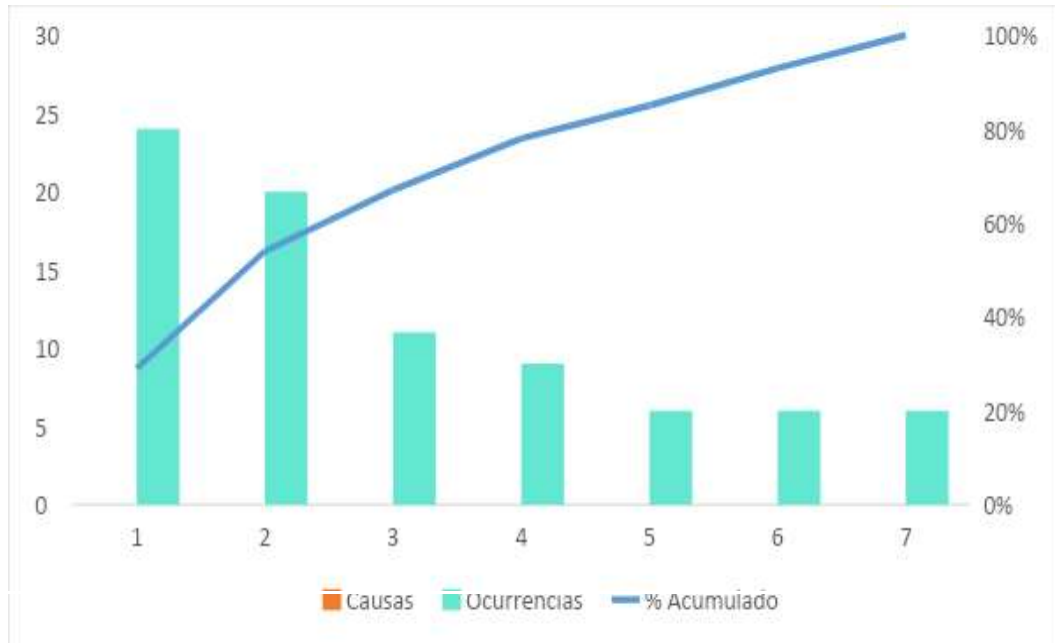
# Causa	Causas	Ocurrencias	%	% Acumulado
5	Atraso en la materia prima	24	29%	29%
3	Atraso en las entregas	20	24%	54%
2	Devoluciones	11	13%	67%
7	Producto dañado	9	11%	78%
1	Perdidas de material	6	7%	85%
6	Contagios	6	7%	93%
4	Inasistencia de empleados	6	7%	100%

*TABLA 4. SITUACIÓN ACTUAL POR PANDEMIA DE LA EMPRESA*

*Fuente: elaboración propia con datos de la empresa*

La importancia de analizar los posibles problemas dentro de la organización como se ve en la tabla 4 “Situación actual por pandemia de la empresa”, apoya a realizar una toma de decisiones asertiva y prioritaria, de forma que se busque solución a lo que mayor peso tiene en las consecuencias negativas que se describen.

Como se puede apreciar en la gráfica 11 “Diagrama de Pareto sobre la situación actual de la empresa”, esta se encuentra encabezada por problemáticas de atraso de materia prima y subsecuente de ellos en las entregas, esto debido a las incidencias que han tenido a lo largo de la etapa que se vive y como también se puede notar en la tabla 4 “Situación actual por pandemia de la empresa”, donde se consideran el número de pedidos para ambos casos donde hubo un decremento productivo.



GRÁFICA 11. DIAGRAMA DE PARETO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Fuente: elaboración propia con datos de la empresa

Como parte del análisis que se desarrolla en el contexto organizacional, y por medio de la información obtenida por parte del área operativa de la empresa, a continuación, se presenta el desarrollo de una de las herramientas *Lean*, conocida como “Recorridos Gamba”, ya que dicho método permite realizar un análisis partiendo desde el departamento donde surge todo el proceso de transformación a lo operativo (Marín, 2023).

Dicha herramienta era una práctica común en Toyota y en otras empresas japonesas, donde los líderes y gerentes visitan periódicamente el lugar de trabajo real para observar y aprender de los procesos y las operaciones. Esta práctica se considera fundamental para la mejora continua y la resolución de problemas en las empresas que siguen la filosofía de *Lean Manufacturing*.

En el desarrollo de la herramienta también conocida como “el verdadero lugar” considera 3 puntos principales que permiten estructurar su análisis:

1. Ir y observar: en sentido de estar en tiempo real en el funcionamiento del área productiva solo mirando el desenvolvimiento que tienen los procesos en sintonía a los trabajadores.



2. Cuestionar ¿por qué?: después de realizar un desarrollo de observación, es importante conocer el contexto de cada actividad, lo que permite detectar posibles áreas de oportunidad.
3. Respeto: cada operario conoce de las funciones sobre las que se desempeñan, por lo que esta herramienta tiene como principal y único objetivo, observar y recolectar información, siendo así, del respeto a cada integrante del proceso un elemento fundamental para su desarrollo

Para el desarrollo de este método es importante tener en cuenta los siguientes elementos que intervienen en su análisis de desarrollo:

1. Procesos de producción
2. Agentes de intervención
3. Contexto situacional

Considerando el punto uno: procesos de producción, se debe tener en cuenta cuales son los pasos dentro del área de fabricación de la empresa con la finalidad de evaluar el método sobre el eje de dichos elementos. En este caso la misma, sobre la que se está desarrollando esta investigación, cuenta con 5 procesos estándar 4 propios del área productivo y uno sobre el almacenamiento.

Sobre el elemento de agentes de intervención es referido al personal se involucra en la observación de cada proceso con la finalidad de analizar la perspectiva que tiene cada encargado según su rango y sus funciones. Para este caso, la organización que se está analizando, tiene como encargados principales en su organización 3 empleados, por lo que en la siguiente “Figura 6. Jerarquía de la organización” se muestra la relación directiva que se busca analizar:

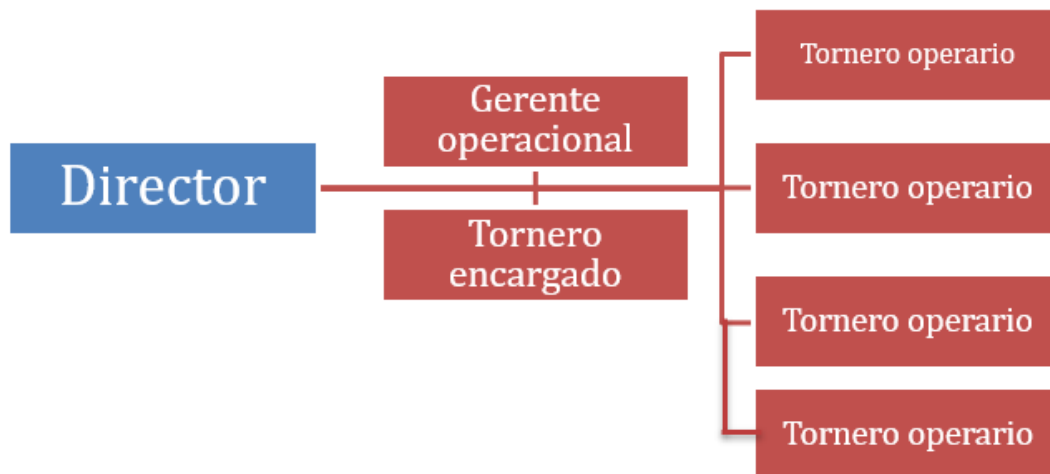


FIGURA 6. JERARQUIA DE LA ORGANIZACIÓN

Fuente: Elaboración propia

- Director  
(Cabeza principal de la empresa, líder de la gestión general de la misma, interviniendo en el área administrativa y productiva)
- Gerente de operación  
(Encargado del área de mantenimiento, operación y mecánica)
- Tornero encargado  
(Principal de la operación de cada pedido realizado en la planta)

De color rojo se marcan los procesos que no son observados por cada encargado y, por lo contrario, de verde los procesos que tienen la observación bajo cada perspectiva. Así mismo, se tiene el contexto situacional, referido al momento en el que se desarrolla la aplicación del método, en este caso, dicho contexto se desarrolla en el proceso productivo de la empresa, que como se detalló desde el primer punto del método que se está analizando, que consta de 5 procesos base.

El uso de esta herramienta, permite tener una visión más clara de la situación que enfrenta la operación de fabricación, ya que después de tener un panorama numeral sobre los casos por los que ha pasado la empresa como se detalla en el análisis de Pareto, ahora se tiene la oportunidad de aplicar un método bajo una comprensión y análisis en tiempo real, por ello es la importancia de considerar la perspectiva de los principales encargados, ya que ellos se encuentran con la obligación de observar el correcto funcionamiento de su proceso de manufactura.

Para este análisis la información usada, fue obtenida durante las visitas hechas a la organización que se está analizando, por lo que se obtuvo una visión de la siguiente manera, tal y como se puede observar en la “figura 7. Recorrido Gemba”

	Director	Gerente de operación	Tornero encargado
Proceso 1	Red	Green	Green
Proceso 2	Red	Red	Green
Proceso 3	Red	Red	Green
Proceso 4	Red	Red	Green
Proceso 5	Green	Green	Green

**FIGURA 7. RECORRIDO GEMBA**

*Fuente: Elaboración propia*

Después de realizar este análisis se puede definir que la observación total del proceso de producción propio de la empresa es realizado por un tornero encargado,

ya que se encuentra presente en todos los procesos operativos de la misma, por otro lado la alta dirección se encuentra parcialmente desempeñada en dicha área, por lo que derivado de esto se puede considerar que en su mayoría la información del funcionamiento manufacturero de la empresa se encuentra sobre un operador, y de este se derivan los demás trabajadores en turno, que bajo la observación principal de un encargado desarrollan los pedidos que se realicen a la empresa.

Así mismo, es importante considerar que si dentro del funcionamiento de la organización, la mayor participación es llevada a cabo por los operadores, por lo que es fundamental considerar la perspectiva que ellos tienen del proceso con el que se maneja la misma hablando productivamente, ya que en el caso de hacer caso omiso de este recurso se podría estar cayendo en una muda al desperdiciar los datos que la visión de cada tornero tiene del trabajo que se desempeña dentro de la organización. Por lo que parte del análisis realizado en el trabajo de investigación será fundamentado con los datos recolectados por parte de los operadores.

### **2.1.2 Análisis causal**

La herramienta de Pareto permite identificar cual es el 80% al que se le debe poner atención ya que la mayoría de las consecuencias que la empresa está viviendo se encuentran dirigidas por esos dos problemas. Para ello es que se analiza de manera especial la misma, y así es que se encontrará la causa-raíz detonante a la problemática principal, y de esta forma no se desviará la atención de lo que origina todos los problemas que enfrenta la empresa.

Desarrollando la estructura planteada en la Figura 9 “Metodología de análisis” para una toma de decisiones, primero se procede a realizar un análisis cualitativo de los elementos a considerar que se encuentran de forma interna y posterior a ello con los mismos elementos se continuara con un análisis, pero ahora en forma cuantitativa, para poder así tener 2 perspectivas sobre las que se trabajó sin descuidar ningún aspecto que pudiera empeorar la situación que se está analizando.

