

Dirección de Área de Conocimiento Industria y Producción

Análisis de capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. Allison María
Torres Amador
Carnet: 2021-0001E

Br. Dayana Gabriela
Navarrete Almanza
Carnet: 2021-1148U

Tutor:

Ing. Noel Antonio
Brenes González

16 de febrero de 2026
Managua Nicaragua



Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN hace constar que:

TORRES AMADOR ALLISON MARÍA

Carné: 2021-0001E Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, en el año 2025 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y nueve días del mes de agosto del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

Msc. Arlen Patricia Reyes Gomez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



Móvil: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 29-ago-2025



www.uniedu.ni



Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN hace constar que:

NAVARRETE ALMANZA DAYANA GABRIELA

Carné: 2021-1148U Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, en el año 2025 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y nueve días del mes de agosto del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



Msc. Arlen Patricia Reyes Gomez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



Móvil: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 29-ago-2025



www.un.edu.ni



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo		No. Inscripción 7010				
NOMBRES Y APELLIDOS: Allison María Torres Amador						
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL		CARNET: 2021-0001E		TURNO: Diurno		
PLAN DE ESTUDIO: 2015		SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE 2025		FECHA: 24/07/2025		
No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER_ONLINE

GRABADOR



FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

Firma del estudiante

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 29-ago-2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo		No. Inscripción 4749				
NOMBRES Y APELLIDOS: Dayana Gabriela Navarrete Almanza						
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL		CARNET: 2021-1148U		TURNO: Diurno		
PLAN DE ESTUDIO: 2015		SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE 2025		FECHA: 24/07/2025		
No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER_ONLINE

GRABADOR



FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

Dayana
Navarrete

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 29-ago-2025



Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

Managua, 28 de mayo de 2025

Bachilleres

Allison María Torres Amador

Dayana Gabriela Navarrete Almanza

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su tema monográfico, titulado **Análisis de capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda.** Ha sido aprobado por esta dirección.

Así mismo, les comunico estar totalmente de acuerdo, con la tutoría del **Ing. Noel Antonio Brenes González.**

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **28 de noviembre de 2025.**

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,



MSc. Augusto César Palacios Rodríguez
Director de Área de Conocimiento Industria
y Producción

CC: PROTOCOLO
ARCHIVO



Móvil: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Arístido Palacios
Costado Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua.



www.unin.edu.ni

Lai&Lina

ALLURE LIVING

Managua, 22 de noviembre de 2025

MSc. Augusto César Palacios Rodríguez

Área de Conocimiento Industria y

Producción Director

Estimado MSc. Palacios:

Reciba un cordial saludo.

Por este medio, me permito informar que las estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial:

- Br. Allison María Torres Amador
- Br. Dayana Gabriela Navarrete Almanza

Han concluido su trabajo monográfico en la empresa Molina D' Clase y Compañía Limitada, la cual opera bajo el nombre comercial Lai & Lina, con el tema:

"Análisis de capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina D' Clase".

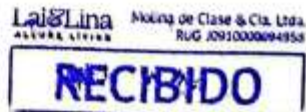
Dicho trabajo fue desarrollado bajo la tutoría y supervisión del Ing. Noel Antonio Brenes González.

Sin otro particular, me despido reiterándole mis saludos y los mejores deseos.

Atentamente,



Ing. Rodrigo Tercero
Gerente producción.



MOLINA DE CLASE Y CIA
LTDA RUC J0910000094958
CAMINO DE ORIENTE, MODULO J1, MANAGUA.

Managua, 27 de noviembre de 2025

MSc. Augusto Palacios Rodríguez
Área de Conocimiento de Industria y Producción
Director
Su despacho

Estimado MSc. Palacios:

Me dirijo a usted con el fin de informarle que he revisado como tutor, el trabajo monográfico titulado: **"Análisis de capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda."**, elaborado por las bachilleres:

Br. Allison María Torres Amador

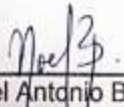
Carnet: 2021-0001E

Br. Dayana Gabriela Navarrete Almanza

Carnet: 2021-1148U

Después de leer y examinar el contenido del trabajo y tomando en cuenta la calidad del mismo, considero que cumple con los requisitos especificados para este tipo de estudios. Por lo cual, el bachiller **Torres Amador y Navarrete Almanza** se encuentra en disposición de presentarlo al tribunal examinador, para su respectiva defensa y pueda optar al título de **Ingeniero Industrial**.

Sin más a que referirme me despido de usted deseándole éxito en su gestión diaria, esperando una respuesta positiva ante esta misiva.



Ing. Noel Antonio Brenes González.
Tutor de monografía

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo monográfico no sólo marca el cierre de un proyecto académico, sino también de un capítulo lleno de experiencias y personas que dejaron huella en nuestras vidas.

Agradecemos primeramente a Dios por la fortaleza y la claridad necesaria para llegar hasta este momento, gracias por ser la guía en nuestro camino, por acompañarnos en cada etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres, por su esfuerzo inagotable, por trabajar incansablemente para que pudiéramos llegar hasta aquí y apoyarnos siempre, incluso cuando parecía que los obstáculos eran más grandes que nuestros sueños. Su dedicación y confianza fueron el motor que nos impulsó a seguir adelante.

A nuestros amigos y compañeros de carrera, por estar presentes en las risas, desvelos y tareas casi imposibles; por quienes tomaron otros rumbos y dejaron recuerdos que siempre nos acompañarán; y por quienes se quedaron a pesar de los momentos difíciles, haciendo que cada paso de este camino fuera más llevadero.

A nuestros docentes, por enseñarnos, guiarnos y compartir sus conocimientos a lo largo de estos años. Cada clase, consejo y ejemplo dejó una enseñanza que contribuyó a nuestra formación profesional y personal.

Y, finalmente, queremos reconocer nuestro propio esfuerzo, por no rendirnos aun cuando las dudas y el cansancio golpeaban fuerte. Por cuestionarnos, levantarnos y seguir adelante, demostrando que la perseverancia siempre encuentra su recompensa.

A todos ustedes, gracias por formar parte de este viaje y por hacer que cada desafío tuviera sentido. Este logro es nuestro, pero también llevamos consigo todo lo que aprendimos y vivimos gracias a ustedes.

Br. Dayana Navarrete & Br. Allison Torres.

DEDICATORIA.

Dedicamos el presente trabajo monográfico a Dios primeramente por habernos permitido culminar esta etapa de nuestras vidas y por ser de guía en cada parte del proceso.

A nuestros padres, Ricardo José Navarrete Colomer, Rosario de la Asunción Almanza García, Leonardo Jorge Torres y María Auxiliadora Amador Trujillo, por ser nuestra inspiración y el cimiento sobre el que hemos construido este logro. Por su amor infinito, su paciencia en los momentos difíciles y su fe constante en nuestras capacidades. Gracias por enseñarnos, con su ejemplo, que la disciplina, dedicación, honestidad y esfuerzo son las verdaderas claves del éxito. Esta tesis es tanto nuestra como suya, fruto del sacrificio, valores y el amor que nos transmitieron desde el primer día.

Lo dedicamos a todos aquellos familiares que nos acompañaron con amor y aliento en cada parte del camino, y a nuestros amigos, cuya presencia y cariño dejaron huellas imborrables en nuestras vidas. Gracias por ser parte esencial de esta etapa y por recordarnos que los logros compartidos tienen un valor aún mayor.

Br. Dayana Navarrete & Br. Allison Torres.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.	1
II.	ANTECEDENTES.	3
III.	JUSTIFICACIÓN.	6
IV.	OBJETIVOS.	8
4.1	Objetivo general.	8
4.2	Objetivos específicos.	8
V.	MARCO TEÓRICO.	9
5.1	Flujo de procesos productivos.	9
5.2	Distribución de planta y aprovechamiento del espacio.	11
5.3	Análisis causa-raíz.	13
5.4	Muestreo del trabajo.	14
5.5	Clasificación de inventario ABC.	15
5.6	Análisis de la capacidad productiva.	16
5.7	Fundamentos de la capacidad de producción.	18
5.8	Detección de cuellos de botella y restricciones operativas.	19
5.9	Gestión de la demanda y escenarios de crecimiento.	20
5.10	Estrategias de mejora de capacidad.	21
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO.	23
6.1	Tipo de investigación.	23
6.2	Diseño de investigación.	23
6.3	Universo de estudio.	24
6.4	Fuentes de información.	24
6.4.1	Tipos de información requerida de las fuentes.	25
6.4.2	Instrumentos para la recopilación de información.	25

6.5	Procedimientos para la recolección de la información.	26
6.6	Procesamiento de la información.	26
6.7	Tipos de análisis.	26
6.8	Análisis causa-raíz.	27
6.9	Análisis situacional.	28
6.10	Estudio de tiempos.	32
6.10.1	Muestreo	33
6.10.2	Proporcionalidad.	35
6.11	Análisis de capacidad.	38
6.12	Escenarios de demanda.	42
CAPÍTULO I: CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.		44
1.1	Descripción del proceso productivo.	44
1.1.1	Carpintería.	44
1.1.2	Pintura.	45
1.1.3	Lijado.	45
1.2	Diagrama sinóptico del proceso productivo.	46
1.3	Recursos y equipo.	49
1.3.1	Recursos humanos.	49
1.3.2	Maquinaria y equipos.	52
1.4	Distribución de planta.	57
CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES OPERATIVAS Y ANÁLISIS SITUACIONAL.		61
2.1	Condiciones ambientales.	61
2.1.1	Uso de EPP.	62
2.1.2	Ergonomía y ambiente laboral.	62

2.2	Análisis de calidad.	63
2.3	Análisis causa-raíz.	65
2.4	Análisis situacional.	73
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE TIEMPO Y DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD PRODUCTIVA.		78
3.1	Estudio de tiempo.	78
3.2	Muestreo del trabajo.	85
6.12.1	Prueba piloto.	86
6.12.2	Muestreo.	88
3.3	Proporcionalidad de muebles.	91
3.4	Análisis de capacidad.	105
6.12.3	Capacidad horas hombre.	106
6.12.4	Capacidad maquinaria.	113
6.12.5	Capacidad global.	114
6.12.6	Balanceo de línea.	116
6.12.7	Capacidad ajustada.	118
6.12.8	Capacidad global ajustada.	123
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO Y EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO.		125
4.1	Análisis comparativo de capacidades.	125
4.2	Balanceo de líneas.	128
4.3	Análisis de capacidad ajustada.	129
CAPÍTULO V: ESCENARIOS DE DEMANDA Y ESTRATEGIAS DE MEJORA		131
5.1	Escenarios de demanda.	131
5.2	Propuestas técnicas y operativas de mejora.	142
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		146

6.1 Conclusiones.....	146
6.2 Recomendaciones.	148
REFERENCIAS.....	152
ANEXOS.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Simbología ASME.	10
Tabla 2: Criterios de nivel de ocurrencia.	28
Tabla 3: Calificación de grado de severidad (AMFE).	30
Tabla 4: Calificación de grado de ocurrencia (AMFE).	31
Tabla 5: Calificación de grado de detección (AMFE).	31
Tabla 6: Criterio de proporcionalidad (Complejidad)	36
Tabla 7: Criterio de proporcionalidad (Volumen aparente).....	36
Tabla 8: Criterio de proporcionalidad (Tipo de operario)	36
Tabla 9: Diagrama sinóptico del proceso productivo.	48
Tabla 10: Recursos humanos de carpintería.	49
Tabla 11: Recursos humanos de pintura.	51
Tabla 12: Maquinaria de carpintería.	52
Tabla 13: Maquinaria y equipo de pintura.....	56
Tabla 14: Aplicación de los 5 porqués.	67
Tabla 15: Frecuencia de causas.	71
Tabla 16: % de frecuencia (Diagrama de Pareto).....	72
Tabla 17: Análisis de modo y efecto de la falla.....	76
Tabla 18: Tiempos de dimensionado inicial.	80
Tabla 19: Tiempos de corte y preparación.	82
Tabla 20: Tiempos de pintura.	84
Tabla 21: Distribución funcional del tiempo operativo de la prueba piloto.	86
Tabla 22: % de la distribución funcional del tiempo operativo de la prueba piloto.	87
Tabla 23: Número de observaciones por etapa.....	89
Tabla 24: Distribución funcional del tiempo operativo del muestreo	90
Tabla 25: Valores del mueble base.....	91
Tabla 26: Tiempos estimados de dimensionado.	93
Tabla 27: Tiempos estimados de corte y preparación (Carpintero A).	95
Tabla 28: Tiempos estimados corte y preparación (Carpintero B)	97
Tabla 29: Tiempos estimados de pintura.	100

Tabla 30: Tasa de retrabajo por etapa.....	105
Tabla 31: Datos de capacidad HH (Dimensionado inicial).	106
Tabla 32: Datos de capacidad HH (Corte y preparación: Carpintero A).	107
Tabla 33: Datos de capacidad HH (Corte y preparación: Carpintero B).	109
Tabla 34: Datos de capacidad HH (Primeras 2 capas de pintura).	110
Tabla 35: Datos de capacidad HH (Pintura en cabina).	112
Tabla 36: Datos de capacidad de recurso (Cabinas).	114
Tabla 37: Resumen de capacidades individuales.....	115
Tabla 38: Datos para el balanceo de línea.	116
Tabla 39: Capacidad ajustada (Dimensionado inicial).....	118
Tabla 40: Capacidad ajustada (Corte y preparación Carp. A).....	119
Tabla 41: Capacidad ajustada (Corte y preparación Carp. B).....	120
Tabla 42: Capacidad ajustada (Primeras 2 capas de pintura).....	121
Tabla 43: Capacidad ajustada (Pintura en cabina).....	122
Tabla 44: Resumen de capacidades individuales ajustadas.	123
Tabla 45: Capacidad global.....	126
Tabla 46: Capacidad global ajustada.....	129
Tabla 47: Datos de capacidad mínima del sistema.	132
Tabla 48: Capacidades del escenario A.	132
Tabla 49: Capacidad global (Escenario A).	133
Tabla 50: Datos de demanda (Escenario B).....	135
Tabla 51: Requerimientos de producción (Escenario b).....	135
Tabla 52: Datos de capacidad del escenario B.	136
Tabla 53: Capacidades del escenario B.	136
Tabla 54: Capacidad global (Escenario B).	137
Tabla 55: Datos de demanda (Escenario C).....	138
Tabla 56: Requerimientos de producción (Escenario C).	139
Tabla 57: Datos de capacidad del escenario C.	139
Tabla 58: Capacidades del escenario C.	140
Tabla 59: Capacidad global (Escenario C).	141
Tabla 60: Resumen de las capacidades por escenario.	142

ÍNDICE DE FÓRMULAS.

Fórmula 1: Porcentaje de ocurrencia.	28
Fórmula 2: AMEF.	32
Fórmula 3: Número de observaciones.	35
Fórmula 4: Factor multiplicativo.	37
Fórmula 5: Relación de proporcionalidad y tiempo.....	37
Fórmula 6: Relación de proporcionalidad y tiempo en pintura en cabina.....	38
Fórmula 7: Tiempo de ciclo total promedio.....	38
Fórmula 8: Proporción de demanda por tipo de carpintero (%).	39
Fórmula 9: Demanda semanal por carpintero.	39
Fórmula 10: Cantidad promedio de muebles saliendo por carpintero.....	39
Fórmula 11: Takt time.	39
Fórmula 12: Productividad.	39
Fórmula 13: Eficiencia (%).	39
Fórmula 14: Capacidad instalada (u).	39
Fórmula 15: Capacidad instalada (h).	39
Fórmula 16: Producción real (h).....	39
Fórmula 17: Capacidad disponible (u).	40
Fórmula 18: Capacidad disponible (h).	40
Fórmula 19: Tasa de retrabajo.....	40
Fórmula 20: Capacidad efectiva.	40
Fórmula 21: Capacidad utilizada (%).	40
Fórmula 22: Capacidad ociosa (%).	40
Fórmula 23: Capacidad disponible (h).	40
Fórmula 24: Capacidad requerida (u).	40
Fórmula 25: Tiempo de ciclo total promedio ajustado.	40
Fórmula 26: Capacidad requerida (h).	40
Fórmula 27: Tiempo total efectivo por mueble en cabina.	41
Fórmula 28: Capacidad instalada del recurso (u).	41
Fórmula 29: Capacidad instalada del recurso (h).	41
Fórmula 30: Capacidad disponible del recurso (u).	41

Fórmula 31: Capacidad disponible del recurso (h).	41
Fórmula 32: Capacidad utilizada del recurso (%).	41
Fórmula 33: Capacidad ociosa del recurso (%).	41
Fórmula 34: Capacidad instalada global.	41
Fórmula 35: Capacidad disponible global (u).	41
Fórmula 36: Capacidad efectiva global.	42
Fórmula 37: Capacidad utilizada global (%).	42
Fórmula 38: Capacidad ociosa global (%).	42
Fórmula 39: Eficiencia global (%).	42
Fórmula 40: Takt time de la línea.	42
Fórmula 41: Número de estaciones mínimas de trabajo.	42
Fórmula 42: % de eficiencia de línea.	42
Fórmula 43: Número de operarios mínimos por línea.	42
Fórmula 44: Horas requeridas.	42
Fórmula 45: Número de operarios requeridos.	43
Fórmula 46: % de incremento.	43

Índice de Gráficos.

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa.	66
Gráfico 2: Diagrama de Pareto.	72
Gráfico 3: Mesa Terracán 50".	79

Índice de Anexos.

Anexo A: Tabla de maquinaria y equipos.	157
Anexo B: Zona de carpintería.	167
Anexo C: Zona de pintura.	168
Anexo D: Almacén 1.	169
Anexo E: Almacén 2.	170
Anexo F: Observaciones del muestreo.	171
Anexo G: Clasificación de los muebles según ABC.	175

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente proyecto tuvo como finalidad analizar la capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda., una empresa nicaragüense dedicada a la fabricación y comercialización de muebles de madera, la cual se encontraba en un proceso de expansión hacia El Salvador. Dicho crecimiento generó un incremento en la demanda de productos, lo que evidenció las limitaciones operativas de la empresa y la necesidad de realizar un análisis técnico formal que permitiera identificar las restricciones del sistema y mejorar la planificación de la producción.

Metodológicamente, la investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado y mixto, con un diseño no experimental y transversal, en el cual se emplearon herramientas de la ingeniería industrial tales como el análisis causa raíz, estudio de tiempos, análisis de capacidad, balanceo de línea y la evaluación de escenarios de demanda, apoyándose en técnicas de observación directa, entrevistas y revisión de registros operativos.

La aplicación de estas herramientas permitió cuantificar la capacidad instalada actual de la empresa, la cual fue de 40 unidades semanales en la etapa de carpintería y 125 unidades semanales en la etapa de pintura. Asimismo, se determinó que la capacidad utilizada real alcanzó el 97.1428% en carpintería y apenas el 25.6410% en pintura, lo que implicó una capacidad ociosa del 2.8572% y del 74.359%, respectivamente. Estos resultados evidenciaron la existencia de un margen significativo de mejora sin necesidad de realizar inversiones mayores en maquinaria. La capacidad global utilizada se vio limitada por etapas específicas del proceso, mientras que otras presentaron niveles elevados de capacidad ociosa, reflejando un uso ineficiente de los recursos disponibles.

El estudio identificó que las principales restricciones del sistema se encontraron en carpintería, donde se presentaron desbalances en la asignación de las cargas de trabajo que generaron cuellos de botella y limitaron la capacidad global del proceso, siendo la etapa de dimensionado inicial identificada como el principal cuello de botella. Estas restricciones se manifestaron aun cuando la

empresa dispuso de mayor espacio físico tras el cambio de instalaciones, lo que indicó que el problema no radicó únicamente en la infraestructura, sino en la gestión de la capacidad y en la organización operativa.

Como conclusión, se determinó que la empresa poseyó un alto potencial para incrementar su capacidad productiva sin necesidad de realizar grandes inversiones en infraestructura o maquinaria. La implementación de estrategias operativas, tales como el balanceo de cargas de trabajo, la optimización de las jornadas laborales y la mejora de los controles de calidad, permitió fortalecer la capacidad de respuesta ante la demanda, mejorar la eficiencia operativa y apoyar la toma de decisiones estratégicas alineadas con los planes de expansión nacional e internacional..

