

**PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAMIENTO BASADA EN LA METODOLOGÍA  
SEIS SIGMA PARA LA DISMINUCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMOBLARTE**



**BRAYAN ESTEBAN AMAYA ALBA**

**NOVIEMBRE 2023**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**BOYACÁ**

**PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAMIENTO BASADA EN LA METODOLOGÍA  
SEIS SIGMA PARA LA DISMINUCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMOBLARTE**

**BRAYAN ESTEBAN AMAYA ALBA**

**NOVIEMBRE 2023**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**BOYACÁ**

**Notas del autor**

**Brayan Esteban Amaya Alba, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad**

**Antonio Nariño**

**Nota de Aceptación**

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primeramente a mis padres por apoyarme en el proceso de conseguir un título profesional y por ser el apoyo principal de mi vida para cumplir mis metas, a mi familia que siempre ha confiado en mi para lograr obtener este título, y en especial a mi abuelo Álvaro Amaya que no pudo verme lograr conseguir este título en vida, pero estoy seguro que en el cielo está orgulloso de cumplir una meta más en mi vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad Antonio Nariño de Tunja y a los profesores que me brindaron su conocimiento y sus enseñanzas durante todo el tiempo de estudio para lograr los objetivos y poder ser un profesional calificado, a mis compañeros de estudio que me brindaron su compañía y con esfuerzo mutuo pudimos conseguir nuestras aspiraciones.

## Resumen

El presente trabajo consistió en elaborar una propuesta de plan de mejoramiento basada en el proceso DMAIC de la metodología Lean Seis Sigma para la empresa Amoblarte de la ciudad de Tunja, dedicada a la fabricación y comercialización de muebles para oficina y escolares, en el cual se realizó primero que todo un diagnóstico general de la empresa y de su proceso productivo, así como la identificación de cada una de las variables presentes en cada una de sus actividades. Seguido de esto, mediante el proceso DMAIC se logran definir las causas generales y las causas prioritarias que influyen en la generación de defectos en los productos de la empresa para así mismo medirlas y analizarlas mediante técnicas como diagramas y metodologías que permiten obtener como resultado el planteamiento de estrategias de mejora basadas en cada una de esas causas, también se proponen aquellas herramientas de control y de seguimiento para la empresa que ayudarán a obtener una mejora en su proceso productivo y por ende en la calidad final de sus productos.

***Palabras Clave:*** Lean seis sigma, metodología DMAMC, diagrama de Pareto, estrategias de mejora (AMFE), ciclo PHVA.

## Abstract

The present work consisted of developing an improvement plan proposal based on the DMAIC process of the Lean Six Sigma methodology for the Amoblarte company in the city of Tunja, dedicated to the manufacture and marketing of office and school furniture, in which First of all, he carried out a general diagnosis of the company and its production process, as well as the identification of each of the variables present in each of its activities. Following this, through the DMAIC process it is possible to define the general causes and priority causes that influence the generation of defects in the company's products in order to also measure and analyze them using techniques such as diagrams and methodologies that allow obtaining the approach as a result. of improvement strategies based on each of these causes, control and monitoring tools are also proposed for the company that will help obtain an improvement in its production process and therefore in the final quality of its products.

**Keywords:** Lean six sigma, DMAIC methodology, Pareto chart, Improvement strategies (AMFE), cycle PDCA.

**TABLA DE CONTENIDOS**

Introducción .....	15
Planteamiento del Problema .....	16
Descripción del Problema .....	17
Formulación de Problema .....	19
Justificación .....	20
Objetivos .....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Marco Referencial.....	22
Antecedentes .....	22
Marco Teórico.....	26
Six Sigma .....	26
Niveles Sigma: .....	26
Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).....	27
Lean Six Sigma .....	28
Metodología DMAIC.....	29
Marco Conceptual.....	35
Conceptos.....	35
Marco Legal .....	37

Diseño Metodológico.....	40
Tipo de investigación.....	40
Enfoque de Investigación.....	40
Fuentes de información.....	40
Fuentes Primarias:.....	40
Fuentes Secundarias:.....	41
Recolección de Datos.....	41
Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para identificar las características del proceso de producción de la empresa y las variables presentes en el mismo.	42
Identificación de la empresa: .....	42
Mapa de procesos.....	43
Flujo de procesos .....	44
Descripción de los procesos productivos:.....	49
Identificación de los defectos en los procesos productivos .....	60
Fase Definir.....	60
Variables críticas por proceso (CTP's):.....	60
Diagrama de Pareto de productos: .....	63
Diagrama de Pareto por defectos: .....	64
Variables críticas de calidad (CTQ's):.....	66
Fase Medir .....	66

Capacidad del proceso .....	66
Establecer las variables críticas y las causas de los defectos, para fijar aquellos los focos de mejora mediante el proceso DMAIC. ....	69
Fase Analizar .....	69
Tabla de Priorización .....	69
Fase Mejorar .....	74
Determinar las herramientas de control y seguimiento, junto con la matriz de implementación del Ciclo PHVA que permitan a la empresa seguir y medir los resultados de las estrategias de mejora luego de la aplicación de la propuesta de mejora.....	89
Fase Controlar.....	89
Generación de Herramientas de Control y Seguimiento de Mejoras.....	89
Definición de la propuesta de mejora .....	92
Objetivos e Indicadores Estratégicos del Plan de Mejora.....	92
Conclusiones.....	95
Recomendaciones .....	97
Referencias.....	98

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Comportamiento de ventas para la empresa Amoblarte durante los años 2015-2022.....</i>	18
<b>Figura 2.</b> <i>Niveles Sigma Lean Six Sigma .....</i>	26
<b>Figura 3.</b> <i>Cómo hacer un mapa de procesos: La gestión por procesos al detalle.....</i>	30
<b>Figura 4.</b> <i>El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye.....</i>	31
<b>Figura 5.</b> <i>Diagrama de Causa y efecto como herramienta de calidad. ....</i>	32
<b>Figura 6.</b> <i>Logotipo Amoblarte.....</i>	42
<b>Figura 7.</b> <i>Mapa de Procesos Amoblarte .....</i>	43
<b>Figura 8.</b> <i>Diagrama de flujo de procesos Amoblarte.....</i>	44
<b>Figura 9.</b> <i>Distribución física de planta de producción Amoblarte. ....</i>	45
<b>Figura 10.</b> <i>Diagrama de flujo del proceso de almacenamiento de materiales .....</i>	49
<b>Figura 11.</b> <i>Almacenamiento de Láminas de Madera .....</i>	50
<b>Figura 12.</b> <i>Almacenamiento de Tubería en estante.....</i>	50
<b>Figura 13.</b> <i>Cizalla o cortado de lámina metálica. ....</i>	51
<b>Figura 14.</b> <i>Sierra de banda .....</i>	52
<b>Figura 15.</b> <i>Dobladora manual .....</i>	53
<b>Figura 16.</b> <i>Área de soldadura .....</i>	54
<b>Figura 17.</b> <i>Producto en proceso recién soldado .....</i>	55
<b>Figura 18.</b> <i>Área de Pintura .....</i>	56
<b>Figura 19.</b> <i>Horno industrial.....</i>	57
<b>Figura 20.</b> <i>Área de Carpintería Amoblarte.....</i>	58

<b>Figura 21.</b> <i>Diagrama de Pareto productos con mayor cantidad de defectos presentados año 2022</i> .....	63
<b>Figura 22.</b> <i>Diagrama de Pareto basado en defectos encontrados año 2022</i> .....	64
<b>Figura 23.</b> <i>Defectos en el acabado de pintura (Grumos y Goteos)</i> . ....	65
<b>Figura 24.</b> <i>Desperdicio de Lámina por mal estado y sobrante corte</i> .....	65
<b>Figura 25.</b> <i>Tabla de resumen de calidad de proceso según el nivel sigma</i> .....	67
<b>Figura 26.</b> <i>Diagrama Causa-Efecto Defectos en pintura</i> .....	70
<b>Figura 27.</b> <i>Diagrama Causa-Efecto Defectos en Soldaduras visibles</i> .....	71
<b>Figura 28.</b> <i>Diagrama Causa-Efecto Defecto de superficies irregulares</i> .....	73
<b>Figura 29.</b> <i>Tabla de valoración Factor Severidad para matriz AMFE</i> .....	74
<b>Figura 30.</b> <i>Tabla de valoración Factor Ocurrencia para matriz AMFE</i> .....	75
<b>Figura 31.</b> <i>Tabla de valoración Factor Detección para matriz AMFE</i> .....	75

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Marco legal</i> .....	37
Tabla 2. <i>Diagrama SIPOC Proceso</i> .....	47
Tabla 3. <i>Variables críticas de proceso, para cada uno de los procesos de la empresa Amoblarte</i> .....	60
Tabla 4. <i>Tabla de CTQ's de la empresa Amoblarte</i> . ....	66
Tabla 5. <i>Tabla grados de importancia para priorización</i> . ....	69
Tabla 6. <i>Tabla priorización de causas de Defectos en pintura</i> .....	70
Tabla 7. <i>Tabla priorización de causas de Defectos en soldaduras</i> .....	72
Tabla 8. <i>Tabla de priorización de causas de Defectos en superficies irregulares</i> .....	73
Tabla 9. <i>Método matriz AMFE sobre los defectos más frecuentes del proceso productivo</i> . .....	76
Tabla 10. <i>Método matriz AMFE propuesta sobre los defectos más frecuentes del proceso productivo</i> . ....	78
Tabla 11. <i>Tabla de priorización entre NPR inicial y NPR final</i> .....	80
Tabla 12. <i>Tabla de descripción de actividades para la aplicación de acciones recomendadas en la alta rotación de personal</i> .....	82
Tabla 13. <i>Tabla de descripción de actividades para la aplicación de acciones recomendadas en la falta de capacitación de personal</i> .....	84
Tabla 14. <i>Tabla de descripción de actividades para la aplicación de acciones recomendadas en la mala ejecución del proceso de soldadura</i> . ....	87
Tabla 15. <i>Tabla de Indicadores de Control de Mejora</i> .....	92
Tabla 16. <i>Matriz de implementación del Ciclo de mejora PHVA</i> .....	93

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Diagrama de flujo del proceso de Corte.....	103
<b>Anexo B.</b> Diagrama de flujo del proceso de Doblado .....	104
<b>Anexo C.</b> Diagrama de flujo del proceso de Soldadura .....	105
<b>Anexo D.</b> Diagrama de flujo del proceso de Lavado.....	106
<b>Anexo E.</b> Diagrama de flujo del proceso de Pintura .....	107
<b>Anexo F.</b> Diagrama de flujo del proceso de Ensamblaje .....	108
<b>Anexo G.</b> Diagrama de flujo del proceso de Carpintería .....	109
<b>Anexo H.</b> Tabla de numero de defectos encontrados por tipo de defecto en el año 2022. .....	111
<b>Anexo I.</b> Formato de selección y evaluación de proveedores .....	112
<b>Anexo J.</b> Formato de Control de Recepción de MP.....	114
<b>Anexo K.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo de maquinaria .....	115
<b>Anexo L.</b> Formato de registro de mantenimientos correctivos o calibración de maquinaria y equipo.....	116
<b>Anexo M.</b> Formato de inspección y control de calidad.....	117
<b>Anexo N.</b> Formato de registro de control de asistencia a capacitaciones.....	118

## Introducción

Las metodologías de mejoramiento de calidad, como por ejemplo Lean six sigma, han tenido un auge en cuanto a su implementación en pequeñas y medianas empresas de producción, sin importar su actividad económica, desde sector mobiliario hasta el sector alimenticio, su aplicación resulta muy versátil para diferentes tipos de empresas. Es por esto, que tanto en Colombia como en el resto del continente se pueden encontrar varios ejemplos de aplicación de esta metodología, siempre con el objetivo de elevar el nivel de calidad de sus procesos productivos y por ende el nivel de calidad de su producto final.

Entre las características destacadas se encuentra su implementación sistemática, que busca obtener diversas ventajas y beneficios. Estos incluyen el cumplimiento de estándares de calidad, la satisfacción de sus clientes, el cumplimiento de los requisitos de los clientes, una mayor productividad, el aumento de la utilidad, la capacidad de adaptación al mercado, el éxito a largo plazo y, en general, la obtención de diversas ventajas competitivas.

La metodología Lean Seis Sigma facilita la identificación de herramientas y estrategias que contribuyen a mejorar los procesos de la empresa. Esto se logra a través de la aplicación de un enfoque de cinco fases definido por el proceso DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), que incluye diversas técnicas de análisis y metodologías de detección de fallos. Este enfoque integral permite proponer un plan de mejora con el fin de determinar las variables del proceso, las posibles causas de defectos y las deficiencias presentes en la empresa.

Una vez identificadas las causas y estrategias pertinentes, se propone a la empresa una metodología que incluye indicadores y herramientas de control específicos para abordar cada fallo

o deficiencia detectada. El objetivo es que estas medidas se implementen rápidamente tras la conclusión del proyecto.

### **Planteamiento del Problema**

En la industria actual, día a día crece la necesidad del mejoramiento de la calidad de los productos, la optimización de sus procesos, la disminución de los defectos, así como también la competitividad aumenta para las empresas dentro de cada sector debido a que la demanda cada vez es más exigente y más selectiva, basando sus decisiones de compra en la percepción sobre los productos adquiridos y su entorno, suponiendo para las empresas una búsqueda por la mejora continua de los procesos, incluyendo la mayor disminución de costos posible, la disminución de tiempos y movimientos, la mayor eficiencia posible pero teniendo siempre presente la calidad de los productos, es por esto que el interés por la implementación de metodologías de mejora de procesos durante los últimos años ha aumentado, ofreciendo beneficios para aquellas empresas que las aplican como por ejemplo, la adquisición de un elevado nivel de competitividad, el aumento de la satisfacción de los clientes y mayor reconocimiento para permanecer en el mercado.

La metodología Lean Seis Sigma se ha consolidado como una herramienta que se puede utilizar para aplicación en procesos que necesitan estar a la vanguardia o que necesitan mejoras dentro del mismo, basada en el proceso DMAIC el cual se ejecuta paso a paso en un proceso productivo y a la vez que se mantiene la esencia que buscan las empresas, como lo es la mejora continua.

## **Descripción del Problema**

Amoblarte es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de mobiliario para oficina y escolares ubicada en la ciudad de Tunja, creada hace más de 18 años. A lo largo de su existencia, esta empresa ha sido escogida por varias entidades públicas y otras empresas por ofrecer muebles con características y medidas específicas, en tiempos de entrega adecuados, y con la mejor calidad y precio posibles.

En la mayoría de los procesos productivos de las empresas, sobre todo como la empresa en cuestión, en donde se llevan a cabo diferentes actividades y que produce una gran variedad de productos, existen siempre factores como por ejemplo la variabilidad (que es aquella circunstancia en la que alguno de los parámetros o características del producto o del proceso no cumple con los requisitos establecidos), que puede producirse lo suficientemente como para generar defectos o errores.

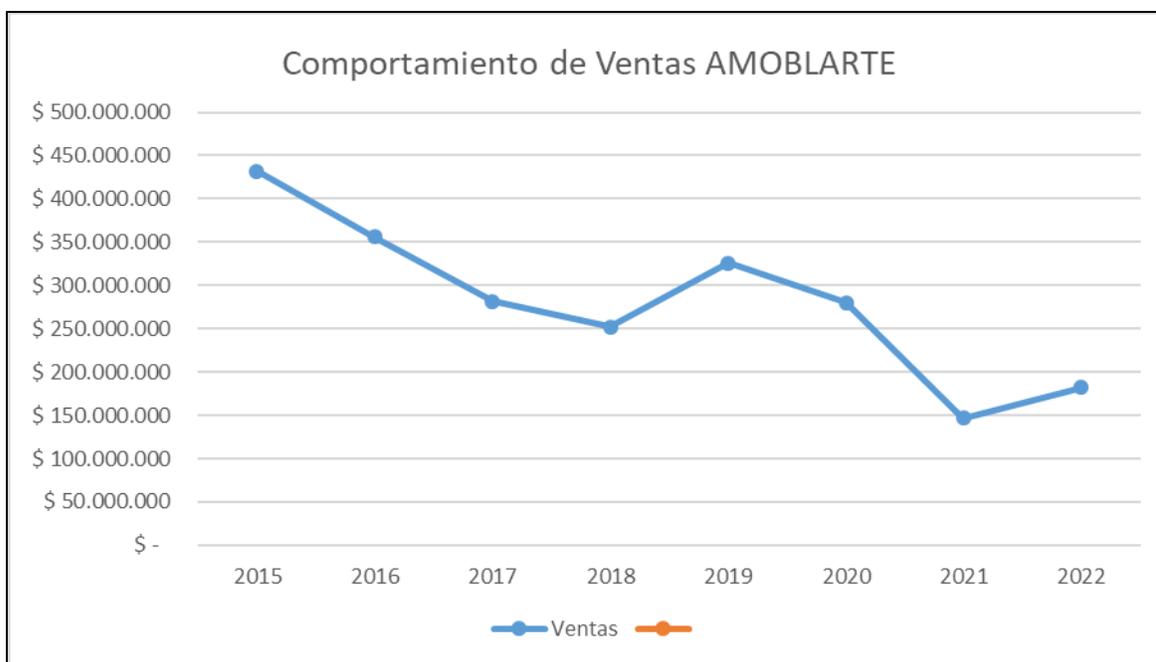
Actualmente en la empresa se han venido presentando algunas problemáticas a nivel general con respecto a su proceso productivo, por ejemplo, defectos en los accesorios o en la parte exterior de algunos productos terminados, demoras en los tiempos de entrega, mala distribución de espacios, y así mismo, la falta de mantenimiento a las máquinas y herramientas, falta de control en la disposición de insumos y materias primas, que retrasan el proceso productivo, entre otras. Estas problemáticas conllevan a otras consecuencias para la empresa como, por ejemplo, pérdidas económicas, pérdidas de tiempo productivo, deterioro de la imagen de la empresa o, algo tan grave como lo es la insatisfacción de los clientes.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta crucial para la empresa explorar la aplicación de metodologías o técnicas que posibiliten una mejora en la productividad y competitividad,

centrándose en la calidad de los productos. Estas herramientas deben propiciar un proceso estable, sin fallos, eficaz y con la mínima incidencia de errores, al mismo tiempo que logran reducir al máximo los costos asociados a la falta de calidad. Esto se traduce en un aumento de la eficiencia tanto de los trabajadores como de todo el proceso en su conjunto.

Por otra parte, según un análisis realizado sobre el comportamiento de las ventas para la empresa durante los años 2015 hasta 2022, se obtuvo como resultado que en el 2015 la empresa alcanzó su pico máximo de total de ventas con un valor de \$432'239.961, sin embargo, durante los siguientes 3 años, es decir desde el 2016 y 2018 hubo un declive en el valor total de ventas del 17,7%, 34,8% y 41,6% respectivamente en comparación con el año 2015., solamente hasta el año 2019 se presentó nuevamente un crecimiento el total de las ventas con respecto al año inmediatamente anterior con un porcentaje del 29,03%. La información anterior se sintetiza a continuación, (Ver Figura 1)

**Figura 1.** *Comportamiento de ventas para la empresa Amoblarte durante los años 2015-2022*



*Nota:* En esta gráfica se representa el análisis del comportamiento de las ventas de la empresa durante los últimos siete años, basado en los registros de ingresos.

En base a lo anterior, se podría afirmar de forma general que la empresa no ha presentado un crecimiento continuo del total de sus ventas durante los últimos 6 años y así mismo presentando una pobre recuperación en sus ingresos totales en el último año, afectando de manera considerable su rentabilidad, y evidenciando así la necesidad de plantear estrategias organizacionales que le ayuden a la empresa a revertir ese patrón de comportamiento de sus ventas, y que podría ser ocasionado por las problemáticas anteriormente mencionadas, aparte del comportamiento del mercado.

### **Formulación de Problema**

¿Mediante qué propuesta de mejoramiento se puede lograr la disminución de defectos en el proceso de producción de la empresa Amoblarte?

## **Justificación**

Mediante el desarrollo de este proyecto se podrá determinar una propuesta de plan de mejoramiento para la empresa Amoblarte basado en el proceso DMAIC de la metodología Seis Sigma, sobre todo enfocada a la mejora del proceso de producción, mediante la cual se busca identificar las problemáticas y las variables críticas que afectan el mismo y que pueden ser debidas a uno o varios elementos involucrados, en base a esto poder determinar unas acciones de corrección y mejora, además de brindar un medio para lograr disminuir la cantidad de reprocesos efectuados, aumentar la calidad de sus productos, aumentar su participación en el mercado, reducir los costos de producción, reducir gastos innecesarios de materia prima, disminución de tiempos de espera, aumentar la satisfacción de sus clientes, entre otros beneficios.