Para lograr identificar los posibles orígenes a los problemas con el mayor peso con los que se encuentra la empresa, se indagará sobre un diagrama de causa-raíz tipo *Ishikawa*, con la finalidad de tener un esquema por donde se pueda empezar a desarrollar los posibles escenarios y de ahí comenzar con el progreso de la investigación.

Como se observa en el diagrama de la figura 8 “Diagrama Ishikawa Problemas de la Empresa”, en primera instancia se puede identificar una clasificación propia de la metodología de las 6m (mano de obra, maquinaria, medio ambiente, materia prima, medición y método) que se analizará de forma detallada dentro de este parámetro:

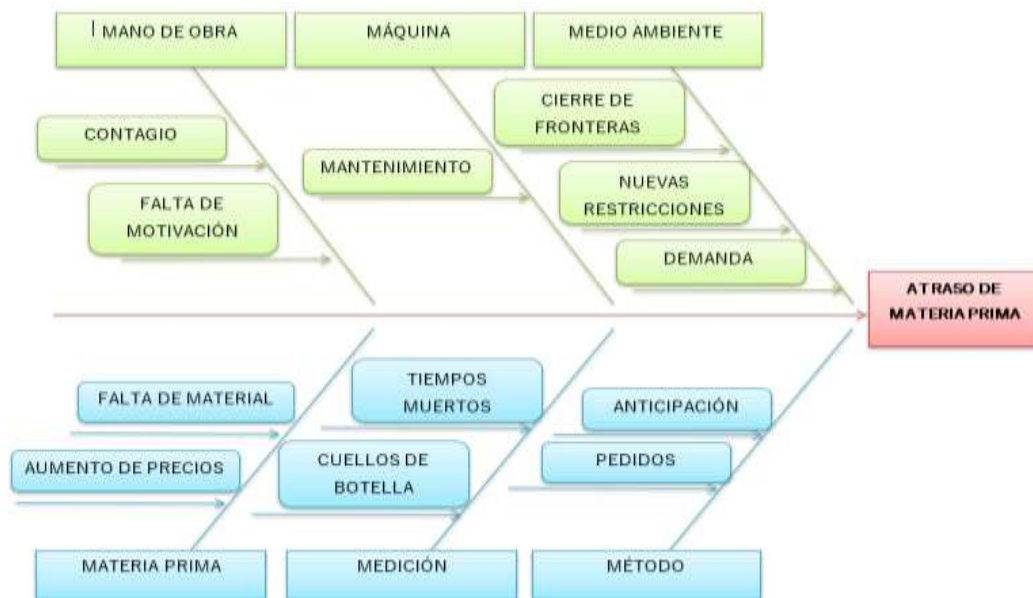


FIGURA 8. “DIAGRAMA ISHIKAWA PROBLEMAS DE LA EMPRESA

*Fuente: elaboración propia*

Analizando punto por punto del diagrama anterior con la finalidad de detectar las áreas de oportunidad a trabajar para la corrección de los problemas que enfrenta la empresa, se reflexionará hasta llegar a la causa-raíz de la problemática inicial:

#### 1. Mano de obra:

Este primer parámetro es referido a la intervención de las personas participantes dentro de la empresa, y al ser analizado denota si las condiciones son las adecuadas para su operación.

Se puede observar dos puntos importantes, uno de ellos muy común dentro de la industria es la falta de motivación, por lo que se debe tener en cuenta que nadie estaba preparado para vivir la situación que se desarrolló por pandemia, y de esta forma, la salud mental es algo de gran importancia; actualmente los trabajadores de forma general en la industria, se han enfrentado con la pérdida de sus familiares, trastornos mentales desarrollados por el estrés, preocupaciones sociales y económicas, siendo así que se han desatado nuevos miedos en cada uno de ellos y uno de estos es el contagio.

Siendo así, y de gran importancia que se sientan seguros, ya que muchos de ellos tienen familia que los espera en casa, o bien, muchos de ellos tienen

problemas de salud considerables que al añadirse un contagio por Covid-19, pueden generar consecuencias importantes dentro del área de la mano de obra.

De forma general, la importancia de cuidar a los trabajadores es vital para el desarrollo óptimo de la empresa ya que, durante esta época, existen factores a considerar, como lo es el aforo de la organización o las medidas sanitarias recomendadas. Y hablando específicamente de la empresa sobre la que se desarrolla esta investigación, la importancia de la mano de obra dentro de su departamento productivo es fundamental, ya que en la mayoría de sus procesos se encuentra la intervención cada operador.

## 2. Máquina:

Desde los últimos años se ha buscado seguir avanzando en la automatización de procesos, con el fin de reducir los tiempos de manufacturación o de distribución propios de cada organización, así como con la finalidad de lograr una optimización en los tiempos de producción.

La empresa sobre la que se desarrolla este trabajo, no solo se dedica a la distribución de refacciones automotrices, sino que también se dedica a la fabricación, por lo que resulta fundamental la atención a la maquinaria con la que trabaja la misma.

En este ámbito, la importancia de tener máquinas en un estado óptimo es fundamental para continuar con los procesos de producción dentro de los tiempos y estándares prometidos; así mismo, en las demandas de producción, no hay tiempo para el descuido del mantenimiento en las máquinas usadas, por lo que es sustancial garantizar la seguridad de cada tornero o empleado al momento de operar las mismas, considerando que puedan estar en condiciones inadecuadas.

De forma particular, la empresa sobre la que se está desarrollando esta investigación, con el paso del tiempo ha buscado una actualización e inversión constante en las máquinas con las que trabaja, de tal forma que la toma de decisiones en este aspecto sean fundamentales en el comportamiento de la producción e incluso en la ergonomía con la que se trabaja. Ya que una mala inversión afectaría significativamente los fondos con lo que cuenta la empresa para la administración económica de sueldos, abastecimiento, etc.

## 3. Medio ambiente:

Es bien sabido, que dentro de los parámetros a los que se ha tenido que adaptar el mundo en estos últimos 3 años (en tiempo, forma, modo, etc.), no

pueden ser controlados por los operadores, ya que en este aspecto la toma de decisiones de cumplimiento, depende en primer lugar de las instancias gubernamentales y por consiguiente de cada organización; hablando específicamente de este punto, las empresas son parte de medio ambiente sobre el que se desarrollan laboralmente cada integrante de la misma.

Dentro de este periodo de adaptabilidad, se han establecido nuevas restricciones como lo son el límite de aforo que se debe respetar para cada lugar, las etiquetas de sanidad para ingreso y estancia dentro y fuera del área de trabajo, las obligaciones que como patrón se tienen que considerar y llevar a cabo para salvaguardar la salud de sus empleados como lo son ahora las pruebas de detección de Covid-19 de forma periódica, la aplicación de sanitizantes y toma de temperatura al ingreso, el respeto sobre el uso de protección personal como lo son los cubre bocas, caretas, etc.

Son de gran importancia, ya que es difícil romper los hábitos con los que se desarrolla cada persona y la organización en general, pero también referido a la inversión que cada organización tuvo que realizar para cubrir con los requisitos solicitados, y en este sentido derivado a la pandemia, fue esencial buscar dicha adaptación, como lo fue la reducción de horas laborales, el cumplimiento de las nuevas medidas sanitarias, estrategias de planeación.

#### 4. Materia prima:

La gestión de este recurso particularmente para esta empresa es de nivel prioritario, ya que como se menciona es una organización fabricante y en este sentido sin el este recurso material suficiente, su funcionamiento es nulo al igual que el cumplimiento de su principal objetivo (un abastecimiento en los tiempos prometidos).

Siendo de gran importancia el abastecimiento de materia prima, ya que con este se inicia todo el proceso de operación. Hablando especialmente del acero y latón, es algo que ha mermado las actividades de la empresa específicamente en su área de producción.

Y al ser esta una situación que se vivió de forma general en la industria automotriz provocó un aumento de precios gracias a la demanda que han tenido estos metales, para las empresas que se dedican a tratar este tipo de materiales y abastecen a organizaciones como sobre la que se está realizando este análisis.

Así que una vez más es sustancial tener una toma de decisiones asertiva dentro de la gestión logística de la empresa específicamente en el aprovisionamiento de esta, por lo que, será un elemento crucial para cubrir con la demanda, sin dejar a un lado la atención a la utilidad que se pretende cuidar y priorizar.

## 5. Medición:

La importancia de tener registro de los materiales necesarios para la elaboración de lotes de producción, tiempos y movimientos, traslados, pedidas, ganancias, etc., ayuda en la comprobación y anticipación bajo este parámetro, lo que siempre dará lugar a evitar cometer los mismos errores que se hayan detectado, o bien saber dónde estuvo la falla gracias a los registros que se tengan.

De ahí la importancia de siempre tener presente los cuellos de botella y eliminación de los tiempos muertos que se pueden dar en el funcionamiento de la organización, con la finalidad de poder tener una visión general de lo que se está haciendo mal y así saber dónde comenzar a trabajar en soluciones.

En este sentido el registro de datos de los periodos antes, durante y después de pandemia, será sustanciales en la aplicación de este parámetro para el desarrollo de soluciones, tal y que se pueda ver el impacto que se tiene con el paso del tiempo y de esta forma generar la solución más viable al problema.

## 6. Método:

Los procedimientos son una herramienta con valor fundamental dentro de la organización, y la ventaja de ellos es que siempre se puede buscar una adaptabilidad o bien una alternativa nueva que permita cumplir con lo que se desea.

Algo con lo que se maneja la empresa es que trabaja bajo pedido, lo que a contenido el detonante de que quiebre la misma, sin embargo, la anticipación de material y entregas crea un camino de seguridad, y en este sentido se puedan buscar alternativas que solucionen algunos de los análisis que se han desarrollado. Teniendo más conciencia en ello, se puede notar una vez más que la opción de adaptabilidad no es algo a considerar sino algo a realizar, ya que en estos momentos la industria automotriz necesita de nuevas estrategias operativas, debido a las restricciones que la pandemia ha traído.

Como se describe en el análisis del diagrama causal implementado, cada área involucrada de la empresa arroja un punto focal a analizar, donde la principal causa de los problemas generados en la misma y que describen el porqué de la problemática principal, es el atraso de materia prima, ya que los demás son consecuencia del mismo, estos no son de menos importancia pero se irán solucionando a medida que se resuelva el punto origen, y una vez ya identificada la causa-raíz que está ocasionando los atrasos, así como sus consecuencias, y gracias al incremento de demanda que se tuvo, se puede empezar a describir y fijar

qué rumbo tendrá la investigación y sobre de eso, lo que se pretende lograr con el desarrollo de esta.

Ahora, pasando a un análisis cuantitativo, se hará uso de la metodología “Análisis de Modo y Efecto de Falla” (AMEF), en conjunto con los elementos analizados y evaluados del diagrama *Ishikawa* (6m: materiales, método, mano de obra, medición, medio ambiente y máquina), tratando de descubrir el impacto que tienen las posibles amenazas sobre el proceso de trabajo que maneja la organización, y así poder priorizar el nivel de riesgo que se presente.

Se propone el análisis bajo esta herramienta, ya que, como se menciona en el manual de (Alvarado Grecco, 2023), aunque su uso normalmente es en Sistemas de Gestión de Calidad donde se buscan riesgos y oportunidades en los que se puede trabajar con la finalidad de hacer más eficiente el sistema y eliminar todo aquello que genera problemas, su uso dentro de esta investigación será concientizar a la organización sobre el impacto que tiene cada actividad dentro de la organización. Para esto es importante conocer dicha herramienta, así como los valores o rangos con los que trabaja y poder darle una interpretación correcta.