I. INTRODUCCIÓN.

La competitividad industrial contemporánea exige a las empresas manufactureras una gestión eficiente de sus recursos productivos, especialmente en sectores donde la personalización del producto y la calidad artesanal constituyen ventajas diferenciadoras. En este contexto, Molina de Clase & Cía. Ltda., ubicada en el km 18.5 carretera a Masaya, Nicaragua, dedicada a la fabricación y comercialización de muebles de madera a nivel nacional e internacional, enfrentó un problema crítico asociado a retrasos recurrentes en los plazos de entrega.

Esta situación no solo afectó negativamente la imagen de la empresa frente a sus clientes, sino que también generó insatisfacción, pérdida de confianza comercial, reprogramaciones constantes de pedidos y un incremento en los reprocesos y ajustes de última hora en la producción. Asimismo, estos retrasos representaron un riesgo directo para los planes de expansión de la empresa, particularmente tras la apertura de su nueva tienda en El Salvador, al comprometer su capacidad de respuesta ante un mercado más exigente y competitivo.

En particular, se identificó que el área de carpintería y pintura desempeñaba un papel fundamental dentro del proceso productivo y que su desempeño podía estar limitando la capacidad del sistema para atender oportunamente el incremento de la demanda. La presencia de desbalances en la asignación de cargas de trabajo, cuellos de botella en ciertas etapas del proceso y niveles elevados de capacidad ociosa en otras generó una utilización ineficiente de los recursos disponibles, lo cual se tradujo en tiempos de ciclo prolongados, acumulación de trabajos en proceso y dificultades para cumplir con los compromisos de entrega establecidos con los clientes.

Para atender esta situación, el presente trabajo monográfico se centró en analizar de manera integral la capacidad de producción del área de carpintería y pintura, considerando tres ejes principales: en primer lugar, la evaluación del uso

actual de los recursos disponibles, tanto físicos como humanos; en segundo lugar, la identificación de las restricciones que afectaron el desempeño del sistema productivo; y finalmente, la formulación de propuestas de mejora orientadas a optimizar la distribución del espacio, reorganizar el personal y mejorar el flujo de trabajo, en función de distintos escenarios de demanda proyectada.

Este estudio tuvo como finalidad proporcionar una base técnica para la toma de decisiones en la planificación de la producción y en la gestión de la capacidad, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad de la empresa a nivel nacional e internacional. De esta manera, se buscó incrementar la capacidad operativa del área de carpintería y pintura, reducir los retrasos en las entregas, mejorar el cumplimiento de los compromisos comerciales y garantizar una respuesta más eficiente y sostenible frente al crecimiento de la demanda, apoyando así el posicionamiento estratégico y la continuidad del negocio.

II. ANTECEDENTES.

Molina de Clase & Cía. Ltda., conocida comercialmente como Lai & Lina, es una empresa nicaragüense fundada en 1997, dedicada a la elaboración de muebles clásicos y modernos. Sus instalaciones actuales se ubican en el kilómetro 18.5 de la carretera a Masaya. La empresa, clasificada como mediana, cuenta con aproximadamente 57 colaboradores y opera en un mercado altamente competitivo, caracterizado por la exigencia de altos estándares de calidad, personalización del producto y tiempos de entrega cada vez más ajustados.

Desde su fundación, la empresa ha experimentado un crecimiento sostenido, consolidándose en el sector mobiliario nacional y ampliando recientemente sus operaciones hacia El Salvador, impulsada por su enfoque en diseño personalizado y acabados de calidad. Esta expansión implica no solo atender un mayor volumen de pedidos, sino también abastecer una nueva sucursal, lo que incrementa de manera significativa las exigencias sobre su sistema productivo. A ello se suma que la empresa cuenta con un amplio catálogo de productos, lo cual incrementa la complejidad de la planificación, programación y control de la producción.

Como resultado de este crecimiento, en los últimos años la empresa ha enfrentado una creciente presión sobre su capacidad de producción, particularmente en el área de carpintería y pintura, lo que ha limitado su capacidad de respuesta ante un aumento sostenido de la demanda, tanto de clientes individuales como de proyectos de mayor escala, generando retrasos recurrentes en los plazos de entrega.

Dichos retrasos no solo han afectado la imagen de la empresa y la percepción de confiabilidad frente a sus clientes, sino que también han provocado reprogramaciones constantes de pedidos, acumulación de trabajos en proceso, uso ineficiente de los recursos y un incremento en los reprocesos y ajustes de última hora en la producción.

Ante esta problemática, la principal medida adoptada por la empresa fue el cambio de instalaciones, con el objetivo de disponer de mayor espacio y mejorar el flujo de trabajo. Sin embargo, esta acción no ha generado los resultados esperados, ya que no se ha realizado un estudio formal y técnico que permita evaluar la capacidad instalada real de producción ni identificar con precisión los cuellos de botella que afectan la eficiencia de los procesos productivos. En consecuencia, persisten los desbalances en la asignación de cargas de trabajo, la presencia de etapas con alta saturación y otras con elevados niveles de capacidad ociosa.

Actualmente, la empresa no cuenta con datos estructurados ni con registros técnicos sistemáticos que permitan diagnosticar de manera objetiva sus limitaciones operativas. La toma de decisiones se ha realizado de forma predominantemente empírica, basada en la experiencia del personal y en observaciones generales, lo que ha dificultado la implementación de mejoras efectivas y sostenibles en el tiempo. Esta carencia de información cuantitativa y de análisis técnico evidencia la necesidad urgente de realizar un estudio sistemático que analice la capacidad de producción en un área clave del proceso, como lo es el área de carpintería y pintura, con el fin de fortalecer la gestión operativa y respaldar los planes de crecimiento de la empresa.

Aunque no existen investigaciones internas previas sobre esta problemática específica en Molina de Clase & Cía. Ltda., diversos estudios en el ámbito industrial y de ingeniería han demostrado que la evaluación de la capacidad instalada, acompañada de metodologías como el análisis de tiempos y movimientos son fundamentales en el crecimiento de la organización como el análisis de capacidad realizado en el proceso primario de Cargill-proteína Masaya (Ortega & Sandoval, 2020).

Asimismo, en Colombia, (Maya Enríquez, 2013) analizaron la capacidad exportadora de las micro y pequeñas empresas industriales del departamento de Nariño, destacando que la falta de herramientas de planificación productiva limita significativamente el aprovechamiento de oportunidades comerciales

internacionales. El estudio recomendó implementar estrategias orientadas a mejorar la eficiencia operativa y la gestión de la capacidad como condición necesaria para acceder a nuevos mercados.

Esto evidencia que, aunque los contextos empresariales varían, existe una constante necesidad de analizar y mejorar la capacidad productiva como base para un desempeño más eficiente.

III. JUSTIFICACIÓN.

La empresa Molina de Clase & Cía. Ltda., dedicada a la fabricación y comercialización de más de 120 tipos de muebles, se encuentra en un proceso de expansión de mercado impulsado por la apertura de una nueva tienda en El Salvador. Este crecimiento estratégico genera un incremento en la demanda de sus productos, lo que evidencia desafíos en la capacidad de producción de la empresa, especialmente en el cumplimiento de los plazos de entrega establecidos. Los retrasos en las entregas no solo afectan la imagen y reputación de la empresa ante sus clientes, sino que también representan un riesgo para sus planes de expansión y para la sostenibilidad del negocio.

En este contexto, la presente investigación se centra en analizar la capacidad instalada, utilizando herramientas que permiten evaluar la eficiencia operativa y la relación entre el uso del espacio y la asignación del personal. El estudio busca optimizar los recursos disponibles, reducir los retrasos en los tiempos de entrega y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa frente a la creciente demanda nacional e internacional.

La implementación de las mejoras propuestas beneficia directamente al área operativa, al facilitar entornos de trabajo más funcionales, procesos mejor organizados y mayores niveles de productividad. Asimismo, el estudio genera información técnica estructurada que sirve como base para la toma de decisiones estratégicas, para el establecimiento de indicadores de desempeño y métricas de gestión, y para la planificación y programación de la producción de manera más objetiva y confiable.

Adicionalmente, los resultados de la investigación constituyen un referente técnico que puede ser utilizado como base para futuros estudios relacionados con capacidad, distribución de planta, balanceo de líneas y mejora de procesos dentro de la empresa. De manera indirecta, estos avances contribuyen a mejorar la experiencia del cliente, asegurar la competitividad en nuevos mercados y sentar las bases para un crecimiento sostenible, al tiempo que generan oportunidades

de desarrollo económico local mediante la ampliación de la fuerza laboral y el fortalecimiento de la cadena productiva.

En conjunto, la investigación no solo aporta valor técnico a nivel interno, sino que se alinea con los objetivos de competitividad y expansión que la empresa persigue en el corto y mediano plazo, fortaleciendo su gestión operativa y su posicionamiento en el mercado.

IV. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

Analizar la capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda.

4.2 Objetivos específicos.

- Detectar los principales factores limitantes que afectan el rendimiento y la eficiencia de los procesos productivos en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda mediante un diagnóstico de la situación actual.
- Determinar la capacidad instalada y utilizada en el área de carpintería y pintura a través de análisis de procesos.
- Diseñar alternativas de mejora técnica y operativa orientadas al incremento de la capacidad de producción considerando distintos escenarios de demanda.

V. MARCO TEÓRICO.

El marco teórico tuvo como objetivo fundamentar conceptualmente las variables claves relacionadas con la capacidad de producción, desde su definición y tipos hasta los métodos para medirla, identificar cuellos de botella, gestionar el espacio de planta y proponer mejoras sostenibles.

5.1 *Flujo de procesos productivos.*

Una gestión eficiente de los procesos permite reducir desperdicios, optimizar el uso de recursos, minimizar tiempos de entrega y adaptarse con mayor agilidad a los cambios del entorno.

Flujo de procesos: “es secuencia lógica de operaciones y movimientos dentro de un sistema de trabajo, cuya eficiencia puede ser analizada y mejorada mediante herramientas gráficas. Estas permiten identificar actividades que no agregan valor, mejorar la distribución de estaciones y reducir desperdicios.” (García Criollo, México, págs. 42-47)

Mapeo de procesos: también llamado mapa de valor “contiene todas las acciones (tanto las que agregan y no agregan valor) requeridas para producir un producto: materia prima, hasta llegar a las manos del cliente.” (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007, pág. 42). Los mapas además se pueden clasificar según (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007) en dos: el mapa del estado actual será un documento de referencia para determinar excesos en el proceso y documentar la situación actual de la cadena de valor y el mapa de valor futuro presenta la solución a corto plazo para la operación, tomando en cuenta las mejoras que se van a incorporar al sistema productivo.

Para elaborar un mapa de procesos es importante tener en cuenta los siguientes pasos según Asana (Tronier, 2025):

Paso 1: Identifica un proceso para diagramar.

Paso 2: Determina qué actores o responsables intervienen en el proceso.

Paso 3: Enumera todas las actividades relacionadas.

Paso 4: Establece la secuencia de los pasos.

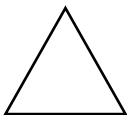
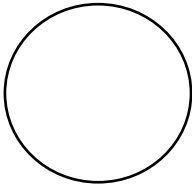
Paso 5: Crea un diagrama de flujo utilizando símbolos de los mapas de procesos.

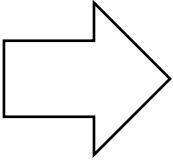
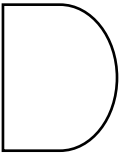
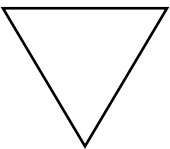
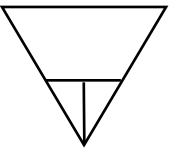
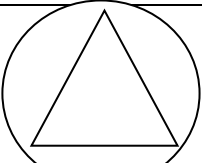
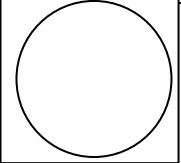
Paso 6: Agrega los últimos detalles y compártelos con tu equipo.

Paso 7: Analiza las oportunidades de mejora.

Para el presente trabajo monográfico se hará uso de la **simbología ASME** para el mapeo completo del proceso productivo.

Tabla 1: Simbología ASME.

SIMBOLOGIA ASME		
ORIGEN		Para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso
OPERACIÓN		Hay una operación cada vez que una forma o documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características, cuando se une o se engrapa o cuando se desune o desengrapa, cuando se prepara para otra operación, transporte o almacenamiento.
INSPECCIÓN		Hay una inspección cada vez que una forma o documento es examinado para identificarlo o para verificar su cantidad, calidad o característica, El resultado de esta inspección puede ser: a) Corregir inmediatamente errores. b) Rechazar la forma o documento c) Devolverlo para que el error sea corregido. d) Comparar con otro documento,

TRANSPORTE		Hay un transporte cada vez que una forma o documento se mueve, excepto cuando dicho movimiento es parte de una operación o inspección.
DEMORA		Ocurre una demora a una forma o documento cuando las condiciones de trabajo no permiten o requieren la ejecución de la siguiente acción planeada
ALMACENAMIENTO		Ocurre un almacenamiento cuando una forma o documento es guardado o protegido contra un traslado no autorizado; cuando es archivado permanentemente
ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ocurre cuando una forma o documento se archiva o guarda transitoriamente, antes de continuar con el siguiente paso.
ACTIVIDADES COMBINADAS		
OPERACIÓN Y ORIGEN		Se considera esta actividad cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.
INSPECCIÓN Y OPERACIÓN		Se considera esta actividad cuando el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

Fuente: (Wimservices, 2017)

5.2 Distribución de planta y aprovechamiento del espacio.

La distribución de planta es un elemento clave en el diseño industrial y logístico, ya que determina cómo se organizan físicamente las áreas de trabajo, los equipos, las estaciones y los flujos dentro de una instalación productiva.

Distribución de planta: “es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo organizando los espacios de trabajo. Una distribución eficiente puede ayudar a una organización a lograr una estrategia

que apoye la diferenciación, el bajo costo o la respuesta.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Según el libro de Principios de Operaciones por Heizer & Render, las distribuciones de planta se clasifican en los siguientes:

Distribución de oficina: “posiciona a los trabajadores, su equipo, y sus espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de información”. (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Distribución de tienda: “asigna espacio de anaquel y responde al comportamiento del cliente.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Distribución de almacén: “aborda los intercambios que se dan entre espacio y manejo de materiales.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Distribución de posición fija: “estudia los requerimientos de distribución de proyectos grandes y voluminosos, como barcos y edificios.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Distribución orientada al proceso: “trata la producción de bajo volumen y alta variedad también llamada taller de trabajo o producción intermitente.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Distribución de célula de trabajo: “acomoda maquinaria y equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o de un grupo de productos relacionados.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Distribución orientada al producto: “busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva o continua.” (Heizer & Render, 2009, pág. 348)

Balaneo de líneas: “técnica utilizada...para distribuir de manera equilibrada las tareas y actividades en una línea de producción. El objetivo principal es minimizar el tiempo de ciclo y maximizar la eficiencia y productividad del sistema de producción”. (INGENNIA, 2018)

Cuando se realiza una distribución de planta es común ver cargas desbalanceadas, situación donde las tareas no están equilibradas entre estaciones, generando tiempos muertos.

Ergonomía industrial: “es el conjunto de técnicas que tratan de prevenir la actuación de los factores de riesgos asociados a la propia tarea del trabajador.” (Ley No. 618, Título I, Capítulo II, Art. 3, 2007)

5.3 Análisis causa-raíz.

Analizar la causa raíz de los problemas es fundamental, si estos se corrigen a tiempo se evita que sucedan nuevamente, herramientas como Ishikawa, 5 ¿por qué? y Pareto son fundamentales para dichos análisis

Diagrama Ishikawa: “El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, es una herramienta que se utiliza para identificar problemas en un sistema. Muestra la relación entre causas y efectos y ayuda a analizar qué falla en los sistemas, procesos y productos.” (Paredes, 2025)

5 ¿Por qué?: “El análisis de los 5 porqués es uno de los muchos métodos para encontrar la raíz de un daño. Consiste en un método interrogativo, en el que se pregunta por qué se produjo cada evento que precedió al daño hasta encontrar la causa raíz. Generalmente, se necesitan solo 5 preguntas.” (Infraspeak Team, 2023)

Principio de Pareto: “El principio de Pareto o ley de Pareto establece que, para muchos resultados, de forma general, el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. En otras palabras, un pequeño porcentaje de causas tiene un efecto descomunal. Es importante entender este concepto porque puede ayudarte a identificar qué iniciativas priorizar para lograr el mayor impacto.” (Laoyan, 2025)

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF): “es una herramienta utilizada para identificar, evaluar y priorizar los posibles modos de falla en un producto, proceso o sistema antes de que estos ocurran. Su propósito es establecer controles que eliminen o reduzcan la probabilidad de defectos, aumentando la confiabilidad y calidad.” (Escuela de Administración y Negocios (Universidad de Costa Rica), 2025)

5.4 Muestreo del trabajo.

En el ámbito de la ingeniería industrial, la medición del trabajo constituye una herramienta fundamental para el análisis y mejora de los procesos productivos. A través de diferentes técnicas, es posible establecer estándares de desempeño, identificar oportunidades de optimización y garantizar una asignación eficiente de los recursos. Entre estas técnicas destaca el muestreo del trabajo, un método de carácter estadístico que permite evaluar la utilización del tiempo en actividades productivas e improductivas sin necesidad de realizar observaciones continuas.

Muestreo del trabajo: “El muestreo del trabajo es una técnica estadística de medición del trabajo que permite determinar la proporción del tiempo que un trabajador, máquina o proceso dedicó a diferentes actividades, mediante la realización de observaciones aleatorias durante un periodo determinado.” (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 441)

El muestreo del trabajo se basa en los principios de teorías de probabilidad y estadística inferencial, su fundamento parte del supuesto de que:

- Cada observación es independiente.
- La observación se realiza en momentos aleatorios.
- La proporción de ocurrencias observadas se aproxima a la proporción real cuando el tamaño de la muestra es suficientemente grande.

Planeación del muestreo trabajo: Constituye una etapa fundamental para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. Antes de realizar la recolección de datos el análisis debe definir el nivel de exactitud requerido y establecer el nivel de confianza estadística. Posteriormente se determina el número necesario de observaciones y la frecuencia con que ésta debe efectuarse procurando que se distribuyan aleatoriamente a lo largo del periodo de estudio según Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. (Niebel & Freivalds, 2009, págs. 446-449)

Nivel de confianza: Se refiere al grado de seguridad estadística con el cual se estima que la proporción verdadera de una actividad se encuentra dentro de un intervalo determinado, el libro Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, explica que comúnmente se emplean niveles de confianza del 90%, 95% o 99% calculados mediante la distribución normal como aproximación a la binomial.

Frecuencia: “La frecuencia se refiere al número de observaciones que se realizan durante un periodo determinado de tiempo dentro del estudio del muestreo del trabajo.” (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 446)

5.5 Clasificación de inventario ABC.

La gestión de inventario constituye una función estratégica dentro de la organización, ya que impacta directamente en los costos, el nivel de servicio al cliente y la eficiencia operativa. En este contexto, el método de clasificación ABC surge como una herramienta fundamental para priorizar el control de los inventarios en función de su importancia económica. De esta manera, el análisis ABC permite clasificar los productos en tres categorías A, B y C según su relevancia financiera y su impacto a la gestión.

Inventario ABC: es una técnica de clasificación basada en el principio de Pareto (80/20). Según este principio, aproximadamente el 80 % del valor total del inventario proviene del 20 % de los artículos almacenados. Esto significa que una pequeña parte del stock tiene un impacto significativo en la rentabilidad y el flujo operativo de la empresa. (Calvo, 2025)

Para estructurar mejor el control del inventario, el método ABC segmenta los productos en tres categorías principales:

- **Grupo A:** Artículos de alto valor económico y baja cantidad.
- **Grupo B:** Artículos de valor medio y cantidad intermedia.
- **Grupo C:** Artículos de bajo valor económico y alta cantidad.