El uso o implementación de la metodología DMAIC para la empresa sirve entonces como una oportunidad que puede marcar una diferencia entre un antes y un después en cuanto al desempeño de la cadena de producción de la empresa, la vida laboral de sus trabajadores, la calidad de los productos, y lo más importante, una mejora de la estabilidad económica para la empresa, así como también, puede ser un pilar para poder afrontar nuevos retos a futuro como Certificaciones de calidad ISO.

En cuanto a cifras se determinarán unos indicadores cuantitativos que permitirán a la empresa medir la mejora en el desempeño y eficiencia de su proceso productivo, así como también su crecimiento organizacional luego de la aplicación de la propuesta de mejora.

Finalmente, teniendo en cuenta que es una empresa que lleva casi dos décadas en el mercado del departamento de Boyacá y que cada día encuentra más competencia en su sector

debido a su cercanía con la capital del país y con las vías principales de acceso, y sus problemáticas, se ve realmente necesaria la implementación de este proyecto.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar una propuesta de plan de mejoramiento basado en la metodología Seis Sigma, enfocada en el aumento de la calidad del proceso de producción de la empresa Amoblarte.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para identificar las características del proceso de producción de la empresa y las variables presentes en el mismo.
- Establecer las variables críticas y las causas de los defectos, para fijar aquellos los focos de mejora mediante el proceso DMAIC.
- Determinar las herramientas de control y seguimiento, junto con la matriz de implementación del Ciclo PHVA que permitan a la empresa seguir y medir los resultados de las estrategias de mejora luego de la aplicación de la propuesta de mejora.

## Marco Referencial

### Antecedentes

Ciertos proyectos ejecutados en años recientes, en relación con la implementación de la metodología Six Sigma y dentro del ámbito de la industria de muebles, sirven como puntos de referencia. Entre ellos, se destacan los siguientes:

En cuanto a **nivel internacional** están:

En la ciudad de Ambato, Ecuador, (Yanzapanta, 2019) desarrolló un proyecto Six Sigma basado en la Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma, en el cual tuvo como objetivo “conocer los niveles de calidad sigma en las distintas áreas de fabricación de carrocerías de la empresa Metálicas Pillapa. La metodología aplicada para la determinación del nivel de calidad sigma se basa en la métrica DPMO, mientras que el análisis de los procesos se establece por la metodología DMAIC”, (Yanzapanta, 2019), y así mismo estableció que “en forma general el riesgo de aparición de defectos perdura al continuar con los mismos métodos de monitoreo en las áreas de armado de estructura y forrado exterior principalmente, y al no contar con planes de control adecuados en cada proceso generando molestias a los operarios”. (Yanzapanta, 2019).

Por otra parte, (Pineda, 2022) en la ciudad de Ibarra, Ecuador, desarrolló un proyecto de mejora del proceso de producción basado en la metodología lean-six sigma, “en la metalmecánica Industrias Metálicas Ibarra - INDUMEI, la cual se dedica a la elaboración de maquinaria industrial, el rectificado de piezas y la elaboración de piezas CNC, tras conocer las problemáticas de la empresa se propone la aplicación de la metodología Lean Six Sigma.” (Pineda, 2022), en el cual “se desarrolla la propuesta de mejora aplicando las dos últimas fases DMAIC, en donde intervienen

herramientas como 5'S, Kanban, TPM y complementándolas con herramientas que permitan un control continuo, asegurando que se dé solución a las problemáticas encontradas en el proceso productivo de rectificado de piezas, para disminuir las acciones que no generan valor.” (Pineda, 2022).

En la ciudad de Chiclayo, Perú, (Fernández & Rimapa, 2018) realizaron su investigación “con el objetivo de mejorar la productividad de la Empresa El Águila S.R.L., para disminuir costos innecesarios y poder aumentar la eficiencia, usando como marco de referencia la metodología de Lean Six Sigma, para el análisis y diagnóstico de los procesos de producción de la empresa, de manera que se pueda determinar cuáles serían las mejor metodología en prácticas para la empresa El Águila S.R.L, con la finalidad de ofrecer las propuestas de mejora y medir el impacto de la aplicación de esta metodología Lean Six Sigma en el control de las operaciones de la producción.”. (Fernández & Rimapa, 2018).

En cuanto a **nivel nacional** están:

En la ciudad de Ibagué, (Sánchez, 2019) “realizó un análisis del producto no conforme como factor de improductividad utilizando el modelo Lean Six Sigma y la herramienta metodológica DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) con la cual se logró diagnosticar el problema y a su vez, diseñar estrategias y acciones de mejora. De acuerdo con lo anterior, se identificó que el estudio desarrollado fue de naturaleza cuantitativa-cualitativa bajo un enfoque deductivo, que permitió identificar y caracterizar la problemática, para dar lugar al diseño de acciones de mejora.”. (Sánchez, 2019).

En la ciudad de Pereira, Risaralda, (Viana & Agudelo, 2019) “en su investigación se evidencia de qué manera se puede implementar la cultura Six Sigma en una compañía, buscando

mejorar sus sistemas de producción y asegurando así mismo la calidad, ya sea del producto o servicio. Conocidos los beneficios de este método basado en el análisis de datos, se propone implementar en la empresa Magnetron S.A.S, una propuesta de mejoramiento, que permita definir y desarrollar una solución que disminuya los altos consumos de soldadura que se presentan en el área de Armado de Tanques de la organización.”, (Viana & Agudelo, 2019), así mismo “logra determinar cuáles son las variables que afectan los consumos de soldadura, esto permite elaborar propuestas de mejora que incide directamente al proceso y finalmente proporcionar herramientas que permiten controlar en todo momento las variables que afectan el consumo”. (Viana & Agudelo, 2019).

En cuanto a **nivel local** se destacan los siguientes:

En la ciudad de Duitama, Boyacá, (Eslava, 2020) en su investigación tuvo el objetivo central de “demostrar la viabilidad de la implementación de la filosofía de calidad lean six sigma en una empresa manufacturera productora de muebles rústicos llamada “RUSTICOS MI VIEJO BAUL” exponiendo los resultados positivos encontrados en el análisis de calidad de la empresa estableciendo las mejoras correctivas y controles preventivos pertinentes para demostrar un aumento en la calidad de los procesos y producto final directamente empleando debidamente las herramientas de calidad, eliminando y/o mitigando al máximo esas fallas y defectos encontrados en los procesos o productos fabricados por la empresa que generan sobrecostos por reproceso, pérdidas de material y pérdidas de tiempo que afectan las utilidades de la empresa y el desarrollo integral de la organización.”. (Eslava, 2020).

En la ciudad de Santa Rosa de Viterbo, Boyacá, (Silva, 2023) desarrolla una “propuesta de mejoramiento del proceso productivo utilizando herramientas de Lean Manufacturing cuyo objetivo primordial fue el incremento de la productividad por medio de optimización de tiempos, recorridos, movimientos.” (Silva, 2023), en donde “el trabajo se desarrolla a través de diferentes etapas, siendo una de ellas la etapa de diagnóstico, donde se diseñan diagramas de flujo, diseño de distribución actual de la Granja Avícola La Vega, ubicada en la vereda Villa Nueva, y también se establece un estudio de tiempos por medio de cursograma con el fin de establecer los tiempos y actividades realizadas. Una vez realizado el diagnóstico se identifica otra etapa, en la cual se encuentran mudas dentro del proceso utilizando herramientas Lean Manufacturing el cual permitirá corregir deficiencias y problemas, el cual se mostrara a través del diseño de una propuesta de implementación de la filosofía Lean Manufacturing”. (Silva, 2023).

Y, por último en la ciudad de Duitama, (Rodríguez, 2022) realizó “una propuesta de redistribución en planta acompañada con herramientas Lean Manufacturing cuyo objetivo es el incremento de la productividad por medio de la optimización de tiempos, recorridos, movimientos y uso de la materia prima. El proyecto comienza a partir de un diagnóstico inicial en donde se identificaron los distintos factores que intervienen en el proceso productivo tales como: maquinaria, personal, materia prima, productos manufacturados y el procedimiento para su fabricación. Luego de la etapa de diagnóstico, es conveniente la elaboración de los diagramas, principalmente el diseño de distribución actual y el diagrama relacional por departamentos, esto con el objetivo de identificar el grado de cercanía necesario entre las áreas de trabajo, posteriormente se estableció un estudio de tiempos por medio de cursogramas con el fin de establecer los tiempos de ciclo y los movimientos realizados. A continuación, se seleccionó una

propuesta mediante un análisis costo-beneficio añadiéndole la metodología 5's para corregir las deficiencias y problemas encontrados a lo largo del estudio.”. (Rodríguez, 2022).

## **Marco Teórico**

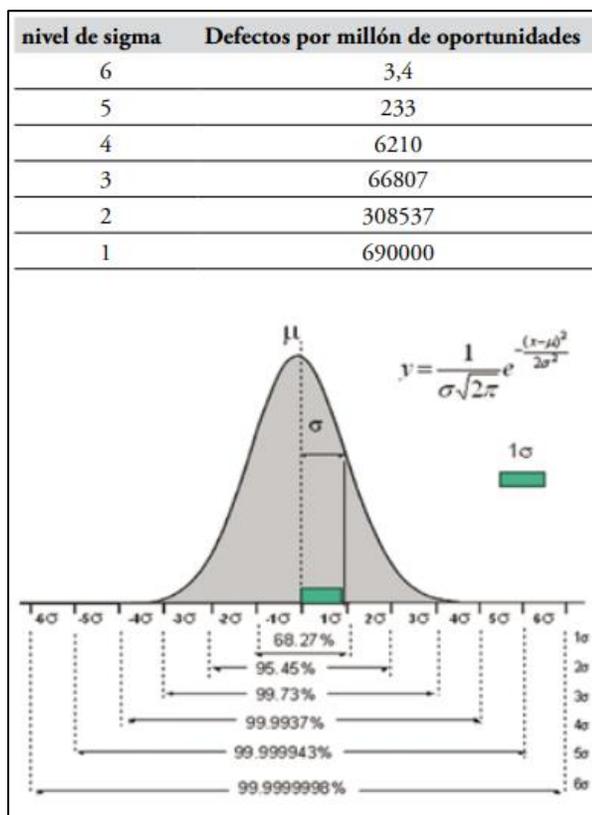
### ***Six Sigma***

“Six Sigma, en español "Seis Sigma", o como la reconoceremos en ocasiones a lo largo del libro, 6Sigma, es un sistema de gestión de procesos orientado a la mejora de la calidad, basado en el uso de la Estadística para medir la capacidad, el rendimiento y el funcionamiento de los procesos, y propone unos objetivos concretos de reducción del número de defectos al intervenir en la reducción de la variabilidad de los procesos. Fue desarrollado por la compañía multinacional de telecomunicaciones Motorola en 1986 y ha evolucionado desde entonces para convertirse en una estrategia de negocio que proporciona importantes beneficios económicos.” (Mayoral & Socuéllamos, 2022)

### ***Niveles Sigma:***

El nivel sigma es un factor que cuantifica la capacidad del mismo para cumplir con los requisitos críticos de los clientes en cuanto a la calidad de los productos. En la figura 4 podemos resumir la relación entre el nivel sigma, el número de defectos permitidos por cada millón de oportunidades y la probabilidad según una distribución normal de la zona comprendida entre la media y  $\pm i$  sigmas, siendo  $i$  el nivel sigma. (Ver **Figura 2.**)

### **Figura 2. Niveles Sigma Lean Six Sigma**



Nota: Adaptado de (Rodríguez Montoya R. Andrés & Barrera, Santiago, 2011)

### ***Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)***

“Es una colección de prácticas de negocio, estrategias y métodos que se enfocan en la eliminación de los desperdicios (o desechos) y la mejora continua dentro de la organización. Lean es equivalente a velocidad, y se aplica tanto a procesos de fabricación como a servicios” (Mayoral & Socuéllamos, 2022).

### **Beneficios del Lean Manufacturing:**

“Algunos de los beneficios que genera la aplicación de la metodología Lean Manufacturing son:

- Reducción hasta de un 50% o más del espacio utilizado para manufactura.
- Mejora de las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.
- Reducción de tiempos de entregas.
- Reducción hasta de un 50% en promedio del tiempo de ciclo de manufactura.
- Reducción de rechazos y desperdicios. Reducción de costos por inventario.
- Menos mano de obra.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Mayor tiempo de vida media de la maquinaria y equipos.
- Sistemas de producción más robustos.
- Reducción de costos del producto en promedio.” (Reyes, 2002).

### ***Lean Six Sigma***

“Lean Seis Sigma es una metodología que maximiza los beneficios de las empresas al conseguir, al ritmo más rápido, la mejora en la satisfacción de los clientes, costes, calidad, velocidad de los procesos y capital invertido. Es precisa la fusión de Lean y Seis Sigma porque por sí solas no pueden provocar estos objetivos: Lean sola no es útil para medir, analizar y controlar un proceso, y Seis Sigma sola no puede mejorar sustancialmente la velocidad de los procesos o reducir el capital invertido” (George, 2002).

## ***Metodología DMAIC***

“Esquema que conforma un proceso estructurado en cinco fases en las que se desarrollan técnicas y herramientas estadísticas que llevan al cumplimiento de los objetivos del proyecto. Sus fases son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar” (Pérez, 2013).

### **Definir**

“En la fase de definición del proyecto, el enfoque está en definir el estado actual al hacer la declaración del problema que especifica qué quiere mejorar el equipo, lo que ilustra la necesidad del proyecto y el beneficio potencial. El tipo de cosas que se determinan en esta fase incluye el Alcance del proyecto, la Carta del Proyecto.” (Beemaraj & Prasath, 2013).

### **Medir**

“Esta fase requiere la traducción del problema identificado en el paso anterior, en una forma medible, estableciendo los críticos de calidad (CTQ) del proceso y la evaluación de la situación actual (Mast & Lokkerbol, 2012). Además, cubre los principios de medición de datos continuos y discretos, es necesario el establecimiento de escalas de medición y una visión general de los principios de la variación.” (Pyzdek, 2003).

### **Analizar**

“En esta etapa es necesaria la identificación de factores de influencia y las causas que determinan el comportamiento de los críticos de calidad (CTQs) (Mast & Lokkerbol, 2012), por medio de esta fase, se logra el establecimiento de una línea base del proceso. En resumen, esta es la forma de determinar, identificar y conocer el proceso, estableciendo los objetivos de mejora.” (Pyzdek, 2003).

## **Mejorar**

“Esta etapa, requiere el diseño e implementación de ajustes en el proceso intervenido, para mejorar el rendimiento de los CTQ’s.” (Mast & Lokkerbol, 2012).

## **Controlar**

“Finalmente, en esta fase se realizan ajustes de la gestión de procesos y sistema de control con el fin de que las mejoras sean sostenibles.” (Mast & Lokkerbol, 2012).

- **SIPOC:**

“El Diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés Supplier - Inputs – Process - Outputs – Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo.” (Asociación Española para la Calidad, 2015).

- **Mapa de procesos:**

“Esta es la representación gráfica del proceso de manera global, ya que además de mostrar el flujo de operaciones, muestra su interrelación con los procesos estratégicos y de apoyo de la empresa. Al dar un enfoque global el mapa de procesos permite comprender la sinergia de la organización y con ello detallar los objetivos y funciones de cada uno de los diferentes procesos.” (Morales Mosquera, F., 2017). (Ver **Figura 3**.)

**Figura 3.** *Cómo hacer un mapa de procesos: La gestión por procesos al detalle.*



*Nota: Adaptado de (Betancourt, Diego, 2017)*

- **Diagrama de Pareto:**

“Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Se utiliza para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.” (Rodríguez Cortes, M. Y., & Rodríguez Rativa, J. A., 2016).

(Ver **Figura 4.**)

**Figura 4.** *El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye.*

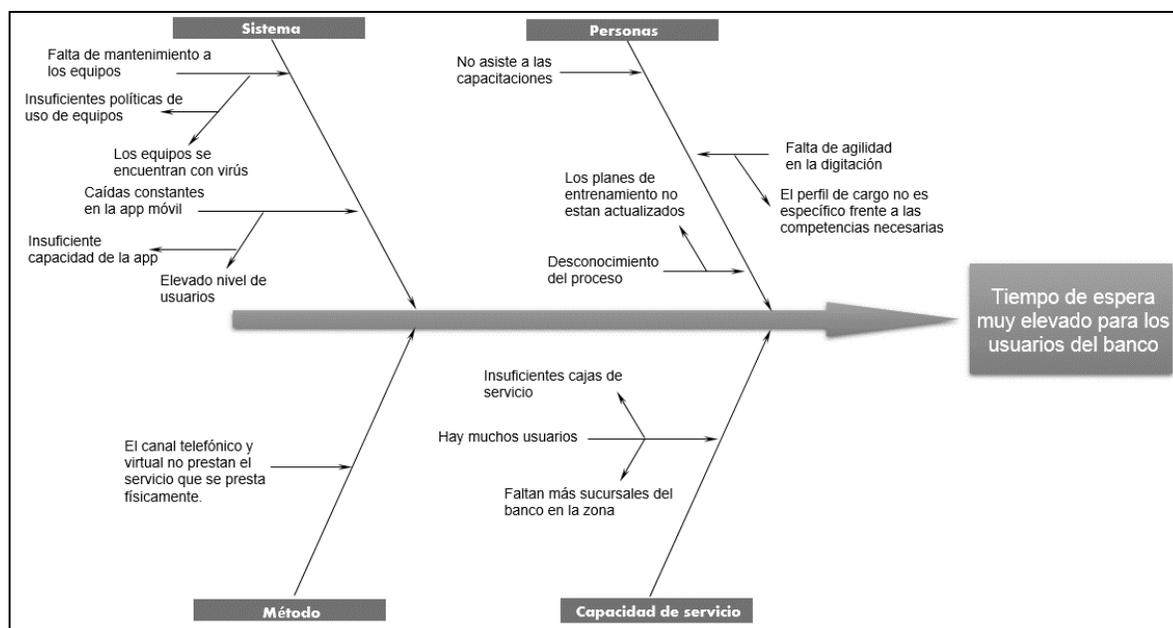


*Nota: Adaptado de (Betancourt, D., 2016)*

- **Diagrama causa y efecto:**

También llamado diagrama de la espina de pescado por la forma característica que tiene. Se utiliza para representar gráficamente, de una forma clara y precisa, qué factores afectan a un problema de calidad. En concreto, se trata de averiguar, a través de un efecto las causas que lo motivan para luego poder tomar acciones correctivas. (Valderrey Sanz, 2011)

**Figura 5.** *Diagrama de Causa y efecto como herramienta de calidad.*



*Nota: Adaptado de (Betancourt, D, 2016).*

- **AMFE**

“El Análisis de Modo de Fallo y Efecto, en su aplicación a la mejora de los procesos, es un método sistemático para identificar las causas de los posibles fallos en el funcionamiento del proceso y para evaluar el riesgo para su resultado (salida).” (Mayoral & Socuéllamos, 2022).

“La metodología AMFE consiste en evaluar el modo en el que falla un sistema o componente del producto con la finalidad de clasificar su importancia, el efecto y la probabilidad de que se produzca el fallo. Gracias a esta información, que se recopila en una hoja de trabajo, los equipos de diseño pueden realizar las modificaciones necesarias y tomar las mejores decisiones en cada parte del diseño estratégico y prototipado.” (Infinitia, 2023).

“Hay que señalar que el análisis modal de fallos y efectos se basa en un principio escalonado de fases, puesto que cada paso se basa en el anterior a medida que se lleva a cabo el proceso analítico. Estas son las 7 etapas que se utilizan para realizar un análisis modal:

- Reunir el equipo de análisis modal y revisar el proceso en busca de posibles fallos.
- Determinar la clasificación de la gravedad de cada fallo.
- Determinar el rango de ocurrencia de cada fallo.
- Determinar la clasificación de detección de cada fallo.
- Asignar un número de prioridad de riesgo (NPR) y priorizar las acciones.
- Tomar medidas y revisar el proceso.
- Volver a clasificar el número de prioridad de riesgo.” (Infinitia, 2023).

- **Ciclo PHVA:**

“El ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) es una estrategia interactiva de resolución de problemas para mejorar procesos e implementar cambios. El ciclo PHVA es un método de mejoras continuas. No es un proceso que se ejecuta una sola vez, sino un espiral continuo que busca mejorar los procesos e iteraciones. Al seguir el ciclo PHVA, los equipos desarrollan hipótesis, ponen a prueba las ideas y las mejoran.” (Martins, 2022).