Como se menciona, es una metodología y/o herramienta que permite identificar los riesgos que tienen las diferentes áreas o procesos, y por medio de un formato ya establecido, ir vaciando la información que se vaya obteniendo en el análisis, para posterior a ello, y motivo por el cual se eligió esta herramienta, numerar de acuerdo a la ocurrencia de dichos riesgos, a la severidad (impacto) que estos tienen y al nivel de detección que se puede tener de ellos, el Nivel de Prioridad de Riesgo (NPR), siendo este el punto que más interesa ya que de esta forma se puede identificar el área a la que más atención se le debe de dar o bien permitir focalizar la falla que más severidad se tiene en el sistema y así poder corregir antes de que el daño sea colateral.

Como se observa en la tabla 5 “AMEF de la empresa”, se encuentran agrupados dentro de los procesos de la herramienta, los mismos elementos analizados en el diagrama anterior, estos son los mismos que se observan en el diagrama causal *Ishikawa* (6m: materiales, método, mano de obra, medición, medio ambiente y máquina), estos datos se analizaron al tener información de forma directa por parte de algunos empleados de la propia organización, para posterior a estos indagar sobre los riesgos que se desprenden de esta información, después buscar las causas y así poder evaluar de acuerdo con la información obtenida en visitas a la empresa teniendo finalmente un índice de riesgos para cada uno de los análisis desarrollados.

El método analizado permitirá priorizar la atención a los riesgos que más pueden afectar a la organización, y es de esta forma que, en el elemento de materia prima analizado, se encuentra el área a la que mayor interés se le debe de dar, semaforizando el nivel de riesgo que se pueda detectar al momento de realizar la evaluación correspondiente.

Se puede observar que el área de materia prima se encuentra subdividida por 3 riesgos observados, siendo el primero referente a la calidad de las piezas el índice



de medio riesgo, aunque mayor que el resto, por otro lado, y con índices de alto riesgo tenemos el aumento de demanda y atrasos de la producción.

Considerando lo anterior, se puede reflexionar en primer lugar que, aunque se tengan 7 riesgos de nivel bajo, dicho escenario no tiene un impacto significativo dentro de la organización, es decir, en procesos productivos.

En cuanto a los niveles de riesgo medios, y correspondiente al análisis realizado específicamente de la empresa sobre la que se basó la investigación, solo se tiene un riesgo de este nivel, y aunque es de nivel medio, solo es uno, por lo que, de igual forma, el impacto que este pueda tener probablemente afecte de forma significativa algún proceso, pero no es una totalidad para considerar.

Sin embargo, como nivel de riesgo alto tenemos 2 elementos, y estos van acompañados por el nivel de riesgo medio comentado en el párrafo anterior, y de forma más específica se puede observar que estos 3 riesgos de más alto nivel se encuentran encapsulados en un escenario en común entre ellos: la materia prima.

Se puede discernir que son índices de mucha atención debido a la información recabada, pero también a que la política de calidad de la empresa es muy puntual y como dice “se encuentran comprometidos a usar:

- Mejores materiales
- Maquinaria de alta calidad
- Mano de obra más calificada

Esto en el área de fabricación, para que la calidad de las piezas que comercializan sea la “óptima”, se puede notar que el peso de un buen funcionamiento recae sobre el área primaria de producción: abastecimiento; por lo que de esta forma como punto focal del desarrollo de solución a la investigación se basará en este.

Cabe resaltar que los demás riesgos detectados al momento de desarrollar la herramienta, no es que no sean irrelevantes, sin embargo, su nivel de afectación en cualquiera de los departamentos de la organización analizada o de forma personal, son de menor incidencia que sobre el que se trabajaran las soluciones.

Proceso	Comercialización refacciones			Fecha	25/enero/2023						
Área responsable	Producción			Auditor líder	Angela Zamora Diaz						
Proceso	Modo de falla (riesgo)	Efecto de la falla	Causa de la falla	Situación actual						Evaluación de mejoras	
				Controles actuales	Ocurrencia	severidad	Detección	NPR	Riesgo	Acciones a implementar	Responsable
Mano de obra	Malas condiciones de trabajo	Enfermedades	Información deficiente	Seguir protocolos	3	2	4	24	BAJO	Capacitación constante	Especialistas en el tema
	Salud mental	Desconcentración	Pandemia (estrés y preocupación)	Ninguna	2	2	2	8	BAJO		
Máquina	Descompostura	Atrasos en la producción	Falta de mantenimiento	Propuestas de inversión	2	4	2	16	BAJO	Mantenimiento	Técnicos
	Mala ergonomía	Lesiones o enfermedades	Falta de información y/o mantenimiento		3	4	2	24	BAJO	Estudio del trabajo	Ingeniero
Medio ambiente	Restricciones nuevas por pandemia	Incumplimiento legal y enfermedad laboral	Falta de ética	Capacitaciones	2	5	2	20	BAJO	Capacitación constante	Especialistas en el tema
Materia prima	Disminución de la calidad en la producción	Baja de ventas	Cambio de proveedores	Busqueda continua de nuevas opciones	6	8	6	288	MEDIO	Busqueda de nuevas opciones a proveedores o producción	Ingeniero líder
	Aumento de la demanda productiva	Incapacidad de cumplimiento	Cierre de fronteras		10	10	6	600	ALTO		
	Atrasos en la producción	Cuellos de botella	Desabastecimiento de materiales		10	10	6	600	ALTO		
Medición	Merma de producto	Pérdidas económicas	Inventario deficiente	Ninguna	4	2	6	48	BAJO	Nuevos inventarios	Almacenista
Método	Sobre producción	merma de producto/pérdidas económicas	Mal manejo de información	Trabajo sobre pedido	3	2	5	30	BAJO	Estrategia de ruta	Ventas

TABLA 5. AMEF DE LA EMPRESA

Fuente: (Alvarado Grecco, 2023) con datos de la empresa

## 2.2 El proceso productivo de la fabricación de pernos

### 2.2.1 Procedimiento de trabajo

Para el desarrollo de la investigación se analiza específicamente el área de producción de pernos, siendo esta donde se concentra el mayor peso de producción de la empresa.

El procedimiento productivo en el área de perno específicamente se compone de una serie de pasos ya estandarizados sobre los que se basa el trabajo de cada tornero. Dicho procedimiento está compuesto de procesos manuales y semi automáticos, gracias a la maquinaria con la que se trabaja:

- Se tiene una caja de materiales con diferentes pernos a los que se les hacen punta ya que vienen planos, es decir, sin el acabado de perno (60 tipos diferentes), algunos de ellos son 16, 16p, 16a, 16d, 19a, 26, 34, 29, 31, 11 (pointer), además se trabaja con hoja de especificaciones para cada perno: distancia, ranura, punta y desbaste.
- Se trabaja con un buril de punta, de ranura, de desbaste y de chaflán (este último no tiene casi medidas ya que es para apariencia del perno).
- Se usa manualmente, herramientas como: llave inglesa, Allen, entre otras, para comenzar a mover los carros, teniendo un perno como muestra.
- Se colocan los pernos en las boquillas de la máquina y así se trabaja sobre la punta, cada carro usa su llave (limitante del buril).
- Por otro lado, se trabaja con 4 carros diferentes, el primero es el de ranura, después con el de punta, luego con el de chaflán y por último con el carro de desbaste, donde se le da punto máximo con la mano para nada mas meterlos, esto se hace con la maquina apagada para dar seguridad al momento de su manipulación.
- Terminando de darle ciclo, se abre boquilla, se saca el perno y se mete uno limpio (aquí ya se enciende la maquina), en este momento se comienza el uso del soluble refrigerante para evitar la deformación de la pieza con la que se está trabajando.
- Es importante mencionar que se usa un tubo de latón para no meter las manos al momento de meter una de las boquillas.

- Por último, se comienza a trabajar con los buriles para terminar de darle los acabados finales a las piezas, esto como ya se mencionó en los puntos anteriores del procedimiento analizado.
- Una actividad común dentro de los procesos productivos de la empresa siempre es medir los pernos ya listos, para pasar a su almacenamiento según el pedido como se realizó previamente. Por semana se aceita y se engrasa la maquinaria como mantenimiento preventivo, y de esta forma, cuando se realiza esta actividad. esos días no operan las máquinas para fabricación, con la finalidad de tener la prevención correspondiente, sin poner el riesgo a ningún trabajador, materia prima o bien productos terminados.

Como se describe en el análisis del procedimiento anterior, el trabajo de cada tornero va en función a las actividades que ya se tienen establecidas, también es importante mencionar que se trabaja sobre pedido, lo que denota una organización más específica y sobre la que se puede obtener alguna optimización al momento de desarrollar el intento de solución a los problemas detectados.

En la figura 9 “Modelos de Pernos de la Empresa”, se encuentra un listado de los actuales modelos que se tienen en su stock, y sobre los que se analizó el procedimiento anterior, recordando que esta área de producción es la de mayor peso dentro en la demanda que tiene la misma. A continuación, se muestra, el proceso de producción, donde se desarrolla el procedimiento anterior, con la finalidad de ahora identificar las áreas de oportunidad que permitan dar solución a las causas detectadas.



**FIGURA 9. MODELOS DE PERNOS DE LA EMPRESA**

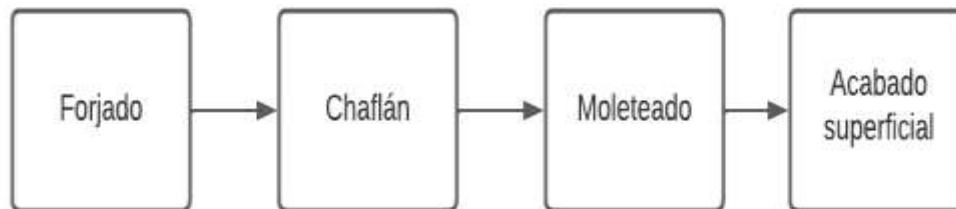
*Fuente: elaboración propia*

## 2.2.2 Proceso productivo

La mayoría de los pernos usados en las puertas automotrices tienen dos piezas que son un perno de acero y dos bujes de latón, a continuación, se describe como se fabrica cada una de estas piezas, enfocando esta parte de la investigación al área de mayor producción.

Como se observa en la figura 10 “Proceso productivo del área de pernos”, la fabricación de esta área en específico está compuesta por 4 pasos estándar con los que se ha trabajado desde el inicio de su operación, cada uno de los mismos son semi-automatizados ya que para el paso de uno a otro requiere la intervención del trabajador.

Generalizando el proceso de producción con el que trabaja actualmente la empresa, se clasifican 4 pasos como los base, por lo que más adelante se detallara cada uno de ellos con información extraída propiamente de las visitas que se realizaron a la misma.



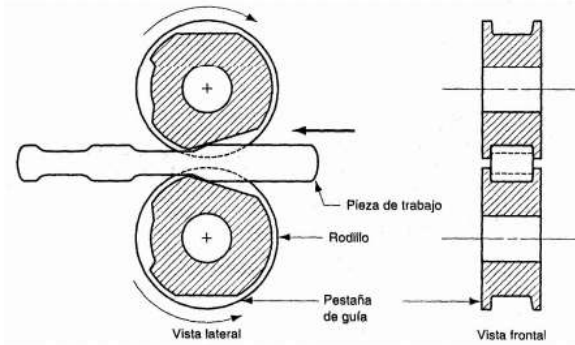
**FIGURA 10. PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE PERNOS**

*Fuente: elaboración propia con datos de la empresa*

### 1. FORJADO

Esta etapa, está caracterizada por darle forma al metal con el que se desea trabajar, algunas personas lo hacen de forma manual con un martillo o bien ya existen procesos automatizados donde solo basta colocar en la maquina el material y a este se le dará la forma sobre la que se desea continuar el proceso.