Esta clasificación permite a los responsables de almacén focalizar sus esfuerzos en los productos que realmente generan mayor rentabilidad, estableciendo estrategias específicas para cada categoría.

5.6 *Análisis de la capacidad productiva.*

Analizar la capacidad implica examinar de manera sistemática y detallada cuándo y con qué rapidez se pueden generar bienes o servicios. Este estudio implica medir tiempos de ciclo, productividad, así como indicadores claves de desempeño.

Conocer los tiempos de ciclo es esencial para gestionar y mejorar los procesos productivos, ya que permite identificar cuellos de botella, planificar la producción de manera eficiente y medir la productividad real de las operaciones.

Tiempo de ciclo: “es el tiempo requerido para completar una operación específica en una estación de trabajo dentro un proceso.” (Socconini, 2019, pág. 106)

Según Lean Manufacturing (Paso a Paso) (Socconini, 2019) el tiempo ciclo se puede dividir en dos:

Tiempo de ciclo individual: “es el tiempo que dura cada operación individual, como pintar una pieza, esmerilar, empacar. El tiempo de cada operación individual se puede dividir a su vez en elementos específicos, como tomar material, mover piezas, realizar ensambles, etc.” (Socconini, 2019, pág. 106).

Tiempo de ciclo total: “es el tiempo que duran todas las operaciones y se calcula sumando el tiempo de ciclo individual de cada operación en un proceso determinado.” (Socconini, 2019, pág. 106).

Sin embargo, otros tiempos a tomar en cuenta para un análisis más profundo son los siguientes:

Tiempo talk: “es la velocidad a la que compra el cliente y es el tiempo al que el sistema de producción debe adaptarse para satisfacer las expectativas del cliente” (Socconini, 2019, pág. 106).

Lead time: “tiempo total desde que inicia el proceso hasta que el cliente recibe el producto.” (Socconini, 2019, pág. 103)

Tiempo de set-up: “tiempo necesario para preparar una máquina o proceso antes de iniciar una producción diferente. Reducirlo es esencial para mayor flexibilidad y menor desperdicio.” (Socconini, 2019, pág. 211)

La productividad representa un indicador clave para evaluar el desempeño del área de carpintería y pintura. En el contexto de Molina de Clase & Cía. Ltda., se vincula directamente con la capacidad para cumplir con los pedidos en tiempo y forma, utilizando eficientemente los recursos disponibles.

Productividad: Heizer y Render en su libro Administración de la Producción, la definen como “el resultado de dividir las salidas, bienes y servicios entre una o más entradas tales como, mano de obra, capital o administración.” (Heizer & Render, 2009, pág. 14). Mencionan que los factores principales que afectan la productividad son la mano de obra, capital y administración estos tres factores son críticos para incrementar o disminuir la productividad.

Por lo tanto “las mejoras en la productividad pueden lograrse con la reducción en la entrada mientras la salida permanece constante, o bien, el incremento en la salida mientras la entrada permanece constante. Ambas formas representan una mejora en la productividad.” (Heizer & Render, 2009, pág. 13)

Para mejorar la capacidad productiva, un indicador clave debe estar alineado con la misión del proceso, ser comprensible, medible y accionable. Entre los más utilizados se encuentran:

Indicadores de puntos clave: “son temas que garantizan la seguridad del trabajador, la calidad del producto, el índice de productividad y el control de los costos. Los puntos claves describen cómo desempeñar los pasos importantes dentro de un proceso productivo.” (Liker & Meier, 2008, pág. 164)

Identificadores de puntos claves de seguridad: “los puntos claves de seguridad tienden a relacionarse con evitar lesiones o cosas específicas hechas para reducir la probabilidad de lesiones de estrés repetitivas.” (Liker & Meier, 2008, pág. 168)

Identificadores de puntos clave de calidad: “tienen el propósito de proporcionar las instrucciones específicas sobre cómo desempeñar una tarea sin cometer errores que ocasionen defectos.” (Liker & Meier, 2008, pág. 169)

Identificadores de puntos clave de productividad: “explican ciertas técnicas, que se utilizan para asegurar que el trabajo se realice dentro del periodo de tiempo correcto.” (Liker & Meier, 2008, pág. 169)

5.7 Fundamentos de la capacidad de producción.

Entender los fundamentos de la capacidad de producción es vital para cualquier empresa que busca operar de manera eficiente y competitiva. Este conocimiento permite saber con claridad cuánto se puede producir con los recursos que se tiene disponibles, en un tiempo determinado. Además, ayuda a tomar mejores decisiones sobre cómo organizar el trabajo, cuándo invertir en más maquinaria o personal, y cómo responder ante cambios en la demanda.

En el caso de empresas dedicadas a la manufactura de muebles, como Molina de Clase & Cía. Ltda., este concepto cobra aún más relevancia debido a la necesidad de responder a variaciones en la demanda sin comprometer la calidad ni los tiempos de entrega.

Para sentar las bases se tendrán presentes los siguientes conceptos:

Administración de operaciones: “conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados. En las empresas de manufactura, las actividades de producción que crean bienes usualmente son bastante evidentes.” (Heizer & Render, 2009, pág. 36)

Capacidad de producción: “es la cantidad que una instalación puede manejar en un tiempo definido. Debe alinearse con la demanda, anticipar el

crecimiento, adaptarse a cambios tecnológicos y planearse en el corto, mediano y largo plazo con herramientas específicas.” (Heizer & Render, 2009, pág. 288)

Capacidad instalada: “es la producción máxima teórica que un sistema puede lograr durante un período determinado, bajo condiciones ideales de operación. Representa el potencial total del sistema si todos los recursos funcionaran sin interrupciones, fallos, demoras o pérdidas de eficiencia.” (Heizer & Render, 2009, pág. 289)

Capacidad utilizada: “se refiere al grado en que una instalación productiva emplea su capacidad disponible. Es la proporción entre la producción real obtenida y la capacidad máxima teórica del sistema bajo condiciones ideales, también conocida como capacidad de diseño.” (Heizer & Render, 2009, pág. 289)

Capacidad efectiva: “capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales. A menudo la capacidad efectiva es menor que la capacidad diseñada debido a que la instalación puede haber sido diseñada para una versión anterior del producto.” (Heizer & Render, 2009, pág. 321)

Capacidad ociosa: “Si la instalación es demasiado grande, algunas de sus partes estarán ociosas y agregarán costos a la producción existente.” (Heizer & Render, 2009, pág. 288). Es decir, es aquella capacidad utilizada no utilizada que no produce nada y no genera ingresos.

Capacidad disponible: “cantidad de producción que un sistema puede generar durante un período específico, considerando los recursos disponibles.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 72)

Capacidad requerida: “cantidad de capacidad necesaria para satisfacer la demanda proyectada, considerando la mezcla de productos y los recursos disponibles.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 76)

5.8 Detección de cuellos de botella y restricciones operativas.

Cuello de botella: un cuello de botella es cualquier recurso cuya capacidad es igual o menor que la demanda que se le impone. Limita el rendimiento del

sistema completo y debe gestionarse estratégicamente para mejorar el flujo. (Goldratt & Cox, 2005, pág. 73)

Teoría de restricciones (TOC), propuesta por Eliyahu M. Goldratt, es un enfoque sistémico para la mejora continua del desempeño organizacional. Esta teoría sostiene que en “todo sistema productivo o administrativo existe al menos una restricción que limita su capacidad para alcanzar mayores niveles de desempeño” (Goldratt & Cox, 2005, págs. 102-106). Esta restricción puede ser física como una máquina, un operario o una estación de trabajo, política como normativas internas, de mercado o incluso de diseño del proceso.

TOC propone una metodología de mejora continua basada en cinco pasos secuenciales para gestionar estas restricciones:

1. Identificar la restricción del sistema.
2. Explotar la restricción, es decir, utilizarla al máximo de su capacidad sin interrupciones innecesarias.
3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior, adaptando el resto del sistema al ritmo de la restricción.
4. Elevar la capacidad de la restricción, a través de mejoras técnicas, recursos adicionales o rediseño.
5. Si la restricción se rompe, es decir, deja de ser el factor limitante, volver al primer paso, ya que puede haber surgido una nueva restricción.

5.9 Gestión de la demanda y escenarios de crecimiento.

En entornos de producción modernos, la gestión de la demanda representa un eje fundamental para la toma de decisiones estratégicas y operativas. Esta disciplina se encarga de anticipar y coordinar los recursos de producción con las necesidades reales del mercado.

Gestión de la demanda: “implica anticipar y coordinar la producción con las necesidades del mercado. Involucra pronósticos, ajustes de capacidad y estrategias como promociones o cambios de inventario para equilibrar

eficientemente la oferta con la demanda esperada.” (Heizer & Render, 2009, p. 532)

Elasticidad de la demanda: uno de los conceptos claves dentro de la gestión de la demanda, es definida como “la medida de sensibilidad de la cantidad demandada ante cambios en el precio u otros factores como el ingreso o la disponibilidad de sustitutos.” (Ballou, 2004, pág. 104) Destaca además que este indicador permite anticipar el comportamiento del consumidor frente a variaciones en las condiciones del mercado.

Análisis de sensibilidad: una herramienta complementaria que permite “evaluar el impacto de cambios en variables clave sobre los resultados de un modelo o sistema, proporcionando información para una toma de decisiones más robusta y proactiva” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 90)

En este sentido, según Chase, Jacobs, & Aquilano el **modelado de escenarios de demanda** cobra relevancia al utilizar pronósticos para proyectar necesidades futuras y ajustar decisiones relacionadas con recursos humanos, niveles de inventario o capacidad instalada.

Planificación agregada: según (Chapman, 2006) es una herramienta clave para enfrentar este reto, dado que permite agrupar productos con características similares en familias, facilitando la planificación eficiente de recursos a través de pronósticos consolidados y estrategias de ajuste de oferta y demanda.

Producción empujada y jalada: es fundamental entender la diferencia entre ambos sistemas. “La producción empujada se basa en planes predeterminados y se adelanta a la demanda, mientras que la producción jalada responde a necesidades reales del cliente, a menudo con sistemas como Kanban.” (Chapman, 2006, pág. 252) Esta distinción es crítica para seleccionar la estrategia más adecuada según el contexto operativo y el nivel de incertidumbre en la demanda.

5.10 Estrategias de mejora de capacidad.

En los últimos años, la mejora de la capacidad productiva ha dejado de centrarse únicamente en la expansión física de recursos o adquisición de

maquinaria, para enfocarse en estrategias que optimicen el uso de los recursos existentes. Estas estrategias, alineadas con los principios de eficiencia operativa y mejora continua, permiten responder de manera más flexible a las variaciones de la demanda y a las exigencias del entorno competitivo.

Lean Manufacturing: “es un enfoque sistemático orientado a eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia y aumentar el valor para el cliente, mediante técnicas como flujo continuo, producción pull y mejora continua.” (Wilson, 2010, págs. 9-12)

Kaizen: término japonés que significa “mejora continua”. Esta filosofía se centra en la mejora de procesos mediante pequeños cambios sostenidos en el tiempo que, aunque en apariencia pueden parecer mínimos, generan un impacto acumulativo significativo en la productividad. Según (Wilson, 2010, pág. 65) “Kaizen representa un compromiso permanente con el perfeccionamiento progresivo y colaborativo de las operaciones.”

5S: “es un conjunto de técnicas, todas comenzando con la letra S. Se utilizan para mejorar las prácticas laborales que facilitan el control visual y la implementación Lean. Los 5S son clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.” (Wilson, 2010, pág. 63)

Optimización sin inversión: se refiere a una “reducción en la entrada mientras la salida permanece constante, o bien con un incremento en la salida mientras la entrada permanece constante. Ambas formas representan una mejora en la productividad.” (Heizer & Render, 2009, págs. 15-20)

Finalmente, según el libro *Principios de Operaciones*, estas estrategias se traducen en acciones concretas como el rediseño de procesos, mejora de métodos de trabajo, capacitación del personal y uso más eficiente del tiempo y el espacio, todas orientadas a lograr una capacidad operativa más ágil, adaptable y alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO.

El presente trabajo monográfico consistió en el análisis de la capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda. Se definieron los métodos a utilizar y pasos a seguir durante el desarrollo de la investigación.

6.1 Tipo de investigación.

En primer lugar, el presente trabajo correspondió a una investigación aplicada, debido a que buscó resolver una problemática específica en el entorno real de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda., relacionada con la capacidad productiva en el área de carpintería y pintura.

El enfoque metodológico fue mixto, porque se basó en la recolección y análisis de datos medibles provenientes del entorno productivo, como tiempos, distribución de espacios, cantidad de trabajadores, e información derivada de las percepciones de los operarios del área de estudio. Estas percepciones fueron complementadas mediante las observaciones directas, el conocimiento del contexto y las interacciones generadas durante el proceso de investigación. La finalidad fue obtener información que permita tomar decisiones técnicas orientadas a la mejora.

6.2 Diseño de investigación.

En cuanto al diseño de investigación, se empleó un enfoque no experimental, ya que, “se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.” (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 205)

La investigación fue transversal, dado que la recolección de datos se llevó a cabo en un periodo definido de tiempo, sin seguimiento longitudinal. “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 208)

El diseño fue además descriptivo, ya que pretendió caracterizar detalladamente cómo son y cómo se manifiestan los fenómenos, en este caso, cómo se estaba utilizando actualmente la capacidad instalada y cuáles fueron los factores que limitaron su expansión. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006)

6.3 *Universo de estudio.*

El universo del estudio estuvo conformado por el área operativa de carpintería y pintura, incluyendo a cada operario asignado a cada proceso en estudio.

- **Población:** Todos los operarios dentro del área de estudio, es decir, 19 operarios, divididos de la siguiente manera: 14 operarios de carpintería y 5 operarios en pintura.
- **Muestra:** Dado que el estudio se centra en los muebles seleccionados para el análisis, se eligió una muestra intencional conformada por 10 operarios de carpintería, de los cuales 3 corresponden a dimensionado, 4 a carpinteros tipo A y 3 a carpinteros tipo B, ya que son quienes directamente intervienen en la elaboración de los muebles seleccionados y poseen mayor experiencia en el proceso de fabricación y se incluyeron los 4 operarios disponibles de pintura, dado que todos participan en la terminación de los muebles seleccionados.

6.4 *Fuentes de información.*

Las fuentes de información fueron tanto primarias como secundarias, permitiendo obtener datos cuantitativos y cualitativos esenciales para el estudio.

- **Fuentes primarias:** estuvieron conformadas por los operarios del área de carpintería y pintura, el jefe de planta y el personal técnico que maneja datos operativos, además de la observación directa del proceso productivo dentro del área.
- **Fuentes secundarias:** incluyeron documentos internos de la empresa como planos de distribución, reportes de producción, registros de

asistencia y catálogos de muebles, además de bibliografía especializada en ingeniería industrial.

6.4.1 Tipos de información requerida de las fuentes.

- **Información cuantitativa:** número de operarios en el área, tiempo promedio de ejecución de tareas, dimensiones de los espacios de trabajo, frecuencia de uso de ciertos equipos, volúmenes de producción y turnos de trabajo. Este tipo de información será obtenida principalmente a través de registros internos, observación directa y herramientas de recolección como listas de verificación.
- **Información cualitativa:** referida a percepciones de los operarios sobre comodidad, restricciones físicas, tiempos muertos, movilidad, comunicación entre estaciones, entre otros. Esta información se obtendrá mediante entrevistas semi-estructuradas y observación participativa.

6.4.2 Instrumentos para la recopilación de información.

Se utilizaron los siguientes instrumentos diseñados específicamente para esta investigación:

- **Guía de observación estructurada:** para documentar visualmente el uso del espacio, rutas de circulación, distribución de maquinaria y tareas asignadas por estación.
- **Lista de verificación (checklist):** para evaluar el cumplimiento de criterios técnicos en relación al uso del área y la eficiencia operativa.
- **Entrevistas semi-estructuradas:** dirigidas a operarios y encargados, para comprender desde su perspectiva los principales obstáculos y limitaciones actuales.
- **Registros fotográficos y croquis:** Como apoyo visual para identificar zonas críticas o subutilizadas.

Los instrumentos están diseñados para captar tanto información cuantitativa (como tiempos y cantidades) como cualitativa (percepción del personal).

6.5 Procedimientos para la recolección de la información.

La recolección de datos se llevó a cabo en visitas planificadas a la empresa durante jornadas laborales. En primera instancia, se realizaron observaciones directas, con el fin de registrar la dinámica operativa y el aprovechamiento del espacio físico. Posteriormente, se aplicaron entrevistas al personal clave, ejecutado de forma individual, respetando sus tiempos laborales, para obtener percepciones sobre cuellos de botella y necesidades operativas.

Los instrumentos se aplicaron in situ y de forma no invasiva, buscando siempre mantener el ritmo natural de trabajo de la empresa.

6.6 Procesamiento de la información.

Posteriormente, la información fue organizada, depurada y analizada utilizando herramientas informáticas, con el fin de garantizar resultados objetivos, precisos y útiles para la toma de decisiones.

Herramientas informáticas:

- **Microsoft Excel:** para tabular datos, calcular promedios, determinar frecuencias, analizar tiempos operativos, medir la utilización del espacio y generar gráficos comparativos que permitan visualizar la capacidad instalada y utilizada.
- **Microsoft Word:** para sistematizar la información cualitativa proveniente de entrevistas, así como para redactar cuadros comparativos, conclusiones y reportes intermedios.
- **Software de diseño:** para representar gráficamente la distribución actual, los flujos de trabajo y proponer rediseños en la distribución de planta.

Toda esta información se estructuró y procesó de manera sistemática para permitir un análisis coherente con los objetivos de la investigación y facilitar la formulación de propuestas de mejora basadas en evidencia concreta.

6.7 Tipos de análisis.

Se aplicaron los siguientes tipos de análisis:

- **Análisis descriptivo:** para interpretar datos relacionados con tiempos de producción, distribución del espacio, número de operarios por etapa, etc.
- **Análisis del diseño del espacio:** para evaluar la eficiencia de la distribución actual del espacio físico en carpintería y pintura.
- **Análisis causa-raíz:** para identificar las causas fundamentales que originan los problemas, defectos o desviaciones en el proceso productivo.
- **Detección de restricciones o cuellos de botella:** utilizando diagramas de flujo y observación directa para identificar etapas críticas o de baja eficiencia.
- **Análisis de escenarios de demanda:** para proyectar cómo respondería la capacidad actual ante un aumento potencial de pedidos.

Este análisis sirvió como base técnica para las propuestas de mejora planteadas al final del estudio.

6.8 Análisis causa-raíz.

Se emplearon distintas herramientas como: Ishikawa, 5 porqués y Pareto.

El diagrama de Ishikawa, también denominado como diagrama de causa-efecto o espinas de pescado, se aplicó para visualizar las posibles causas que inciden en los problemas detectados, clasificándolas según las categorías de mano de obra, maquinaria, métodos, medio ambiente, medición y materiales.

Posteriormente se aplicó la técnica de los 5 porqués, la cual consiste en formular de manera consecutiva la pregunta “¿por qué?” respecto a cada causa identificada, hasta llegar a la causa raíz del problema.

Finalmente se empleó el análisis de Pareto con el propósito de priorizar los problemas y enfocar los esfuerzos de mejora en las causas de mayor impacto.

Como resultado del análisis de causa-raíz, se identificaron las principales deficiencias operativas relacionadas a la capacidad de las principales etapas del proceso y su influencia en la formación de cuellos de botella, evidenciando la necesidad de implementar acciones correctivas que permitan equilibrar la carga de trabajo, optimizar los recursos y mejorar el desempeño general del proceso.

Criterios de nivel de ocurrencia.

Se establecieron criterios de ocurrencia de las causas identificadas, el cual se definió de la siguiente manera:

Tabla 2: Criterios de nivel de ocurrencia.

Valor	Frecuencia	Criterio
1	1-2 veces al mes	Frecuencia muy baja
2	3-5 veces al mes	Frecuencia baja
3	6-10 veces al mes	Frecuencia moderada
4	11-20 veces al mes	Frecuencia alta
5	20 a más	Frecuencia muy alta

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula 1: Porcentaje de ocurrencia.

$$\% = \frac{n}{\sum N} * 100, \text{ donde:}$$

n: Frecuencia del factor (valor asignado).