1. **“Planificar:** El primer paso para cualquier mejora de procesos o planificación de proyectos es determinar qué necesitas hacer.” (Martins, 2022).
2. **“Hacer:** El próximo paso es implementar el plan de proyecto en una escala pequeña para asegurarte de que funcione correctamente. Al igual que muchos tipos de gestión de proyectos Lean, el PHVA adopta cambios pequeños y graduales.” (Martins, 2022).

3. **“Verificar:** Se determina que en la prueba que se realizó durante la fase de ‘Hacer’ del ciclo PHVA todo haya ido acorde al plan. Es muy probable que se vaya a identificar cuestiones que debe mejorar en la fase de ‘Hacer’. Es clave para detectar pequeños problemas antes de que se vuelvan demasiado grandes.” (Martins, 2022).
4. **“Actuar:** Consiste en implementar todas las mejoras del proyecto y los procesos. No olvides que PHVA es un ciclo y, si lo necesitas, puedes volver a la etapa de ‘Planificar’ para mejorar constantemente tu proyecto o proceso.” (Martins, 2022).

## **Marco Conceptual**

### *Conceptos*

- **Variación:**

La variación es un factor de Six Sigma que mide el grado en el cual, cualquier proceso de la empresa se desvía de su objetivo. La desviación estándar o Sigma ( $\sigma$ ) es una medición de la variación. Según Lefcovich (2009), “es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, es decir que cuanto menor sea el valor de sigma, menor será el número de defectos.”.

- **Defecto:**

“Un defecto se define como todo aquello que no cumple con los requisitos CTQ de los clientes. El número de defectos está directamente asociado con la variabilidad de un proceso, de modo que al reducir la variabilidad, se reducen drásticamente los defectos.” (Mayoral & Socuéllamos, 2022).

- **Defectos por unidad (DPU):**

Esta métrica es conocida por reflejar la proporción de defectos por unidad (DPU) en el proceso, es el número de defectos en una muestra dividido entre el número de unidades incluidas en la muestra.

- **Defectos por oportunidad (DPO):**

Esta medida es reconocida por representar el porcentaje de defectos por oportunidad (DPO) en el proceso, calculando los defectos en una muestra y dividiéndolos entre el total de oportunidades de defectos.

- **Defectos por millón de oportunidades (DPMO):**

Esta métrica se reconoce por representar la cantidad de defectos por cada millón de oportunidades en el proceso. Su cálculo implica dividir el número total de defectos descubiertos en un proceso entre el número total de oportunidades de defectos, y luego multiplicar el resultado por un millón.

$(1,000,000 \times \text{cantidad de defectos}) / (\text{cantidad de unidades} \times \text{cantidad de oportunidades por unidad})$ .

- **Cadena de valor:**

“Es el conjunto de actividades que convierten las necesidades del cliente en productos y servicios. Mejorar una cadena de valor completa requiere de múltiples proyectos.” (Mayoral & Socuéllamos, 2022).

- **Desperdicio:**

“Todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar.”  
(Villaseñor Contreras & Galindo Cota, Manual de Lean Manufacturing. Guía básica, 2007).

- **Mantenimiento Preventivo:**

El mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento planificado que implica la realización de tareas y revisiones periódicas en equipos o sistemas antes de que se presenten problemas, con el objetivo de prevenir fallos y garantizar su correcto funcionamiento.

- **Mantenimiento Correctivo:**

El mantenimiento correctivo se refiere a las acciones realizadas para reparar un sistema, equipo o instalación después de que ha ocurrido un fallo o avería. Su propósito es restaurar el funcionamiento normal después de un problema o avería no planificada.

- **Calidad:**

“Es el grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) que cumple con los requisitos.”  
(Mayoral & Socuéllamos, 2022).

## **Marco Legal**

En la siguiente tabla se relaciona la normatividad relacionada a la industria del mueble en Colombia que a su vez se relaciona con la actividad principal de la empresa en cuestión.

### **Tabla 1.** *Marco legal*

Item	Normativa	Fuente
1° de la Ley 99 de 1993	Se especifica, entre otras cosas, que la responsabilidad de proteger, conservar y restaurar el medio ambiente recae en las autoridades ambientales. Sin embargo, los individuos también deben aplicar el principio de precaución, el cual establece que, ante la posibilidad de un daño grave e irreversible, deben tomar medidas precautorias.	Sistema Legislativo Normativo Colombiano
Numeral 14 del Artículo 31 de la Ley 99 de 1993	Dentro de las responsabilidades asignadas a las Corporaciones Autónomas Regionales, se incluye la supervisión de la movilización, procesamiento y comercialización de los recursos naturales renovables. Esta labor se lleva a cabo en colaboración con otras Corporaciones Autónomas Regionales, entidades territoriales y autoridades policiales, de acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias. Asimismo, tienen la facultad de emitir permisos, licencias y salvoconductos para la movilización de dichos recursos naturales renovables.	Sistema Legislativo Normativo Colombiano

Ley 55 de 1993	Garantizando la Seguridad en el Manejo de Sustancias Químicas en el Entorno Laboral, el término 'utilización' abarca todas las actividades laborales que podrían exponer a un empleado a ciertos materiales o combinaciones de productos químicos. Esto incluye la producción, manipulación, almacenamiento, transporte, eliminación y tratamiento de desechos, emisión de contaminantes, mantenimiento, reparación y limpieza de equipos y recipientes utilizados.	Sistema Legislativo Normativo Colombiano
Resolución 1023 de 2010	En colaboración entre el Gobierno, empresas privadas, la comunidad y organizaciones no gubernamentales, se establece la adopción del protocolo destinado al monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre el Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR) en el sector manufacturero, junto con la promulgación de otras disposiciones relevantes.	Sistema Legislativo Normativo Colombiano

*Nota: Elaboración propia.*

## **Diseño Metodológico**

### **Tipo de investigación**

Esta investigación se enmarca dentro de la categoría descriptiva, ya que busca presentar una propuesta de implementación del modelo Six Sigma con el objetivo de optimizar el proceso productivo y reducir los costos de producción.

### **Enfoque de Investigación**

#### **Enfoque de tipo mixto.**

“La investigación mixta combina elementos de investigación cualitativa y cuantitativa con el fin de responder a una cuestión o hipótesis. La combinación de ambas metodologías ayuda a obtener una imagen más completa, ya que integra los beneficios de los dos métodos: proporciona un enfoque holístico que combina y analiza los datos estadísticos con conocimientos contextualizados de mayor profundidad, así como permite verificar los resultados obtenidos de varias fuentes.” (Santander, 2021).

### **Fuentes de información**

#### ***Fuentes Primarias:***

- **Tesis:**

Mediante la investigación de trabajos de otros autores, se podrá recopilar información adicional como guía para el desarrollo del presente proyecto, tanto a nivel local como internacional.

- **Documentos internos de la empresa:**

Por medio de la información obtenida directamente de la empresa, como datos económicos,

datos de funcionamiento interno entre otros, que fueron importantes para el correcto desarrollo del proyecto.

- **Información directa de operarios y demás personal de producción:**

La información relacionada con el desarrollo del proceso productivo obtenida directamente de los colaboradores de la empresa resulta muy valiosa para contrastar mejor el proyecto con la situación actual.

***Fuentes Secundarias:***

- **Libros:**

Con la ayuda de la información obtenida de la investigación de libros se podrá tener mayor conocimiento sobre la temática del proyecto, y cada uno de los pasos a tratar en especial en el método DMAIC.

- **Artículos:**

Por medio de la investigación de diferentes artículos se obtiene suficiente información adicional sobre el marco teórico relacionado con la temática del proyecto.

**Recolección de Datos**

Mediante la técnica de observación se recopila la mayor cantidad de información acerca de cada uno de los procesos que se desarrollan dentro de la empresa en el área de producción, el desempeño de los trabajadores en cada uno de sus puestos, las formas de trabajo o técnicas utilizadas para la elaboración de los muebles, y la cantidad de defectos que se presenten en los productos, para poder determinar una caracterización del proceso en general e identificar cuáles son aquellos factores que influyen, en qué medida afectan para que se produzcan estos defectos o errores.

En lo que respecta a la recopilación de datos cuantitativos, se lleva a cabo la revisión de los documentos físicos relevantes de la empresa, tales como registros de ingresos, costos, gastos, y análisis de la situación financiera, que incluye estados financieros y facturas de venta, entre otros. Estos documentos proporcionan información precisa sobre el desempeño financiero de la empresa, permitiendo así obtener una perspectiva más completa al momento de identificar estrategias de mejora, así como indicadores para el control y seguimiento.

**Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para identificar las características del proceso de producción de la empresa y las variables presentes en el mismo.**

***Identificación de la empresa:***

Amoblarte es una PYME dedicada a la fabricación y comercialización de Muebles principalmente para oficina y escolares, creada en el año 2000 y actualmente ubicada en la ciudad de Tunja, Boyacá; fundada por la iniciativa de incursionar en el mercado de fabricación de muebles basada en experiencias previas y sobre todo para ofrecer productos de buena calidad a precios razonables aún con una manufactura limitada.

El logotipo actual de la empresa representado en la figura 6, es el siguiente:|

**Figura 6.** *Logotipo Amoblarte*



*Nota: Logotipo presentado por la empresa desde el año 2015*

- **Misión**

Ser una empresa de mejoramiento continuo en procesos, recursos humanos, y satisfacción al cliente, logrando posicionar nuestros productos a nivel departamental y nacional.

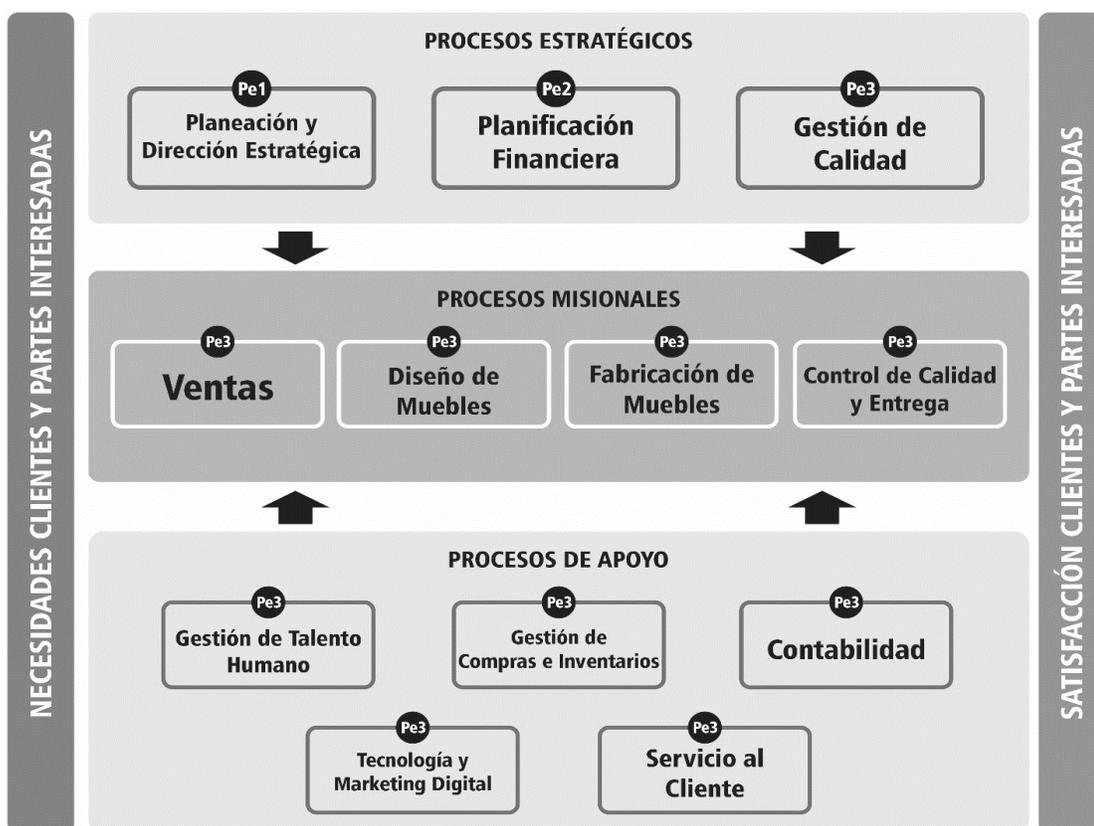
- **Visión**

Trabajamos para ofrecer al mercado productos de calidad y un permanente desarrollo empresarial, logrando satisfacer las necesidades de nuestros clientes con muebles modernos, durables y útiles para los espacios actuales.

### ***Mapa de procesos***

A modo de tener una idea más clara sobre los procesos que componen la empresa Amoblarte, se definió la siguiente figura 7, en donde se representan las actividades que se realizan y su relación dentro de la empresa de una forma general.

**Figura 7.** *Mapa de Procesos Amoblarte*

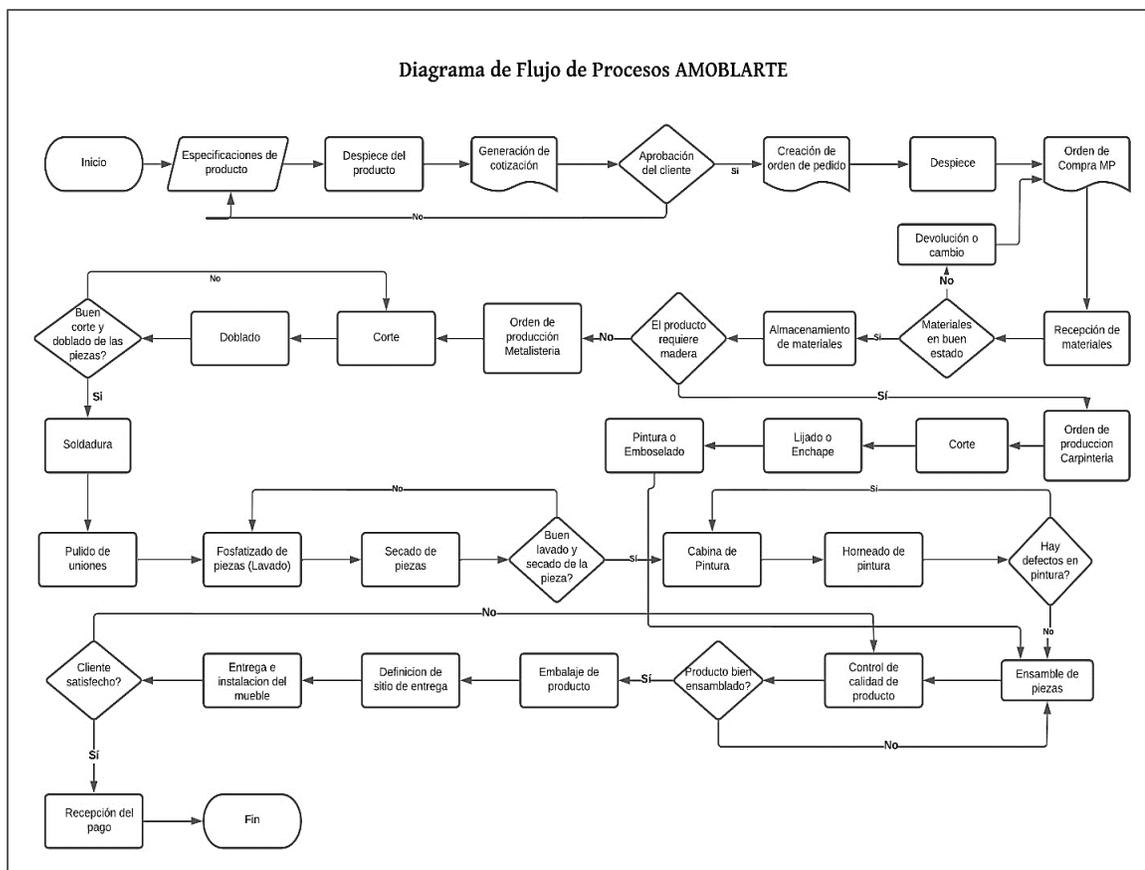


*Nota: Elaboración propia*

### *Flujo de procesos*

Asimismo, con el fin de explorar con mayor detalle el análisis, en la Figura 8 se ilustra el diagrama de flujo que refleja el proceso de producción de la empresa Amoblarte. En este diagrama, se detallan las actividades realizadas durante la fabricación de sus productos.

**Figura 8.** *Diagrama de flujo de procesos Amoblarte*

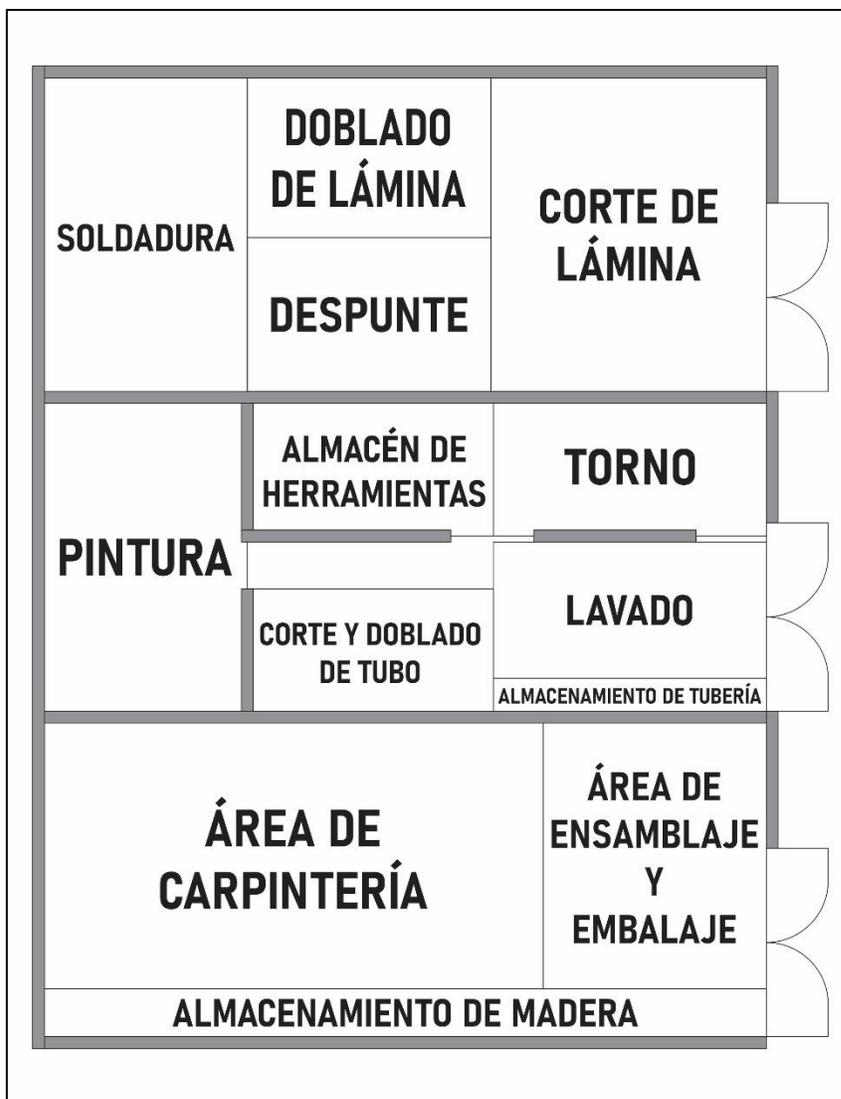


*Nota: Figura diseñada en base a los procesos encontrados.*

- **Distribución física de planta:**

En la siguiente ilustración se representa de forma general el layout o la distribución física de la planta de producción de la empresa, mostrando las diferentes áreas de proceso y zonas de almacenaje. Ver **Figura 9**.

**Figura 9.** Distribución física de planta de producción Amoblarte.



*Nota: Elaboración propia.*

- **Caracterización de Procesos**

Para la caracterización de los procesos de la empresa, se realizará una identificación de las variables que intervienen en cada uno de estos, como lo son: Proveedores, Entradas, Actividades, Salidas y Clientes. El objetivo de esta identificación es poder comprender de una mejor forma el funcionamiento de cada uno de estos procesos, así como también los requisitos y las expectativas

de los consumidores finales o clientes. La representación se hará mediante el diagrama SIPOC, como se evidencia de la siguiente forma: Ver **Tabla 2**.