En este caso, los operarios para este paso suben al desenrollador, como se muestra en la figura 11 “Paso 1: forjado” (maquina con la se trabaja), un rollo de alambre de aproximadamente 500 kgs., después se pasa dicho material por un conjunto de rodillos para enderezarlo y meterlo a un dado de carburo de tungsteno. Dentro de la forjadora pasa por una cuchilla que corta el tramo del largo que se requiere, para después sujetarlo y transportarlo a los dados de forja para deformarlo con varios golpes con unos cabeceadores para posteriormente expulsarlo automáticamente. Todo este trabajo producido en los rodillos elabora aproximadamente 70 piezas por minuto.



**FIGURA 11. PASO 1: FORJADO**

*Fuente:* (Contreras Hernández, 2013)

## 2. CHAFLÁN

Como continuidad del proceso 1 descrito, el chaflán es caracterizado por la realización de cortes en las piezas obtenidas en el paso anterior, sin aún verse el acabado superficial que maneja la empresa. En una maquina aparte, se lleva a cabo el desbaste de cada perno por medio de buriles, esto dependiendo del modelo, que como ya se mencionó, son aproximadamente 60 diferentes con los que trabaja la organización. En ese proceso es donde se obtiene una parte de residuos, por lo que una vez cortada cada punta de cada varilla, se tiene un sobrante que, aunque sea muy pequeño, este se queda sin darle uso.

En la figura 12 “Paso 2: Chaflán” se puede ver ejemplificada la función de corte a las piezas que previamente ya fueron maquinadas anteriormente, esto es para iniciar a delimitar el área de la pieza que se le comenzara a dar acabado en los procedimientos que anteceden.

Es importante mencionar que los operadores (torneros) en esta parte trabajan con una hoja de especificaciones, de tal forma que configuran a la máquina para que en este proceso haga los cortes necesarios para después solo comenzar con acabados propios de cada modelo.



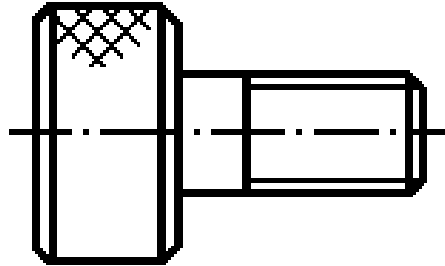
**FIGURA 12. PASO 2: CHAFLÁN**

*Fuente:* (Network, 2022)

### 3. MOLETEADO

Para este punto ya se comienza con los acabados finales de la pieza, y es así que en este paso se utilizan dos rodillos que, girando, hacen presión sobre el perno de forma particular en la cabeza de este, por lo que esta deformación hace subir el diámetro en un largo de aproximadamente 8 milímetros.

Como se observa en la figura 13 “Paso 3: Moleteado” la maquina hará el trabajo mencionado en el párrafo anterior.



*FIGURA 13. PASO 3: MOLETEADO*

*Fuente: (BIRTLH, 2020)*

### 4. ACABADO SUPERFICIAL

Después de fabricar el perno se manda a darle estos últimos pasos, como lo es galvanizado azul, tropicalizado, pavonado, fosfatizado, etc. En la figura 14 “Paso 4: Acabado superficial” se puede observar un ejemplo de cómo se ven los acabados para un perno, donde se dan los últimos toques que caracterizaran cada uno de modelos con los que se trabajan.



*FIGURA 14. PASO 4: ACABADO SUPERFICIAL*

*Fuente: elaboración propia*

Por otro lado, todos los bujes que se elaboran se hacen partiendo de barras de latón ya maquinable, estos se procesan en tornos automáticos.

Al pasar la barra de latón por la sección de maquinado, la broca le hace un barreno y los buriles le dan las dimensiones requeridas para ensamblarlo con el perno y la bisagra como se observa en la “figura 15: fabricación de bujes”.

De igual forma este proceso es configurado y supervisado por cada tornero que se encuentre a cargo, por lo que también trabajan con una hoja de especificaciones para realizar los hilos o cuerdas característicos de cada modelo, así como se menciona el corte que los buriles le dan para llegar a su medida ideal.



*FIGURA 15. FABRICACION DE BUJES*

*Fuente: empresa afín*

Como se puede observar el proceso que se lleva a cabo, aunque parece muy sencillo por el número de pasos es importante destacar que, para pasar de proceso en proceso, el tornero tiene que estar en constante vigilancia tanto de la máquina como del material, teniendo en cuenta que se requiere de cierto mantenimiento y configuraciones tanto para las máquinas como para los procesos o materiales, así como intervenciones de seguridad para poder trabajar pieza por pieza.

De esta forma se puede decir, que el proceso productivo de la empresa es semi-automatizado ya que la intervención de la mano de obra será un elemento más en el funcionamiento de producción en conjunto a la maquinaria con la que se trabaja.

### 2.3 Los desperdicios y como combatirlos de acuerdo con la metodología

#### *Lean*

Dentro del contexto de la investigación, también se sabe que la importancia de encontrar alternativas a las soluciones que se quieren dar, ya sean correctivas o contenedoras, son un factor fundamental para la búsqueda de una mejora.

Por lo que existe un área de oportunidad dentro de los distintos departamentos que involucran el proceso de fabricación como lo es el proceso productivo, el área de almacenamiento de materia prima y el abastecimiento.



Y es así, que esas 3 áreas serán el punto focal para el desarrollo de las herramientas a usar, y así conseguir no solo un camino, sino una serie de ellos que permitan ajustar las necesidades a las que se enfrentará la empresa en futuros inciertos.

Como lo menciona (Tejeda, 2011) en el artículo Mejoras de *Lean Manufacturing* en los Sistemas Productivos, dicha metodología tiene una aplicación sobre todo en aquello que no genera valor, como movimientos innecesarios, desperdicios, atrasos, esperas, falta de productividad en general. Y contemplando el origen de la problemática principal y los 3 puntos focales mencionados, se puede incidir que el punto de aplicación será sobre los desperdicios de forma general, sobre el material y sobre los movimientos, específicamente.

Por otra parte, (Jara Riofrío, 2017) menciona que esta metodología surge del objetivo de adaptar las necesidades de Toyota, ante el inicio de la industria, con la finalidad de mantener el área de trabajo organizada, limpia y ordenada.

Así que, considerando uno de los objetivos particulares del trabajo, se analizará el impacto que tiene el desarrollo de estas herramientas derivadas de la metodología principal, considerando que actualmente la industria y el mundo en general han tenido que sufrir una adaptación gigantesca sobre las nuevas restricciones que se han establecido y sobre los nuevos escenarios sobre los que se encuentra enfocada la investigación y a su vez, las nuevas variables o problemas que se deben considerar, de forma que no se descuidará ninguna área del proceso. Es importante mencionar que la aplicación de cualquier herramienta de dicha metodología puede desarrollarse de forma directa o bien, tener una adaptación según lo que se busque solucionar o encontrar con la finalidad de no desviar la vista de lo que realmente aqueja.

Una vez concluida la etapa de “diagnóstico” y encontrado que el origen de la problemática del contexto está en el área de producción, como parte introductoria a la etapa de “inscripción” se tomará como apoyo una de las herramientas que conforman la metodología *lean*, que, aunque tiene varias herramientas para su funcionamiento o cumplimiento, cada una de estas se usa según la necesidad de busque solucionar, dicha herramienta es denominada: *Heijunka* y tiene un enfoque en el área productiva.

### **2.3.1 Base metodológica**

Para el inicio de la base metodológica resulta fundamental establecer que al desarrollarse bajo cierto tipo de herramientas, se tiene como principal objetivo lograr una gestión sobre la filosofía *Lean* dentro de la empresa, pero para conseguirlo se tiene que trabajar en hacer de dicha aplicación una cultura dentro de la misma, por lo que a lo largo de la investigación se desarrollan de formas variadas, diferentes metodologías que permita un principio de cultivación bajo estos parámetros de manufactura esbelta.

## 1. Heijunka

La palabra traducida significa “nivel de producción”, (López, 2020) dice que esta herramienta está enfocada en hacer que la producción fluya de mejor manera, pudiendo depender de la demanda, pero también considerando que este análisis se realiza sobre el ritmo en el que se trabaja, tratando de eliminar todo aquello que afecte en el mismo. Siendo así que ésta, al buscar la reducción de desperdicios en el área productiva, encamina a los procesos al conocido *Just In Time* (JIT) o también “Justo a Tiempo”, por lo que considerando que el elemento característico de la empresa es la entrega oportuna de sus productos, esta herramienta tiene un valor agregado, ya que está compuesta por el análisis de los siguientes elementos, por lo que se considerará la información recolectada por parte de la empresa para su desarrollo:

### - Célula

Hablando específicamente de este elemento, dentro de un sistema productivo, se tiene la función de crear un correcto flujo dentro del proceso de fabricación. Por lo que la importancia de un diseño de “*Layout*” eficiente en la planta de trabajo, muchas veces es el factor clave de una optimización de tiempos, tanto para el traslado de materia prima, como para la fabricación, así como para el almacenamiento del producto final, y la prevención de accidentes. Para este caso, en la figura 16 “*Layout* de la empresa” se muestra la distribución que tiene actualmente, siendo el área A la entrada para las personas y materiales, así como la bahía de carga y descarga, el área B, C, D, E corresponde a la sección donde se lleva a cabo los procesos de producción, el área F corresponde al área de almacén y por último el área G corresponde a los procesos administrativos que se manejan.

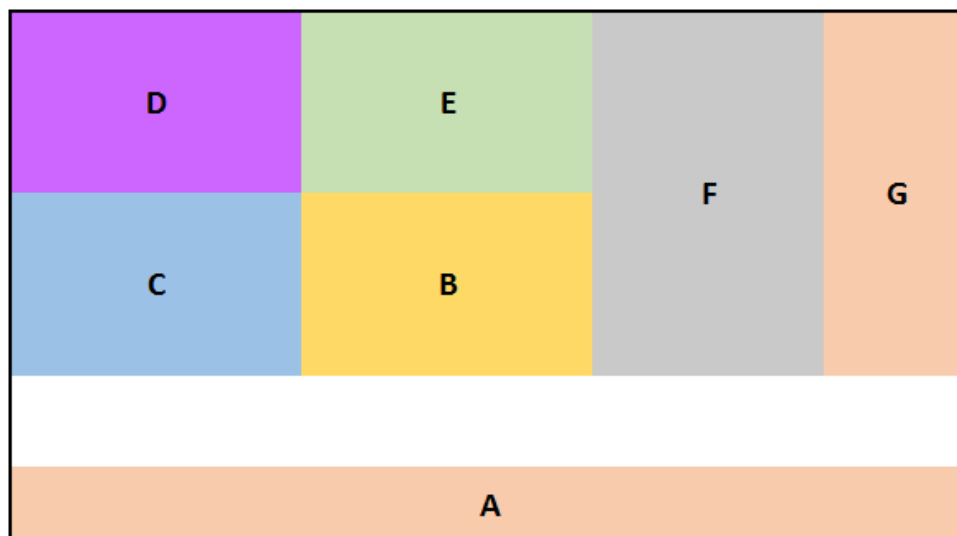


FIGURA 16. LAYOUT DE LA EMPRESA

Fuente: elaboración propia

- **Flujo pull**

Este elemento está referido al funcionamiento de inventarios y manejo de materia prima principalmente. Recordando que la empresa analizada en la investigación trabaja bajo pedido, se puede tomar como referencia la demanda que manejan, y de esa forma, crear un sistema de funcionamiento que anticipe los posibles pedidos para poder prever que tanta cantidad de materia prima se necesitara para que no se ocasionen retrasos para con los clientes.