N: Sumatoria de todas las frecuencias.

En conjunto, la integración de estas tres herramientas metodológicas proporcionó una comprensión profunda de las causas que afectan el desempeño del proceso.

6.9 Análisis situacional.

Se desarrolló previamente un análisis situacional del proceso productivo en el área de carpintería y pintura, con el objetivo de levantar información clave sobre la forma real de ejecución de las operaciones. Dicho análisis se realizó mediante observaciones directas en planta y la aplicación de muestreos de trabajo con un enfoque descriptivo, lo que permitió identificar las principales actividades, tiempos predominantes, recursos involucrados y condiciones operativas del proceso.

La información obtenida a partir de este análisis situacional sirvió como insumo fundamental para el desarrollo del estudio de tiempos y el posterior análisis de la capacidad productiva, permitiendo que ambos se fundamentaran en

datos coherentes con la realidad operativa de la empresa y con la variabilidad propia del proceso.

A partir de la información recopilada durante el análisis situacional del proceso productivo, se procedió a la aplicación de la matriz AMFE como herramienta para la identificación y evaluación de los principales modos de falla presentes en el área de carpintería y pintura. El conocimiento obtenido mediante las observaciones directas permitió reconocer puntos críticos del proceso, actividades susceptibles a errores y condiciones que podían afectar el desempeño operativo y la capacidad productiva.

La matriz AMFE fue seleccionada como herramienta de análisis debido a su enfoque preventivo y sistemático para la identificación, evaluación y priorización de fallas potenciales dentro de un proceso productivo. A diferencia de otras herramientas de análisis de calidad, el AMFE permite anticiparse a los problemas antes de que estos se materialicen, evaluando no solo la ocurrencia de las fallas, sino también la gravedad de sus efectos y la capacidad del sistema para detectarlas oportunamente.

En el contexto del proceso productivo analizado, caracterizado por alta variabilidad, baja estandarización y operaciones de larga duración, el AMFE resultó especialmente adecuado, ya que facilita el análisis de procesos complejos donde las fallas no siempre son evidentes ni repetitivas.

Asimismo, a diferencia de herramientas como el diagrama de Ishikawa o los 5 porqués, que se orientan principalmente a la identificación de causas, el AMFE permite priorizar los riesgos del proceso a través del número de prioridad de riesgo (NPR), proporcionando un criterio cuantitativo para enfocar los esfuerzos de mejora en aquellos aspectos que representan mayor impacto para la operación.

Por otra parte, herramientas de control estadístico de procesos no resultaron aplicables debido a la ausencia de procesos repetitivos y de datos históricos suficientes, lo cual limitó el uso de técnicas basadas en el análisis estadístico. En este sentido, el AMFE se ajustó mejor a las condiciones reales de la empresa y a los objetivos del estudio, orientados a la evaluación de la capacidad

instalada y la identificación de cuellos de botella, más que al control fino de la variabilidad del proceso.

La matriz AMFE se basa en la evaluación de tres factores: severidad (S), que mide la gravedad del efecto de la falla; ocurrencia (O), que indica la frecuencia con que puede presentarse; y detección (D), que representa la probabilidad de descubrir el fallo antes de que llegue al cliente.

La calificación se dio basada en las siguientes tablas:

Tabla 3: Calificación de grado de severidad (AMFE).

Grado de severidad		
Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del articulo o sistema
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del articulo o sistema
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del articulo o sistema
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del articulo o sistema
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Fallo parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable.
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.

Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.
---------	----	---

Fuente: (Escuela de Administración y Negocios (Universidad de Costa Rica), 2025)

Tabla 4: Calificación de grado de ocurrencia (AMFE).

Grado de ocurrencia			
Ocurrencia	Rango	Criterio	Probabilidad de falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con producto casi idéntico.	<1 en 1,500,000
Muy poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 30,000
Moderada	4	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este proceso o uno similar ha fallado a menudo	1 en 50
	8		1 en 15
Muy alta	9	La falla es casi inevitable	1 en 6
	10		>1 en 3

Fuente: (Escuela de Administración y Negocios (Universidad de Costa Rica), 2025)

Tabla 5: Calificación de grado de detección (AMFE).

Grado de detección			
Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de falla
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	100%

Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia	100%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable	98%
Muy baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso	Menor a 90%

Fuente: (Escuela de Administración y Negocios (Universidad de Costa Rica), 2025)

Cada factor se califica en una escala del 1 al 10, y su multiplicación genera el número de prioridad de riesgo o mejor conocido como NPR mediante la fórmula.

Fórmula 2: AMEF.

$$\text{NPR} = S \times O \times D$$

La fórmula permite jerarquizar las fallas según su criticidad. Los valores de NPR entre 500 y 1000 indican alto riesgo y requieren acción inmediata, entre 125 y 499 riesgo medio y atención prioritaria, y entre 1 y 124 riesgo bajo, que puede mantenerse bajo control.

6.10 Estudio de tiempos.

Para la medición del trabajo en el área de carpintería y pintura se adoptó un enfoque acorde a la naturaleza del proceso productivo analizado, el cual se caracterizó por la ejecución de operaciones de larga duración, baja repetitividad y alta variabilidad, asociadas tanto a la diversidad de productos fabricados como a la dependencia del método de trabajo del operario.

De acuerdo con la literatura clásica de ingeniería industrial, los estudios de tiempos basados en cronometraje continuo y análisis de micromovimientos resultan más adecuados para operaciones cortas, repetitivas y estandarizadas. En contraste, cuando los ciclos de operación son prolongados y el proceso no presenta una secuencia repetitiva claramente definida, la aplicación de este tipo

de técnicas pierde eficiencia y representatividad, por lo que no resulta viable su implementación bajo las condiciones del proceso estudiado.

En función de lo anterior, se adoptó un enfoque metodológico que integró la observación de tiempos globales del proceso, la aplicación de muestreo del trabajo con un enfoque descriptivo y el uso de criterios de proporcionalidad, con el propósito de analizar la capacidad productiva del área sin recurrir a estudios cronométricos detallados por operación.

El estudio de tiempos se realizó a partir de una única observación representativa del proceso productivo completo, la cual permitió obtener tiempos globales de referencia para las distintas etapas del proceso en el área de carpintería y pintura. Dicha observación se consideró adecuada para fines diagnósticos, dado que el objetivo principal del estudio no fue la determinación de tiempos estándar exactos, sino la caracterización general del comportamiento temporal del sistema productivo.

Este enfoque resultó metodológicamente válido para un análisis de capacidad, cuyo propósito fundamental es evaluar la relación entre la capacidad disponible y la demanda, así como identificar restricciones y cuellos de botella del sistema, más que la obtención de tiempos normalizados por operación.

Asimismo, la elección de este método se justificó por la ausencia de estandarización formal del proceso, la variabilidad en los métodos de trabajo y la imposibilidad práctica de realizar múltiples observaciones repetidas sin afectar la continuidad operativa de la empresa.

6.10.1 Muestreo

El muestreo del trabajo se empleó como una herramienta complementaria al estudio de tiempos., permitió identificar la distribución general del tiempo de trabajo, los estados operativos predominantes y el comportamiento real del sistema productivo.

Trabajo productivo: se definió como aquel en el cual el operario se encontró activo, ya sea realizando operaciones directas sobre el mueble o ejecutando actividades auxiliares necesarias para el desarrollo del proceso. Incluyó los siguientes estados:

- **Operario activo (trabajo directo):** Correspondió al tiempo en el cual el operario ejecutó operaciones directas sobre el mueble en estudio, tales como dimensionado, armado, lijado, aplicación de pintura u otras actividades propias de la transformación del producto.
- **Transporte:** Incluyó los desplazamientos del operario o del producto entre estaciones de trabajo o etapas de proceso.
- **Inspección:** Comprendió el tiempo dedicado a la verificación visual o dimensional del mueble o de sus componentes, con el fin de comprobar el cumplimiento de ciertos requisitos.
- **Preparación:** Abarcó las actividades previas o posteriores a una operación principal, tales como alistamiento de herramientas, limpieza del área de trabajo, preparación de superficies o ajuste de equipos.
- **Retrabajo:** Se registró cuando el operario debió repetir o corregir una operación previamente realizada debido a defectos, errores o no conformidades detectadas en el producto.
- **Espera evitable:** Correspondió a los períodos en los cuales el mueble en estudio permaneció sin ser procesado porque el operario se encontraba atendiendo otro producto o realizando otra tarea diferente, sin que ello implicara inactividad del recurso humano.

Trabajo improductivo: se definió como aquel en el cual no se realizó ninguna actividad que aportara al avance del producto en estudio ni a la ejecución de tareas auxiliares, e incluyó:

- **Espera inevitable:** Incluyó los tiempos en los que el producto debió permanecer en espera por razones inherentes al proceso, principalmente asociados a tiempos como el secado de adhesivo o pintura.

Como punto de partida, se realizó una prueba piloto a partir de la observación directa del proceso en la mesa Terracán, lo cual permitió obtener una primera aproximación a la distribución del tiempo en las distintas categorías

operativas. Con base en los datos obtenidos en esta prueba piloto, se planteó el esquema de muestreo del trabajo y se determinó el número de observaciones necesarias para el análisis.

Fórmula 3: Número de observaciones.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}, \text{ donde:}$$

n = número de observaciones requeridas.

Z=valor de la variable normal estándar asociada al nivel de confianza seleccionado.

Nivel de confianza: grado de seguridad con el que se desea que los resultados del muestreo representen el comportamiento real del proceso.

p = proporción estimada de tiempo en estado productivo (obtenido de la prueba piloto)

q = (1-p) es la proporción estimada de tiempo en estado improductivo.

e = error máximo admisible o margen de error de la estimación.

6.10.2 Proporcionalidad.

A partir de la observación global del proceso, se trabajó con criterios de proporcionalidad, empleando la relación entre tiempos, recursos y volúmenes de producción como base para la estimación de la capacidad productiva del área estudiada.

Para la obtención de la proporcionalidad se consideraron distintos criterios en función de la etapa del proceso, lo cual permitió ajustar los tiempos de acuerdo con las características particulares de cada mueble y de cada operación. De esta manera, los tiempos observados se transformaron en proporciones representativas del comportamiento del sistema, las cuales sirvieron como fundamento para el análisis de la capacidad.

Criterios de proporcionalidad de Carpintería.

Se establecieron criterios de complejidad, el cual se definió en 5 niveles, desde muy fácil a más complejo, asignando un valor numérico en dependencia de la dificultad.

Tabla 6: Criterio de proporcionalidad (Complejidad)

Complejidad	
1	Muy fácil
2	Fácil
3	Medio complejo
4	Complejo
5	Muy complejo

Fuente: Elaboración propia.

Se clasificó a su vez, el volumen aparente de cada mueble, según su tamaño en tres niveles diferentes.

Tabla 7: Criterio de proporcionalidad (Volumen aparente)

Volumen aparente	
3	Grande
2	Mediana
1	Pequeña

Fuente: Elaboración propia.

Por último, el criterio de tipo de operario se aplicó únicamente en la etapa de corte y preparación, ya que en esta fase la habilidad, destreza y experiencia del operario inciden directamente en la duración del proceso.

Tabla 8: Criterio de proporcionalidad (Tipo de operario)

Tipo de operario		
A	Muebles complejos	90%
B	Muebles semi complejos	75%
C	Piezas y trabajos básicos	50%

Fuente: Elaboración propia.

Con base a los valores obtenidos de los distintos criterios, se determinó un factor multiplicativo, el cual se aplicó al tiempo obtenido del mueble base.

Criterios de proporcionalidad de Pintura.

Se determinó que dos de los criterios de proporcionalidad definidos para carpintería también eran aplicables para pintura, debido a la relación directa entre volumen aparente y complejidad, es por ello el uso de estos criterios compartidos.

Factor multiplicativo.

El factor multiplicativo se utilizó como un coeficiente de ajuste para estimar el tiempo de producción de los diferentes muebles en relación con el mueble base seleccionado. Este factor se fundamenta en una comparación proporcional entre las características del mueble evaluado y las del mueble base. Se utilizó la siguiente expresión general:

Fórmula 4: Factor multiplicativo.

$$F_i = \frac{C_i}{C_b} * \frac{O_i}{O_b} * \frac{V_i}{V_b} , \text{ donde:}$$

F_i: Factor multiplicativo de mueble i.

C_i: Valor asignado al nivel de complejidad del mueble i.

O_i: Valor correspondiente al tipo de operario del mueble i.

V_i: Valor asignado al volumen aparente del mueble i.

C_b, O_b, V_b: Valor respectivo del mueble base.

El factor obtenido, se multiplica por el tiempo observado del mueble base, según la relación:

Fórmula 5: Relación de proporcionalidad y tiempo.

$$T_i = T_b * F_i , \text{ donde:}$$

T_i: Tiempo estimado de producción del mueble i.

T_b: Tiempo estimado de producción del mueble base.

F_i: Factor multiplicativo del mueble i.

Este procedimiento permitió ajustar los tiempos de los distintos muebles de acuerdo a las distintas características que marcan su proceso de producción, asegurando una estimación coherente con la realidad del proceso productivo.

En el caso particular de pintura en cabina, se realizó basándose en que el tiempo de espera, utilizado para el secado de la capa final de pintura, era el mismo sin importar el tipo de mueble por ello se ocupó la fórmula siguiente:

Fórmula 6: Relación de proporcionalidad y tiempo en pintura en cabina.

$$T_i = (T_b * F_i) + T_e, \text{ donde:}$$

Ti: Tiempo estimado de producción del mueble i.

Tb: Tiempo estimado de producción del mueble base.

Fi: Factor multiplicativo del mueble i.

Te: Tiempo de espera o secado.

Tiempo de ciclo total promedio.

El tiempo de ciclo total promedio se obtuvo a partir del tiempo estimado de producción de cada tipo de mueble, ponderando según la frecuencia de fabricación registrada durante el periodo de los siete meses. Este procedimiento permite reflejar de forma representativa la distribución real de la producción.

Fórmula 7: Tiempo de ciclo total promedio.

$$T_c = \frac{\sum(T_i * f_i)}{\sum f}, \text{ donde:}$$

Tc: Tiempo de ciclo total promedio.

Ti: Tiempo estimado de producción del mueble i.

fi: Frecuencia de producción del mueble i durante los siete meses del año 2025.

6.11 Análisis de capacidad.

El cálculo de la capacidad constituyó una parte fundamental y se desarrolló siguiendo los fundamentos teóricos desarrollados en las distintas literaturas utilizadas en el presente trabajo.

Fórmula 8: Proporción de demanda por tipo de carpintero (%).

$$\text{Proporción de demanda (\%)} = \frac{(\text{Muebles realizados por tipo de carpintero})}{\text{Muebles totales realizados de la muestra}}$$

Fórmula 9: Demanda semanal por carpintero.

$$\text{Demanda semanal por carpintero} = (\text{Proporción de demanda por } x \text{ carpintero}) * \text{Demanda semanal}$$

Fórmula 10: Cantidad promedio de muebles saliendo por carpintero.

$$\text{Cantidad promedio de muebles saliendo por carpintero} = (\text{Proporción de demanda por } x \text{ carpintero}) *$$

Cantidad promedio semanal de unidades saliendo de dimensionado

Fórmula 11: Takt time.

$$\text{Takt time (h/u)} = \frac{(\text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente})}{\text{Demanda semanal}}$$

Fórmula 12: Productividad.

$$\text{Productividad (u/h)} = \frac{(\text{Unidades producidas semanalmente})}{\text{Horas totales de mano de obra semanalmente}}$$

Fórmula 13: Eficiencia (%).

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(\text{Tiempo de ciclo total promedio} * \text{unidades producidas semanalmente})}{\text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente}} * 100$$

Fórmula 14: Capacidad instalada (u).

$$\text{Capacidad instalada (u)} = \frac{(\text{Horas totales de mano de obra semanalmente})}{\text{Tiempo de ciclo total promedio}}$$

Fórmula 15: Capacidad instalada (h).

$$\text{Capacidad instalada (h)} = \text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente}$$

Fórmula 16: Producción real (h).

$$\text{Producción real (h)} = \text{Muebles promedio realizados semanales} * \text{Tiempo de ciclo total promedio}$$

Fórmula 17: Capacidad disponible (u).

$$\text{Capacidad disponible (u)} = \frac{(\text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente})}{\text{Tiempo de ciclo total promedio}}$$

Fórmula 18: Capacidad disponible (h).

$$\text{Capacidad disponible (h)} = \text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente}$$

Fórmula 19: Tasa de retrabajo.

$$\text{Tasa de retrabajo (r)} = \frac{(\text{Muebles reportados con retrabajo})}{\text{Muebles totales realizados}}$$

Fórmula 20: Capacidad efectiva.

$$\text{Capacidad efectiva} = \text{Capacidad disponible} * (1 - r)$$

Fórmula 21: Capacidad utilizada (%).

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{\text{Producción real (h)}}{\text{Capacidad efectiva (h)}} * 100$$

Fórmula 22: Capacidad ociosa (%).

$$\text{Capacidad ociosa (\%)} = 100 - \text{Capacidad utilizada}$$

Fórmula 23: Capacidad disponible (h).

$$\text{Capacidad disponible (h)} = \text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente}$$

Fórmula 24: Capacidad requerida (u).

$$\text{Capacidad requerida (u)} = \text{Demanda semanal}$$

Fórmula 25: Tiempo de ciclo total promedio ajustado.

$$\text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado} = \text{Tiempo de ciclo total promedio} * (1 + \text{tasa de retrabajo})$$

Fórmula 26: Capacidad requerida (h).

$$\text{Capacidad requerida (h)} = \text{Demanda semanal} * \text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado}$$

Fórmula 27: Tiempo total efectivo por mueble en cabina.

Tiempo total efectivo por mueble = Tiempo de preparación de cabina + Tiempo de ciclo total promedio de pintura en cabina

Fórmula 28: Capacidad instalada del recurso (u).

$$\text{Capacidad instalada del recurso (u)} = \frac{\text{Horas totales de mano de obra semanalmente}}{\text{Tiempo total efectivo por mueble}}$$

Fórmula 29: Capacidad instalada del recurso (h).

Capacidad instalada del recurso (h)= Horas totales de mano de obra semanalmente.