**Tabla 2.** *Diagrama SIPOC Proceso*

SIPOC Proceso de Fabricación (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)					
Proveedor	Entradas	Procesos	Salidas	Cliente	CTS
Proveedores de Madera	Tubería	Almacenamiento de Materiales	Escritorio	Cliente final al detal	Cumplimiento de especificaciones técnicas (CTQ's)
Proveedores de Laminas y Tubería	Laminas CR	Despiece	Cajonera	Empresas publicas o privadas	
Proveedores de insumos de	Soldadura	Corte	Archivador		Cumplimiento en los tiempos de entrega (CTD's)
Proveedores de Pintura para	Gas para soldadura(Argón)	Doblado	Estante		
Proveedores de insumos para	Pintura Electrostática	Soldadura	Pupitre		Cumplimiento de
Proveedores de insumos químicos	Fosfato	Lavado	Mesa de juntas		
Proveedores de accesorios	Tornillos	Pintura	Tablero		Satisfaccion del cliente (CTS's)
Proveedores de Heramientas	Correderas y herrajes	Ensamblaje	Recepción		
Proveedores de respuestos	Remaches	Embalaje	División		
Proveedores de insumos de	Maderas	Lijado	Gabinete		
Proveedores de productos	Formicas y Cantos	Enchapado	Vitrina		
	Pegantes	Lacado	Sillas		
	Tuercas		Tandem		
	Puntillas		Armario		
	Vinilos		Biblioteca		
	Sellador y Catalizador		Ventanas		
	Lacas y Tintes		Repisas		
	Lijas				
	Thinner y Varsol				
	Vinipel				

*Nota: Tabla de matriz SIPOC para identificar Salidas y CTQ's del proceso.*

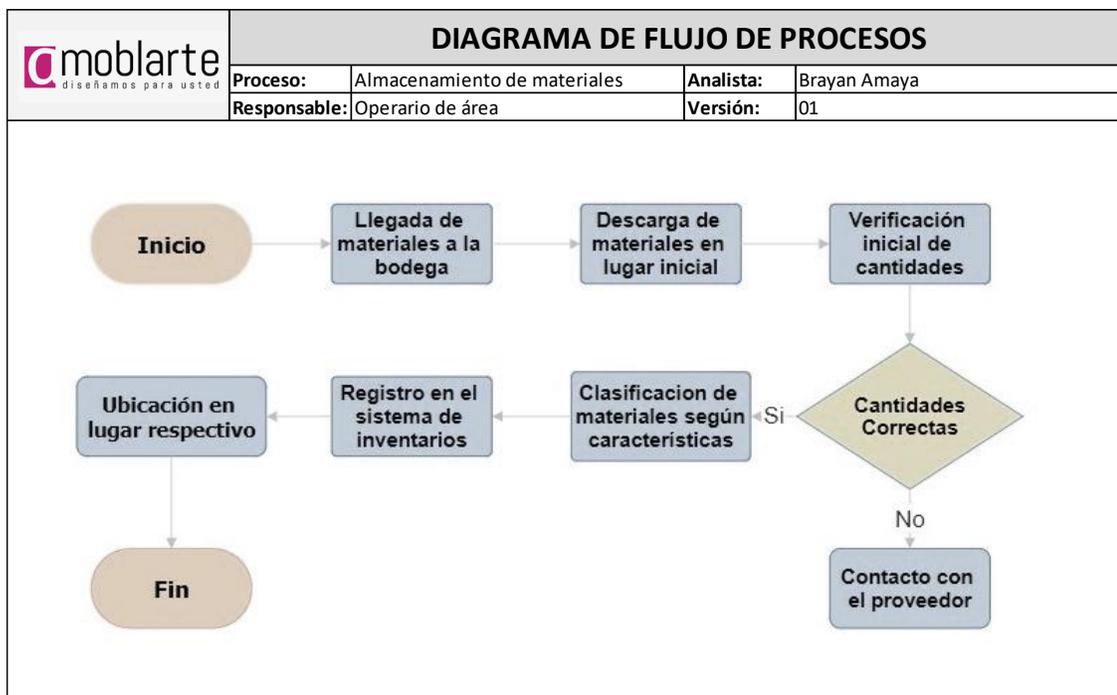
***Descripción de los procesos productivos:***

En el desarrollo de las operaciones productivas de la empresa Amoblarte, se llevan a cabo diversas actividades que abarcan desde el almacenamiento de materiales o materias primas hasta la entrega final del producto acabado. El propósito de identificar estas actividades es obtener una comprensión más integral del proceso de producción, permitiendo así una visión más clara de las entradas, variables, posibles defectos y resultados asociados a cada una. Para profundizar en el entendimiento del proceso, se ha creado un diagrama de flujo que visualiza de manera gráfica la secuencia de pasos estructurados que se realizan en cada una de estas etapas. (Para visualizar estos diagramas se debe dirigir al apartado de anexos).

- **Almacenamiento de materiales:**

Este proceso se lleva a cabo en primera instancia, en donde se registran y se ubican cada uno de los distintos materiales que ingresan a la bodega y que van a ser utilizados para cada uno de los pedidos planificados, dentro de estos materiales se pueden encontrar desde tubería metálica, láminas de acero, láminas de madera, pegantes y pinturas, hasta accesorios como manijas, correderas, tapones, etc. En la **Figura 10** se puede encontrar el diagrama de flujo realizado para este proceso, así mismo en la **Figura 11** se encuentra un ejemplo del Almacenamiento de Láminas de madera en el área de Carpintería.

**Figura 10.** Diagrama de flujo del proceso de almacenamiento de materiales



*Nota:* Elaboración propia

**Figura 11.** Almacenamiento de Láminas de Madera



*Nota:* Imagen del lugar donde se lleva a cabo el almacenamiento de materia prima de carpintería

**Figura 12.** Almacenamiento de Tubería en estante



*Nota:* Imagen del lugar donde se lleva a cabo el almacenamiento de la tubería.

- **Proceso de Corte:**

En este proceso, se realizan los cortes de los diferentes materiales para obtener piezas según las medidas y el tipo de material, especificadas en el despiece para elaboración de producto, se puede utilizar la sierra de banda (Ver Figura 14), la cizalla para metal (Ver Figura 13), o sierra sinfín de acuerdo al material. Para conocer un poco más detallado el funcionamiento de este proceso, se puede encontrar el diagrama de flujo de este proceso en el **Anexo A**.

**Figura 13.** *Cizalla o cortado de lámina metálica.*



*Nota: Imagen de maquinaria utilizada para corte en el área de metalistería.*

**Figura 14.** *Sierra de banda*



*Nota: Imagen de maquinaria utilizada para el corte de tubería metálica.*

- **Proceso de Doblado:**

Para este proceso se utilizan aquellas piezas que requieren dobleces para facilitar la soldadura, o dobleces para crear la estructura de algún mueble, se realiza según especificaciones del producto y se utiliza la dobladora manual para láminas (Ver Figura 15) o la dobladora de tubos. Para conocer un poco más detallado el funcionamiento de este proceso, se puede encontrar el diagrama de flujo de este proceso en el **Anexo B**.

**Figura 15.** *Dobladora manual*



*Nota: Imagen de maquinaria utilizada para elaborar dobleces en el área de metalistería.*

- **Proceso de Soldadura:**

Este proceso aplica solo para metales. A este proceso llegan la mayoría de piezas, debido a que prácticamente todos los productos juntan varias piezas para formar su estructura, y a su vez esta estructura debe ser sólida, esto se consigue con la soldadura, en este caso se utiliza el equipo de soldadura tipo MIG, y se obtienen productos en proceso con estructura definida y preparados para pasar al Área de lavado. En la Figura 16 se puede ver la distribución de espacio y maquinas en el Área de Soldadura, así mismo, el diagrama de flujo de este proceso se puede encontrar en el **Anexo C**.

**Figura 16.** *Área de soldadura*



*Nota: Imagen de lugar y equipo utilizado para soldadura en el área de metalistería.*

**Figura 17.** *Producto en proceso recién soldado*



Nota: En esta figura se puede observar una estructura de mueble tipo archivador recién soldado y preparado para pasar a la siguiente etapa.

- **Proceso de Lavado**

En este proceso se utiliza un líquido químico llamado solución fosfatizante, el cual se aplica directamente sobre las estructuras listas, y su función principal es eliminar los residuos de grasa o aceites propios de los metales, así como también, dejar la superficie lista para una buena adherencia de la pintura. De este proceso salen las estructuras metálicas listas para pasar al Área de pintura. Para conocer un poco más detallado el funcionamiento de este proceso, se puede encontrar el diagrama de flujo de este proceso en el **Anexo D**.

- **Proceso de Pintura:**

Este proceso se lleva a cabo después de verificar un lavado correcto de las piezas o estructuras, aquellas que son aceptadas se ubican en el Área de pintura sea con ganchos o en el suelo, y mediante la utilización de pintura electrostática aplicada con una pistola de aire, se procede a rociar la pintura de forma uniforme por toda la estructura, para posteriormente pasar a ser colocadas en el horno para un correcto secado y curado de la pintura durante un tiempo de una hora aproximadamente. En la **Figura 18** se puede observar la adecuación del espacio donde se lleva a cabo el proceso de pintura, así mismo para conocer un poco más detallado el funcionamiento de este proceso, se puede encontrar el diagrama de flujo en el **Anexo E**.

**Figura 18.** *Área de Pintura*



*Nota: Imagen del lugar donde se lleva a cabo el proceso de pintura y horneado de los productos en proceso.*

**Figura 19.** Horno industrial



Nota: Elaboración propia

- **Proceso de Ensamblaje**

En este proceso se utilizan las piezas y estructuras pintadas luego de pasar por una verificación de defectos en pintura, aquellas que son aceptadas pasan a otra bodega al Área de ensamblaje en donde se utilizan tornillos, remaches, accesorios, y herramientas necesarias para obtener el producto terminado, incluyendo partes de madera y complementos. Para conocer un poco más detallado el funcionamiento de este proceso, podemos encontrar el diagrama de flujo de este proceso en el **Anexo F**.

- **Área de Carpintería**

Dentro de esta área (Ver **Figura 20**) se engloban todas las actividades relacionadas con la madera y su transformación para aquellos productos que contengan parte o sean en su totalidad en madera. Para esta área se utilizan láminas de madera de diferente tipo de naturaleza, grosor o acabado, y dentro de las actividades se pueden encontrar:

- Corte.
- Lijado.
- Enchapado o Encantonado.
- Pintura y Lacado.
- Unión o pegado de piezas.

Para conocer un poco más detallado el funcionamiento de este proceso, se puede encontrar el diagrama de flujo de este proceso en el **Anexo G**.

**Figura 20.** *Área de Carpintería Amoblarte*



*Nota: Imagen del lugar donde se lleva a cabo los diferentes procesos de carpintería*

- **Proceso de Control de Calidad:**

Este proceso se realiza a continuación de la parte de fabricación en donde el producto ya tiene el acabado final, por ende, se realiza un proceso de control o verificación para determinar si los productos presentan algún defecto o pueden ser embalados para su entrega. Este es uno de los procesos más importantes en relación al proyecto, debido a que este es el que nos permitirá encontrar esas características que se pretenden eliminar y las mejoras serán evidenciadas en este parte del proceso productivo.

Dentro de este proceso se desprenden las siguientes actividades:

- Control y verificación de acabados

- Control y verificación de accesorios
- Embalaje de productos

### **Identificación de los defectos en los procesos productivos**

Para esta etapa se identifica cada uno de los posibles defectos que se pueden producir en cada uno de las actividades de los procesos de producción, mediante tablas de relación, y en base a estos poder identificar aquellos defectos que se producen con más frecuencia a nivel general del proceso de producción mediante datos históricos del último año y analizarlos bajo diagramas de Pareto, y por último mediante Diagramas de Causa-Efecto, poder identificar sus posibles causas o focos de mejora.

### **Fase Definir**

#### *Variables críticas por proceso (CTP's):*

En la siguiente gráfica se relaciona cada una de las CTP's (variables críticas del proceso) las cuales son aquellos parámetros que pueden afectar significativamente la capacidad de cumplir cualquier otra de los críticos.

**Tabla 3.** *Variables críticas de proceso, para cada uno de los procesos de la empresa Amoblarte.*

<b>PROCESO</b>	<b>TIPO DE DEFECTO</b>
<b>CORTE</b>	Calidad de piezas cortadas
	Mal doblado de las piezas
	Experiencia del operario de doblado
	Mantenimiento de máquinas de doblado
	Condiciones del puesto de trabajo
	Fallas en la maquinaria

	Uso inadecuado de elementos de protección personal
<b>DOBLADO</b>	Calidad de piezas cortadas
	Mal doblado de las piezas
	Experiencia del operario de doblado
	Mantenimiento de máquinas de doblado
	Condiciones del puesto de trabajo
	Fallas en la maquinaria
	Uso inadecuado de elementos de protección personal
<b>SOLDADURA</b>	Calidad de piezas para soldar
	Mala soldadura de las piezas
	Experiencia del operario de soldadura
	Mantenimiento de equipos de soldadura
	Condiciones del puesto de trabajo
	Fallas en el equipo de soldadura
	Uso inadecuado de elementos de protección personal
	Calidad de insumos para soldadura
	Calidad de herramientas para soldadura
	Fallas en la energía eléctrica
<b>LAVADO</b>	Calidad de piezas para lavar
	Mala lavado de las piezas
	Experiencia del operario de Lavado
	Calidad de insumos para lavado
	Condiciones del puesto de trabajo
	Uso inadecuado de elementos de protección personal
	Demoras en el proceso de Lavado
<b>PINTURA</b>	Calidad de piezas para pintura
	Mala lavado de las piezas
	Experiencia del operario de Pintura
	Calidad de insumos para pintura
	Condiciones del puesto de trabajo
	Uso inadecuado de elementos de protección personal
	Calidad de equipos para pintura

	Mantenimiento de equipo de pintura
	Estandarización del proceso de pintura
	Cantidad de pintura preparada
	Humedad del área de pintura
	Condiciones del Horno
	Tiempo de horneado
<b>CARPINTERÍA</b>	Calidad de la madera
	Corte inadecuado de las piezas
	Mal pegado de enchape
	Experiencia del operario de carpintería
	Calidad de insumos de carpintería
	Calidad de materiales de enchape
	Condiciones del puesto de trabajo
	Uso inadecuado de elementos de protección personal
	Calidad de herramientas de corte
	Calidad de herramientas de pintura
	Mantenimiento de maquinaria de corte
	Estandarización del proceso de enchape
	Calidad de herramientas de carpintería
	Estandarización del proceso de corte
	Estandarización del proceso de lijado
	Estandarización del proceso de pintura y lacado
	Cantidad de pintura y laca preparada
	Humedad del área de carpintería

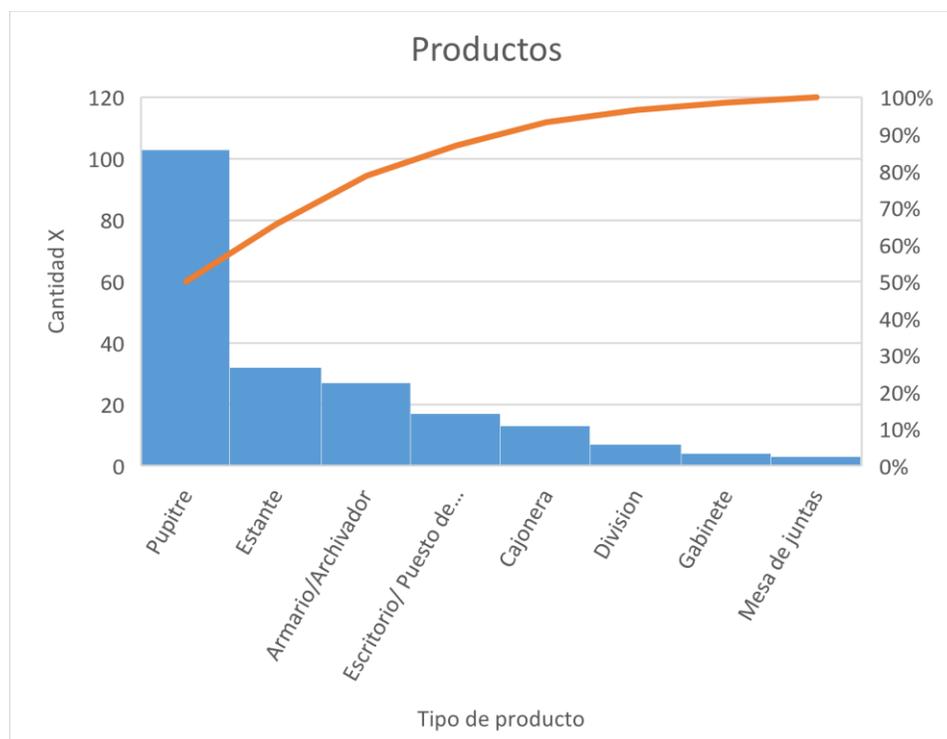
*Nota: Elaboración propia.*

### **Diagrama de Pareto de productos:**

A continuación, se presenta un gráfico que ilustra la información analizada acerca de ciertos productos clave fabricados. Según la frecuencia de defectos observada en los casos de calidad, identificamos los productos que exhiben la mayor cantidad de defectos durante el año 2022. (Ver **Figura 21**).

Es importante aclarar que se toma la siguiente información solamente en base al último año debido a que la información encontrada sobre este es la más reciente obtenida sobre el funcionamiento real del proceso y así mismo por cuestiones internas de la empresa es la más completa.

**Figura 21.** Diagrama de Pareto productos con mayor cantidad de defectos presentados año 2022



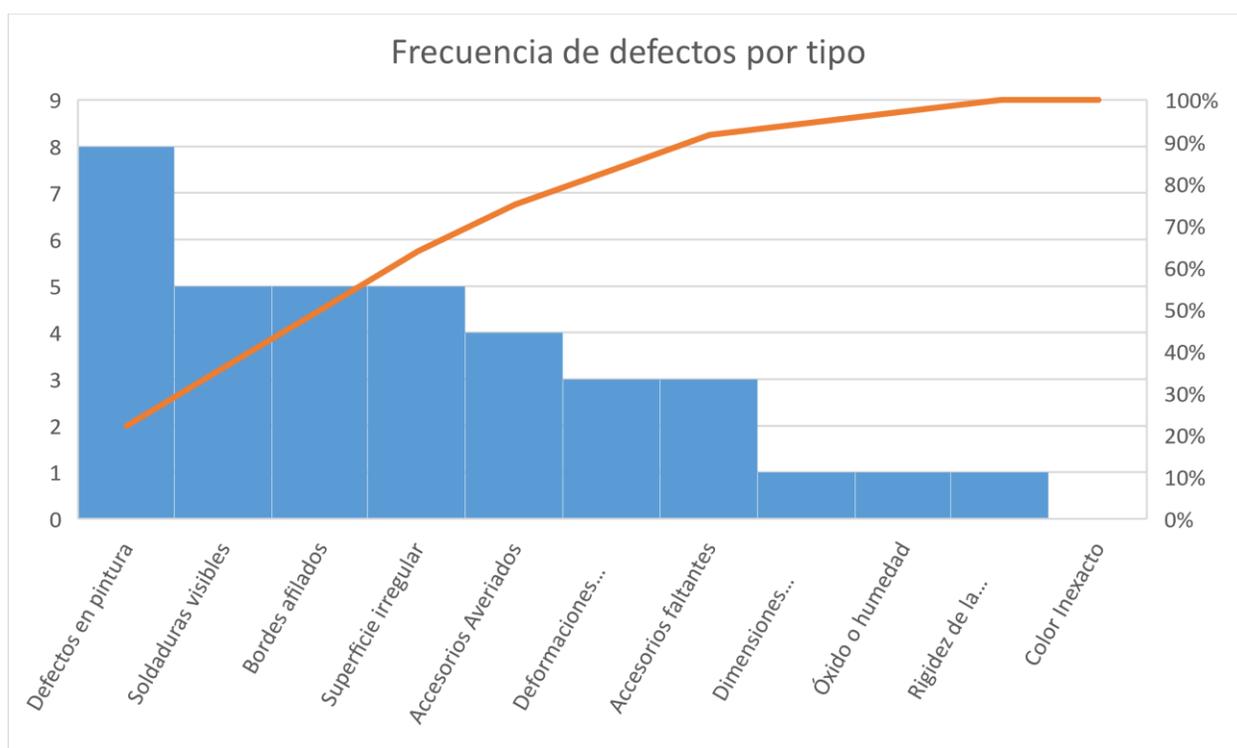
*Nota: Elaboración propia.*

De la Figura 21, se puede deducir que los principales defectos encontrados en los productos graficados se concentran en el tipo de producto Pupitre, Estante y Armario/Archivador, con un porcentaje de cerca del 71.4%, por lo que se pudo tomar como un porcentaje significativo y se tomó la decisión de basar la investigación sobre esos tres ítems. A continuación, se realizó un análisis para determinar de una forma más específica que tipos de defectos de presentan con mayor frecuencia en estos tres tipos de productos.