Así mismo, gracias a este tipo de trabajo se tiene la facilidad de tener un manejo más controlado de los materiales, evitando el desorden de los funcionamientos de la producción. Como se muestra en la figura 17 “Funcionamiento interno”, se puede observar cómo la empresa tiene solo 2 caminos, y dicho flujo depende en su totalidad si hay o no materia prima para su transformación.

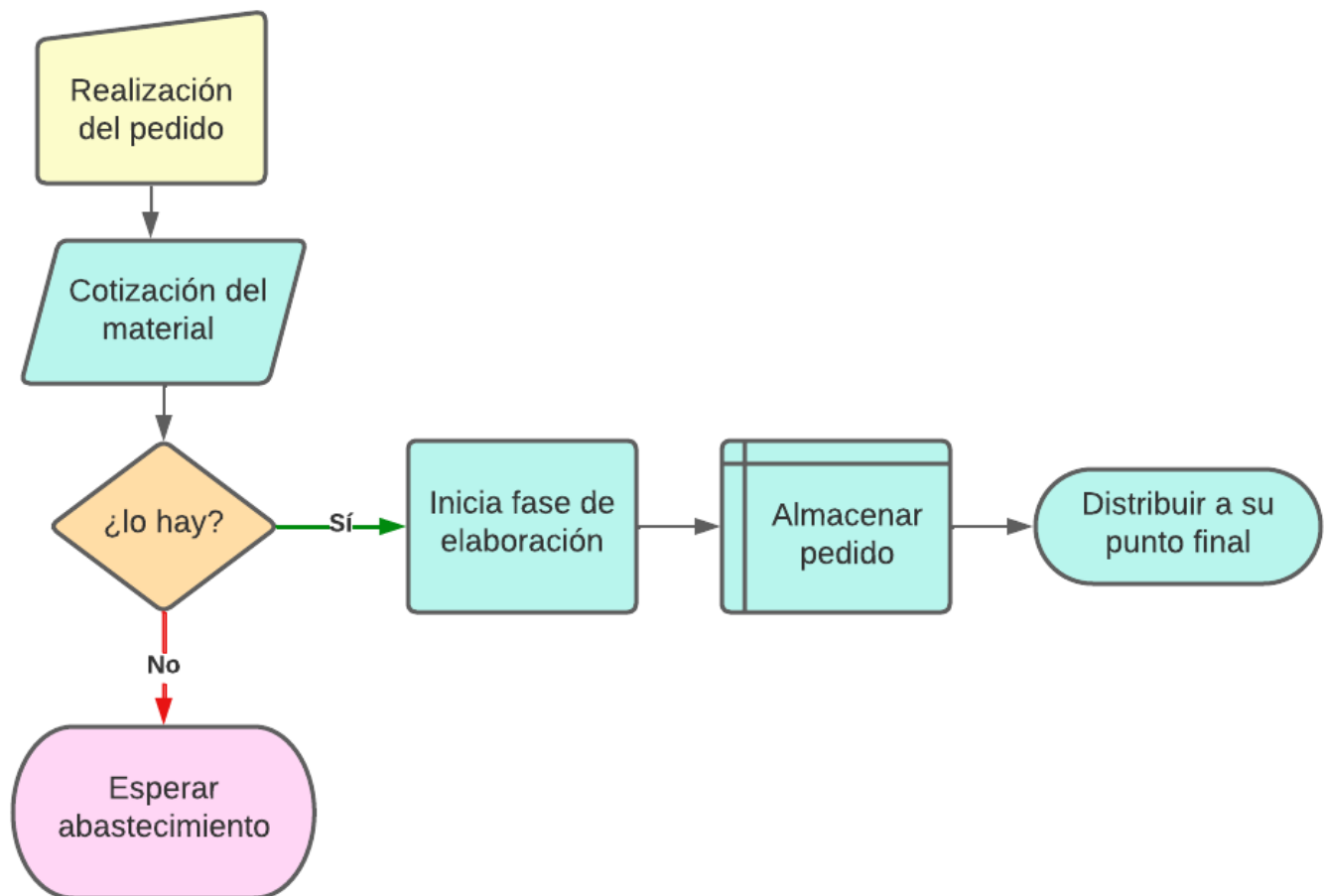


FIGURA 17. FUNCIONAMIENTO INTERNO

Fuente: elaboración propia con datos de la empresa

- **Takt time**

El *takt time* es un indicador que básicamente tiene como función, determinar la frecuencia que hay en las compras de los clientes. Una vez más se confirma que parte de la herramienta del *Heijunka*, orienta a la anticipación de los posibles pedidos con los que se pueda estar trabajando.

Además de que el desarrollo de la herramienta permite cuantificar la solución sobre el ritmo de producción que se puede considerar para poder trabajar a un nivel óptimo, sin prisa ni con sobreproducción. Sin embargo, también teniendo en cuenta que la organización sobre la que se está llevando a cabo el análisis, al tener un trabajo bajo pedido hace inmediata la atención en el tiempo invertido para la realización de los trabajos que se hacen.

- **Nivelación a nivel general de producción o a SKU**

En este punto se considera como objetivo principal, lograr una nivelación de producción de forma general pudiendo ser por día, es decir dejando a un lado la demanda que se pudiera presentar, sin embargo, se sabe que también tiene otro enfoque, que es la nivelación por SKU, o bien por pedido si se quiere ver de esta manera ya que muchos de los que tiene la empresa están dirigidos a su producto estrella “pernos”.

En este sentido se puede priorizar la producción sobre la pieza que más sea demandada por el mercado refaccionario automotriz. Sin olvidar una vez más que la demanda incrementó los últimos 2 años gracias a la escases de aprovisionamiento que México presentó después de la imposibilidad de abastecerse de las empresas estadounidenses. Y considerando también que no se sabe con certeza si sea una situación a la que se vuelva a enfrentar en un futuro el mundo.

Finalmente, al reflexionar todos los elementos con los que cuenta el método “*Heijunka*” se puede considerar primordial, empezar a atender una vez más del área de producción, sobre el tema del abastecimiento, ya que analizando de forma más específica en dicha área y descartando los posibles puntos de intervención, se puede notar que el problema no es el diseño de la planta, ni la forma de trabajo, ni la producción como tal, ya que se habrá de mencionar que la empresa cuenta con la maquinaria necesaria para laborar, sin embargo, el problema es el desabasto de materia prima y la falta de estrategias para afrontar este tipo de situaciones.

La importancia de cumplir en función del tiempo con la realización de los compromisos que la empresa tiene con sus clientes se fundamenta en el seguimiento de la cadena de valor ya que ésta, es aquel camino que hace llegar todos los requerimientos hasta el consumidor final, (Marín, 2023).

## 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.1 Factores que afectan a la productividad

La detección de desperdicios después de aplicar algunas herramientas *Lean*, resultan de vital importancia, ya que todos estos son elementos que en definitiva, no generan ningún tipo de valor en el desarrollo de la organización analizada, y si no se toman medidas sobre estos, el impacto que se pudiera dar en costos y tiempos pueden ser cruciales en el futuro de la misma, por lo que a continuación se describirán las áreas de oportunidad a considerar al momento de desarrollar las soluciones propuestas:

- **Demanda**

La mitigación de la actual demanda se encuentra muy lejos del alcance solicitado en los últimos años, porque aún se tienen áreas sin atender para lograr su máxima optimización.

Recordando también que se basará sobre la demanda específica del producto que tiene mayor fabricación, por lo que se debe identificar que dicho producto se trabaja bajo un proceso de torneado, proceso que implica una serie de pasos que se pueden optimizar, y que por otro lado, el mismo proceso tiene un área de oportunidad en cuanto a materia prima, ya que los cortes que se le hacen a los pernos generan un desperdicio de materia prima.

- **Tiempos muertos**

Uno de los factores de intervención en el área de producción es la estandarización de tiempos al momento de fabricar, es por eso por lo que se debe considerar importante la parte logística particularmente del producto estrella de la empresa, que son los pernos.

Uno de los obstáculos de atender este tipo de problemas, es el salir del área de comodidad, y esto se debe en gran medida a que la organización trabaja bajo lo que ya conoce, y lo que hasta el momento le ha funcionado, pero cuando nuevas rutas de desarrollo son propuestas y justificadas, se abre oportunidad a mejoras en el sistema.

- **Movimientos innecesarios**

La atención y erradicación de movimientos que no agregan valor o son innecesarios, servirán para lograr un ahorro significativo de esfuerzo y de tiempo, ya que ahí se puede encontrar una fuga de productividad. Esto se puede ver reflejado de principio a fin dentro de una empresa, específicamente en el proceso de fabricación, esto hace referencia a que gracias a lo que hace desde la entrada de materia prima para su transformación, hasta el final

del producto terminado debe estar en operación estratégica para evitar lo innecesario.

Para este punto cabe resaltar que dentro del funcionamiento de la empresa la toma de decisiones es basada en lo que se menciona anteriormente (lo que les funciona) y no en la estrategia, lo que permite una oportunidad más de mejora.

- **Diseño de layout**

La estructura con la que actualmente trabaja la empresa puede ser aun optimizada para su máxima utilización, evitando también a su vez accidentes, ya que trabajan con procesos peligrosos y con cantidades de materia prima significativas. Pero esta es un área de menos peso por el momento ya que lo más importante es el problema de abastecimiento.

Una de las ventajas a considerarse en este punto, es que conociendo que se trabaja sobre pedido, es aún más equilibrado el manejo de materiales o producto terminado.

- **Sistemas de almacenamiento**

Actualmente no cuentan con un sistema de almacenamiento especial para el tipo de necesidades con las que se enfrentan, de igual manera, sin un sistema que mantenga el orden, la limpieza y la atención a sus necesidades, puede ser otro factor que impida que la empresa sea capaz de enfrentar a la demanda con la que está viviendo en estos momentos.

Poniendo en riesgo no solo el almacenamiento de materia prima o incluso de las maquinarias o herramientas con las que se trabaja, sino también arriesgando los productos finales que ya se encuentran listos para su comercialización.

- **Materia prima**

Por último y más importante, la materia prima, es en gran medida el factor que más preocupa, ya que aunque la empresa tenga un gran diseño de planta, aunque tenga los mejores sistemas de anticipación para un ritmo de producción eficiente, óptimo y de calidad, aunque se encuentre en las mejores condiciones para evitar accidentes, atrasos y/o perdidas, aunque se tenga un sistema de trabajo que evite el esfuerzo innecesario sobre los empleados, no tiene el elemento principal para hacer fluir su funcionamiento principal “la fabricación.