Fórmula 30: Capacidad disponible del recurso (u).

$$\text{Capacidad disponible del recurso (u)} = \frac{\text{(Horas disponibles de mano de obra semanalmente)}}{\text{Tiempo total efectivo por mueble}}$$

Fórmula 31: Capacidad disponible del recurso (h).

$$\text{Capacidad disponible del recurso (h)} = \text{Horas disponibles de mano de obra semanalmente}$$

Fórmula 32: Capacidad utilizada del recurso (%).

$$\text{Capacidad utilizada del recurso (\%)} = \frac{\text{Producción real (u)*Tiempo total efectivo por mueble}}{\text{Capacidad instalada del recurso (h)}} * 100$$

Fórmula 33: Capacidad ociosa del recurso (%).

$$\text{Capacidad ociosa del recurso (\%)} = (1 - \text{Capacidad utilizada}) * 100$$

Fórmula 34: Capacidad instalada global.

$$\text{Capacidad instalada global} = \text{Min (Ci etapa 1, Ci etapa 2)}$$

Fórmula 35: Capacidad disponible global (u).

$$\text{Capacidad disponible} = \text{Min (C_d etapa 1, C_d etapa 2)}$$

Fórmula 36: Capacidad efectiva global.

$$\text{Capacidad efectiva} = \text{Min} (C_d \text{ etapa 1}, C_d \text{ etapa 2})$$

Fórmula 37: Capacidad utilizada global (%).

$$\text{Capacidad utilizada global (\%)} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva global (h)}} * 100$$

Fórmula 38: Capacidad ociosa global (%).

$$\text{Capacidad ociosa global (\%)} = (1 - \text{Capacidad utilizada}) * 100$$

Fórmula 39: Eficiencia global (%).

$$\text{Eficiencia global (\%)} = \frac{\text{Cantidad promedio de unidades saliendo semanalmente}}{\text{Capacidad disponible global (u)}} * 100$$

Fórmula 40: Takt time de la línea.

$$\text{Takt time de la línea} = \frac{\text{Horas de mano de obra disponible semanalmente por operario}}{\text{Demanda semanal}}$$

Fórmula 41: Número de estaciones mínimas de trabajo.

$$\text{Nº de estaciones de trabajo} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total promedio}}{\text{Takt time de la línea}}$$

Fórmula 42: % de eficiencia de línea.

$$\% \text{ de eficiencia de línea} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total promedio}}{\text{Takt time de la línea} * \text{Nº de estaciones de trabajo}} * 100$$

Fórmula 43: Número de operarios mínimos por línea.

$$\text{Nº de operarios por línea} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total promedio}}{\% \text{ de eficiencia de línea} - \text{Takt time de la línea}}$$

6.12 Escenarios de demanda.

Fórmula 44: Horas requeridas.

$$\text{Horas requeridas} = \text{Demanda} * \text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado}$$

Fórmula 45: Número de operarios requeridos.

$$\text{Nº de operarios requeridos} = \frac{\text{Horas requeridas}}{\text{Horas disponibles semanalmente por operario}}$$

Fórmula 46: % de incremento.

$$\% \text{ de incremento} = \frac{\text{Capacidad efectiva mejorada} - \text{Capacidad efectiva actual}}{\text{Capacidad efectiva actual}} * 100$$

CAPÍTULO I: CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El presente capítulo tuvo como propósito describir detalladamente el proceso productivo de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda., con énfasis en el área de carpintería y pintura, considerada como eje fundamental dentro de la cadena de transformación de la madera. A través de esta caracterización se identificaron las principales operaciones, los recursos humanos y técnicos involucrados, así como la distribución física de planta.

Esta descripción permitió comprender de manera integral el flujo de producción y establecer una base técnica para los análisis posteriores. Asimismo, se buscó reconocer los puntos críticos que influyeron en la productividad y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

1.1 Descripción del proceso productivo.

El proceso productivo de la empresa siguió un flujo general que involucró principalmente las zonas de carpintería, lijado y pintura, y en determinados casos una bifurcación hacía la zona de tapicería. No obstante, en el presente estudio, el análisis se enfocó únicamente en el área de carpintería y pintura, considerada como el área más relevante de la cadena productiva.

Las operaciones dentro del área permiten convertir la madera bruta en componentes listos para recibir tratamientos de superficies y posteriormente ser componentes terminados, lo que constituye la cadena vertebral del proceso productivo de la empresa.

1.1.1 Carpintería.

La zona de carpintería constituye la etapa inicial y fundamental, en la cual se transforma la materia prima en piezas estructurales destinadas a la elaboración de diferentes tipos de muebles. Este proceso resultó vital, dado que cualquier deficiencia en esta fase repercute directamente en la calidad final del producto. En esta etapa, hay 2 subprocesos diferenciados:

1. Dimensionado inicial.

En este subproceso se recibe la materia prima en bruto, la cual se somete a cortes y cepillados preliminares, con el fin de unificar medidas. El propósito de esta etapa es eliminar imperfecciones superficiales, comprimir la madera y obtener piezas con dimensiones uniformes que faciliten el trabajo posterior.

En este punto, predominan operaciones realizadas en máquinas de corte como sierras y cepilladoras, las que generan una considerable cantidad de virutas y polvo de madera.

2. Corte y preparación.

Una vez la madera es dimensionada, se traslada a esta parte donde se efectúan cortes específicos, ranuras, perforaciones y cualquier ajuste necesario para comenzar a formar las estructuras básicas de los muebles. En esta fase, se alcanza un producto semi terminado, es decir, una estructura lista para pasar a la zona de lijado o, en casos específicos, a tapicería.

Este subproceso, al igual que el anterior, produce una cantidad considerable de fragmentos de madera, pero demanda una mayor cantidad de precisión, puesto que define la estructura y la resistencia del producto final.

1.1.2 Pintura.

La zona de pintura por su parte, constituye una de las etapas finales de la cadena productiva, debido a que corresponde al acabado de los muebles, aspecto que incide de forma directa en el valor percibido del producto; puesto que un correcto proceso de lijado, aplicación de pintura y sellado aseguran la completa aceptación del cliente.

1.1.3 Lijado.

La zona de lijado, pese a su importancia dentro del flujo productivo, fue excluida del análisis de capacidad por su alta variabilidad y dificultad de obtener mediciones homogéneas. Sus tiempos dependen del tipo de mueble, la textura y las especificaciones del cliente pudiendo prolongarse hasta más de 2 horas de lijado por pieza. Esto impidió la estandarización de registros y la comparación con otras zonas.

Esta exclusión respondió tanto a una decisión metodológica, que buscó garantizar confiabilidad y coherencia en los resultados, priorizando etapas donde los procedimientos fueron más estructurados y los datos más consistentes para representar el desempeño productivo de la empresa.

No obstante, el diagrama de operaciones y recorrido, incluyó esta etapa, ya que forma parte esencial del flujo productivo y su omisión afectaría la coherencia visual y la comprensión integral del proceso productivo, al tratarse de una etapa crucial e intermedia en el proceso de pintura.

1.2 Diagrama sinóptico del proceso productivo.

El proceso productivo analizado se estructuró en tres grandes etapas: dimensionado, corte y preparación, y acabado final, las cuales agrupan de manera secuencial las operaciones e inspecciones necesarias para transformar la madera en un producto terminado listo para despacho.

La etapa de dimensionado constituyó el inicio del proceso y comprende desde la recepción de la orden de pedido hasta el secado del adhesivo de las primeras uniones. En esta fase se realizan actividades de inspección y selección de láminas de madera, medición y corte, así como el registro de los tablones entregados. Posteriormente, se llevan a cabo operaciones de cepillado de superficies, verificación de medidas y detección de defectos, seguidas por las correcciones necesarias. Una vez garantizada la conformidad dimensional, se procede al alineado de los tablones, marcado de uniones, perforado, aplicación de adhesivo, colocación de espigas y acoplado de las piezas y prensado. La etapa concluye con la verificación de planitud y el secado del adhesivo, asegurando que las piezas queden en condiciones adecuadas para continuar con el proceso.

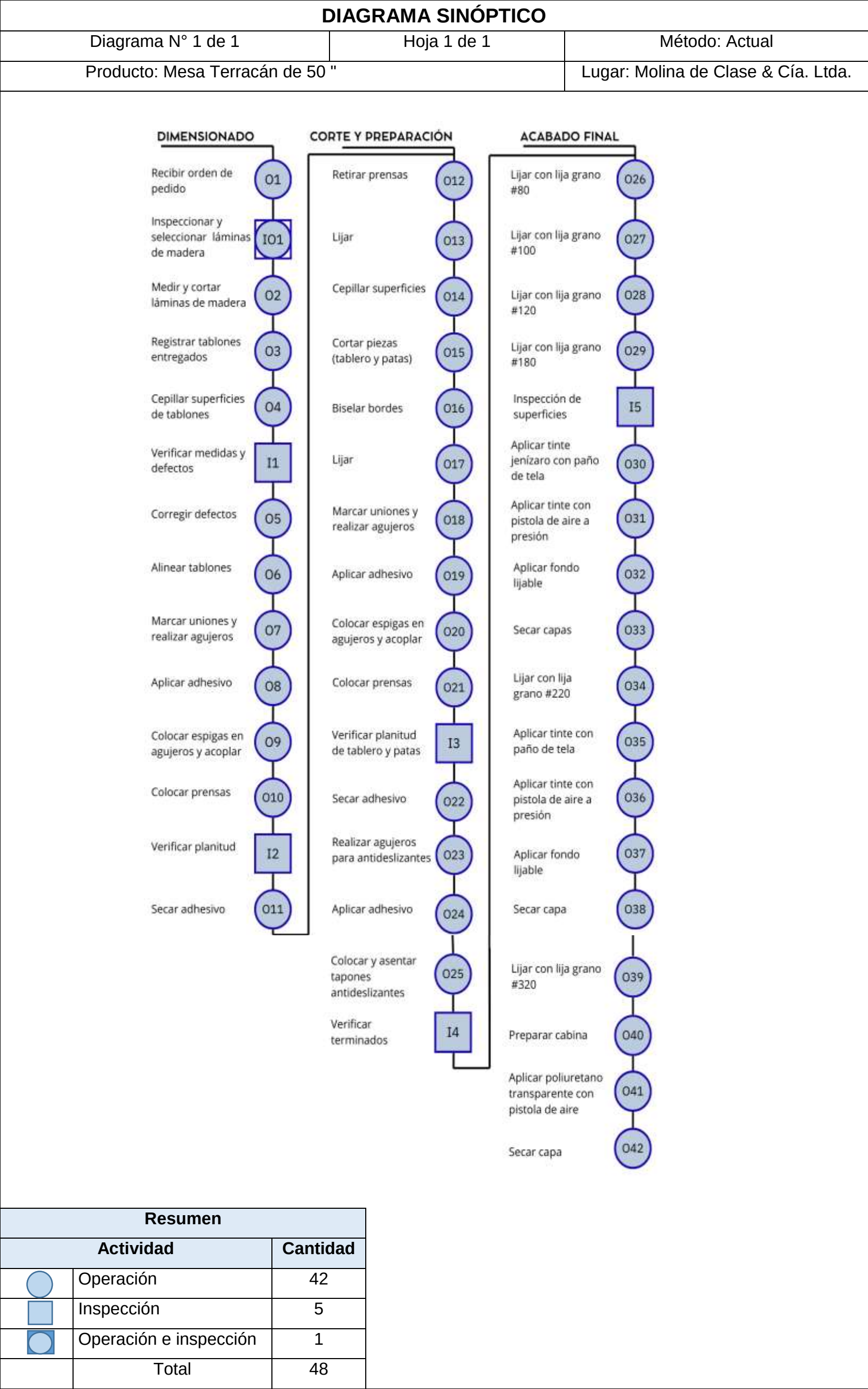
La segunda etapa, correspondiente al corte y preparación, inicia con el retiro de las prensas y continúa con una serie de operaciones orientadas a la conformación final de las piezas principales del mueble. En esta fase se realizan procesos de lijado, cepillado de superficies, corte de piezas (tablero y patas), biselado de bordes y nuevos lijados de ajuste. Asimismo, se ejecutan operaciones de marcado de uniones, perforado, aplicación de adhesivo y ensamblaje mediante espigas, seguido nuevamente por el prensado de los conjuntos. Posteriormente,

se verifica la planitud del tablero y las patas, se deja secar el adhesivo y se realizan los agujeros para los elementos antideslizantes, finalizando con la colocación y asentado de los topes. Esta etapa concluye con una inspección final de los conjuntos terminados.

La etapa de acabado final concentra las operaciones destinadas a mejorar la calidad superficial y estética del producto. Inicia con una secuencia de lijados progresivos utilizando diferentes granos (#80, #100, #120 y #180), seguidos de una inspección de superficies para verificar la calidad del preparado. Posteriormente, se aplican tintes mediante paño y pistola de aire a presión, así como capas de fondo lijable, intercaladas con periodos de secado y nuevos lijados de afinado (#220 y #320). Una vez finalizadas las operaciones de lijado y pintura, se procede a la preparación de la cabina y a la aplicación del poliuretano transparente mediante pistola de aire, seguida del secado final de la capa protectora. El proceso concluye con el almacenamiento del producto terminado hasta su despacho.

En conjunto, el diagrama sinóptico evidenció un proceso con alta cantidad de operaciones, pocos puntos de inspección y varios ciclos de secado y lijado, lo cual refleja la naturaleza artesanal y poco estandarizada del sistema productivo. Asimismo, se observó que el flujo del proceso es secuencial, pero con una elevada carga de trabajo en las etapas de preparación y acabado, aspectos que inciden directamente en los tiempos de producción y en la capacidad efectiva del sistema.

Tabla 9: Diagrama sinóptico del proceso productivo.



Resumen

Actividad	Cantidad
Operación	42
Inspección	5
Operación e inspección	1
Total	48

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Recursos y equipo.

El área de producción de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda., contó con variedad de recursos, comprendiendo desde el componente humano, conformado por el personal operativo, técnico y de apoyo, como los recursos técnicos representados por las maquinarias, herramientas y equipos utilizados destinados a la transformación, armado y acabado de los distintos productos elaborados.

1.3.1 Recursos humanos.

En el área de carpintería y pintura, los recursos humanos constituyen un factor importante para la capacidad productiva, dado que las actividades dependen directamente de la destreza, experiencia y coordinación entre operarios, cumplen un rol determinante en el rendimiento del sistema, pues su disponibilidad y nivel de especialización condicionan el tiempo de ciclo y la capacidad instalada. Se tiene una jornada de lunes a sábado de 8:00 a.m. a 5:00 p.m.

A continuación, se describen los puestos de trabajo identificados.

Tabla 10: Recursos humanos de carpintería.

ZONA	CARPINTERÍA	
Puesto de trabajo	Descripción	N° de operarios
Encargado de etapa	• Recibir pedidos del área de ventas. • Supervisar las operaciones. • Asignar las tareas a cada operario de corte y preparación.	1
Operario de dimensionado inicial	• Recibir órdenes de pedido para dimensionado. • Recibir y medir la madera en bruto.	1

	• Ejecutar cortes preliminares. • Clasificar materia prima.	
Operario de cepillado y ensamble	• Cepillar láminas de madera para obtener espesores uniformes. • Preparar piezas para uniones. • Identificar y tratar defectos de láminas de madera. • Ensamblar estructuras iniciales.	2
Operario de corte y preparación (Carpintero A)	• Realizar muebles complejos y completos. • Ejecutar cortes de precisión y detalles finos.	4
Operario de corte y preparación (Carpintero B)	• Elaborar muebles de menor complejidad. • Ejecutar cortes sencillos y ajustes básicos. • Apoyar al carpintero A en proyectos mayores.	3

Fuente: Elaboración propia.

La zona de carpintería cuenta con un total de 11 operarios, distribuidos en distintos puestos y funciones específicas que corresponden a la secuencia productiva de la fabricación de muebles. La jornada laboral establecida es de 8 a.m. a 5 p.m., con un horario continuo que incluye una pausa intermedia de 15 minutos a las 10 a.m., y una pausa por alimentación a las 12 p.m.

Los salarios están determinados en función del tipo de puesto y el nivel de especialización y experiencia del carpintero, siendo mayor para aquellos que poseen mayores competencias técnicas en la ejecución de muebles.

La estructura de la zona muestra una jerarquía funcional definida, ya que los puestos se diferencian tanto por el nivel de especialización como por la complejidad de las tareas que realizan. El carpintero A representa un recurso crítico por su capacidad de elaborar muebles completos y complejos. Esta

estructura permite la continuidad del proceso productivo, aunque genera dependencia directa del carpintero A, para los trabajos más complejos.

Tabla 11: Recursos humanos de pintura.

ZONA	PINTURA	
Puesto de trabajo	Descripción	N° de operarios
Supervisor de terminado de pintura	• Revisar las capas de pintura de las piezas. • Examinar y dar aprobación de los muebles terminados. • Coordinar los tiempos de entrega.	1
Operario general de pintura	• Aplicar tintes, bases y selladores con pistola o paños a piezas simples y pequeñas. • Revisar uniformidad de capas de pintura.	2
Operario de pintura y cabina	• Aplicar capas finales en cabina. • Asegurar acabado uniforme y libre de polvo. • Revisar uniformidad de capas de pintura. • Realizar acabados especiales (texturas, vetas)	2

Fuente: Elaboración propia.

La zona de pintura cuenta con un total de 5 operarios y un supervisor responsable del control operativo. La jornada laboral, es similar a la de la zona de carpintería, manteniendo un horario continuo. Los operarios de esta zona trabajan bajo contrato indefinido, lo cual brinda mayor estabilidad al personal y permite la continuidad de las operaciones en la zona.

La participación de los pintores de cabina reviste especial importancia, dado que son responsables de aplicar los acabados finales, los cuales inciden directamente en la percepción estética del producto, en su aceptación por parte del cliente y, en consecuencia, en su competitividad en el mercado.

1.3.2 Maquinaria y equipos.

El área de carpintería y pintura, empleó diversas máquinas y herramientas que les permiten ejecutar las principales operaciones del proceso productivo. Cada equipo cumple con una función específica dentro de las distintas etapas, contribuyendo al desarrollo progresivo de los productos, desde materia prima hasta el acabado final. A continuación, se detallan las maquinarias utilizadas y las funciones que desempeñan.

Tabla 12: Maquinaria de carpintería.

ZONA		CARPINTERÍA	
Etapas	Modelo	Función	Fuente
Dimensionado inicial	Sierra de banco con hoja inclinable 12"-14" Rockwell	Diseñada para realizar cortes transversales y longitudinales.	(The RockWell Building, 1965)
	Sierra de brazo radial DW721KN DeWALT	Diseñada para cortar piezas de madera de gran longitud mediante un brazo deslizante que permite desplazar la hoja o la pieza.	(Herramientas DWMX.MX, s.f.)
	Cepilladora SCMI F4L Rockwell	Diseñada para alisar y nivelar la superficie de tableros de madera, eliminar irregularidades y asegurar que las caras estén planas y paralelas.	

	Cepilladora Helicoidal JET 20"X8"	Diseñada para transformar madera en bruto o semi procesada en piezas con caras planas, espesores uniformes y calidad de superficie superior.	(Capris, s.f.)
Corte y preparación	Sierra de cinta de madera Rockwell de 14"	Diseñada para realizar cortes curvos, seguir contornos, perfilar piezas de madera de geometría compleja y realizar recortes de tableros macizos o chapados.	(Delta Machine, s.f.)
	Lijadora de banda ancha de 36"	Diseñada para igualar superficies amplias de madera, la nivelación de caras, la remoción de material de forma eficiente y la preparación de la pieza para un acabado posterior.	(Century Machinery Company, s.f.)
	Taladro de piso Truper de 13", 3/4 HP	Diseñada para realizar perforaciones verticales precisas, permitiendo crear orificios para tornillería, pasadores o herrajes de unión en estructuras.	(Grupo Truper, s.f.)
	Atornillador taladro inalámbrico MAKITA	Diseñada para aplicar tornillos y fijaciones de forma móvil, facilitando el ensamblaje de muebles o estructuras.	(MAKITA, s.f.)
	Atornillador taladro inalámbrico DeWALT		

Ventilador industrial grande de alta velocidad de 24"	Diseñado para generar un flujo de aire significativo dentro del taller, facilitar la ventilación, disipar calor y reducir la acumulación de polvo.	(Bestronair, s.f.)
Lijadora de tambor	Diseñada para pasar piezas de madera por debajo de un tambor giratorio recubierto con material abrasivo, de modo que se eliminen irregularidades de superficie, se nivelen tableros y se preparen para el acabado final o para procesos de unión.	(Kranker, s.f.)
Colector de polvo Grizly Industrial G0548z 2 Hp	Diseñada para extraer virutas, polvo y partículas generadas por las máquinas de procesamiento de madera.	(Mercado Libre)
Esmeril de banco de 5" Truper	Diseñada para afilar herramientas de corte, perfilar bordes metálicos y componentes auxiliares.	(Grupor Truper)
Motor de Corriente Alterna 1.5 HP Rockwell M7226 35E76W206	Diseñado para accionar mecanismos de maquinaria de taller de carpintería, proporcionando potencia mecánica adecuada para mover equipos de corte o planificado, con estabilidad y capacidad para cargas industriales.	(Segasa Mx, s.f.)