### ***Diagrama de Pareto por defectos:***

En el siguiente diagrama (Ver Figura 22) se graficó de una forma más específica aquellos tipos de defectos que se encontraron con mayor frecuencia sobre los tres tipos de productos antes mencionados, con el fin de determinar cuáles son los principales defectos presentes.

**Figura 22.** *Diagrama de Pareto basado en defectos encontrados año 2022*



*Nota: Elaboración propia.*

**Figura 23.** *Defectos en el acabado de pintura (Grumos y Goteos).*



*Nota: Elaboración propia.*

**Figura 24.** *Desperdicio de Lámina por mal estado y sobrante corte*



*Nota: Elaboración propia*

### ***Variables críticas de calidad (CTQ's):***

Dentro de todo el proceso productivo se pueden identificar las variables críticas de calidad, esto puede ser mediante la aplicación del VOC (voz del cliente) donde por medio de encuestas directas o quejas recibidas, se determinan esos factores que busca el cliente, también por medio del diagrama de flujo o del diagrama SIPOC como en este caso. Estas CTQ's (variables críticas de calidad) son factores importantes para evaluar la relación calidad/expectativa del cliente, son aquellas características o elementos que satisfacen un requerimiento clave para el cliente en cuanto al producto final.

**Tabla 4.** *Tabla de CTQ's de la empresa Amoblarte.*

CTQ's
1. Cumplimiento del tiempo de entrega
2. Atención al cliente
3. Composición y durabilidad del mueble
4. Condición externa impecable
5. Dimensiones precisas del mueble

*Nota: Elaboración propia.*

## **Fase Medir**

### ***Capacidad del proceso***

En base al número total de pedidos realizados durante el año (unidades), la cantidad total de defectos encontrados (defectos) y los tipos de defectos que se pueden producir en el proceso productivo (oportunidades) (esta información se puede evidenciar en la Tabla del **Anexo H**, para el año 2022), y con esta información se pueden analizar los principales índices de capacidad

también con el fin de determinar el nivel sigma del proceso, todo esto mediante el procedimiento presentado a continuación y siguiente la tabla de evaluación del nivel sigma (Ver **Figura 25**):

Es importante aclarar que se toma la siguiente información solamente en base al último año debido a que la información encontrada sobre este es aquella que cumple con la estimación de la distribución de la característica estudiada (en este caso el número de defectos en el año), y así mismo, se puede determinar que el proceso está bajo control.

**Figura 25.** *Tabla de resumen de calidad de proceso según el nivel sigma.*

Nivel $\sigma$	DPM	% Defectos	Rendimiento(%)	
0	933,193	93 %	6.7%	0-3 Necesita Mejorar
1	690,000	69 %	31%	
2	308,537	31 %	69%	
2.5	158,655	15.86 %	84.14 %	3 - 4.5 Calidad Convencional
3	66,807	7 %	93%	
4	6,210	0.6 %	99.4%	
4.5	1350	0.14%	99.86%	4.5 - 6 Buen Proceso
5	233	0.02%	99.97%	
5.5	32	0.003 %	99.997%	6 Proceso óptimo
6	3.40	0.0 %	100.0%	

*Nota: Adaptado de (Marialys, Francis, Ester, Ivis, & Puerto-Díaz, 2023)*

En base la información del **Anexo H**, y teniendo en cuenta la clasificación de los datos como datos categóricos según (Mayoral & Socuéllamos, 2022), (debido a son cualitativos), la cual nos permite determinar los índices de esta manera, se realizaron las siguientes mediciones:

$$\text{DPU: } \frac{\text{Defectos}}{\text{Unidades}} = \frac{36}{206} = \mathbf{0.175}$$

$$\text{DPO: } \frac{\text{Defectos}}{\text{Unidades} \times \text{Oportunidades}} = \left( \frac{36}{206 \times 11} \right) \times 100 = \mathbf{1.589\%}$$

$$\text{DPMO: } \text{DPO} \times 10^6 = \mathbf{15887.026}$$

Una vez se ha obtenido el DPMO, se puede hallar el desempeño del proceso también llamado Yield, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Yield: } (1 - \text{DPO}) \times 100 = (1 - 0.175) \times 100 = \mathbf{82,5\%}$$

En base a este dato, podemos calcular el Nivel Sigma utilizando la función «DISTR.NORM.ESTAND.INV» de Microsoft Excel, aplicada sobre el Yield y sumando 1,5 (desviación estándar) al valor obtenido. Entendido esto, el valor que nos da como resultado del **Nivel Sigma** para nuestro proceso es de **3.64**.

Según la información presentada en la figura 25, sobre la calidad del proceso respecto de su nivel sigma, se puede concluir que el proceso actualmente cuenta con un **nivel de calidad convencional**.

**Establecer las variables críticas y las causas de los defectos, para fijar aquellos los focos de mejora mediante el proceso DMAIC.**

### **Fase Analizar**

En etapas previas, se logró detectar los defectos más comunes que se manifiestan en el proceso de producción. Estos defectos fueron clasificados según su frecuencia mediante diagramas de Pareto, lo que permitió determinar que los problemas más recurrentes están vinculados con la zona de pintura, defectos visibles en las soldaduras y irregularidades en las superficies.

Para conocer los problemas más relevantes en cuanto a cada uno de estos defectos antes mencionados, se realizaron diagramas causa-efecto por los tres defectos que más se presentaron, así mismo, una tabla de análisis y priorización de estos problemas con el fin de identificar los focos de mejora.

### ***Tabla de Priorización***

Mediante la aplicación de tablas de priorización se puede definir una escala de importancia, una vez establecidas las fallas y defectos críticos que afectan la calidad de los procesos, que pueden contribuir directamente a generar una no conformidad en la calidad final de los productos fabricados por la empresa. Podemos definir los grados de la siguiente manera (Ver **Tabla 5**)

**Tabla 5.** *Tabla grados de importancia para priorización.*

NIVEL	GRADO DE IMPORTANCIA
-------	----------------------

1	BAJO
2	MEDIO
3	ALTO

*Nota: Adaptado de (Eslava Fonseca, Sebastián, 2020)*

De esta forma, se analizó cada uno de los defectos principales anteriormente definidos mediante diagramas de Causa-Efecto y en base a estos se elaboran las tablas de priorización de acuerdo a las causas que allí se encuentren.

**Figura 26.** Diagrama Causa-Efecto Defectos en pintura



*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 6.** Tabla priorización de causas de Defectos en pintura

TABLA DE PRIORIZACIÓN DE CAUSA-EFECTO			
Al realizar el análisis de los de <b>DEFECTOS EN PINTURA</b> en los productos terminados, se determina la siguiente escala de priorización de todas las causas obtenidas anteriormente para así poder definir correctamente las medidas correctivas y preventivas con el fin de eliminar o mitigar al máximo cada uno de estas.			
N°	DESCRIPCIÓN	ESCALA	OBSERVACIONES
1	Falta de control del proceso	ALTO	Se priorizará la elaboración del plan de mejora para esta causa que presenta un alto grado de incidencia en los defectos de pintura de los muebles.
2	Alta rotación de personal	ALTO	
3	Mala calibración de equipos	MEDIO	Se realizará un control para definir las medidas preventivas que mitiguen al máximo estos factores que inciden en los defectos de pintura.
4	Mantenimiento insuficiente	MEDIO	
5	Cronograma de mantenimiento inexistente	MEDIO	
6	Falta de capacitación al trabajador	MEDIO	
7	Mala preparación de pintura	BAJO	Se definirán controles e inspecciones sobre estos factores que inciden de una menor forma, sin embargo se toman en cuenta.
8	Equipos desactualizados	BAJO	
9	Falta de selección de proveedores	BAJO	
10	Malas propiedades de pintura	BAJO	
11	Aire o superficies contaminadas	BAJO	
12	Baja iluminación del lugar de trabajo	BAJO	
13	Mala aplicación de pintura	BAJO	

*Nota: Elaboración propia*

**Figura 27.** *Diagrama Causa-Efecto Defectos en Soldaduras visibles*



*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 7.** Tabla priorización de causas de Defectos en soldaduras

TABLA DE PRIORIZACIÓN DE CAUSA-EFECTO			
Al realizar el análisis de los de <b>DEFECTOS EN SOLDADURAS</b> en los productos terminados, se determina la siguiente escala de priorización de todas las causas obtenidas anteriormente para así poder definir correctamente las medidas correctivas y preventivas con el fin de eliminar o mitigar al máximo cada uno de estas.			
N°	DESCRIPCIÓN	ESCALA	OBSERVACIONES
1	Falta de control del proceso	ALTO	Se priorizará la elaboración del plan de mejora para esta causa que presenta un alto grado de incidencia en los defectos de soldadura de los muebles.
2	Factor Psicológico (Desmotivación)	ALTO	
3	Mal uso de EPP	MEDIO	Se realizará un control para definir las medidas preventivas que mitiguen al máximo estos factores que inciden en los defectos de soldadura.
4	Mala ejecución del proceso	MEDIO	
5	Experiencia del trabajador	BAJO	Se definirán controles e inspecciones sobre estos factores que inciden de una menor forma, sin embargo se toman en cuenta.
6	Mala calibración de equipos	BAJO	
7	Cronograma de mantenimiento inexistente	BAJO	
8	Mantenimiento insuficiente	BAJO	
9	Espacio de trabajo reducido	BAJO	
10	Poca iluminación del lugar de trabajo	BAJO	

*Nota: Elaboración propia*

**Figura 28.** Diagrama Causa-Efecto Defecto de superficies irregulares



*Nota: Elaboración propia.*

**Tabla 8.** Tabla de priorización de causas de Defectos en superficies irregulares

TABLA DE PRIORIZACIÓN DE CAUSA-EFECTO			
Al realizar el análisis de los de <b>DEFECTOS EN SUPERFICIES IRREGULARES</b> en los productos terminados, se determina la siguiente escala de priorización de todas las causas obtenidas anteriormente para así poder definir correctamente las medidas correctivas y preventivas con el fin de eliminar o mitigar al máximo cada uno de estas.			
N°	DESCRIPCIÓN	ESCALA	OBSERVACIONES
1	Falta de capacitación a trabajadores	ALTO	Se priorizará la elaboración del plan de mejora para esta causa que presenta un alto grado de incidencia en los defectos de soldadura de los muebles.
2	Falta de selección de proveedores	ALTO	
3	Mala distribución de espacios	MEDIO	Se realizará un control para definir las medidas preventivas que mitiguen al máximo estos factores que inciden en los defectos de soldadura.
4	Lote de materia prima defectuoso	MEDIO	
5	Cronograma de mantenimiento inexistente	MEDIO	
6	Mal almacenamiento de materiales	MEDIO	
7	Falta de inspecciones del proceso	MEDIO	Se definirán controles e inspecciones sobre estos factores que inciden de una menor forma, sin embargo se toman en cuenta.
8	Mala utilización de herramientas de trabajo	BAJO	
9	Prevención por parte de los trabajadores	BAJO	
10	Mantenimiento de herramientas insuficiente	BAJO	

*Nota: Elaboración propia.*

## Fase Mejorar

En esta etapa se busca establecer las estrategias de mejora sobre los grupos de causas y defectos que han sido establecidos en la fase analizar, teniendo en cuenta la escala para aquellas que necesiten una acción más contundente y rápida.

Mediante la siguiente matriz AMFE se busca medir el número llamado **Prioridad de riesgo** (NPR) con el que se identifican las causas que suponen mayor prioridad de riesgo, así como las posibles alternativas de mejora que contribuyan a disminuir en mayor medida el riesgo en el proceso.

Una vez se identifican los modos de fallo, con sus causas y efectos, se realiza un análisis de los factores de severidad, ocurrencia y capacidad de detección, mediante sus escalas de valoración correspondientes. A continuación, se presentan las escalas de valoración que se van a utilizar:

**Figura 29.** *Tabla de valoración Factor Severidad para matriz AMFE*

Efecto	Severidad o gravedad del efecto	SEV
Muy importante	El fallo puede suponer un peligro para la seguridad o una no-conformidad respecto a requisitos legales. Afecta a todo el resultado del proceso.	9-10
Importante	El fallo supondrá alto grado de insatisfacción del cliente. Puede afectar al resto del proceso. Origina reclamación del cliente.	7-8
Moderado	El fallo provoca cierta insatisfacción en el cliente, pudiendo originar una reclamación. Es necesario modificar “algo” para ajustarlo.	4-6
Débil	El fallo incomoda al cliente, pero sin llegar a originar una reclamación. No será necesario modificar el resultado para ajustarlo.	2-3
Menor	El fallo pasará desapercibido para el cliente, no afectando al resultado del proceso	1

*Nota: Adaptado de: Lean Six Sigma para la mejora de procesos (Mayoral & Socuéllamos, 2022)*

**Figura 30.** *Tabla de valoración Factor Ocurrencia para matriz AMFE*

Probabilidad	Descripción	OCU
Muy elevada	El fallo (por esta causa) es casi inevitable. El proceso tiene establecidas tareas suplementarias para corregir o compensar el fallo.	9-10
Elevada	El fallo (por esta causa) se produce regularmente. El proceso tiene previstas las tareas suplementarias que se han de realizar para corregirlo.	7-8
Moderada	El fallo (por esta causa) se produce ocasionalmente. No hay tareas suplementarias específicamente previstas.	4-6
Débil	El fallo (por esta causa) se produce de manera aislada, poco significativa.	2-3
Despreciable	El fallo (por esta causa) es improbable. No hay experiencia para decir que se produce.	1

*Nota: Adaptado de: Lean Six Sigma para la mejora de procesos (Mayoral & Socuéllamos, 2022)*

**Figura 31.** *Tabla de valoración Factor Detección para matriz AMFE*

Detección	Descripción	DET
Imposible	Los controles actuales no permiten detectar la existencia del fallo. El fallo originará, inevitablemente, las consecuencias.	10
Incierta	Los controles actuales apenas permiten detectar la existencia del fallo. El cliente percibirá seguramente las consecuencias.	9-8
Moderada	Los controles actuales son capaces de detectar el fallo a proceso completado, pero antes de que las consecuencias afecten al cliente.	7-5
Elevada	Los controles actuales son capaces de detectar el fallo antes de que el proceso haya terminado. Se pueden evitar las consecuencias.	4-3
Muy elevada	Los controles actuales detectarán con seguridad el fallo antes de que el proceso haya terminado. No se producirán las consecuencias.	2-1

*Nota: Adaptado de: Lean Six Sigma para la mejora de procesos (Mayoral & Socuéllamos, 2022)*

Teniendo en cuenta la información obtenida en la fase analizar y las escalas de valoración se realizó la siguiente Matriz:

**Tabla 9.** *Método matriz AMFE sobre los defectos más frecuentes del proceso productivo.*

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)										
Nombre del Sistema:		Proceso de Producción - Empresa Amoblarte								
Responsable de información:		Departamento de Gerencia General								
Responsable de AMFE (persona):		Brayan Esteban Amaya								
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial	Acciones recomend.	
PROCESO DE PINTURA	Defectos de Calidad	Defectos en pintura	Mala aplicación de pintura	Inspección post-proceso	7	2	7	98	Definición de manual de instrucciones de aplicación	
			Alta rotación de personal	Inspección post-proceso	7	4	5	140	Mejora de gestión para aceptación de personal	
			Mala preparación de pintura	Inspección pre-proceso	7	2	2	28	Definición de manual de instrucciones de tratamiento de pintura	
			Mala calibración de equipos	Inspección post-proceso	5	3	3	45	Establecimiento de monitoreos de buen funcionamiento de equipos periódicamente.	
			Mantenimiento insuficiente	Verificación de funcionamiento pre-proceso	6	4	2	48	Establecimiento de cronogramas de mantenimiento preventivo	
			Falta de capacitación al trabajador	Incumplimiento de características de especificaciones	7	4	5	140	Mejora de gestión para capacitación de personal	
			Falta de control del proceso	Inspección de cumplimiento de especificaciones	7	4	3	84	Establecer inspecciones obligatorias sobre cada etapa	
			Aire o superficies contaminadas	Inspección del lugar de trabajo pre-proceso	1	2	1	2	Establecer controles de limpieza del lugar	
			Baja iluminación del lugar de trabajo	Control preventivo de condiciones de trabajo	2	1	2	4	Realizar verificación de sistemas de iluminación para establecimiento de mejoras	
PROCESO DE SOLDADURA	Defectos de calidad	Defectos en soldaduras visibles	Experiencia del trabajador	Inspección post-proceso	4	1	2	8	Mejora de gestión para aceptación de personal	
			Factor psicológico (Desmotivación)	Análisis de resultado	3	3	5	45	Mejorar estrategias y condiciones laborales	
			Mal uso de EPP	Evaluación periódica de uso de EPP	3	2	5	30	Definir y controlar estrategias de incentivos de uso adecuado de EPP	
			Mala ejecución del proceso	Evaluación de resultados	8	4	4	128	Establecimiento de monitoreo de buen funcionamiento del proceso	
			Espacio de trabajo reducido	Re-Evaluación de la distribución de planta	1	2	8	16	Definir estrategias de optimización de espacios que cumpla de mejor manera las necesidades de la empresa	

<b>PROCESO DE ALMACENAMIENTO</b>	Defectos de calidad	Defectos en Superficies irregulares	Prevención de los trabajadores	Observación directa	1	1	2	<b>2</b>	Realizar charlas de fomento por el cuidado y prevención en el transporte y ubicación de productos en proceso y terminados.
			Mala utilización de herramientas de trabajo	Control o inspección directa sobre ejecución del proceso.	4	3	4	<b>48</b>	Establecer control preventivo sobre el nivel de capacitación de los trabajadores.
			Falta de selección de proveedores	Evaluación de MP recibida	4	3	4	<b>48</b>	Implementar un correcto modelo de evaluación y selección de proveedores de acuerdo a las necesidades y especificaciones de la empresa.
			Mal almacenamiento de materiales	Inspección de MP alojada	3	3	4	<b>36</b>	Establecer mejoras de los sistemas de almacenamiento y optimización de procesos.
			Mala distribución de espacios	Re-Evaluación de la distribución de planta	2	2	2	<b>8</b>	Establecer mejoras en los métodos de colocación de mercancías
			Lote de materia prima defectuoso	Inspección de MP para procesamiento	6	3	3	<b>54</b>	Implementar un correcto modelo de evaluación y selección de proveedores de acuerdo a las necesidades y especificaciones de la empresa.
			Mantenimiento de herramientas insuficiente	Inspección periódica de estado de herramientas de trabajo	4	3	4	<b>48</b>	Establecer control sobre la realización de inspecciones y promover el buen cuidado y uso de estas.

Nota: Elaboración propia.