Recordando que no solo se dedica a distribuir sino también a fabricar, sin la materia prima necesaria para su funcionamiento principal, ya que como se mencionó, es conocida por su producto más demandado y sobre el que su producción se basa “el perno”, todo lo demás pasa a un segundo plano, no menos importante, sino menos necesario que solucionar; una vez más sin

olvidar que como política de calidad, la empresa focaliza su atención a la calidad, entre a tiempo y materiales que comercializan.

El abastecimiento actual de la empresa no tiene valor agregado debido a un aumento de costos gracias a la demanda que se ha generado por la pandemia hasta la fecha, por ende, un aumento de tiempos de espera y a su vez generando un riesgo de incumplimiento de calidad y tiempo prometido.

De forma general, hay varias áreas de oportunidad para su mejor funcionamiento, sin embargo, como se mencionó desde un principio de la investigación, lo que mayor preocupación causa es su problema de abastecimiento y dado que su principal función es la manufactura de piezas que caracterizan a la empresa o sobre la que dirige en gran medida a su demanda, sobre de esta situación es que se desarrollaran las soluciones del trabajo.

### 3.2 Propuesta de soluciones para la mejora de la productividad

Ahora continuando con la etapa de “inscripción” del sistema de planeación ya descrito, se realiza el desarrollo de posibles planes o propuestas de solución, por lo que se procede con la descripción de 2 escenarios a desarrollar, para posteriormente poder realizar una toma de decisiones más asertiva.

El escenario que se descubrió al desarrollar un análisis causal aplicado en la investigación centralizó la atención a un elemento específico, que es la materia prima, por lo que cabe destacar que el proceso de fabricación de torneado genera desperdicios en cuanto a materia prima, esto se debe a que se le hacen recortes en punta, acabado y diseño a cada tipo de perno, siendo así que se genera lo comúnmente conocido como “rebaba”.

Estos desperdicios, la empresa los vendía al precio que se le quisiera dar, solo para no tener dicho desperdicio sin uso en la empresa y ocupando espacio que se pudiera destinar a otros elementos, sin embargo, una vez analizado todo lo anterior se puede considerar que dicho desperdicio se puede aprovechar en beneficio a la problemática detectada en la etapa de diagnóstico.

Por otro lado, se puede considerar intervenir en los pasos que se llevan a cabo en el proceso de producción, y así generar la reducción de por lo menos un paso del proceso de fabricación con que actualmente trabaja la empresa, tratando de identificar si hay un ahorro temporal que nos permita incrementar la productividad. Para esto se diseñan los planes de trabajo con los que la empresa puede iniciar su proceso de adaptación ante los problemas sobre los que ha hablado a lo largo de la investigación, teniendo en cuenta la causa identificada, los desperdicios descubiertos y los funcionamientos con los que se maneja el departamento de producción de la empresa que se está analizando:

## 1. Plan A: Desperdicio o beneficio: Reúso de recortes.

Se encontró un área de oportunidad dentro del proceso de producción, específicamente en los recortes que cada modelo de perno que se generan al momento de maquinarse y que no se aprovecha en beneficio de esta. En este sentido y para considerar este plan, es importante en primer lugar tener en cuenta a las empresas que puedan darle una segunda vida al material con el que trabaja anteriormente, es en este caso la fundición o tratamiento de la rebaba, ya que la empresa propia no tiene la capacidad de hacer dicha actividad por lo que la dependencia de la fundición sigue activa, pero con la ventaja de que ya no es la dependencia sobre el material.

De igual forma, para este desarrollo se necesita analizar cuál sería el impacto de dicha estrategia de acuerdo con los precios con los que trabaja actualmente, para así considerar o no esta solución. Finalmente, el desarrollo de este plan está considerando el material que se desperdiciaba anteriormente, actuando responsablemente con los recursos que se tienen, por lo que estaría ayudando a suministrar la demanda con una nueva fuente de aprovisionamiento y siendo una reutilización de material se espera que sea más económico.

## 2. Plan B: Reingeniería sobre su proceso de producción.

Dentro de la ingeniería surge un término con la característica de replantear un proceso con la finalidad de optimizar el área o actividad analizada, según algunos autores (Hammer y Champy, 1994) pioneros del término “reingeniería”, su enfoque principal es tener un comienzo nuevo para replantear los parámetros que se necesiten en la operación o área a desarrollar, también denominada reingeniería en hoja en blanco o en hoja limpia. Sin embargo, con el paso del tiempo y como en cualquier temática, surgen aportaciones significativas que complementan, o cambian el sentido conceptual de las mismas, por lo que, aproximadamente unos 7 años después se suma al término inicial, según en el artículo “Reingeniería de procesos de negocio: análisis y discusión de factores críticos a través de un estudio de caso” (González, 2006) otros autores dan un segundo enfoque al que se le conoce reingeniería en hoja sucia orientado a un comienzo semi-nuevo, en base a un proceso ya puesto en marcha.

Ambos enfoques tienen un nivel de riesgo o de incertidumbre al considerar y poner a prueba nuevas formas de operación, la diferencia es que para el enfoque de hoja limpia es mayor que para el de hoja sucia.

Para este plan es importante considerar que aunque la terminología es general sobre realizar un reproceso, existen 2 enfoques sobre reingeniería donde la reingeniería en hoja limpia significa deshacerse de todos los procesos para construir nuevos, en este caso se enfocará a cambiar los procesos que se crean innecesarios para optimizar o mejorar lo que ya se tiene, mientras que la reingeniería en hoja



sucia es referida a tomar algunas partes del proceso anterior y sobre de ello trabajar las nuevas ideas. En este caso para el “plan B” de esta investigación se usará reingeniería en hoja limpia, ya que se pretende implementar un nuevo proceso de fabricación totalmente diferente con el que se trabaja actualmente.

Para esto se analizará el proceso de fabricación de un perno específicamente (el más vendido), para tener como otra opción la reducción de pasos que ayude a un ahorro de tiempos, y por consecuencia una atención de demanda más profesional de acuerdo con los parámetros que tienen considerados, deshaciéndose del proceso de trabajo anterior y considerar uno nuevo por medio de una maquina diferente a las que se manejan. Para el desarrollo de esta solución se espera en primer lugar enfocarse en el área de producción más importante y donde recaiga el mayor peso de la demanda, para después reducir pasos o movimientos sin bajar la calidad de producción de dicha pieza y finalmente analizar el impacto de la reingeniería realizada, de forma que se tome una decisión sobre lo que mayor beneficio genere. De forma general para ambos planes propuestos es importante considerar que la oportunidad de mejora se encuentra presente ya en la organización, ya que como se describió desde el principio de la investigación y de acuerdo con las metodologías utilizadas en el análisis de la problemática, aunque ya se cuenta con algunas medidas que han solucionado sus problemas con el paso del tiempo, la centralización de una causa-raíz por medio de herramientas ingenieriles, puede ser clave para optimizar los procesos en el menor tiempo y costo posible, logrando así la eficacia del sistema y no solo su eficiencia del mismo.

Cabe mencionar que hace algunos años se tenía la iniciativa de buscar nuevas inversiones de maquinaria aun sin conocer sus áreas de oportunidad, de forma que su toma de decisiones fuera estratégica, sin embargo, la pandemia detuvo la mayoría de los planes que se tenían, esto a su vez ahora da la oportunidad a que se analice de forma más detallada las opciones y escenarios que sobre los que se encuentra la empresa y así tomar la mejor decisión y obtener los beneficios óptimos.

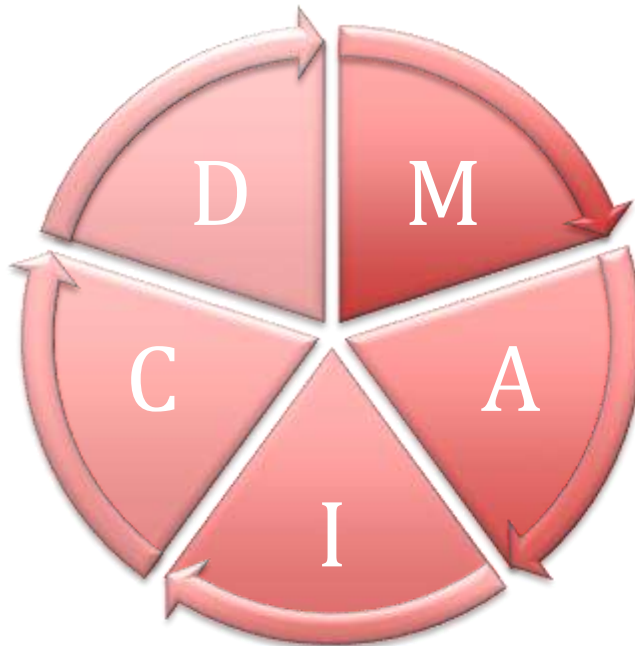
### 3.3 Cambiando el valor de los desperdicios

#### 3.3.1 Principio estructural

Antes de iniciar con el desarrollo de los planes propuestos para las soluciones a la problemática de abastecimiento, y continuando en el desarrollo de la etapa “preinscripción” del sistema de planeación elegido, se procede a realizar la base de del mismo por medio de una herramienta ingenieril de enfoque sistemático, con el fin de encaminar la nueva estrategia de trabajo.

Dicha herramienta es conocida por sus siglas “DMAIC” (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), esta es parte de las herramientas de la metodología *Lean*, por lo que su enfoque va en sentido productivo, siendo así lo suficientemente rentable

para fines de esta investigación. Como se puede ver en la figura 18. “Metodología DMAIC” es un ciclo enfocado a la mejora de procesos, por lo que se tomará como la base estructural de los planes o estrategias de solución, enfocado a la mejora de procesos, tomando como guía el contexto y los datos que se manejen. Esta metodología está compuesta por 5 ejes: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.



*FIGURA 18. METODOLOGÍA DMAIC*

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez establecido que ésta será la nueva estructura para seguir en el desarrollo de las soluciones o planes a aplicar, se procede a describir cada fase de dicha metodología, para lograr identificar que datos intervendrán en cada etapa:

1. Definir:

Aquí se establece el plan a seguir, para así poder esclarecer las entradas del nuevo proceso y sobre de este enfocar las ideas que se vayan dando al poner en marcha y pasar a la siguiente fase.

Durante esta etapa, es importante establecer el alcance que se desea obtener al solucionar los problemas que se encuentren, para así al final dar retroalimentación de lo detectado, y tener una toma de decisiones de forma más estratégica.

## 2. Medir

En esta fase la recolección de datos será la base ya que, sin este punto, será imposible lograr pasar a las demás, sin olvidar que la característica fundamental de este punto es medir el rendimiento que se obtenga.

Hablando específicamente de esta investigación, se analizarán datos en 3 temporalidades, antes, durante y después de pandemia, para poder vislumbrar el efecto que tendría la aplicación de los planes propuestos y a su vez cumplir con uno de los objetivos de la investigación, que es el aplicar herramientas *Lean* en un nuevo contexto.

## 3. Analizar

Una vez obtenida la fase de datos en las temporalidades que ya se describieron, para este punto ya se puede comenzar a obtener una toma de decisiones, esto en función a lo que mejor cubra las necesidades que se desean solventar, sin olvidar el cuidado a la utilidad.

## 4. Mejorar

Sobre este punto comienza la relación entre lo que se cree que se puede obtener y lo que realmente se obtiene, para ello en este análisis dicha propuesta en marcha se puede cotizar, y sobre de ello buscar una nueva mejora u optimización.