Fresadora de superficie MAKITA	Diseñada para realizar el mecanizado de la cara superior de piezas de madera, producir ranuras, rebajados, perfilados y preparación de juntas.	(MAKITA, s.f.)
Alimentador de energía de 1/4 HP Grizzly G4176	Diseñado para suministrar potencia controlada a dispositivos auxiliares del taller.	(Pittsburgh Spray Equipment Co, s.f.)
Esmeriladora angular 9" Truper	Diseñada para efectuar cortes o desbastes de piezas metálicas que complementan el taller de carpintería (como herrajes o soportes).	(Grupo Truper, 2025)
Lijadora orbital MAKITA	Diseñada para realizar el lijado final de superficies de madera, eliminar micro-irregularidades y preparar la pieza.	(MAKITA, s.f.)
Conector de riel Festool Domino XL	Diseñado para mecanizar ranuras de forma rápida, precisa y repetible en piezas de madera para insertar espigas flotantes que permiten uniones rígidas.	(FESTOOL & TTS Tooltechnic Systems AG & Co. KG, 2012)
Cepilladora de corte helicoidal de 15" y 3 HP Grizzly G0891	Diseñada para remover material de gran volumen de la superficie de la pieza de madera mediante un cabezal helicoidal.	(INFINITOOLS, s.f.)

	Sierra circular de mesa para madera	Diseñada para efectuar cortes de precisión en planchas o tablones de madera, permitiendo realizar cortes transversales, longitudinales y biselados.	(Einhell, s.f.)
	Garlopa	Diseñada para igual las superficies de madera previamente cepilladas.	

En la zona de carpintería, la maquinaria y equipo presentan diversas limitaciones que afectan la eficiencia del proceso productivo. Actualmente, no se dispone de un programa de mantenimiento preventivo, lo que ha generado una acumulación de residuos de madera, polvo y virutas en las distintas estaciones. Esta falta de limpieza y mantenimiento incide de manera negativa en el rendimiento de las máquinas, incrementando los riesgos de averías y reduciendo la precisión en las operaciones de corte.

Además, gran parte de los equipos presentan un nivel considerable de antigüedad, lo que repercute en su capacidad de operación y consumo energético. Algunas máquinas se encuentran parcialmente dañadas o tienen componentes deteriorados.

Tabla 13: Maquinaria y equipo de pintura.

ZONA	Pintura	
Modelo	Función	Fuente
Media máscara reutilizable Serie 6000	Diseñada para proteger al operario de la inhalación de contaminantes generados por la aplicación de pintura, solventes o lacas.	(3M, 2020)
Pistola de gravedad	Diseñada para la aplicación uniforme y controlada de pinturas, lacas o selladores.	(GONI, s.f.)

Raspador de pintura	Diseñado para remover residuos, preparando la superficie para repintado o restauraciones.	(TuToTools, s.f.)
Trapos o paños de tela	Empleado para aplicar barnices o tintes a los muebles.	
Brochas de cerdas duras	Utilizadas para realizar acabados de desgastes o emular vetas de madera.	
Cepillos de acero	Utilizados para crear efectos o texturizados en el acabado.	

1.4 Distribución de planta.

La planta de producción se encuentra distribuida en tres zonas principales: carpintería, lijado y pintura. Estas zonas fueron adaptadas a las condiciones del edificio actual, el cual no fue diseñado originalmente para procesos de carpintería, sino que fue acondicionado progresivamente con los recursos disponibles de la empresa.

La zona de carpintería se localiza en la parte frontal del edificio y constituye el punto de partida del proceso productivo. En esta se realizan las operaciones de corte y cepillado de la madera en su estado bruto, transformándola en piezas con dimensiones uniformes de acuerdo con el tipo de mueble a fabricar. La maquinaria se dispuso de forma funcional, agrupando los equipos según el tipo de operación (sierras, cepilladoras, entre otros), y considerando además la asignación de tareas en función de las habilidades del operario. Si bien esta disposición favorece cierta flexibilidad en el trabajo, también genera recorridos irregulares y cruces entre operarios y materiales, principalmente debido al espacio reducido y a la ausencia de un ordenamiento definido del flujo.

Las zonas de lijado y pintura se ubican de manera contigua a la carpintería, hacia la parte posterior del edificio. En estas, se desarrollan las actividades de acabado superficial, aplicación de selladores, tintes y pintura final. Dentro de este conjunto se identifican las cabinas de acabado final, localizadas entre ambas zonas, destinadas a la aplicación de las capas finales de sellado en condiciones relativamente más controladas. No obstante, a pesar de que la altura del techo

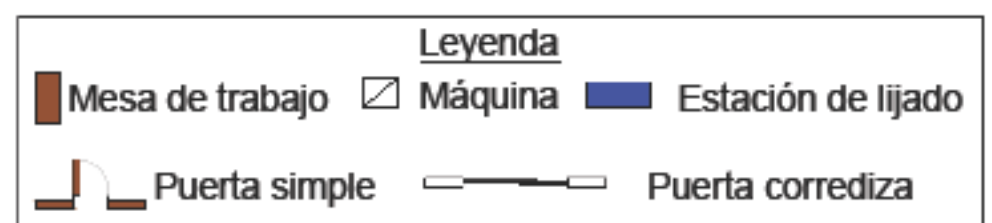
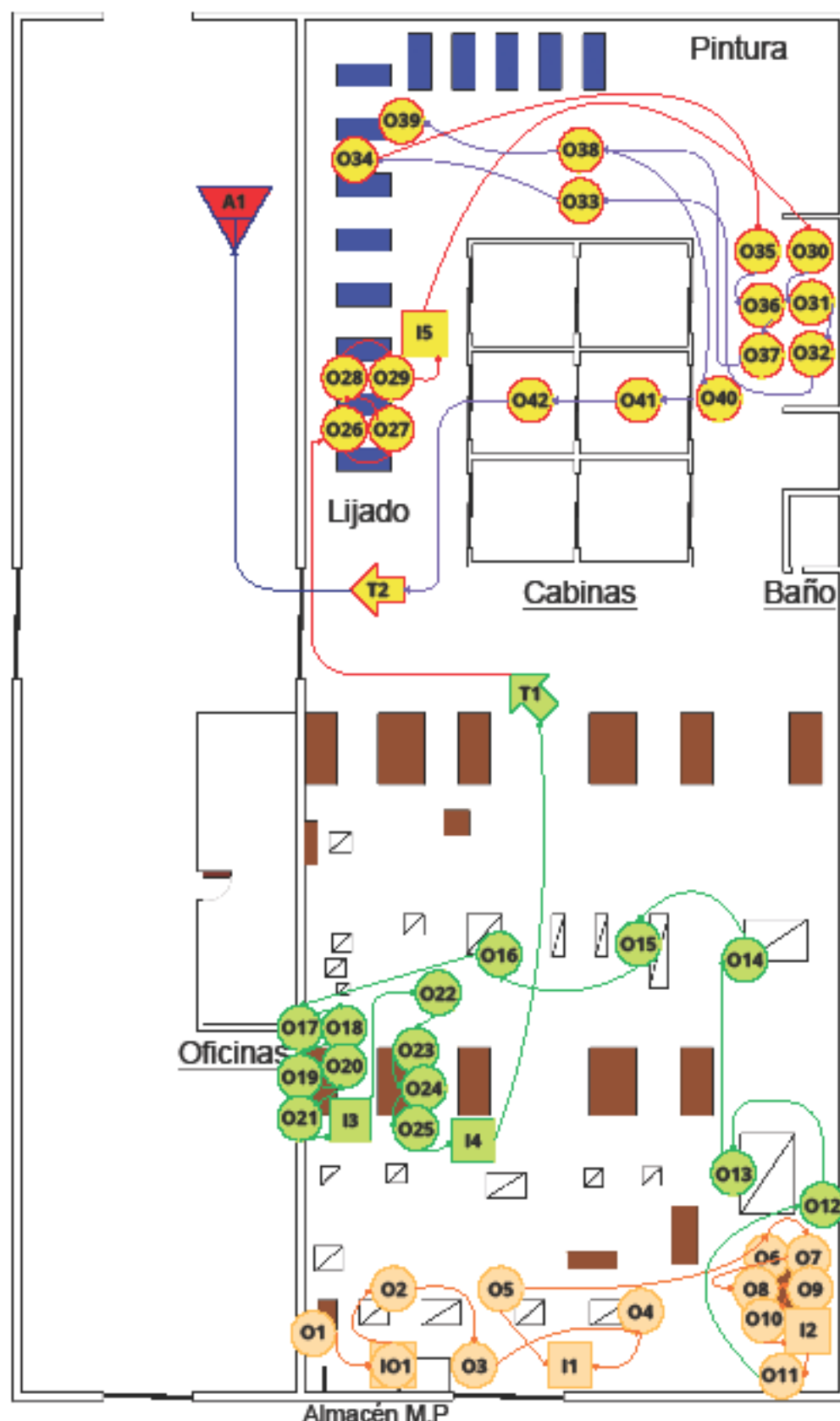
permite cierta ventilación natural, la planta no cuenta con sistemas de extracción localizados en cada puesto de trabajo. El único ventilador disponible se encuentra en la zona de dimensionado, lo cual resulta insuficiente para controlar la acumulación de polvo y partículas suspendidas generadas durante las operaciones de corte, lijado y pintura.

Desde el punto de vista de la ingeniería industrial, la distribución actual de la planta correspondió a una distribución por proceso, en la cual los recursos se agrupan según el tipo de operación que realizan: dimensionado y preparación de piezas, carpintería, lijado, pintura y cabina de acabado. Este tipo de disposición es característica de sistemas productivos con alta variedad de productos y bajo nivel de estandarización, como ocurre en la fabricación de muebles, donde cada orden puede requerir rutas de proceso distintas y tiempos de operación variables.

En el plano se observó que el flujo de materiales no sigue una trayectoria lineal, sino que presenta recorridos largos, cruces y retornos entre zonas. Esto implica que las piezas deben desplazarse varias veces entre procesos, lo que genera un incremento en los tiempos de manejo de materiales, mayor acumulación de trabajo en proceso y esperas entre operaciones. Este comportamiento es típico de una distribución por proceso, donde la flexibilidad es elevada, pero la eficiencia del flujo suele verse comprometida.

Si bien la concentración de operaciones similares en zonas específicas favorece el aprovechamiento de los equipos y de la mano de obra, la disposición actual no prioriza el flujo continuo, sino que responde principalmente a una lógica funcional de taller. Como consecuencia, se incrementan los tiempos improductivos asociados al transporte interno, las esperas y los cambios de prioridad, lo cual impacta negativamente en la capacidad efectiva del sistema y en el cumplimiento de los plazos de entrega.

En términos generales, aunque la distribución por proceso resulta adecuada para un entorno con alta variedad y baja estandarización, en la realidad operativa de la empresa esta configuración está contribuyendo a la ineficiencia del flujo productivo, a la generación de cuellos de botella y a la pérdida de control sobre los tiempos de fabricación



Simbología	Dimensionado		Corte y Preparación		Acabado final	
Operación	O1	Recibir orden de pedido	O12	Retirar prensas	O26	Lijar con lija grano #80
	IO1	Inspeccionar y seleccionar láminas de madera	O13	Lijar	O27	Lijar con lija grano #100
	O2	Medir y cortar láminas de madera	O14	Cortar piezas (tablero y patas)	O28	Lijar con lija grano #120
	O3	Registrar tabloncitos entregados	O15	Cepillar superficies	O29	Lijar con lija grano #180
	O4	Cepillar superficies de tabloncitos	O16	Biselar bordes	I5	Inspeccionar superficies
Inspección	I1	Verificar medidas y defectos	O17	Lijar	O30	Aplicar tinte jenízaro con paño de tela
	O5	Corregir defectos	O18	Marcar uniones y realizar agujeros	O31	Aplicar tinte con pistola de aire a presión
	O6	Alinear tabloncitos	O19	Aplicar adhesivo	O32	Aplicar fondo lijable
Inspección y operación	O7	Marcar uniones y realizar agujeros	O20	Colocar espigas en agujeros y acoplar	O33	Secar capas
	O8	Aplicar adhesivo	O21	Colocar prensas	O34	Lijar con lija grano #220
	O9	Colocar espigas y acoplar	I3	Verificar planitud del tablero y patas	O35	Aplicar tinte con paño de tela
Transporte	O10	Colocar prensas	O22	Secar adhesivo	O36	Aplicar tinte con pistola de aire a presión
	I2	Verificar planitud	O23	Realizar agujeros para antideslizantes	O37	Aplicar fondo lijable
	O11	Secar adhesivo	O24	Aplicar adhesivo	O38	Secar capas
Almacén temporal			O25	Colocar y asentar tapones antideslizantes	O39	Lijar con lija grano #320
			I4	Verificar terminados	O40	Preparar cabina
			T1	Transportar a lijado	O41	Aplicar poliuretano transparente con pistola de aire a presión
					O42	Secar capas
					T2	Transportar a almacén
					A1	Almacenar hasta su despacho

1/1

Flujograma de recorrido

UNI

Elaboró: Allison Torres y Dayana Navarrete

01/2026

Esc: Indeter.

Revisó: Noel Antonio Brenes



El flujo de recorrido representado correspondió a la mesa Terracán de 50", la cual fue el producto observado desde el inicio hasta el final del proceso productivo. Dicho flujo se utilizó como ejemplo representativo para describir la secuencia de operaciones, transportes e inspecciones realizadas en el área de carpintería y pintura. Cabe señalar que no todos los productos fabricados siguieron exactamente el mismo recorrido, debido a las variaciones propias del proceso y de las características de cada mueble; sin embargo, la mesa Terracán de 50" permitió ilustrar de manera clara el comportamiento general del sistema productivo.

CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES OPERATIVAS Y ANÁLISIS SITUACIONAL.

En este capítulo se presentó el diagnóstico de las condiciones actuales del área de carpintería y pintura, abordando los aspectos ambientales, ergonómicos, de seguridad y desempeño operativo observados durante las visitas técnicas.

El análisis incluyó la aplicación de herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa, la técnica de los 5 Porqués y el diagrama de Pareto, con el fin de identificar las causas raíz de los principales problemas que afectaron la eficiencia del proceso.

El propósito de este diagnóstico fue evidenciar las limitaciones reales del entorno productivo, establecer su impacto sobre la capacidad instalada y generar insumos que sirvan de fundamento para la formulación de estrategias de mejora en capítulos posteriores.

2.1 Condiciones ambientales.

Durante las observaciones realizadas se constató que el área de carpintería y pintura presenta importantes oportunidades de mejora en lo relacionado a la señalización de la ubicación y operación de maquinaria. Únicamente se identificó señalización de evacuación y uso de extintores. Aunque en algunos puntos del taller, había recuadros marcados correspondientes a la ubicación de ciertas maquinarias, estos resultan poco efectivos debido a las condiciones actuales como la acumulación de residuos de madera y polvo generados de las operaciones.

A pesar de que las instalaciones presentan techos altos, la disposición actual de las maquinarias obliga a los operarios a inhalar grandes cantidades de polvo generado de las distintas etapas del proceso productivo. Esta situación provoca un ambiente confuso y riesgoso.

Adicionalmente, se identificaron conexiones eléctricas inestables que con algunas mejoras podría alcanzar el nivel óptimo, estas conexiones están ubicadas en la parte superior del taller, y se encontraban únicamente recubiertas por tubos plásticos sin ningún sistema de sujeción seguro. Estas instalaciones, al no estar

fijadas de forma adecuada representan riesgo de desprendimiento, además de incrementar la posibilidad de cortocircuitos y accidentes eléctricos en un entorno con elevada presencia de polvo y materiales inflamables.

También se evidenció que los baños localizados dentro de las instalaciones no presentan condiciones adecuadas para su uso, ya que las puertas se encuentran en mal estado y se observó filtración de agua hacia la zona de pintura. Esta situación puede incrementar el riesgo de accidentes, principalmente por resbalones y representa una condición insegura que afecta directamente la integridad de los colaboradores y la calidad del entorno de producción.

En general, se determinó que el entorno físico de trabajo presenta importantes oportunidades de mejora, principalmente relacionadas con la generación de polvo, el orden en la disposición de materiales, la exposición a instalaciones eléctricas y estructurales en las instalaciones sanitarias.

2.1.1 Uso de EPP.

En cuanto al uso de EPP (Equipo de Protección Personal) se observó que los operarios del área de carpintería y pintura emplearon de manera parcial implementos como lentes de seguridad, mascarillas y protectores auditivos. Sin embargo, el uso de estos equipos depende principalmente de la decisión individual de cada operario, dado que no existió un mecanismo de supervisión ni una política que garantizara su cumplimiento.

Esta situación resultó especialmente crítica considerando la alta concentración de polvo y de químicos relacionados a la pintura en el ambiente, los cuales, incluso con el uso de mascarillas representan un riesgo para la salud respiratoria de los operarios. La ausencia de supervisión y de control en el uso de EPP se consideró como una debilidad importante en las condiciones de seguridad en el taller.

2.1.2 Ergonomía y ambiente laboral.

En términos ergonómicos, se evidenció que los colaboradores permanecen de pie durante toda la jornada laboral, lo cual genera condiciones de fatiga física. Además, se observaron actividades de levantamiento de cargas, como el

levantamiento de láminas y/o tableros de madera, sin el apoyo de equipos auxiliares, lo que incrementa el riesgo de lesiones músculo esquelético.

Los espacios de trabajo se encontraron frecuentemente reducidos u obstruidos por acumulación de sobrantes de madera, dificultando la movilidad y generando incomodidad en la ejecución de las operaciones.

En cuanto al ambiente laboral, se registró una alta exposición a ruido, polvo y vibraciones, mientras que la evaluación es deficiente en ciertas zonas, especialmente en los alrededores de donde se ubicó la lijadora de banda ancha Burlington Sanders.

La combinación de estas condiciones, confirmó que tanto la ergonomía como el ambiente laboral presentaron deficiencias significativas, ya que afectan directamente el desempeño y la seguridad de los operarios.

2.2 *Análisis de calidad.*

El análisis de la gestión de la calidad en el área de carpintería y pintura evidenció que la empresa opera predominantemente bajo un enfoque correctivo y no preventivo, en el cual los defectos son detectados principalmente al final del proceso y no mediante controles sistemáticos durante la ejecución de las operaciones. La verificación de la calidad se realiza, en la mayoría de los casos, de forma visual y depende en gran medida del criterio del operario o del supervisor, lo que introduce un alto nivel de subjetividad en la aceptación o rechazo de los productos. Esta situación implica que un mueble puede avanzar a la siguiente etapa del proceso sin cumplir completamente con los requisitos técnicos, o incluso ser devuelto por el cliente si, según su percepción, el acabado o las dimensiones no son satisfactorias.

En la etapa de carpintería, específicamente en dimensionado, se identificó la ausencia de un sistema formal de verificación de medidas, lo que da lugar a cortes imprecisos y a la generación de merma. Estos errores dimensionales no siempre son detectados de manera inmediata, sino hasta las etapas de ensamble o de inspección final, provocando la fabricación de piezas defectuosas que deben ser corregidas posteriormente. Esta situación incrementa el retrabajo, el consumo innecesario de material y los tiempos de proceso. Asimismo, los defectos

generados en las etapas de corte y preparación suelen ser detectados únicamente durante el ensamble o en las inspecciones visuales finales, lo que favorece la acumulación de errores a lo largo del proceso productivo. En general, no existe un protocolo estandarizado de verificación por etapa, por lo que la detección de fallas depende casi exclusivamente de la experiencia y criterio del operario, reforzando el carácter subjetivo del control de calidad.

En la etapa de pintura, durante la aplicación de tinte con paño de tela o mediante pistolas de pintura, los problemas más frecuentes corresponden a variaciones de tonalidad, exceso de absorción en superficies que no han sido lijadas de manera uniforme y defectos ocasionados por la presencia de residuos de polvo. Aunque esta zona cuenta con cabinas para la aplicación de acabados finales equipados con sistemas de absorción de polvo, se observó que la efectividad de estos equipos depende en gran medida del mantenimiento y del uso adecuado por parte de los operarios. En varios casos, la limpieza insuficiente tanto de las piezas antes de ingresar a la cabina como del propio entorno de trabajo provoca la adherencia de contaminantes en la superficie del mueble, lo cual afecta directamente la calidad del acabado final y genera la necesidad de retrabajos.