Una vez evaluado el NPR inicial del proceso a partir de las causas y efectos determinados, se realiza una segunda matriz AMFE en donde se asignan los nuevos valores de NPR que se pretenden obtener luego de las mejoras para cada una de las causas, presentada de la siguiente manera:

**Tabla 10.** Método matriz AMFE propuesta sobre los defectos más frecuentes del proceso productivo.

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)										
Nombre del Sistema:		Proceso de Producción - Empresa Amoblarte				Fecha				 <small>diseñamos para usted</small>
Responsable de información:		Departamento de Gerencia General								
Responsable de AMFE (persona):		Brayan Esteban Amaya								
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR inicial	Acciones recomend.	
PROCESO DE PINTURA	Defectos de Calidad	Defectos en pintura	Mala aplicación de pintura	Inspección post-proceso	2	2	3	12	Definición de manual de instrucciones de aplicación	
			Alta rotación de personal	Inspección post-proceso	1	2	3	6	Mejora de gestión para aceptación de personal	
			Mala preparación de pintura	Inspección pre-proceso	2	2	2	8	Definición de manual de instrucciones de tratamiento de pintura	
			Mala calibración de equipos	Inspección post-proceso	2	2	2	8	Establecimiento de monitoreos de buen funcionamiento de equipos periódicamente.	
			Mantenimiento insuficiente	Verificación de funcionamiento pre-proceso	1	2	2	4	Establecimiento de cronogramas de mantenimiento preventivo	
			Falta de capacitación al trabajador	Incumplimiento de características de especificaciones	2	2	3	12	Mejora de gestión para capacitación de personal	
			Falta de control del proceso	Inspección de cumplimiento de especificaciones	2	2	3	12	Establecer inspecciones obligatorias sobre cada etapa	
			Aire o superficies contaminadas	Inspección del lugar de trabajo pre-proceso	1	1	1	1	Establecer controles de limpieza del lugar	
			Baja iluminación del lugar de trabajo	Control preventivo de condiciones de trabajo	2	1	2	4	Realizar verificación de sistemas de iluminación para establecimiento de mejoras	
PROCESO DE SOLDADURA	Defectos de calidad	Defectos en soldaduras visibles	Experiencia del trabajador	Inspección post-proceso	2	1	2	4	Mejora de gestión para aceptación de personal	
			Factor psicológico (Desmotivación)	Análisis de resultado	2	2	3	12	Mejorar estrategias y condiciones laborales	
			Mal uso de EPP	Evaluación periódica de uso de EPP	2	2	3	12	Definir y controlar estrategias de incentivos de uso adecuado de EPP	
			Mala ejecución del proceso	Evaluación de resultados	3	2	3	18	Establecimiento de monitoreo de buen funcionamiento del proceso	
			Espacio de trabajo reducido	Re-Evaluación de la distribución de planta	1	2	2	4	Definir estrategias de optimización de espacios que cumpla de mejor manera las necesidades de la empresa	

<b>PROCESO DE ALMACENAMIENTO</b>	Defectos de calidad	Defectos en Superficies irregulares	Prevención de los trabajadores	Observación directa	1	1	1	<b>1</b>	Realizar charlas de fomento por el cuidado y prevención en el transporte y ubicación de productos en proceso y terminados.
			Mala utilización de herramientas de trabajo	Control o inspección directa sobre ejecución del proceso.	1	2	3	<b>6</b>	Establecer control preventivo sobre el nivel de capacitación de los trabajadores.
			Falta de selección de proveedores	Evaluación de MP recibida	2	2	3	<b>12</b>	Implementar un correcto modelo de evaluación y selección de proveedores de acuerdo a las necesidades y especificaciones de la empresa.
			Mal almacenamiento de materiales	Inspección de MP alojada	1	2	2	<b>4</b>	Establecer mejoras de los sistemas de almacenamiento y optimización de procesos.
			Mala distribución de espacios	Re-Evaluación de la distribución de planta	1	2	2	<b>4</b>	Establecer mejoras en los métodos de colocación de mercancías
			Lote de materia prima defectuoso	Inspección de MP para procesamiento	2	2	2	<b>8</b>	Implementar un correcto modelo de evaluación y selección de proveedores de acuerdo a las necesidades y especificaciones de la empresa.
			Mantenimiento de herramientas insuficiente	Inspección periódica de estado de herramientas de trabajo	2	2	2	<b>8</b>	Establecer control sobre la realización de inspecciones y promover el buen cuidado y uso de estas.

*Nota: Elaboración propia.*

Según el análisis sobre la tabla anterior se pueden determinar aquellos valores estimados luego de la aplicación de las estrategias de mejora recomendadas. De esta forma se pueden determinar aquellas causas que sufren un mayor cambio en cuanto al valor del NP, y así mismo se puede definir de forma textual su prioridad para aplicación, teniendo en cuenta que un valor superior a 100 puede representar una prioridad alta, entre 100 y 50 una prioridad media, e inferior a 50 una prioridad baja, relacionándose de la siguiente manera:

**Tabla 11.** *Tabla de priorización entre NPR inicial y NPR final*

CAUSA	NPR INICIAL	NPR FINAL	TOTAL DISMINUIDO	ACCION RECOMENDADA	PRIORIZACION
Alta rotación de personal	140	6	<b>134</b>	Mejora de gestión para aceptación de personal.	<b>ALTA</b>
Falta de capacitación al trabajador	140	12	<b>128</b>	Mejora de gestión para capacitación de personal.	<b>ALTA</b>
Mala ejecución del proceso de soldadura	128	18	<b>110</b>	Establecimiento de monitoreo de buen funcionamiento del proceso.	<b>ALTA</b>
Mala aplicación de pintura	98	12	<b>86</b>	Definición de manual de instrucciones de aplicación.	<b>MEDIA</b>
Falta de control del proceso de pintura	84	12	<b>72</b>	Establecer inspecciones obligatorias sobre cada etapa.	<b>MEDIA</b>

Nota: Relación de prioridad de aplicación para las causas encontradas en la matriz AMFE

En relación a esta tabla se pueden determinar las estrategias de mejora de una forma más detallada, con el fin de presentar a la empresa diferentes alternativas de mejora sobre la misma causa que se pueden tener en cuenta a la hora de la aplicación de la propuesta.

En las siguientes tablas se realizará una descripción acerca de las actividades que se pueden llevar a cabo dentro de cada una de las acciones recomendadas para la mitigación de las causas, con el fin de servir como guía durante su aplicación o revisión.

**CAUSA:**

Alta rotación de personal

**ACCION RECOMENDADA:**

Mejora de gestión para aceptación de personal

**DETALLE:**

**Tabla 12.** *Tabla de descripción de actividades para la aplicación de acciones recomendadas en la alta rotación de personal*

PROCESO	ACTIVIDADES
<p>Proceso de definición de requerimientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de Perfil del puesto de trabajo</li> <li>- Definición de cantidad de postulantes que se requieren para cada puesto.</li> <li>- Publicación de convocatorias en diferentes medios.</li> <li>- Definición del cronograma de actividades incluyendo las fases del proceso de selección.</li> <li>- Ponderar la escala de puntaje en cada una de las etapas del proceso de selección.</li> </ul>
<p>Proceso de selección</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de hoja de vida: Se revisará el cumplimiento de todos los requisitos</li> </ul>

	<p>generales y específicos para cada puesto según hayan sido establecidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de conocimiento: Se realizará un cuestionario con sus respectivas respuestas según un banco de preguntas respectivo de cada área. Este se podrá llevar a cabo de forma presencial o virtual.</li> <li>- Proceso de entrevista: Se lleva a cabo principalmente para conocer al postulado, y se tendrán presentes varios aspectos, como por ejemplo: experiencia, personalidad, formas de expresión y léxico, entre otros.</li> <li>- Proceso de valoración: Se lleva a cabo teniendo en cuenta un ponderado de cada uno de los procesos anteriores y así mismo la evaluación de los aptos al cargo, de acuerdo a una escala de puntuación determinada según el área al que postula.</li> </ul>
--	--

Nota: Elaboración propia

**CAUSA:**

Falta de capacitación a los trabajadores

**ACCIÓN RECOMENDADA:**

Mejora de la gestión para la capacitación de personal.

**DETALLE:**

**Tabla 13.** *Tabla de descripción de actividades para la aplicación de acciones recomendadas en la falta de capacitación de personal*

PROCESO	ACTIVIDADES
<p>Proceso de evaluación de necesidades de capacitación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Examinar la organización con el fin de identificar las raíces de las necesidades o dificultades de rendimiento que demandan intervención.</li> <li>- Evaluar las responsabilidades laborales para entender las habilidades, destrezas y competencias necesarias para que los empleados desempeñen sus funciones de manera efectiva.</li> <li>- Establecer metas de rendimiento que delineen las acciones específicas que los individuos deben llevar a cabo en el entorno laboral para alcanzar los objetivos organizativos deseados.</li> </ul>
<p>Diseño del programa de capacitación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de los factores contextuales implica la evaluación de elementos ambientales, como el perfil de los participantes y las</li> </ul>

	<p>características inherentes al entorno o espacio en cuestión.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Examen de la disposición y motivación para la capacitación se centra en los factores que influyen en la receptividad de los trabajadores hacia la adquisición de información. Estos factores incluyen el estado de ánimo, los intereses y creencias de los participantes, así como la capacidad mental, física y sensorial, la curiosidad y la creatividad, entre otros aspectos.</li><li>- La definición de los objetivos de aprendizaje se refiere a las conductas, conocimientos o habilidades que se pretende que la persona desarrolle de manera diferente en su entorno laboral.</li><li>- En cuanto a la determinación del contenido de las capacitaciones, implica la selección de actividades y metodologías apropiadas para cada contexto específico en el que se aplicarán, siendo esenciales para alcanzar el éxito en el proceso de capacitación.</li></ul>
--	--

<p>Evaluación del programa de capacitación.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conducta de una evaluación diagnóstica para establecer una referencia inicial en términos de conocimientos o rendimiento, con el propósito de ajustar los contenidos o el nivel de profundidad de la formación. Además, se busca comparar el progreso en los conocimientos obtenidos durante la capacitación, permitiendo contrastarlos con la evaluación final de cada actividad.</li><li>-</li><li>- Llevar a cabo una evaluación del aprendizaje con el objetivo de medir el grado en que los postulantes han adquirido las técnicas, modelos, conocimientos o habilidades propuestas.</li><li>- Ejecutar una evaluación de impacto que tiene como objetivo supervisar los cambios previstos en las variables estratégicas que fueron el foco de las acciones de capacitación. En esta etapa, se busca determinar el nivel de mejora resultante de la capacitación.</li></ul>
---	--

Nota: Elaboración propia.

**CAUSA:**

Mala ejecución del proceso de soldadura

**ACCIÓN RECOMENDADA:**

Establecimiento del monitoreo del buen funcionamiento del proceso.

**DETALLE:**

**Tabla 14.** *Tabla de descripción de actividades para la aplicación de acciones recomendadas en la mala ejecución del proceso de soldadura.*

PROCESO	ACTIVIDADES
Definición de formatos de inspección y control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La adopción de este formato nos brinda la capacidad de evaluar la excelencia del producto en diversas fases de la producción y antes de su envío. Este método implica medir, examinar y probar una o varias características de los productos, comparando los resultados con los requisitos predefinidos para determinar si se cumple con los criterios establecidos.</li> </ul>
Definición de controles de mantenimientos preventivos y	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este formato facilita la documentación del procedimiento de mantenimiento correctivo, el cual tiene como objetivo restaurar el</li> </ul>

<p>correctivos sobre maquinaria y equipos.</p>	<p>funcionamiento óptimo corrigiendo los defectos identificados durante el uso de la máquina. Se procede a la identificación de las piezas desgastadas, defectuosas o que han alcanzado su vida útil, llevando a cabo la reparación específica de dichas partes con el fin de prolongar la durabilidad de la máquina y mantener el rendimiento necesario para cumplir con los estándares de la empresa. Asimismo, la calibración se realiza para verificar la precisión de los equipos, asegurando que sus medidas sean coherentes con las expectativas y adecuadas para su uso previsto. De esta manera, se mantiene un registro detallado de las acciones realizadas en nuestras máquinas y equipos, así como de las herramientas y utensilios empleados.</p>
--	---

Nota: Elaboración propia.

**Determinar las herramientas de control y seguimiento, junto con la matriz de implementación del Ciclo PHVA que permitan a la empresa seguir y medir los resultados de las estrategias de mejora luego de la aplicación de la propuesta de mejora.**

## **Fase Controlar**

### *Generación de Herramientas de Control y Seguimiento de Mejoras*

Durante esta fase del proyecto, se establecen las herramientas de inspección y control necesarias para llevar un control más ordenado de los procesos que se desarrollan, tomando en cuenta que siempre es necesario documentar las condiciones en las que se encuentran los equipos y productos, con el fin de mantener un seguimiento eficiente de las acciones correctivas y preventivas previamente determinadas. Esto garantiza la eliminación o mitigación de las fallas y una mejora significativa en la calidad de los procesos de manufactura y productos finales fabricados en la empresa, contribuyendo así a mantener la calidad dentro del proceso productivo.

Dentro de estas herramientas podemos encontrar los siguientes formatos, documentos o estrategias:

- **Formato para la evaluación y selección de proveedores:**

La finalidad de la evaluación de proveedores consiste en analizar el sistema de gestión de responsabilidad social de las empresas, examinando sus políticas, la implementación de medidas y los resultados obtenidos. El propósito fundamental es establecer una lista de los proveedores de mayor calidad disponibles. Asimismo, la evaluación de proveedores implica la evaluación continua de los proveedores actuales, con el objetivo de supervisar su desempeño, reducir costos, mitigar riesgos y fomentar mejoras en sus operaciones. Estos aspectos se pueden evidenciar en el **Anexo I.**

- **Formato de control de recepción de materia prima:**

Garantizar una recepción efectiva de productos es de suma importancia para prevenir posibles riesgos en las fases posteriores de nuestro proceso de fabricación. La recepción de mercancías es el procedimiento que permite la llegada de los productos adquiridos de un proveedor a nuestro almacén, donde son sometidos a clasificación, control y posterior almacenamiento. Esta información se puede evidenciar en el **Anexo J**.

- **Cronograma de mantenimientos preventivos de maquinaria**

El cronograma de mantenimiento actúa como una herramienta de planificación integral que contiene la información esencial para llevar a cabo las reparaciones necesarias a fin de garantizar un funcionamiento óptimo de la cadena de producción. Permite a los equipos anticipar acciones antes de que surjan problemas en los equipos, evitando así reparaciones más onerosas a lo largo del tiempo y reduciendo la posibilidad de averías graves. Esta información se puede evidenciar en el **Anexo K**.

- **Formato de registro de mantenimientos correctivos o calibración de máquinas y equipos**

Este formato posibilita documentar el procedimiento de mantenimiento correctivo, cuyo propósito es restablecer el óptimo funcionamiento corrigiendo los defectos detectados durante el uso de la máquina. Se identifican las piezas desgastadas, defectuosas o que han alcanzado su vida útil y se efectúa la reparación específica de dichas partes para extender la durabilidad de la máquina y mantener el nivel de rendimiento requerido por la empresa. Además, la calibración nos permite verificar la precisión de los equipos, asegurando que sus medidas sean consistentes con las expectativas y adecuadas para su uso previsto. De esta forma, mantenemos un registro detallado

de las acciones realizadas en nuestras máquinas y equipos, así como de las herramientas y utensilios empleados. Esta información se puede evidenciar en el **Anexo L**.

- **Formato de inspección y control de calidad**

Utilizando este formato, podemos evaluar la excelencia del producto en diversas fases del proceso de fabricación y antes de su envío. Se lleva a cabo la medición, examen y prueba de una o varias características del producto, comparando luego los resultados con los requisitos especificados para determinar si se cumple con los criterios establecidos. Los detalles de esta evaluación se encuentran documentados en el Anexo M.

- **Estrategias de acondicionamiento de áreas de trabajo:**

Estas estrategias buscan implementar rutinas de limpieza para que cada empleado, al final de su jornada laboral, realice la limpieza de su área de trabajo. El objetivo es prevenir la acumulación de residuos o desperdicios en las áreas, evitando así cualquier impacto negativo en la productividad y calidad de los procesos y productos. Esta información se puede evidenciar en el **Anexo N**.

- **Plan de capacitaciones adecuado:**

A través de este plan, la empresa debe proporcionar las capacitaciones mas adecuadas con la formación necesaria sobre el manejo de maquinaria, técnicas y métodos para llevar a cabo las distintas actividades del proceso productivo a todos los empleados en sus respectivas áreas. Esto garantizará una ejecución eficiente y de alta calidad en todos los procesos y actividades de transformación en la fábrica, reduciendo al máximo las posibles fallas causadas por errores humanos. Esta información se puede evidenciar en el **Anexo O**.

## Definición de la propuesta de mejora

### *Objetivos e Indicadores Estratégicos del Plan de Mejora*

Estos objetivos representan los elementos que nos permiten medir el éxito en la ejecución del plan de mejoras, al mismo tiempo que enriquecen la información disponible para futuras decisiones. Intentar optimizar un proceso sin tener la certeza de que su óptimo rendimiento aportará un significativo valor a la estrategia de la empresa resulta en un esfuerzo en vano.

En la tabla que sigue, se presentan los indicadores que serán considerados, junto con su estado actual y las metas previstas tras la implementación de las estrategias de mejora identificadas en este proyecto.

**Tabla 15.** *Tabla de Indicadores de Control de Mejora*

<b>PERSPECTIVA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>NIVEL ACTUAL</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	<b>NIVEL META</b>
VENTAS	Crecimiento de ventas	<b>24%</b>	Incremento de presencia en el mercado	<b>65%</b>
INTERNA DE PROCESOS	Control interno de procesos	<b>50%</b>	Estrategias de inspecciones y control de	<b>80%</b>
	Desempeño del proceso (YIELD)	<b>82%</b>	Disminución de productos con fallas	<b>99,8%</b>
	Nivel sigma del proceso	<b>3.64</b>	Disminución de numero de defectos en el proceso	<b>4,5</b>
	Número de defectos	<b>0,175</b>	Mejorar la calidad de ejecución de procesos	<b>0,02</b>
CRECIMIENTO ORGANIZACIONAL	Desarrollo organizacional	<b>30%</b>	Desarrollo de cultura organizacional	<b>80%</b>
CLIENTE	Innovación de productos y procesos	<b>10%</b>	Diseño de metodos de innovación	<b>50%</b>

*Nota: Tabla de relación entre los valores actuales de los indicadores de mejora y los valores esperados luego de la implementación de mejoras.*

Así mismo, fue necesario emplear el ciclo de mejora continua **PHVA** como base para la guía de implementación, dado que su aplicación sencilla contribuye a la organización eficaz de las actividades, proporcionando una orientación fundamental para la gestión de las tareas relacionadas con la implantación.

A continuación, se presenta la matriz que servirá como guía de implementación para la mejora continua en base al ciclo PHVA en el cual podemos encontrar las cuatro fases con su periodo determinado para la aplicación, la descripción de sus actividades y el responsable de llevar a cabo, con el fin de que sirva como pilar para la empresa en la aplicación de esta propuesta de mejora.

**Tabla 16.** *Matriz de implementación del Ciclo de mejora PHVA*

ANALISTA: Brayan Amaya		MATRIZ IMPLEMENTACION MEJORA CICLO (PHVA)				
VERSION: 01						
DEPARTAMENTO: Producción.						
No	FASE		PERIODO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	
1	Diseño del nuevo plan estratégico de producción para la empresa	<b>P</b>	45 días	Caracterización general de la empresa, mapeo general de flujos de procesos, evaluación y priorización de causas-efecto que presentan defectos, diseño de estrategias y matrices de mejoras preventivas/correctivas, diseño de planillas de control.	Analista encargado de la investigación	
2	Implementación y desarrollo del nuevo plan estratégico	<b>H</b>	45 días	Implementación y desarrollo de las estrategias y las actividades de mejora y control establecidas anteriormente para el proceso de producción de la empresa.	Analista de la investigación y jefe de producción	
3	Seguimiento y evaluación de las actividades desarrolladas	<b>V</b>	30 días	Establecimiento de medidas adecuadas de control, evaluación y seguimiento para cada uno de los procesos críticos, así como la implementación de nuevas medidas de control en el proceso de producción.	Analista de la investigación y jefe de producción	
4	Retroalimentación del nuevo plan estratégico de producción	<b>A</b>	30 días	Implementar un mecanismo de supervisión con el fin de revisar y confirmar la eficacia de las acciones de mejora continua aplicadas en el proceso de producción de la empresa.	Jefe de producción	

*Nota: Elaboración propia.*

## Conclusiones

- El propósito fundamental de este proyecto de grado ha sido diseñar una propuesta de mejora para el sistema de producción de la empresa AMOBLARTE, iniciamos con un diagnóstico inicial con el propósito de evaluar el estado actual del proceso de producción en la empresa AMOBLARTE, identificamos las distintas etapas que conforman la producción y, al aplicar la metodología Seis Sigma, identificamos los problemas principales que generan retrabajos. Esto se atribuye en parte a la falta de un sistema de gestión de calidad que permita un control efectivo de las actividades de producción. Además, la ausencia de un sistema de indicadores de gestión adecuados para evaluar los resultados del proceso productivo es un factor contribuyente, no solo para la calidad actual de los procesos sino también la calidad de los productos finales, los márgenes de ganancia y la rentabilidad de la empresa.
- En el transcurso de este proyecto, se logró identificar de manera global las actividades vinculadas al proceso productivo de la empresa Amoblarte. Esto incluyó la comprensión de sus entradas y salidas, clientes finales, herramientas utilizadas, ubicaciones de trabajo y el funcionamiento general, todo ello representado a través de diagramas de flujo. Además, se examinaron las variables críticas del proceso, las cuales se ven afectadas ante alteraciones o, en este caso, defectos que surgen cuando no se cumplen los requisitos establecidos. A partir de la información recopilada, se analizó la cantidad de defectos que surgen durante el año productivo, junto con la frecuencia y los tipos de defectos observados. El propósito de este análisis fue determinar datos estadísticos, como la capacidad y rendimiento del proceso,

así como su nivel Sigma, que actúa como un indicador fundamental para dar seguimiento al desarrollo de los demás objetivos.