## 5. Controlar

Como fase culmen, a las anteriormente desarrolladas y analizadas, se tiene el control, enfocado a mantener todo lo que sea funcional dentro del proceso de solución, de tal forma, que a largo plazo se trabaje sobre lo que funciona y así, se nutra el buen funcionamiento de cualquier área, con nuevas ideas, condiciones, aplicaciones, por mencionar algunas.

### 3.3.2 Definición y medición

Para el desarrollo del proyecto se tienen 2 estrategias a analizar, un plan A en sentido de uso de desperdicios, y un plan B orientado a un proceso de reingeniería.

#### 1. Plan A: Reúso de recortes.

### FASE 1. Definir

Aplicando el plan A mencionado en el capítulo anterior, a continuación, se muestra de forma estadística, una comparativa entre los datos generados antes de pandemia, durante pandemia y después de, con la finalidad de identificar de forma más gráfica el impacto que se tienen los datos obtenidos en la investigación.

No sin antes mencionar que, al establecerse contacto con la empresa abastecedora actual, dio como opción brindar sus servicios para el tratamiento del reuso de la rebaba generada del proceso de torneado para poder obtener barras de material dependiendo la acumulación que la empresa pueda tener en cada cierto periodo.

De esta forma es que la empresa sobre la se está basando la investigación podrá seguir realizando su proceso de abastecimiento con el mismo proveedor que tuvo de forma alterna al contexto que se analizó, donde dará tratamiento al estado de material del que se está hablando, es decir, a la rebaba generada del proceso de transformación de materia prima.

Como se sabe, el hecho de querer de un servicio genera de un gasto de transporte (flete), en este caso el traslado de materia prima, por lo que considerando este primer análisis al plan a desarrollar como solución principal.

El actual proveedor que tiene la empresa que se está analizando realiza sus servicios ya con el costo de transporte, incluido ya sea para los 2 casos, abastecimiento original es decir materia prima totalmente nueva, y/o el servicio de fundición de rebaba, siendo así este gasto no es considerado ya que ellos lo absorben de cualquier forma, encontrado dentro de la cotización general, pero conveniente con cantidades grandes, para aprovechar el viaje de ruta establecida desde el punto de transformación hasta el punto de distribución.

Como segunda observación y propia del análisis anterior, se puede concluir que la importancia de mandar cantidades útiles de rebaba será importante para no generar movimientos u operaciones innecesarias, pero es algo que no debería preocupar ya que se mencionó que la demanda ha ido incrementando con el paso del tiempo, entonces la acumulación de esta no será un problema que considerar.

## FASE 2. Medir

Ahora considerando los costos de materia prima, que tienen como objetivo su análisis, identificar el impacto que tuviese el plan que se desea implementar, por lo que, se consideran 3 temporalidades para dicho factor antes de pandemia, durante la pandemia (actuales) y los de reuso (después de).

En la tabla 6 “Costos de Materia Prima”, se observan los precios cotizados directamente de la organización sobre la que se desarrolla esta investigación y el abastecedor actual, que tienen los 2 materiales que principalmente necesita la empresa para su abastecimiento y por tal motivo su proceso de fabricación, las 2

categorías se encuentran por tonelada y en pesos mexicanos ya que el actual abastecedor de esta se encuentra en territorio nacional.

COSTOS ANTES DE PANDEMIA	
Acero	\$83 mil pesos mexicanos por tonelada
Latón	\$61 mil pesos mexicanos por tonelada
COSTOS ACTUALES	
Acero	\$100 mil pesos mexicanos por tonelada
Latón	\$70 mil pesos mexicanos por tonelada
COSTOS REUTILIZANDO	
Acero	\$50 mil pesos mexicanos por tonelada de rebaba
Latón	\$40 mil pesos mexicanos por tonelada de rebaba

*TABLA 6. COSTOS DE MATERIA PRIMA*

*Fuente: elaboración propia con datos de la empresa*

La tabla 7 “Costos de Materia Prima” tiene como finalidad comparar 3 momentos cruciales por los que pasó la empresa, para en la sección anterior del mismo capítulo, analizar el impacto que tendría considerar la opción de aplicar dicho plan.

Por pandemia el incremento de producción que la empresa tuvo fue de un aproximado 20%, y en ese sentido el incremento de precios es casi similar antes de pandemia al que actualmente se tiene gracias a la demanda que paso por los metales utilizados en la fabricación de pernos.

Por otro lado, la reutilización siempre será más barata, y es así que los costos se reducen a un 50%, siendo estos incluso más baratos que los que se tenían antes de pandemia, con los datos proporcionados, como se puede observar en el análisis realizado en la tabla 7 “costos de materia prima”.

2. Plan B: Reingeniería sobre su proceso de producción.

## FASE 1. Definir

Como cambio de valor para una reingeniería, se investigó acerca de la implementación de nueva maquinaria, que permite un proceso de producción sin tiempos muertos de intervención por el operador de forma que se trabaje en una sola máquina y que se eliminen los traslados y algunos procesos.

## FASE 2. Medir

En este sentido se puede lograr la eficiencia en el proceso al eliminar el paso de chaflán y moleteado, ya que la empresa tenía en plan invertir en máquinas que fabrican tornillos donde hacen cuerdas y chaflanes dentro de la forjadora (BOLTMAKER), donde hacen las cuerdas a los tornillos pueden hacer el moleteado, con la herramienta adecuada.

Actualmente los países más competitivos en tecnología automotriz como Alemania y China han fabricado máquinas capaces reducir un proceso de 4 o más pasos en menos, con la finalidad de optimizar y automatizar cada operación dentro de la industria. De tal forma que se encontró en el desarrollo de la investigación con un presupuesto de más de 100 millones de pesos para máquinas que cumplan lo que se busca. En la actualidad dentro de la maquinaria con mayor oportunidad de optimización, se tienen las llamadas Máquina de Torno CNC, máquina que da la oportunidad de automatizar el proceso, y esto disminuiría los tiempos de espera de fabricación, como se muestran en la figura 19 “Nuevas Tecnologías”.



*FIGURA 19. NUEVAS TECNOLOGIAS*

*Fuente: (Miumac, s. f.)*

### 3.4 Ahorro generado después de eliminar los desperdicios de la metodología lean

#### 3.4.1 Análisis y mejora

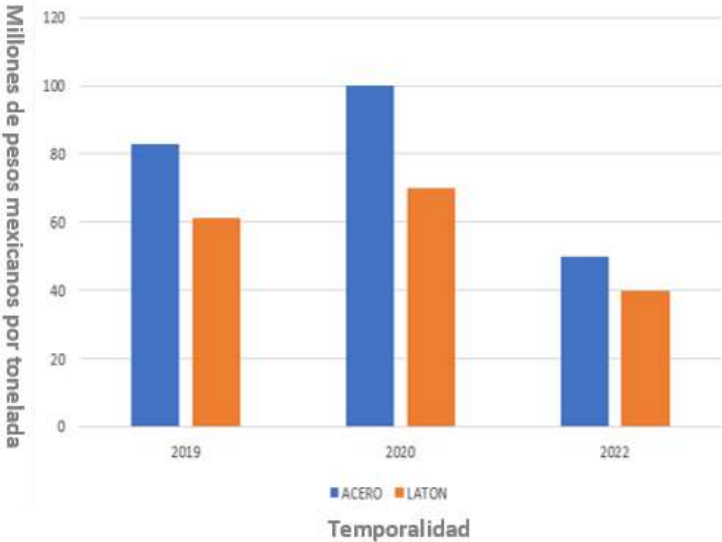
De forma más grafica se analizará el impacto para cada plan propuesto en el desarrollo de este capítulo con la finalidad de visualizar de forma más general que tanta optimización hubo al desarrollo de cada uno.

FASE 3. Analizar

1. Plan A: Reúso de recortes.

Como se ve en la gráfica 12 “Costos de Materia Prima”, se puede apreciar el impacto tan significativo que tuvo la pandemia en la comercialización de los 2 materiales que se mencionaron para el año 2019, pero lo más importante, el área que consideró una oportunidad para solventar la demanda que presenta actualmente la empresa y considerando el alza de precios de la misma, se observa un ahorro significativo casi del 50% para cada material.

Siendo así que a la empresa le daría la oportunidad de avance en sus procesos de fabricación y a un costo más accesible, esto se ve entre los datos del año 2020 que fue donde inició la pandemia de Covid-19 y el año 2022 que es donde actualmente se están analizando dichos datos.



GRÁFICA 12. COSTOS DE MATERIA PRIMA

Fuente: elaboración propia con datos de la empresa

## FASE 3. Analizar

### 2. Plan B: Reingeniería sobre su proceso de producción.

Para este plan es importante reconocer que la optimización de tiempo es realmente impactante, gracias a los procesos de automatización con los que se pueden intervenir los procesos de producción actual, pero en estos momentos la empresa se encuentra enfocada en otro tipo de inversiones, por lo que se puede determinar que este plan se encuentra lejos de la capacidad que se tiene para su aplicación.

Aunque no es un plan totalmente descartable, ya que el impacto que este genera a largo plazo puede ser de gran importancia gracias a la intervención que tiene directamente sobre los tiempos de producción.

Por otro lado, dicha inversión va en función a una reducción de tiempos productivos, sin embargo, sin la materia de fabricación necesaria, aunque se tenga un proceso de producción más eficiente sigue haciendo carecer la capacidad de abastecimiento de demanda, por lo que en definitiva por el momento es una opción no tan viable.

De tal forma que, aunque es un plan que optimiza el proceso de producción, no se soluciona la principal observación realizada desde el análisis causal, que es el desabasto de materia prima, por lo que al desarrollar esta estrategia se arriesgaría a tener un desbalance de demanda.

### 3.5 El incremento de ganancias con un proceso esbelto.

## FASE 4. Mejorar

Como se ha mencionado en el apartado 3.4 “Ahorro generado después de eliminar los desperdicios de la metodología lean” el plan A propuesto, en estos momentos es el más viable gracias al peso que tiene ya con un análisis más estadístico.