De manera transversal en ambas áreas, se evidenció la ausencia de una cultura de cumplimiento obligatorio en el uso de equipos de protección personal (EPP), así como una supervisión limitada sobre su correcta utilización, lo que no solo expone a los operarios a riesgos laborales, sino que también incrementa indirectamente la probabilidad de errores y defectos por descuidos en la ejecución de las tareas. Adicionalmente, la supervisión de la calidad se realiza principalmente al final del proceso, mediante inspecciones visuales, sin el respaldo de registros sistemáticos ni mecanismos formales de retroalimentación hacia los operarios. La presencia recurrente de retrabajos como parte normal del proceso productivo confirma la existencia de deficiencias en la gestión de la calidad y la necesidad de identificar, de manera estructurada, las causas que originan estos problemas.

2.3 *Análisis causa-raíz.*

El diagrama Ishikawa se aplicó en el área de carpintería y pintura con el propósito de identificar de manera estructurada, las causas potenciales que generan los principales problemas operativos detectados en las visitas a la empresa.

Fue elaborado a partir de observaciones directas, retroalimentación por parte de los operarios y la gerencia, sin la aplicación de encuestas estructuradas, la decisión metodológica se fundamenta en la naturaleza del problema analizado como lo es el análisis de capacidad y en el enfoque práctico del estudio.

Se priorizo el levantamiento de información in situ, permitiendo observar directamente la ejecución de las tareas, los tiempos muertos, la interacción entre estaciones de trabajo, el uso del espacio y las condiciones reales de operación. Este tipo de información resulta más precisa cuando se obtiene mediante observación directa, especialmente en procesos productivos con alta variabilidad.

Asimismo, el aporte de los operarios y de la gerencia fue obtenido mediante intercambios verbales y consultas directas, aprovechando sus conocimientos empíricos en el proceso productivo. Esta modalidad permitió identificar causas recurrentes que no siempre son percibidas por los trabajadores como problemáticas al momento de responder encuestas, pero que se manifiestan claramente durante la ejecución diaria de las operaciones.

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama reveló que las causas más recurrentes se concentraron en las categorías métodos y mano de obra, lo que evidencia de manera directa la falta de estandarización en los procesos, la ausencia de controles de calidad y la dependencia de los criterios individuales causados por la falta de comunicación y la falta de planes de mantenimiento.

En cuanto a la maquinaria, sobresale la acumulación de residuos producidos a lo largo del proceso productivo; además, es notoria la cantidad de maquinaria en mal estado y de baja tecnología. Finalmente, el entorno laboral presentó considerables limitaciones en el aprovechamiento del espacio y en la ventilación.

El diagrama Ishikawa permitió visualizar la interdependencia de las causas que afectan tanto la eficiencia operativa de la empresa como la calidad del producto. Para complementar el análisis de las posibles causas de la baja eficiencia operativa, se incorporaron el análisis de los 5 ¿Por qué? y el diagrama de Pareto.

La técnica de los 5 Porqués se utilizó para profundizar en la causa raíz de los principales problemas identificados en el área de carpintería y pintura. Esta herramienta permitió cuestionar de manera sistemática las razones subyacentes de cada falla.

La técnica de los 5 Porqués es especialmente pertinente en entornos productivos, esta permite analizar problemas de forma sencilla, participativa y basada en la experiencia del personal tanto operativo como de supervisión. Su aplicación facilita el análisis causa–efecto sin requerir información estadística compleja, lo cual es coherente con el diseño no experimental y transversal del estudio.

Tabla 14: Aplicación de los 5 porqués.

Mano de obra
¿Por qué hay retrasos en las entregas?
Se cometen muchos errores y por ende retrabajos.
¿Por qué se cometen errores?
Porque hay una alta dependencia de los conocimientos empíricos de los operarios.
¿Por qué se depende del conocimiento del operario?
Porque no existe un proceso de capacitación, ni inducción.
¿Por qué no un proceso formal de capacitación?
Porque no existe una política de desarrollo del talento humano.
¿Por qué no se ha implementado?
No se han definido objetivos estratégicos enfocados en la formación.
Medición
¿Por qué hay retrasos en las entregas?
Porque no se mide el rendimiento.
¿Por qué no se mide?

- No existen indicadores definidos.

¿Por qué no se definen indicadores?

- No hay un sistema de gestión productivo.

¿Por qué no hay un sistema?

- Falta de cultura de mejora continua.

¿Por qué la falta de cultura?

- No hay un liderazgo que lo impulse.

Materiales

¿Por qué hay retrasos en las entregas?

- Porque la materia prima es de baja calidad y genera retrabajos.

¿Por qué se generan retrabajos?

- Porque los proveedores no entregan los materiales de calidad ni a tiempo.

¿Por qué no hay un estándar?

- Porque no hay especificaciones claras de calidad para materia prima, ni sanciones por retrasos en las entregas.

¿Por qué no hay sanciones?

- Porque la empresa no ha enfocado sus esfuerzos en localizar proveedores con altos estándares de calidad, y adicional generar una relación comercial con contratos de trabajo que aseguren entregas a tiempo.

¿Por qué se entrega a tiempo?

- Porque no hay planificación adecuada de producción.

Máquinas

¿Por qué hay retrasos en las entregas?

- Porque las máquinas sufren averías y se detiene la producción.

¿Por qué se dañan?

- Porque no se aplica mantenimiento preventivo.

¿Por qué no se da mantenimiento?

- No hay plan de registro, ni revisiones.

¿Por qué no hay plan?

- Porque se prioriza la reparación sobre la prevención.

¿Por qué se prioriza la reparación?

- Porque no hay indicadores de desempeño ni seguimiento del estado de las máquinas.

Método

¿Por qué hay retrasos en las entregas?

- Porque cada operario trabaja bajo sus propias técnicas.

¿Por qué cada operario trabaja distinto?

- Porque no hay procesos estandarizados.

¿Por qué no hay procesos estandarizados?

- Porque la empresa no ha enfocado sus esfuerzos en crear instructivos ni procedimientos documentados.

¿Por qué no se crean instructivos?

- Porque en la actualidad la empresa no lo ha considerado importante.

¿Por qué no lo considera importante?

- Porque está más enfocada en producir que en solucionar problemas relacionados a la mejora continua.

Medio ambiente

¿Por qué hay retrasos en las entregas?

- Porque el ambiente es incómodo y ralentiza el trabajo.

¿Por qué se ralentiza?

- Hay mucho polvo y calor

¿Por qué hay polvo y calor?

- Sistema de extracción ineficiente.

¿Por qué no hay un sistema adecuado?

- Porque no es una estructura conformada específicamente para el tipo de producción.

¿Por qué no se invierte?

- No se ha tomado en consideración.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el cuestionamiento progresivo se determinó que una de las causas raíz más significativas, fue la falta de un protocolo de inspección. Si bien los defectos eran detectados al final del proceso de fabricación, no existían mecanismos preventivos que permitieran corregirlos a tiempo.

Al profundizar en el análisis, se evidenció que esta deficiencia proviene de la ausencia de procesos estandarizados y de una retroalimentación insuficiente entre la gerencia y los operarios, lo que ha generado una cultura reactiva ante los errores en lugar de una preventiva. Asimismo, se identificó que gran parte de los defectos de pintura se originan por una limpieza inadecuada de las piezas antes de su ingreso a cabina, consecuencia directa de la falta de indicadores de calidad, procedimientos documentados y condiciones ambientales adecuadas dentro del taller.

El análisis de los 5 Porqués permitió concluir que el problema no radica únicamente en la ejecución individual de las tareas, sino en la ausencia de un sistema formal de control, seguimiento y retroalimentación continua a lo largo del proceso productivo. Esta situación se ve reforzada por las debilidades detectadas en las categorías de métodos, mano de obra y máquinas, donde la falta de estandarización, la capacitación insuficiente y el mantenimiento preventivo contribuyen de forma conjunta a la pérdida de eficiencia.

Como complemento, al análisis se incluyó el diagrama de Pareto para identificar los principales problemas operativos que generan mayor impacto en la productividad basado en el principio 80/20.

El diagrama de Ishikawa permitió identificar un conjunto amplio de causas potenciales que afecten el correcto flujo del proceso productivo, sin embargo, para

el análisis de Pareto se seleccionaron únicamente aquellas causas que presentaron recurrencia observable, impacto operativo y posibilidad de medición durante el periodo de análisis.

Para la elaboración del diagrama de Pareto se utilizó una escala de valoración basada en la frecuencia de ocurrencia de cada suceso identificado dentro del proceso productivo, evaluado durante un periodo de un mes. Dicha escala permitió cuantificar la incidencia de cada causa de manera estructurada y homogénea facilitando su comparación y priorización. Cada suceso fue clasificado en función del número de veces que se presentó durante el periodo de análisis, asignándole un valor dentro de la escala establecida, representativo de su nivel de ocurrencia.

Tabla 15: Frecuencia de causas.

Categoría	Causa específica	Puntuación
Mano de obra	Mala distribución de las tareas.	5
Mano de obra	Retrabajos.	3
Mano de obra	Falta de capacitación.	5
Mano de obra	Falta de supervisión.	2
Materiales	Retrasos en el abastecimiento de materia prima.	4
Materiales	Materiales defectuosos.	3
Materiales	Falta de stock de accesorios.	3
Máquinas	Falta de stock de repuestos de maquinarias.	3
Máquinas	Paradas por averías.	4
Método	Falta de estandarización de los procesos.	5
Método	Ausencia de estándares claros de calidad.	3
Método	Planificación deficiente.	4
Medición	No se comparan resultados reales vs	3

	planeados.	
Medición	Falta de seguimiento al seguimiento de plazos de entrega.	5

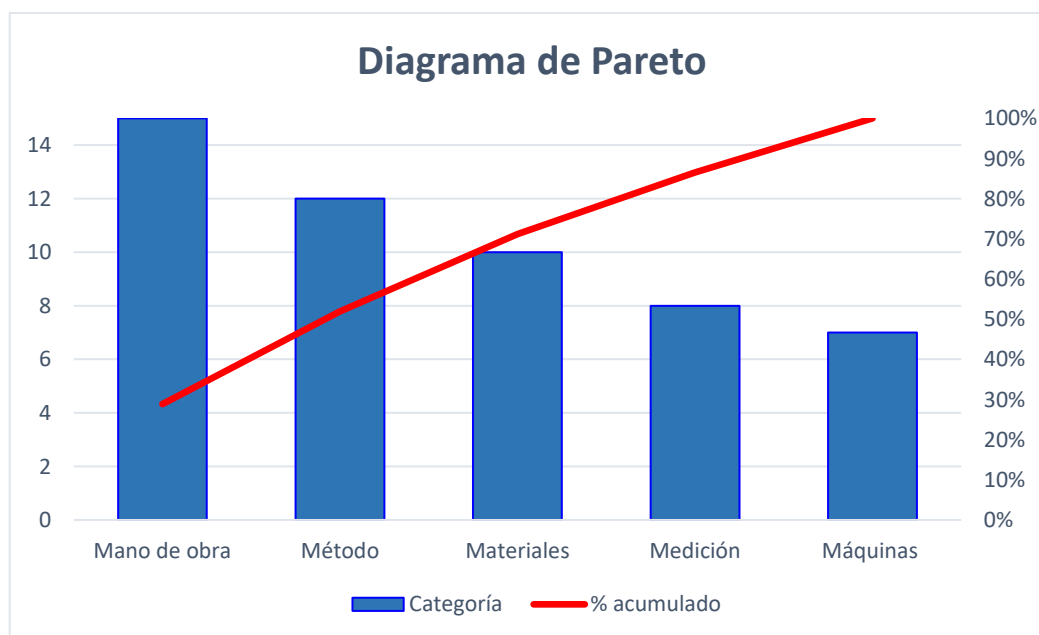
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: % de frecuencia (Diagrama de Pareto).

Categoría	Total	%	% acumulado
Mano de obra	15	28.8462%	28.8462%
Método	12	23.0769%	51.9231%
Materiales	10	19.2308%	71.1538%
Medición	8	15.3846%	86.5385%
Máquinas	7	13.4615%	100.0000%
Total	52		

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2: Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de Pareto permitió visualizar los principales factores que afectan el desempeño del proceso productivo. De acuerdo con los resultados, las categorías mano de obra y métodos fueron las de mayor incidencia, con

porcentajes de alrededor del 25%, acumularon en conjunto alrededor del 50% de las causas totales. Esto indicó que ambas representan los elementos críticos de mayor impacto en la eficiencia del proceso y, por ende, sobre la capacidad operativa del sistema, indicando que los principales problemas del sistema son factores relacionados con la mala gestión del personal, falta de capacitación, retrabajos y mala planificación.

En cuanto a la mano de obra destacan causas como la mala distribución de las tareas y la falta de capacitación que representan los mayores niveles de ocurrencia dado que en el estado actual de la empresa estos aspectos son inexistentes, no se capacita al personal y no hay un control en las cargas de trabajo.

Asimismo, la categoría de método acumula un 23% adicional a la incidencia total, en esta categoría sobresale la falta de estandarización de los procesos y la ausencia de planes de mantenimiento, lo que refleja deficiencias en la formalización de los procedimientos operativos y en la planificación preventiva. Y por su parte la categoría de máquinas, aunque presenta una menor participación relativa del 13 % incluye causas críticas como las paradas por averías, así como en materiales sobresalen los retrasos en el abastecimiento de materia prima.

En conjunto los resultados del Pareto permiten identificar con claridad las áreas prioritarias, orientando los esfuerzos de mejora hacia la gestión del recurso humano, la calidad de los materiales y la estandarización de los métodos de trabajo, como acciones claves para incrementar la capacidad y eficiencia del sistema productivo.

2.4 *Análisis situacional.*

Durante el análisis situacional del proceso productivo en el área de carpintería y pintura, se recopiló información relevante mediante observaciones directas y observaciones puntuales tipo muestreo del trabajo, con el objetivo de comprender el comportamiento general del sistema, la distribución del tiempo de trabajo y los principales factores que inciden en el desempeño operativo.

A partir de dichas observaciones, se identificó que una proporción significativa de los tiempos improductivos corresponde a esperas dentro del

proceso, las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con la alta carga de trabajo asignada a los operarios, quienes atienden varias órdenes de producción de manera simultánea. Esta condición genera interrupciones frecuentes en las operaciones, cambios constantes de tarea y acumulación de trabajo en proceso, afectando la fluidez del sistema productivo.

Asimismo, se observó que los procesos productivos presentan ciclos de operación prolongados, con alta variabilidad en los tiempos de ejecución y baja repetitividad, debido a la diversidad de modelos de muebles fabricados y a la ausencia de una secuencia operativa estandarizada. Esta característica dificulta la aplicación de métodos tradicionales de medición del trabajo y contribuye a la dispersión de los tiempos productivos.

Un aspecto crítico identificado durante las observaciones fue la presencia recurrente de reprocesos, principalmente asociados a la falta de verificación intermedia y a la poca claridad en los criterios de calidad establecidos. En varios casos, los productos avanzan a etapas posteriores del proceso sin una validación formal, lo que incrementa la probabilidad de retrabajos, especialmente en las etapas de acabado y pintura.

En el área de carpintería, se constató que la ejecución de las operaciones depende en gran medida de la experiencia y conocimiento previo de los operarios, quienes realizan las tareas basándose en su memoria y práctica acumulada. Se observó la ausencia de planos, dimensiones técnicas o instrucciones formales de trabajo, lo que genera interpretaciones individuales sobre las especificaciones del producto, incrementando los tiempos de fabricación y la probabilidad de errores que derivan en ajustes o reprocesos.

Adicionalmente, se identificó una variabilidad en los métodos de trabajo entre operarios, aun para productos similares, lo que evidencia la falta de estandarización del proceso y dificulta la comparación directa de tiempos entre operaciones. Esta situación impacta directamente en la eficiencia operativa y en la capacidad de planificación de la producción.

Las observaciones tipo muestreo del trabajo permitieron, además, identificar estados predominantes del sistema, esta información sirvió como base

para comprender el comportamiento real del proceso y respaldar la representatividad de los tiempos utilizados posteriormente en el estudio de tiempos y el análisis de capacidad instalada.

En conjunto, las observaciones realizadas evidencian un proceso productivo con alta dependencia del factor humano, limitada estandarización y múltiples fuentes de variabilidad, elementos que influyen directamente en los tiempos de producción, la utilización de los recursos y la generación de cuellos de botella dentro del sistema.

Estas condiciones evidenciaron la necesidad de aplicar una herramienta que permitiera analizar de manera estructurada los riesgos del proceso, priorizar las fallas potenciales y evaluar su impacto sobre la productividad, la calidad y la capacidad instalada de la empresa. En este contexto, se consideró pertinente la aplicación del análisis AMEF como instrumento para profundizar en la identificación y evaluación de los principales modos de falla del proceso productivo.

Tabla 17: Análisis de modo y efecto de la falla.

Análisis de Modo y Efecto de la Falla										
Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables cuando hay un fallo?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos?	¿Qué tan bien se pueden detectar?		¿Cuáles son las acciones para reducir o mejorar la detección?	
Dimensionado inicial	Dimensionado incorrecto de piezas	Reproceso, desperdicio de material, retrasos en etapas posteriores	8	Falta de planos y especificaciones técnicas claras	6	Revisión visual de piezas por operario	6	288	Establecer planos y fichas técnicas para cada mueble	Supervisor de carpintería
Carpintería (Carpintero A)	Variabilidad en el método de fabricación	Incremento del tiempo de operación y falta de uniformidad del producto	7	Dependencia del conocimiento empírico del operario	6	No existen controles formales	6	252	Estandarizar procedimientos de trabajo y capacitar a los operarios	
Carpintería (Carpintero B)	Diferencias en la ejecución de tareas similares	Dificultad para planificar tiempos y cargas de trabajo	6	Ausencia de estandarización del proceso	6	Experiencia empírica	5	180	Documentar métodos y establecer checklist de control	
Carpintería (general)	Retrabajos por errores no detectados	Aumento del tiempo total de producción	8	Falta de verificación intermedia	6	Revisión visual por carpintero	7	336	Implementar controles intermedios de calidad	
Pintura	Defectos en la aplicación de pintura	Reproceso, consumo adicional de insumos	8	Criterios de calidad poco claros	6	Inspección visual	5	240	Establecer criterios de aceptación claros y capacitaciones	Supervisor de pintura
Pintura en cabina	Retrabajo por defectos estéticos	Atrasos en la entrega y reproceso	8	Falta de inspección previa y criterios de aceptación	6	Inspección visual	4	192	Implementar inspección previa y checklist de calidad	
Carpintería y Pintura	Esperas entre operaciones	Incremento del trabajo en proceso y reducción de la capacidad efectiva	6	Alta carga de trabajo y múltiples órdenes en simultáneo	7	Programación semanal de órdenes	4	168	Mejorar planificación de carga y secuenciación de trabajos	Jefe de producción
Proceso general	Interrupciones y cambios de prioridad	Desbalance en la utilización de recursos	6	Falta de planificación y secuenciación de órdenes	6	No existen controles formales	6	216	Establecer planificador de producción y flujo estandarizado	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los valores obtenidos del Número de Prioridad de Riesgo (NPR), se observa que la etapa de carpintería (general) presenta el valor más alto, con un NPR de 336, correspondiente al modo de falla relacionado con los retrabajos por errores no detectados. Este resultado indica que dicha etapa constituye el punto más crítico del proceso productivo, ya que combina un alto impacto sobre el desempeño del sistema, una frecuencia de ocurrencia moderada y una baja capacidad de detección temprana de los errores, lo cual incrementa significativamente el riesgo operativo.

Un NPR de este nivel refleja que los errores que se generan en esta etapa no solo provocan incrementos importantes en los tiempos de producción, sino que también generan reprocesos, desperdicio de recursos y acumulación de trabajo en proceso, afectando directamente la capacidad efectiva del sistema y la eficiencia global de la operación.

Asimismo, se identifican otros modos de falla con valores elevados de NPR, tales como el dimensionado incorrecto de piezas (NPR = 288) y la variabilidad en los métodos de trabajo en carpintería (NPR = 252), los cuales también representan riesgos significativos para la estabilidad del proceso productivo. Estos resultados evidencian que una parte importante de los problemas del sistema se origina en la falta de estandarización, la ausencia de documentación técnica y la insuficiencia de controles intermedios de calidad.