- Durante la ejecución del proyecto, se aplicaron diversas técnicas y métodos de análisis, como los diagramas de Pareto, las tablas de priorización y las matrices de análisis de modos de fallo y efectos. El propósito de estas herramientas fue examinar exhaustivamente todas las causas asociadas con los defectos principales que afectan el proceso. Se identificó que los defectos en la pintura, los problemas en la soldadura y los defectos en las superficies externas de los muebles son las variables más significativas. Asimismo, se logró identificar estrategias de mejora que la empresa puede implementar para mitigar al máximo cada uno de estos problemas, y se estimó un valor de mejora basado en la matriz AMFE.
- El desarrollo de este proyecto subraya la posibilidad de implementar la metodología de calidad Lean Six Sigma en AMOBLARTE. Esta viabilidad se fundamenta en la combinación de los resultados obtenidos de la investigación y el uso de diversas herramientas de calidad y control. Estas herramientas tienen como propósito principal mejorar la calidad actual de los procesos de manufactura, supervisar y controlar la calidad de la materia prima, y moldear la cultura organizacional de la empresa. En última instancia, este esfuerzo busca lograr una mayor eficacia y eficiencia en la ejecución de los procesos de manufactura y en el desempeño de los empleados. Todo ello contribuye a promover una mejora continua en el sistema de producción de la empresa, con la intención de maximizar las ganancias y reforzar la posición de la empresa en el mercado regional y nacional a mediano y largo plazo.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda a la empresa contar con un experto (Black Belt, Yeolw Belt) o entidad que ofrezca pautas para establecer tanto las especificaciones superiores como las inferiores, así como para llevar a cabo un análisis de los índices de capacidad, con el propósito de evaluar la eficacia de los procesos en la empresa. Además, se sugiere que el plan de mejora basado en la metodología Seis Sigma se desarrolle a medio plazo, considerando que esta inversión se amortizará en el mismo período. Los recursos necesarios para su implementación pueden ser asignados por la empresa en el momento que resulte más conveniente.
- Se recomienda implementar programas de formación para el equipo y crear oportunidades adicionales de crecimiento facilitarán el fomento de la mejora constante dentro de la empresa. Un mayor nivel de planificación en las operaciones, junto con una reducción en el tiempo de entrega y un cumplimiento eficiente de los pedidos, contribuirán al incremento de la productividad de la empresa.

## Referencias

- Eslava, S. F. (2020). Propuesta de mejora para el sistema productivo de la empresa rústicos mi viejo baúl a partir de la metodología six sigma. (*Tesis de pregrado*). Universidad Antonio Nariño, Duitama. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2629>
- Fernández, H. J., & Rimapa, C. J. (2018). Plan de mejora basado en Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el proceso de producción de la Empresa El Águila S.R.L. (*Tesis de grado*). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4646>
- Geng, H. (2016). Chap. 37 in Manufacturing Engineering Handbook. In H. Geng, *Six Sigma and Lean Manufacturing*. New York: McGraw-Hill Education.
- Infinitia, I. C. (2023). *Infinitia Industrial Consulting*. Obtenido de Qué es AMFE: El análisis modal de fallos y efectos: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/que-es-analisis-modal-fallos-efectos-amfe/#:~>
- Marialys, D. S., Francis, H.-L., Ester, M. F., Ivis, S. O., & Puerto-Díaz, O. (06 de 10 de 2023). <http://scielo.sld.cu>. Obtenido de <http://scielo.sld.cu:> [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362017000300003&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362017000300003&lng=es&tlng=es).
- Martins, J. (22 de 10 de 2022). *Asana*. Obtenido de ¿Qué es el Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)?: <https://asana.com/es/resources/pdca-cycle>

Mayoral, M. A., & Socuéllamos, J. M. (2022). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos*. Elche: Universidad Miguel Hernández de Elche.

Pineda, D. F. (2022). Mejora del proceso de producción basado en la metodología lean-six sigma en la empresa Indumei ubicada en la ciudad de Ibarra. (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12756>

Rodríguez, S. D. (2022). Propuesta de mejoramiento de la productividad a partir de la redistribución de planta y herramientas Lean Manufacturing en la empresa Maderpaco. (*Tesis de pregrado*). Universidad Antonio Nariño, Duitama. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6013>

Safety Culture. (25 de 07 de 2023). *Safety Culture*. Obtenido de Guía breve de técnicas de recolección de datos: <https://safetyculture.com/es/temas/recoleccion-de-datos/tecnicas-de-recoleccion-de-datos/#:~:text=Harvard%20Business%20School.-,Observaciones,comprenderlos%20y%20registrar%20lo%20observado.>

Sánchez, A. F. (2019). Análisis del producto no conforme como factor de improductividad en un ingenio azucarero en el norte del Valle. (*Tesis de pregrado*). Universidad de Ibagué, Ibagué. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12313/1857>

Santander, U. (10 de 12 de 2021). *Becas Santander*. Obtenido de Investigación cualitativa y cuantitativa: características, ventajas y limitaciones: <https://www.becas-santander.com/es/blog/cualitativa-y-cuantitativa.html>

Silva, Y. F. (2023). Propuesta del mejoramiento del proceso productivo en la Granja La Vega , utilizando lean manufacturing. (*Tesis de pregrado*). Universidad Antonio Nariño, Duitama. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/8438>

Viana, D. A., & Agudelo, A. A. (2019). Aplicación de metodología Six Sigma en la realización de una propuesta de mejoramiento en el área de armado de tanques de la empresa magnetron S.A.S. (*Trabajo de grado*). Universidad Católica de Pereira., Pereira. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10785/5496>

Yanzapanta, O. E. (Marzo de 2019). MEJORA DE CALIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS APLICANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA METÁLICAS PILLAPA. (*Tesis Ingeniería Industrial Procesos de Automatización*). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, Ambato, Ecuador.

Arias Montoya, L., Portilla, L. M., & Castaño Benjumea, J. C. (2008). Aplicación de six sigma en las organizaciones. *Scientia Et Technica*, 14(38), 265-270.

Beemaraj, Radha Krishnan y K, Arun Prasath. Six sigma concept and DMAIC implementation

[en línea. En: *International Journal of Business* Jun de 2013. vol. 3, nro. 2, p.

111-114. [2019]. Disponible en internet: <https://www.researchgate.net/publication>

[/324029060\\_SIX\\_SIGMA\\_CONCEPT\\_AND\\_DMAIC\\_IMPLEMENTATION](https://www.researchgate.net/publication/324029060_SIX_SIGMA_CONCEPT_AND_DMAIC_IMPLEMENTATION). ISSN 2249-6920.

Bernal, C., & Osorio, C. (2015). Optimización del proceso productivo de la sección

de pintura de la empresa Industrias Cruz Hermanos S.A. mediante la metodología de Seis Sigma. . Bogotá: Universidad libre de Colombia.

Cortes, J. (01 de 08 de 2015). Información JC Muebles. (J. Rodríguez, & M. Rodríguez, Entrevistadores).

Felizzola, H., & Luna, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Chile: Revista chilena de ingeniería, Vol. 22.

Leal Hernández, S. P. ., & Castro Escobar, S. M. . (2022). Mejora En El Proceso Productivo Mediante La Metodología Seis Sigma Del Sector Cerámico .Publicaciones E Investigación, 16 (1). <https://doi.org/10.22490/25394088.4715>

Yepes Castellar, C. J. (2021). Aplicación de la herramienta Six Sigma en la mejora de los procesos [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad DePamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5319>

Iñiguez, A. (2011). Propuesta de optimización del proceso de lacado de muebles en la fábrica AHCORP a través de la implementación de la metodología DMAIC. . Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the

perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 604 - 614.

Pérez, M., & Plata, L. (2013). Diseño de un modelo para el mejoramiento de la productividad y competitividad de la línea de comedor Houston de la empresa Arte & Estilo basado en la metodología Lean Seis Sigma. Barranquilla: Universidad de la Costa CUC.

Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. New York: MCGraw – Hill. Rodríguez Cortes,

M. Y., & Rodríguez Rativa, J. A. (2016). Desarrollo de la metodología lean six sigma en la pyme JC Muebles de la ciudad de Bogotá D.C.. Retrieved from

[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_industrial/1](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/1)

Cabarcas González, L. (2012). *APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA*. Corporación Universidad de la Costa.

Valderrey Sanz, P. (2011). *Seis sigma. Fundamentos, fases y herramientas*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

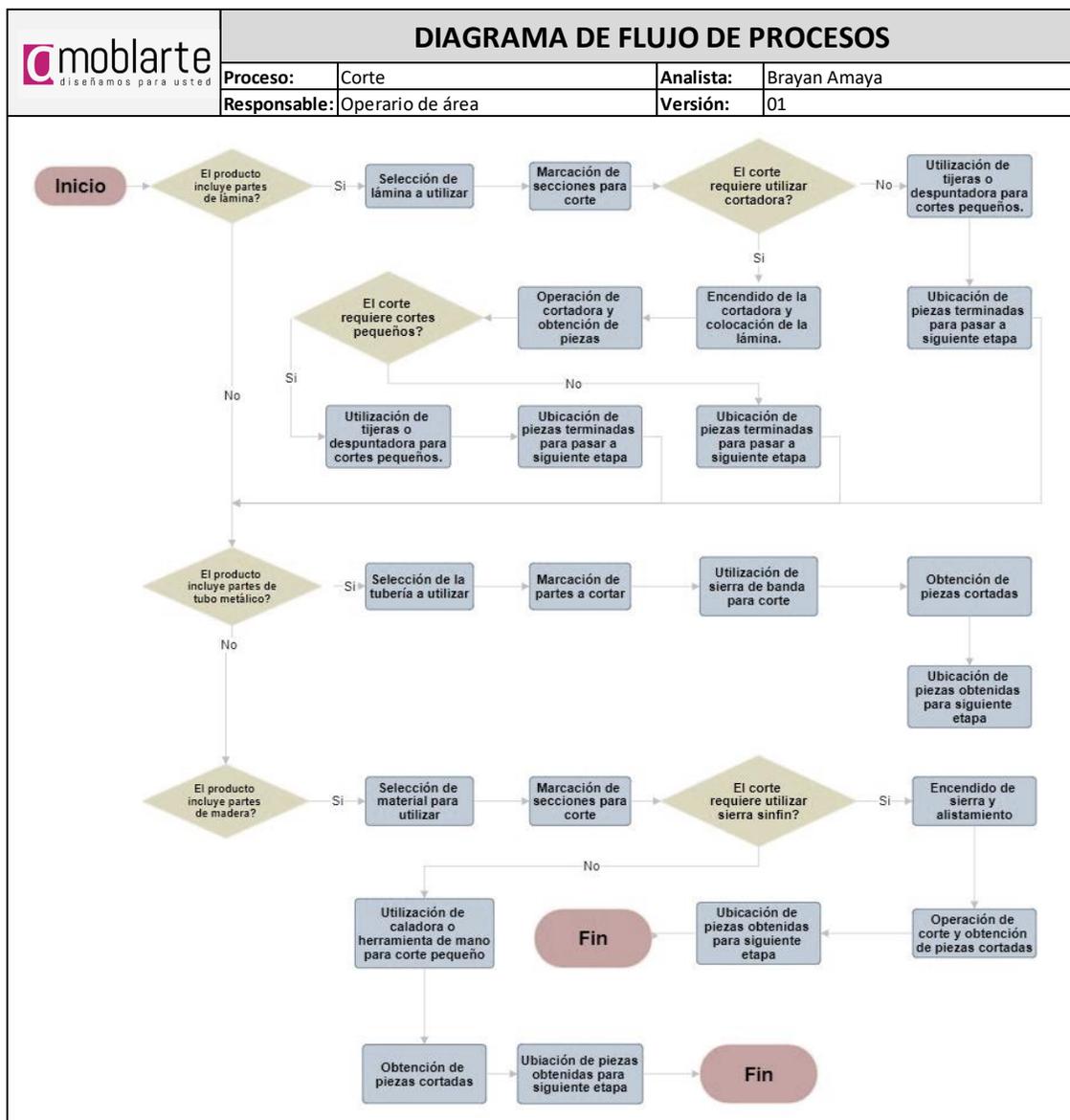
Varela, J., Flores, E., & Tolamatl, J. (2010). Disminución de la variación de un proceso de producción de muebles. México: Conciencia tecnológica No 40.

Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing. Guía básica*.

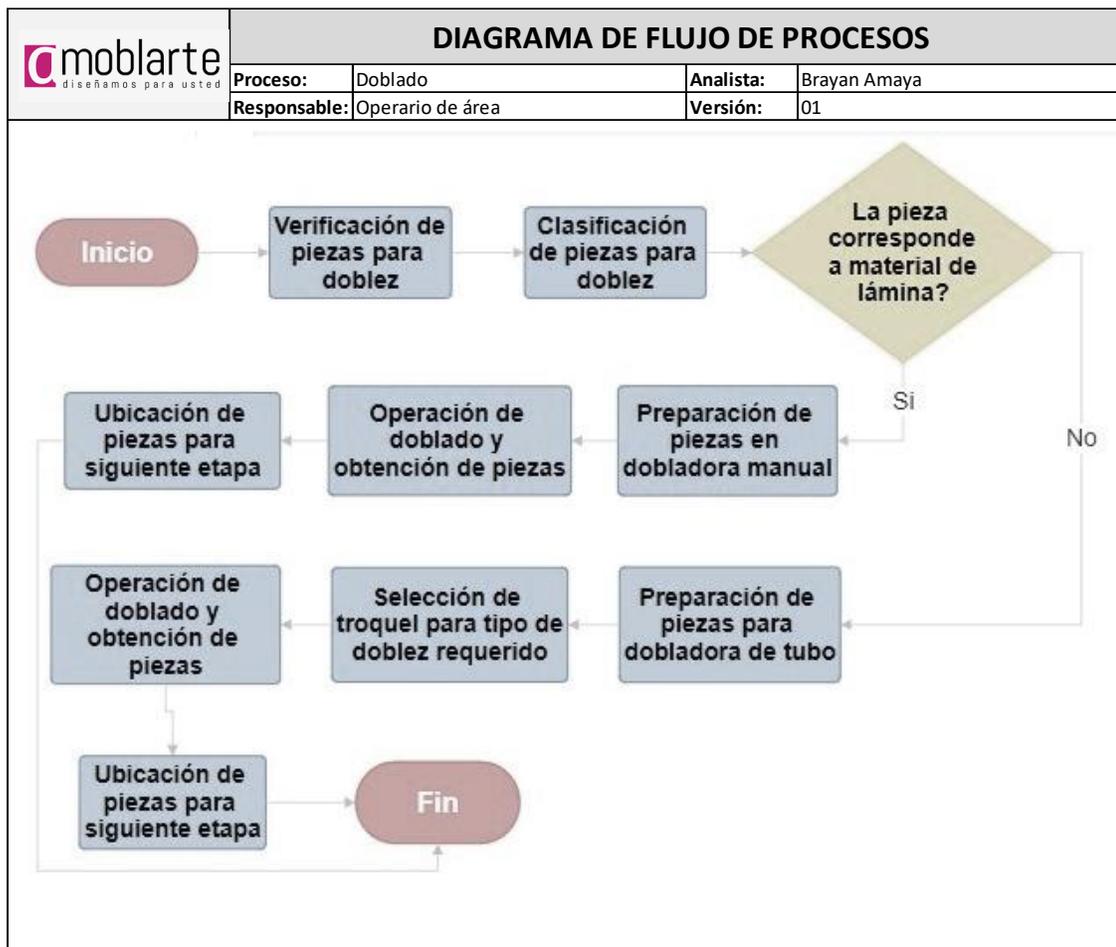
México, D.F.: Limusa.

### ANEXOS

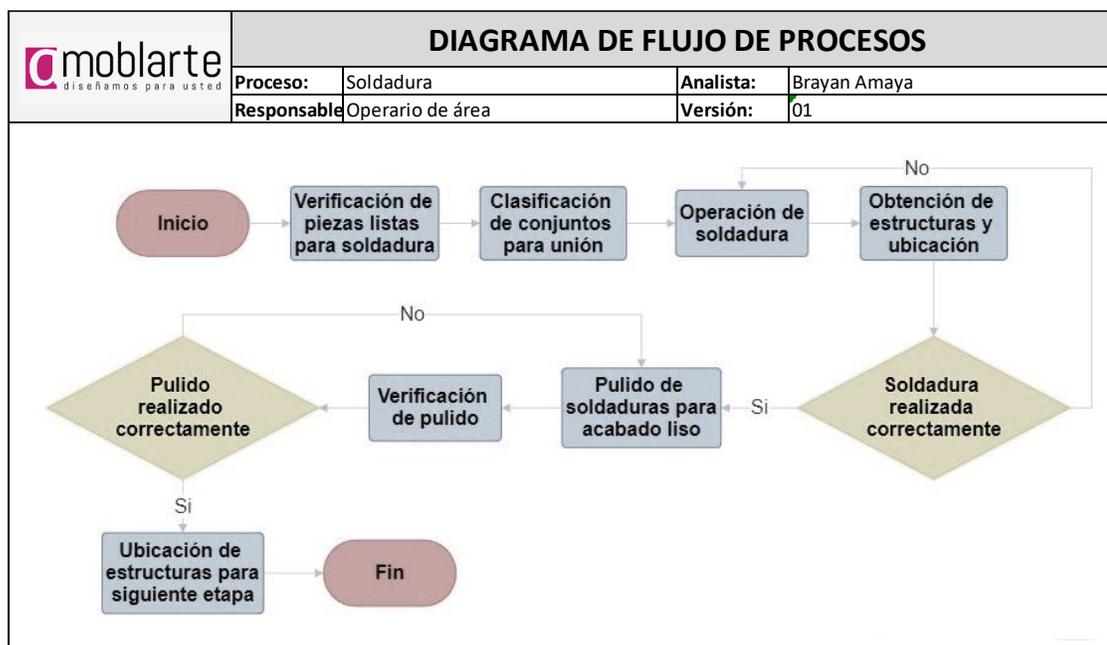
Anexo A. Diagrama de flujo del proceso de Corte



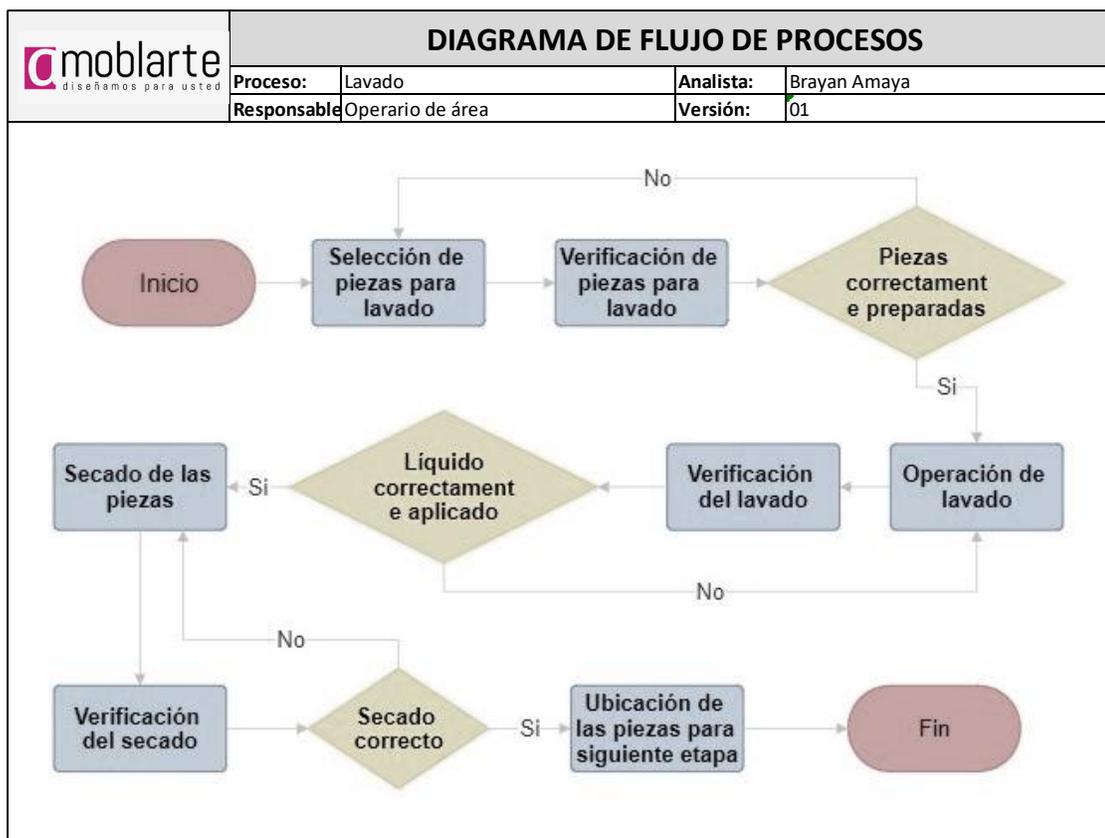
**Anexo B.** Diagrama de flujo del proceso de Doblado