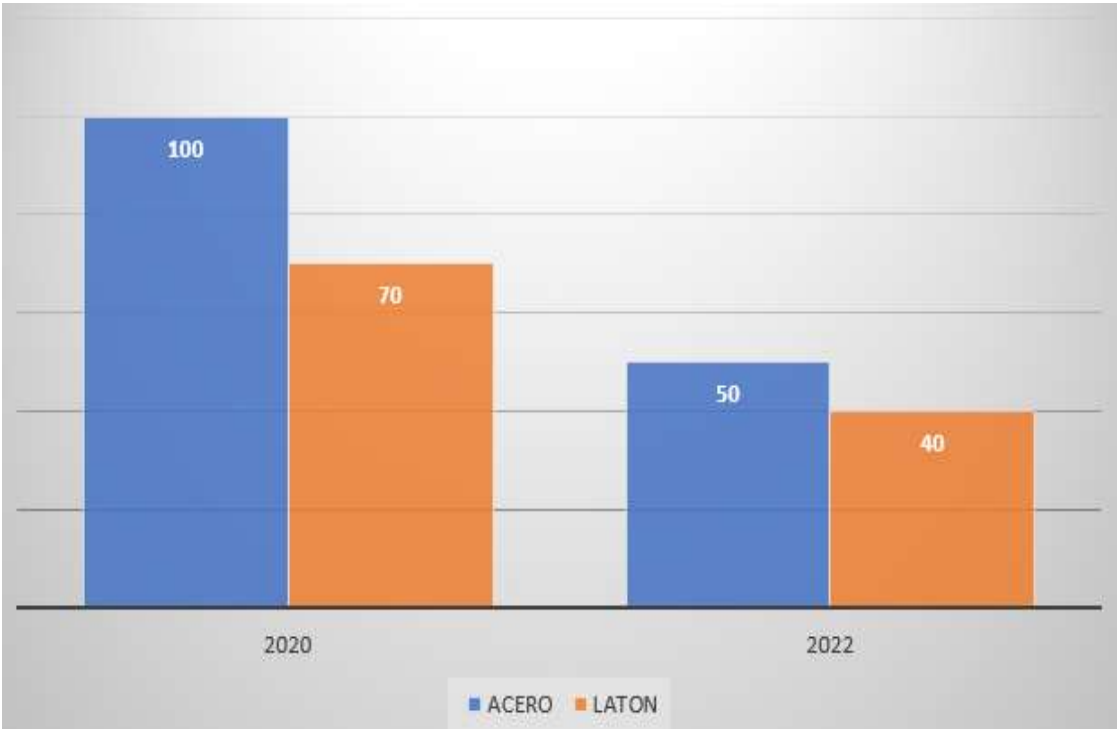
Pero por otro lado el plan B es más viable a largo plazo, ya que la empresa en estos momentos y gracias a los nuevos gastos que la misma tiene como la alza de precios, el cumplimiento de nuevas reglas sanitarias que ya se mencionaron como la atención a la salud de sus trabajadores, los aditamentos solicitados para la operación de su empresa como lo son el gel, los tomadores de temperatura, tapetes sanitizantes, marcadores y más, en estos momentos la posibilidad de inversión en millones de pesos es poco costeable ante la solución que se busca dar.

Para este punto ya se puede determinar una toma de decisiones en sentido de lo más beneficioso según las conclusiones de los 2 párrafos anteriores, siendo así que se analizará de forma más focal el plan A de reutilización, para la fase de mejora.



Ya que esta tiene como objetivo una vez obtenida la toma de decisiones adecuada, obtener un proceso de mejora de dicha aplicación.

Para ello se usarán los datos que se recolectaron del 2020 al 2022 con la finalidad de poder notar de forma más específica el impacto que tendría la aplicación de esta solución ante la problemática analizada desde la etapa de “diagnóstico”. Siendo así y como se muestra en la gráfica 13 “Ganancias de un Proceso Esbelto” se puede notar un impacto significativo de casi el 50% de ahorro en inversión.



*GRÁFICA 13. GANANCIAS DE UN PROCESO ESBELTO*

*Fuente: elaboración propia con datos de la empresa*

Se analizarán los 2 tipos de materiales sobre el que se maneja principalmente la empresa, en las 2 temporalidades principales, el durante y después del confinamiento. Empezando con el acero que es la materia prima fundamental con la que la empresa trabaja, se nota una optimización del 50% en su precio.

Por otro lado, el segundo material más usado en la empresa después del acero es el latón estando en el 2020 con un precio de 70 mil pesos mexicanos por la empresa abastecedora actual, a 40 mil pesos mexicanos para el 2022 todo lo anterior por tonelada, lo que genera una optimización de costo del 57%.

Todos los costos del 2022 son generados de la reutilización de los recortes que se describieron el proceso de producción con el que se maneja la empresa, siendo así que el impacto que genera la aplicación de reutilización es muy valioso para la situación por la que se encuentra la misma.

## 4. CONCLUSIONES

En la actualidad no solo la industria automotriz debe estar abierta al cambio, sino todo tipo de industrias, gracias a que la situación de pandemia por la que ha pasado el mundo en general ha demostrado la importancia que la adaptación tiene en cualquier ámbito.

Siendo así, un punto muy importante en la situación que enfrentó la empresa analizada en esta investigación, ya que dicha experiencia logro descubrir la potencialidad que se puede tener dentro de una organización de carácter manufacturero, lo que a su vez puso a prueba el desarrollo e implementación de metodologías *Lean* para el sustento realizado de soluciones ante problemáticas.

Al inicio del desarrollo de esta investigación se desconocía de forma particular los diferentes impactos que la pandemia tuvo en la industria automotriz, gracias a que los medios de comunicación como redes sociales ha denotado que en su mayor parte el impacto de la pandemia fue orientada hacia la improductividad debido a las restricciones establecidas dentro de la nueva normalidad, pero esta investigación demuestra la otra versión de este impacto temporal a nivel industria automotriz.

Antes del desarrollo de las soluciones al problema detectado, la importancia de tener establecido un plan estratégico de trabajo, permitió enfocar de una forma más clara el camino que se recorrería en el resto del trabajo de investigación, para a su vez el correcto uso de datos e información.

En un principio al desarrollar los 2 planes que se veían muy prometedores denotaban un impacto a largo plazo significativo, sin embargo, el efecto del segundo plan era más general desde su consideración, por lo que se decidió solo contemplar el primero ya que al desarrollar éste, se notó que el impacto que tendría su desarrollo intervenía dentro del origen de sus causas que se identificaron desde la fase de análisis causal.

Parece increíble como un problema tan sencillo puede llevar a un análisis tan minucioso para denotar el impacto que este pudiera tener si se aplica o no. Por otro lado, y no siendo menos significativo, la importancia de ahora en adelante es siempre considerar nuevos caminos que deberían estar presente en cada área laboral, sobre todo con la finalidad de que no se genere una ceguera ante el cambio.

Por último, esta investigación demostró como muchas otras más, que es fundamental enfocarse en la causa principal también conocida como causa-raíz, ya que prioriza la toma de decisiones al momento de querer darle solución a un problema, en esta investigación de forma específica, se pudieron tomar muchas

soluciones aplicadas tanto al diseño de planta, como a la organización de almacén, pero el problema principal iba enfocado al abastecimiento de materia prima, por lo que la solución que se consideró atacaba de raíz lo que estaba causando todos los demás síntomas de la empresa, así mismo demostró que un proceso siempre puede ser aprovechado de principio a fin.

En un principio, no se contempló lo desafiante que sería convencer a una organización de que su sistema podría presentar mejoras significativas ante un problema que jamás pensó que viviría, ya que comúnmente resulta cómodo trabajar siempre sobre lo que se conoce y es funcional hasta cierto punto, y cuando se descubren nuevas rutas, la incertidumbre de que funcione o no llenan completamente a los altos mandos de incertidumbre en una toma de decisiones.

De tal forma que al concluir este trabajo se pudo observar lo útil que es el desarrollo de herramientas, en este caso *Lean*, que permitan justificar una propuesta de cambio, volviendo así de la incertidumbre a la oportunidad.

Por otro lado, resulto increíble el como herramientas que llevan años desde su creación y aplicación de empresa en empresa, siguen siendo redituables aun y con un cambio en el ambiente de forma mundial, y que aun así con una fusión de estas, logran cumplir el objetivo planteado.

El alcance esperado desde el principio de la investigación fue cada vez más sorprendente al ir justificando cada solución y propuesta, y como se describió en la fase de desarrollo del proyecto, de forma particular se cree que la fase de actuar en este caso dependerá de la empresa ya que al justificar el funcionamiento de sus proceso vs las propuestas de mejora, al final la toma de decisiones dependerá del líder de la organización.

La importancia de siempre estar abierto al cambio es fundamental para el descubrimiento de nuevas áreas de mejora que, si bien parecen ser en ocasiones lo menos rentables, podrían traer consigo una serie de mejoras que actúen en beneficio de una organización en este caso en el área de manufactura. Confirmando que las áreas de aplicación que tiene la carrera de ingeniería industrial dentro la producción, son variadas lo que permite un desarrollo interdisciplinario.

Por otro lado, y como conclusión final, la aplicación de las herramientas *Lean* en el desarrollo de procesos manufactureros, interviene de forma general en el cumplimiento de la calidad prometida, por lo que una vez más se justifica la importancia de aplicar una cultura de este estilo en una organización, con la finalidad de impactar de forma general en el desenvolvimiento de los operadores dentro de esta

## Referencias

- Alvarado Grecco, H. (2023). *Formación de Auditores Internos*. México: Alvarado Grecco Hilda Citlalli.
- AMIA. (2013). *Industria Automotriz Mexicana*. México: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz.
- Basurto Alvarez, R. (2022). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. Scielo. *Scielo*.
- BIRTLH. (2020). *Representación del moleteado. Especificación de las características de productos de fabricación mecánica*. . ikastaroak.
- Buzón Quijada, J. A. (2019). *Lean Manufacturing*. Google Books.
- Carbajal, Y. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial Paradigma económico. *Revista de economía regional y sectorial*.
- Carglass. (2019). *¿Cuántas Piezas tiene un Coche?* . España: Blog del Experto en Reparación y Sustitución de Lunas.
- Contreras Hernández, A. E. (2013). *Optimización del proceso de forja abierta*. UANL.
- Economía, S. (2012). *Industria automotriz*. Economía.gob.
- Fuentes Zenón, A. (2001). *Enfoques de Planeación. Un sistema de metodologías*. México: Fuentes Zenón.

- González, B. E. (2006). *Reingeniería de procesos de negocio: análisis y discusión de factores críticos a través de un estudio de caso*. España: Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa.
- Hammer y Champy, M. (1994). *Reingeniería*. Bogotá: Norma.
- INA. (2022). *Perspectiva de la industria automotriz en México*. México: Industria Nacional de Autopartes.
- INEGI. (2016). *Estadísticas a propósito de la Industria automotriz*. AMIA.
- Jara Riofrío, M. A. (2017). *EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN*. biblat.unam.
- López, B. S. (2020). *Heijunka: Nivelación de la producción*. Ingeniería Industrial Online.
- Manu Granda. (30 de Enero de 2023). Toyota cierra 2022 como la mayor vendedora de coches en el mundo por tercer año consecutivo. *Cinco Días*.
- Marín, G. (2023). *Introducción a la Manufactura Esbelta*. UNAM.
- Méndez, A. (1 de Julio de 2021). Industria automotriz, motor de crecimiento. *Mexico Industry*.
- Mendoza, J. (2010). La crisis de la industria automotriz en México en el marco de la integración económica con Estados Unidos. *Economía UNAM*.
- Miumac. (s. f.). *Máquinas herramientas CNC torno horizontal*. <http://www.miumac.net>.

- Moreno, G. I. (2019). *Las empresas líderes del sector del automóvil*. Statista .
- Network, A. K. (2022). *Acerca de los chaflanes y los biseles*. AutoCAD .
- Oxford, E. d. (2021). La encrucijada de la industria automotriz. Business Class: Tendencias y perspectivas. *American E*.
- República., I. d. (2003). La industria automotriz en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte: Implicaciones para México. *Biblioteca digital del Senado de la Republica*. .
- Tejeda, A. (2011). *MEJORAS DE LEAN MANUFACTURING EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS*. <http://repositoriobiblioteca.intec>.
- Vicencio Miranda, A. (2007). La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Scielo*.
- Zamanov, N. (2023). *A Brief History of Electric Cars: From the Early Pioneers to the Future of e-Mobility*. Cyberswitching.
- Zerega, G. (2021). EE. UU. Prolonga el cierre de las fronteras con México y Canadá, para evitar un repunte de la covid-19. . *El País México*.
- Zerega, G. (2021). EE. UU. Prolonga el cierre de fronteras con México y Canadá. *El País México*.
- Zozaya, J. (2021). *La industria automotriz celebra con México*. México: Forbes México.