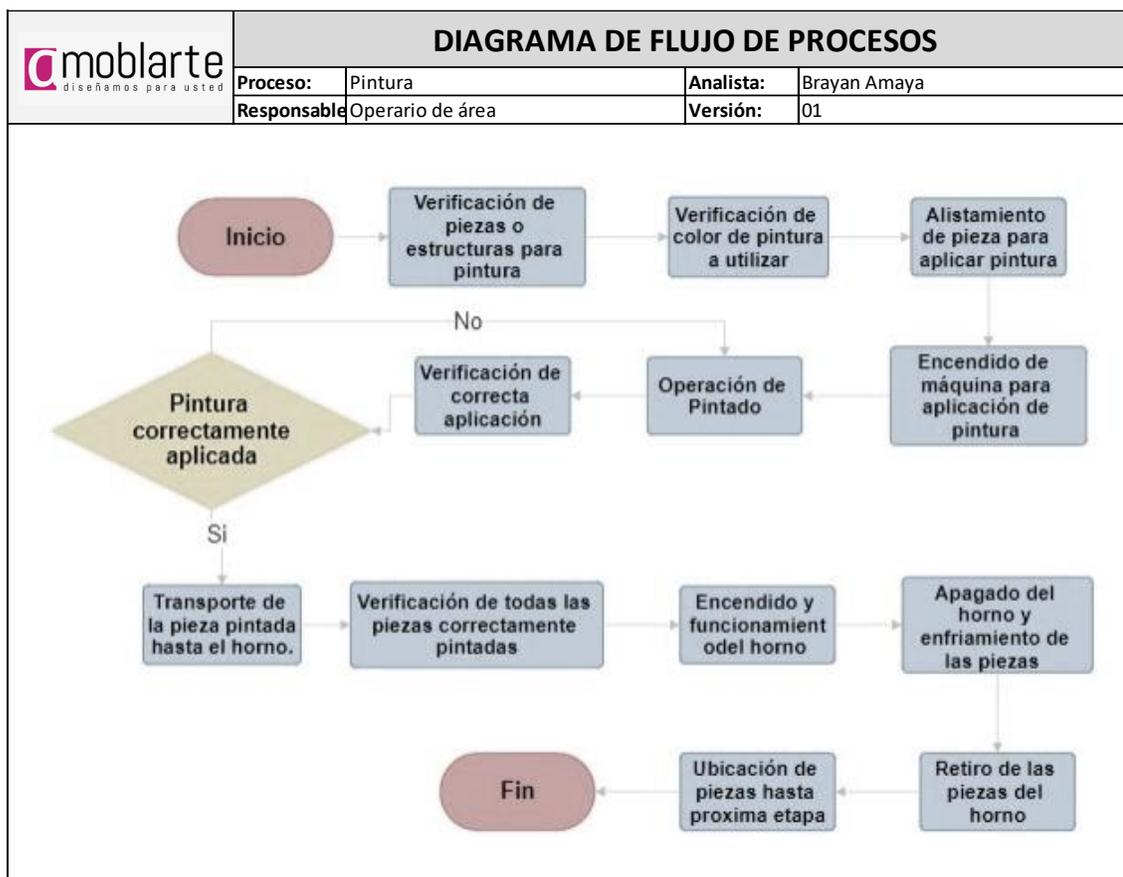
### Anexo C. Diagrama de flujo del proceso de Soldadura



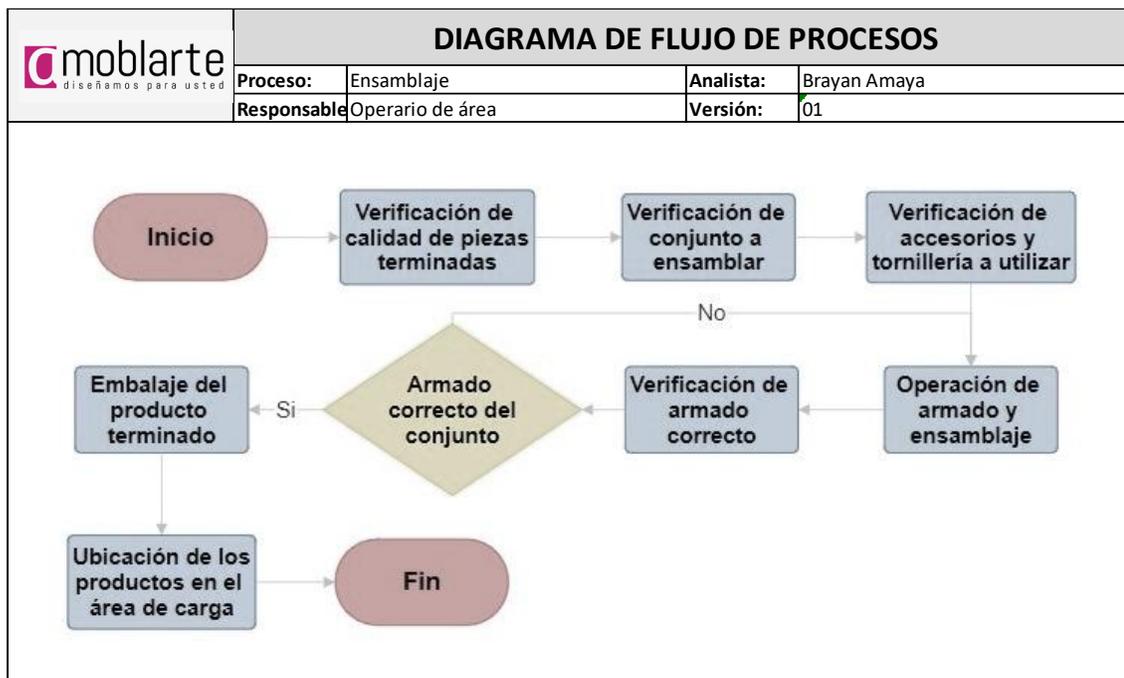
## Anexo D. Diagrama de flujo del proceso de Lavado



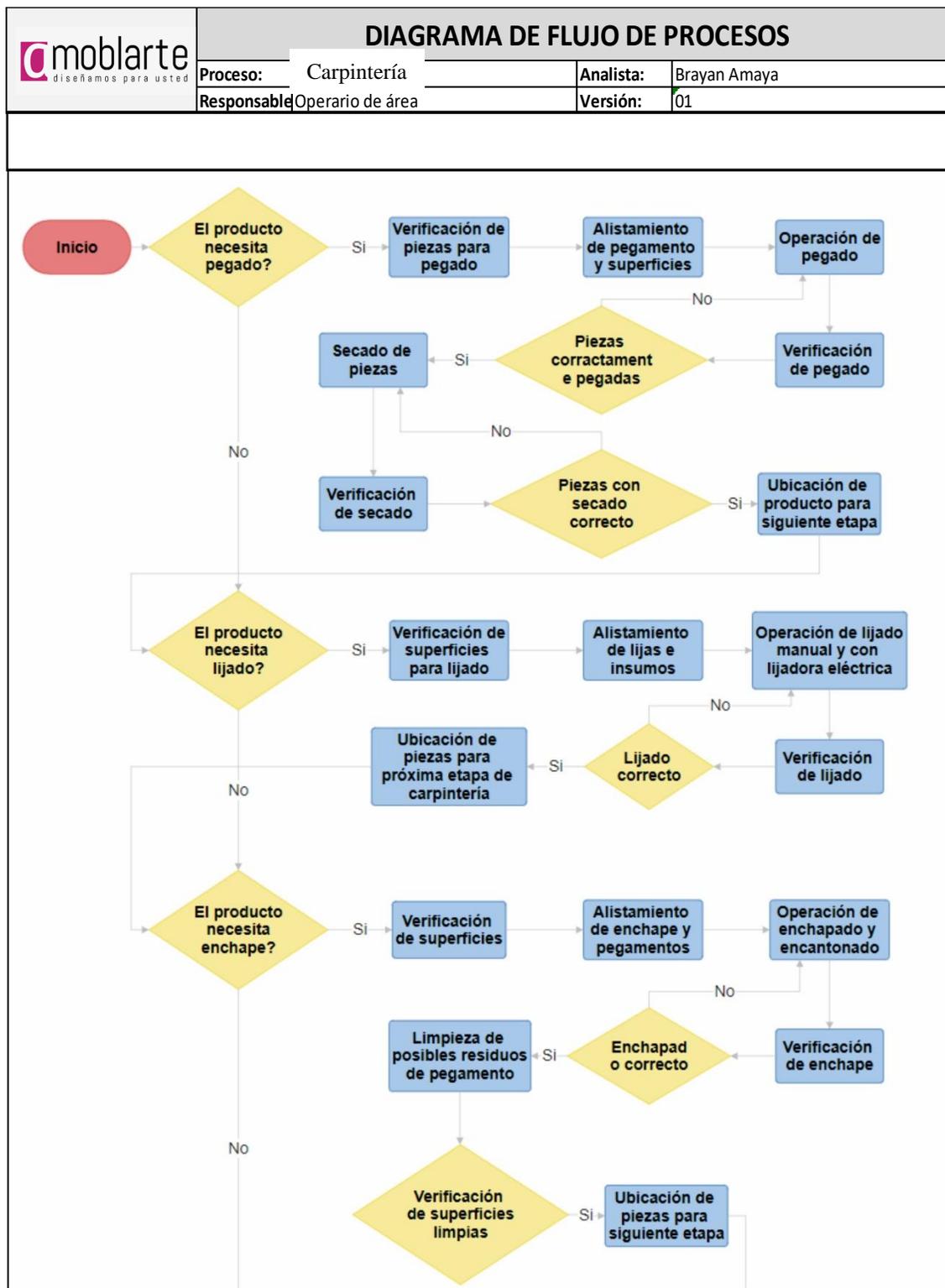
Anexo E. Diagrama de flujo del proceso de Pintura

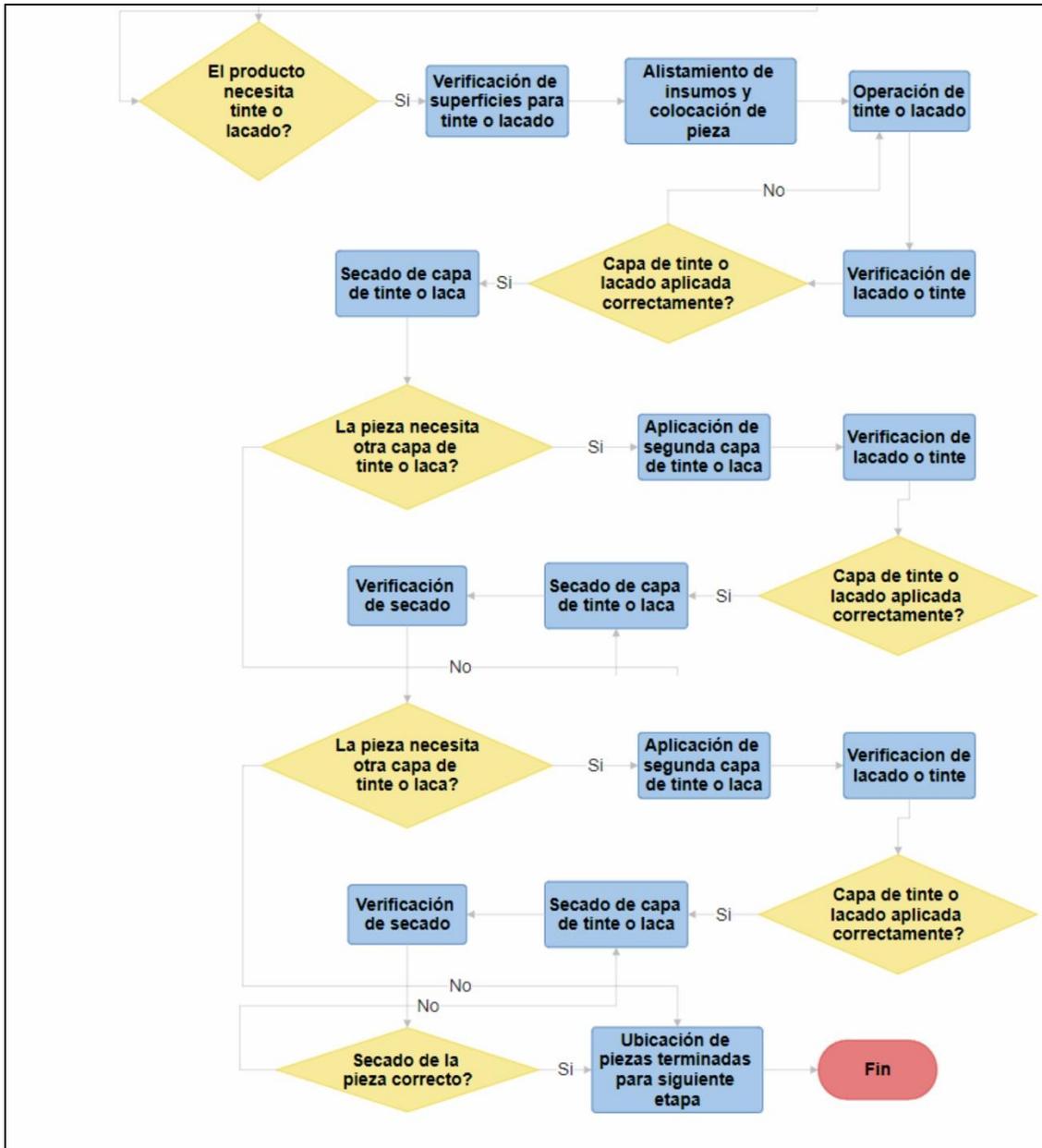


**Anexo F.** Diagrama de flujo del proceso de Ensamblaje



Anexo G. Diagrama de flujo del proceso de Carpintería





**Anexo H.** Tabla de numero de defectos encontrados por tipo de defecto en el año 2022.

Producto\Defectos	Dimensiones inadecuadas	Soldaduras visibles	Óxido o humedad	Deformaciones visibles	Bordes afilados	Accesorios faltantes	Accesorios Averiaados	Color Inexacto	Defectos en pintura	Superficie irregular	Rigidez de la estructura	TOTAL
Escritorio/ Puesto de trabajo	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0	5
Estante	0	0	1	1	2	0	0	0	2	0	1	7
Armario/Archivador	1	2	0	1	1		2	0	4		0	11
Pupitre	0	2	0	0	1	2		0	0	4	0	9
Cajonera	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Mesa de juntas	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
Division	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gabinete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	5	1	3	5	3	4	0	8	5	1	36

## Anexo I. Formato de selección y evaluación de proveedores

<b>FORMATO DE SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROVEEDOR DE SERVICIOS</b>									
<b>SELECCIÓN</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		<b>EVALUACIÓN</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>					 <b>moblarte</b> <small>diseñamos para usted</small>		
Persona natural <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Persona Jurídica <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>							
<b>INFORMACION GENERAL</b>									
<b>PERSONA NATURAL</b>					<b>PERSONA JURÍDICA</b>				
Nombre de Empresa:					Nit:				
Representante legal:					CC:				
Dirección:					Ciudad:				
Teléfono:					Correo:				
<b>Servicios Ofrecidos</b>									
<b>SIGNIFICADO DE LA ESCALA DE PUNTOS</b>									
<b>5</b> : Excelente / si cumple / si se tiene / si acepta / si aplica									
<b>4</b> : Muy bueno / si cumple / si se tiene / si acepta / si aplica, pero no en su totalidad									
<b>3</b> : Bueno / Cumplimiento aceptable / tiene algo / acepta a veces / se aplica a veces.									
<b>2</b> : Regular / Muy pocos ejemplos / posee muy poco / acepta muy poco / aplica muy poco									
<b>1</b> : Malo / no cumple / no tiene / no acepta / no aplica									
<b>CRITERIOS PARA EVALUAR</b>		<b>ESCALA</b>					<b>VALORACIÓN</b>		<b>TOTAL</b>
		NA	1	2	3	4	5	REAL	
<b>• CALIDAD</b>									
1. Implementa un Sistema de Gestión de Calidad							0	5	0,00
2. Calidad de servicio.							0	5	
3. Garantía y soporte.							0	5	
<b>•ASPECTO TÉCNICO</b>									

1. Experiencia en el tipo de servicio ofrecido.							0	5	0,00
2. Todos cuentan con personal calificado.							0	5	
<b>• SERVICIO</b>									
1. Tiene Tiempos de entrega convenientes para las actividades de la empresa.							0	5	0,00
2. Posicionamiento en el mercado.							0	5	
<b>• ASPECTO ECONÓMICO</b>									
1. Sus precios son competitivos							0	5	0,00
2. Sistema de pago según el proceso de pago de la empresa.							0	5	
<b>• SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y MEDIO AMBIENTE</b>									
1. Implementa un sistema de gestión de seguridad, salud y ambiental.							0	5	0,00
2. Cumple con las especificaciones técnicas							0	5	
3. Proporciona asesoramiento sobre los servicios que ofrece.							0	5	
4. Dispone de Licencia Ambiental.							0	5	
5. El personal tiene licencia en Salud Ocupacional.							0	5	
6. El personal es registrado con la SGSST.							0	5	
7. El personal es competente para llevar a cabo sus tareas							0	5	
8. La institución tiene una licencia SO, autorización cartifiste, y una licencia de SO. de la doctora.							0	5	
9. Tila licencias de salud ocupacional del staff y/ar la institución está vigente.							0	5	
10. Los procedimientos de seguridad en el trabajo son seguidos.							0	5	
<b>TOTAL PUNTOS OBTENIDOS</b>									

RESULTADOS DE EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
Puntos obtenidos:	
70 - 95 puntos: Proveedor Aceptado.	
30 - 70 puntos: Proveedor parcialmente aceptado	
0 - 30 puntos: Proveedor no aceptado.	

Proveedor evaluado por: \_\_\_\_\_

Posición: \_\_\_\_\_

Fecha de evaluación: \_\_\_\_\_

## Anexo J. Formato de Control de Recepción de MP

		FORMATO DE CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA						
		REGISTRO DE COMPRA/RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA					Codigo:	
							Formato N°:	
							Página:	
N°	Materia prima/Accesorios	Proveedor	Fecha de recepción	Cantidad pedida	Cantidad recibida	Acepta la entrega	Responsable	Observaciones
Elaborado por:		FIRMA:		Aprobado por:		FIRMA:		
Cargo:				Cargo:				



**Anexo L.** Formato de registro de mantenimientos correctivos o calibración de maquinaria y equipo

		<b>FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO O CALIBRACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS</b>		Código:
				Versión:
				Páginas:
<b>Nombre del equipo:</b>				
<b>Tipo de equipo:</b>				
<b>Marca:</b>				
<b>Modelo:</b>				
<b>Serie:</b>				
<b>Fecha de realización de ...../...../.....</b>		<b>Descripción de la actividad realizada</b>	<b>Nombre del profesional o técnico</b>	<b>Firma del profesional o técnico</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>Calibración</b>			
<b>Observaciones:</b>				
<b>Elaborado por:</b>		<b>Firma</b>	<b>Aprobado por:</b>	

## Anexo M. Formato de inspección y control de calidad

<b>FORMATO DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD</b>			 diseñamos para usted	
<b>PROCESO O ACTIVIDAD</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>SIGUIENTE PROCESO</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>				
<b>DIMENSIONES</b>		<b>C</b>	<b>N.C</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Largo:</b>				
<b>Ancho:</b>				
<b>Alto:</b>				
<b>ESPECIFICACIONES DE CALIDAD</b>		<b>C</b>	<b>N.C</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Rigidez de la estructura				
Diseño del producto tal como se establece				
Calidad de la superficie y terminados				
Apariencia y estética correcta				
Accesorios en buen estado				
<b>Nombre del Responsable:</b>			<b>Firma:</b>	

## Anexo N. Formato de registro de control de asistencia a capacitaciones.

		<b>FORMATO DE REGISTRO DE CONTROL ASISTENCIA A CAPACITACIONES</b>		<b>Código:</b>
				<b>Versión:</b>
				<b>Página:</b>
<b>Tema:</b>		<b>Fecha:</b>		
<b>Instructor (es):</b>		<b>Hora:</b>		
Nº	Nombres y Apellidos	Cargo	Nº de cedula	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
<b>Observaciones:</b>				
<b>Firma Instructor</b>		<b>Firma Responsable</b>		