En las etapas de pintura y acabado final, si bien los valores de NPR son menores en comparación con carpintería general, se observa que los defectos de acabado y los reprocesos estéticos continúan representando una fuente relevante de ineficiencias, principalmente por la falta de criterios claros de aceptación y de inspecciones preventivas sistemáticas.

En conjunto, los resultados del AMFE permiten concluir que la etapa de carpintería, particularmente en su ejecución general, constituye el principal foco de riesgo del proceso productivo, siendo determinante en la generación de reprocesos, variabilidad en los tiempos y pérdida de capacidad efectiva del sistema.

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE TIEMPO Y DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD PRODUCTIVA.

En este capítulo se desarrolló el análisis cuantitativo de la capacidad de producción mediante la aplicación del estudio de tiempos. Este procedimiento permitió medir la duración proporcional de las operaciones involucradas en la fabricación de muebles.

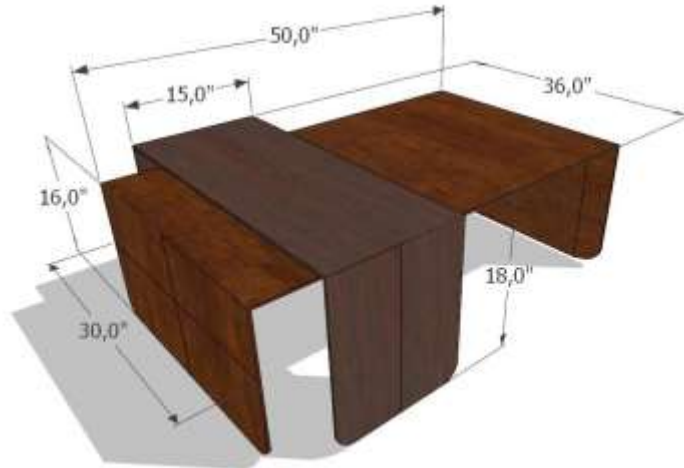
A partir de los resultados obtenidos, se calcularon indicadores clave como la capacidad instalada, capacidad utilizada, productividad y la eficiencia tanto en horas-hombre como en maquinaria.

El objetivo principal fue determinar el nivel real de utilización de los recursos disponibles y cuantificar la brecha existente entre la capacidad teórica y la capacidad utilizada.

3.1 *Estudio de tiempo.*

Con el propósito de determinar la capacidad operativa real del área de carpintería y pintura, se llevó a cabo un estudio de tiempos enfocado en la fabricación completa de la mesa Terracán de 50 pulgadas, la cual se comercializa como un solo producto final que integra 2 unidades individuales. Por esta razón, los tiempos registrados y analizados corresponden a la suma total de las operaciones requeridas para ambas mesas, considerándose como un único producto para efectos de análisis.

Gráfico 3: Mesa Terracán 50".



Fuente: Molina de Clase & Cía. Ltda.

El estudio de tiempos se desarrolló de manera directa y descriptiva, mediante la observación de una jornada completa de producción del producto seleccionado, abarcando todas las etapas del proceso productivo. Dicha observación se realizó de forma continua hasta la finalización del proceso completo, el cual tuvo el tiempo aproximado de una semana, debido a la cantidad de actividades involucradas.

Con base en el enfoque metodológico definido, el estudio de tiempo en el área de carpintería y pintura se realizó mediante una observación representativa del proceso productivo, considerando el flujo completo de las operaciones involucradas en la fabricación de los muebles seleccionados para el análisis.

La observación permitió identificar y registrar las principales operaciones del proceso, así como los tiempos globales asociados a cada una de ellas, desde el inicio hasta la finalización de las actividades. Debido a la duración prolongada de las operaciones y a la baja repetitividad del proceso, los tiempos obtenidos corresponden a ciclos completos de trabajo, sin desagregación en micro movimientos.

Las esperas identificadas en el proceso productivo, particularmente aquellas clasificadas como “esperar operario disponible”, no corresponden a tiempos improductivos en sentido estricto, sino que forman parte de la dinámica

operativa del sistema de producción multiproducto implementado en el taller. Estas esperas se generan debido a que cada operario gestiona más de un mueble de forma simultánea, alternando actividades entre distintos productos y procesos en paralelo.

En este contexto, cuando un mueble se encuentra en condición de espera por “operario no disponible”, el recurso humano no está inactivo, sino que se encuentra ejecutando tareas productivas asociadas a otro mueble o a otra etapa del proceso, tales como preparación de materiales, ensamblaje, ajuste de componentes, traslado interno o actividades complementarias del flujo productivo. Por tanto, estas esperas representan una asignación secuencial del recurso humano, propia de sistemas con alta variabilidad operativa y gestión multitarea.

Tabla 18: Tiempos de dimensionado inicial.

	MINUTOS	HORAS
DIMENSIONADO INICIAL	1:20:46	1.3461
Recibir orden de pedido	00:00:54	0.0150
Registrar prefactura de dimensionado	00:01:50	0.0306
Inspeccionar y seleccionar láminas de madera bruta	00:13:00	0.2167
Trasladar láminas escogidas a sierra eléctrica	00:01:45	0.0292
Medir y ajustar sierra eléctrica	00:03:30	0.0583
Cortar lámina	00:17:45	0.2958
Trasladar los tablones dimensionados a soportes	00:00:30	0.0083
Medir y marcar las medidas de los tablones dimensionados	00:01:04	0.0178
Registrar tablones entregados	00:01:46	0.0294
Trasladar merma de láminas	00:03:45	0.0625
Esperar operario disponible	00:34:57	0.5825
CEPILLADO	1:01:06	1.0183
Recibir prefactura de la orden	00:02:13	0.0369
Cepillar la superficie de los tablones dimensionados	00:17:15	0.2875
Trasladar a soportes	00:06:37	0.1103

Calibrar máquina cepilladora helicoidal	00:02:13	0.0369
Cepillar la superficie de tablones	00:13:20	0.2222
Trasladar a soportes	00:02:15	0.0375
Calibrar máquina cepilladora helicoidal	00:01:16	0.0211
Cepillar tablón hasta alcanzar grosor y acabado requerido	00:11:13	0.1869
Trasladar a soportes	00:04:44	0.0789
PREPARACIÓN DE UNIONES Y CORRECCIÓN DE DEFECTOS	1:03:22	1.0561
Verificar medidas de largo, ancho y defectos en los tablones	00:01:10	0.0194
Alinear tablones	00:03:59	0.0664
Marcar defectos	00:03:08	0.0522
Trasladar tablones con defectos a la máquina de corte	00:04:00	0.0667
Medir y ajustar sierra eléctrica	00:02:02	0.0339
Cortar tablón	00:11:50	0.1972
Trasladar a soportes	00:01:55	0.0319
Re-alinear tablones	00:09:15	0.1542
Esperar operario disponible	00:26:03	0.4342
CEPILLAR LATERALES	0:31:54	0.5317
Trasladar a cepilladora	00:03:30	0.0583
Cepillar superficies laterales	00:24:37	0.4103
Trasladar a mesa	00:03:47	0.0631
ENSAMBLE	12:19:48	12.3300
Trasladar a zona de pegado	00:02:45	0.0458
Alinear tablones	00:09:14	0.1539
Registrar medidas finales en hoja de control	00:02:51	0.0475
Marcar uniones	00:19:54	0.3317
Realizar agujeros según especificación	00:18:21	0.3058
Aplicar adhesivo en agujeros, tablón y espiga	00:15:26	0.2572

Colocar espigas en los agujeros	00:10:25	0.1736
Acoplar tablones y martillar para ajuste final	00:13:15	0.2208
Colocar prensas en el tablero ensamblado	00:23:12	0.3867
Verificar planitud del tablero	00:03:07	0.0519
Limpiar exceso de adhesivo	00:21:18	0.3550
Dejar secar adhesivo	10:00:00	10.0000
TIEMPO TOTAL	16:16:56	16.2822

Fuente: Elaboración propia.

Una vez completada la toma de tiempos de dimensionado inicial, se continuó con corte y preparación. Esta fase sigue formando parte de carpintería y es aquí donde se realizan las operaciones necesarias para dar forma y ajustar las piezas que conforman el mueble, obteniendo un producto semi terminado.

Tabla 19: Tiempos de corte y preparación.

	MINUTOS	HORAS
CORTE INICIAL Y BISELADO	1:10:46	1.1794
Recibir factura de dimensionado	00:02:30	0.0417
Preparar máquina lijadora	00:01:58	0.0328
Trasladar tablero a máquina lijadora	00:02:57	0.0492
Quitar prensas del tablero	00:07:11	0.1197
Lijar el tablero	00:16:45	0.2792
Trasladar tablero a máquina cepilladora	00:05:40	0.0944
Cepillar laterales	00:18:47	0.3131
Trasladar a sierra eléctrica	00:00:29	0.0081
Ajustar sierra eléctrica	00:02:29	0.0414
Cortar tablero a las medidas especificadas	00:06:04	0.1011
Trasladar a máquina cepilladora	00:00:34	0.0094
Cepillar laterales	00:01:56	0.0322
Esperar operario disponible	00:03:26	0.0572
CORTE DE PATAS Y DETALLES	1:18:44	1.3122
Trasladar a sierra eléctrica	00:00:49	0.0137

Ajustar sierra eléctrica	00:02:18	0.0383
Cortar tablero a las medidas especificadas	00:01:13	0.0203
Trasladar a sierra circular de mesa	00:00:25	0.0069
Esperar operario disponible	00:05:59	0.0997
Medir y trazar líneas de corte	00:02:29	0.0414
Cortar con sierra circular de mesa	00:03:12	0.0533
Ajustar la hoja de sierra a 35°	00:01:11	0.0197
Biselar bordes	00:25:54	0.4317
Trasladar a sierra eléctrica	00:00:46	0.0128
Ajustar sierra eléctrica	00:01:18	0.0217
Cortar altura de patas de la mesa	00:15:11	0.2531
Ajustar la hoja de sierra a 35°	00:01:27	0.0242
Biselar borde cortado	00:13:00	0.2167
Esperar operario disponible	00:03:31	0.0587
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y UNIONES	1:30:34	1.5094
Trasladar partes a la mesa de trabajo	00:01:06	0.0183
Limpiar mesa de trabajo	00:02:23	0.0397
Pulir la superficie, patas y sus laterales con lija 80	00:24:00	0.4000
Cambiar lija	00:02:13	0.0369
Esperar operario disponible	00:04:44	0.0788
Cepillar laterales con garlopa	00:01:00	0.0167
Pulir laterales	00:10:15	0.1708
Medir y marcar las uniones	00:07:16	0.1211
Esperar operario disponible	00:05:03	0.0842
Realizar agujeros según especificación	00:15:00	0.2500
Limpiar superficies con compresor de aire	00:01:38	0.0272
Esperar operario disponible	00:15:56	0.2657
ENSAMBLAJE PRELIMINAR	10:30:06	10.5016
Aplicar adhesivo en laterales, agujeros y espigas	00:06:28	0.1078
Colocar espigas en los agujeros	00:01:22	0.0228

Acoplar las piezas y martillar para ajuste final	00:01:50	0.0306
Colocar prensas en la mesa ensamblada	00:12:55	0.2152
Verificar rectitud de patas de mesa	00:03:22	0.0561
Limpiar excedente de adhesivo	00:03:11	0.0531
Trasladar a espacio de espera	00:00:58	0.0161
Dejar secar adhesivo	10:00:00	10.0000
DETALLES FINALES	0:57:02	0.9506
Trasladar a mesa de trabajo	00:00:58	0.0161
Colocar tapones antideslizantes en los orificios correspondientes	00:01:00	0.0167
Aplicar adhesivo	00:01:14	0.0206
Colocar y asentar tapones antideslizantes	00:01:30	0.0250
Verificar terminados	00:02:20	0.0389
Esperar aprobación de supervisor de lijado	00:30:00	0.5000
Esperar operario disponible	00:20:00	0.3333
TIEMPO TOTAL	15:27:12	15.4532

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a terminar carpintería, se tomaron los tiempos de pintura. En esta etapa se lleva a cabo la aplicación de recubrimientos y acabados finales, con el fin de perfeccionar la apariencia del producto y garantizar la calidad visual exigida por el cliente.

Tabla 20: Tiempos de pintura.

	MINUTOS	HORAS
PRIMERA CAPA EN PINTURA	1:12:36	1.2101
Trasladar a zona pintura	00:00:26	0.0072
Limpiar superficies con compresor de aire	00:02:30	0.0418
Aplicar tinte jenízaro con paño absorbente	00:20:06	0.3351
Aplicar tinte jenízaro con pistola de aire a presión	00:22:49	0.3802
Aplicar capa de fondo lijable	00:17:44	0.2956
Trasladar a zona de lijado	00:00:26	0.0072

Dejar secar capa	00:05:10	0.0861
Esperar operario disponible	00:03:24	0.0568
SEGUNDA CAPA EN PINTURA	2:00:58	2.0161
Trasladar a zona pintura	00:00:26	0.0072
Limpiar superficies con compresor de aire	00:02:30	0.0417
Aplicar segunda capa tinte jenízaro con paño absorbente	00:20:06	0.3350
Aplicar tinte jenízaro con pistola de aire a presión	00:22:49	0.3803
Esperar operario disponible	00:05:07	0.0853
Aplicar segunda capa de fondo lijable	00:17:44	0.2956
Dejar secar capa	00:05:10	0.0861
Trasladar a zona de lijado	00:00:26	0.0072
Esperar operario disponible	00:46:40	0.7778
CAPA FINAL EN CABINA	1:03:23	1.0564
Trasladar a cabina de pintura	00:01:52	0.0311
Encender el extractor de cabina	00:13:00	0.2167
Preparar pistola de aire y aplicar poliuretano transparente	00:29:05	0.4847
Dejar secar	00:15:00	0.2500
Trasladar a empaque	00:04:26	0.0739
Almacenar hasta salida de orden	00:00:00	0.0000
TIEMPO TOTAL	4:16:57	4.2826

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Muestreo del trabajo.

Se incorporó como complemento al estudio de tiempos, con el objetivo de explicar el comportamiento real del sistema productivo más allá de los valores teóricos derivados del cálculo de tiempos promedio. En este sentido, el muestreo de trabajo permitió incorporar una visión funcional del sistema, identificando cómo se distribuye el tiempo operativo en estados productivos e improductivos.

La observación realizada se planteó como una prueba piloto de muestreo de trabajo, utilizada para estimar proporciones iniciales de los estados operativos del proceso. Estas proporciones no se emplean con fines de inferencia estadística

poblacional, sino como estimadores operativos que permiten caracterizar el comportamiento real del sistema productivo y explicar las pérdidas estructurales de capacidad.

6.12.1 Prueba piloto.

La observación directa del proceso completo de fabricación de un mueble se consideró como una prueba piloto de muestreo de trabajo, cuyo objetivo fue identificar y clasificar los estados operativos del sistema productivo.

A partir de esta observación se realizó la clasificación del tiempo en las siguientes categorías: trabajo productivo: operario activo, preparación, retrabajo, inspección, transporte, esperas evitables y trabajo improductivo: esperas inevitables. Posteriormente, los tiempos registrados fueron transformados en proporciones relativas por etapa del proceso, permitiendo obtener la distribución funcional del tiempo operativo.

Tabla 21: Distribución funcional del tiempo operativo de la prueba piloto.

	Dimensionado	Corte y preparación	Pintura	Pintura en cabina
Operario activo	5.2656 h	3.9756 h	2.1342 h	0.8064 h
Transporte	0.5925 h	0.2451 h	0.0289 h	0.1050 h
Inspección	0.0519 h	0.0950 h	0.0000 h	0.0000 h
Espera evitable	1.0167 h	1.4776 h	0.9198 h	0.2500 h
Preparación	0.1256 h	0.1908 h	0.0835 h	0.2167 h
Retrabajo	0.3853 h	0.0000 h	0.0000 h	0.0000 h
Trabajo productivo	7.4376 h	5.9841 h	3.1664 h	1.3781 h
Espera inevitable	10.0000 h	10.0000 h	0.1722 h	0.2500 h
Tiempo total	17.4376 h	15.9841 h	3.3386 h	1.6281 h

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: % de la distribución funcional del tiempo operativo de la prueba piloto.

	Dimensionado	Corte y preparación	Pintura	Pintura en cabina
Operario activo	30.1967%	24.8721%	63.9247%	49.5308%
Transporte	3.3978%	1.5332%	0.8653%	6.4494%
Inspección	0.2979%	0.5943%	0.0000%	0.0000%
Espera evitable	5.8303%	9.2444%	27.5512%	15.3557%
Preparación	0.7200%	1.1939%	2.5002%	13.3083%
Retrabajo	2.2095%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Trabajo productivo	42.6523%	37.4379%	94.8414%	84.6443%
Espera inevitable	57.3477%	62.5621%	5.1586%	15.3557%

Fuente: Elaboración propia.

La distribución porcentual del tiempo observada en las etapas de dimensionado, corte y preparación, pintura y pintura en cabina permite caracterizar el uso del tiempo de trabajo durante la jornada analizada y evidencia una participación significativa de tiempos no directamente asociados al mueble en estudio. Los resultados obtenidos corresponden a una observación única de carácter exploratorio y, por tanto, no constituyen un muestreo del trabajo estadísticamente representativo, sino una base diagnóstica preliminar.

En la etapa de dimensionado, el tiempo de trabajo directo del operario representa aproximadamente el 30.20 % del total observado. Por otra parte, las denominadas “esperas evitables”, que alcanzan un 5.83 %, no corresponden a inactividad propiamente dicha, sino a la ejecución de otras tareas no relacionadas con el mueble analizado. Esta situación indica que el recurso humano se encuentra compartido entre diferentes actividades. Adicionalmente, las esperas inevitables concentran más del 57 %, lo que sugiere una fuerte dependencia de la disponibilidad de la secuencia de operaciones del proceso.

Un comportamiento similar se observa en la etapa de corte y preparación, donde el tiempo de trabajo directo apenas alcanza el 24.87 %, mientras que las esperas totales superan el 71 %. En este caso, las esperas evitables (9.24 %) también están asociadas a la realización de otras tareas distintas al producto analizado, lo cual refuerza la evidencia de que el operario no está asignado de manera exclusiva a una sola operación o a un solo producto.

En la etapa de pintura, se registra un mayor aprovechamiento del tiempo, con un 63.92 % dedicado al trabajo directo. Sin embargo, las esperas evitables representan el 27.55 %, lo que nuevamente refleja que una parte importante del tiempo del operario se destina a actividades paralelas o a otros productos. Aunque desde una perspectiva global el operario se mantiene ocupado, desde el punto de vista del mueble en análisis este comportamiento genera discontinuidades en el flujo y alarga el tiempo total de permanencia del producto en el sistema.

Por su parte, en pintura en cabina, el trabajo directo alcanza el 49.53 %, mientras que las esperas, tanto evitables como inevitables, superan el 30 %. Al igual que en las etapas anteriores, una fracción de las esperas evitables se explica por la asignación del operario a otras tareas, lo cual evidencia una utilización compartida de los recursos humanos y técnicos, con impacto directo en los tiempos de ciclo del producto específico.

En conjunto, los resultados muestran que una parte significativa del tiempo no se pierde por inactividad del operario, sino por la necesidad de atender múltiples tareas o productos de manera simultánea.

6.12.2 Muestreo.

Con base en las proporciones de la prueba piloto y considerando un nivel de confianza del 95% y un error del 10%, se determinó un tamaño de muestra de 94 observaciones, siendo p , el tiempo productivo, valor encontrado en la prueba piloto para cada etapa.

Tabla 23: Número de observaciones por etapa.

	Dimensionado	Corte y preparación	Pintura	Pintura en cabina
Observaciones	94	90	19	50
Nivel de confianza	95%	95%	95%	95%
Z	1.96	1.96	1.96	1.96
P	0.4265	0.3744	0.9484	0.8464
Q	0.5735	0.6256	0.0516	0.1536
E	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000

Fuente: Elaboración propia.

El tamaño de muestra se determinó de manera independiente para cada una de las etapas del proceso, utilizando las proporciones obtenidas a partir de la prueba piloto y aplicando la expresión estadística correspondiente. Como resultado, se obtuvo un número de observaciones requerido de 94 para la etapa de dimensionado, 90 para corte y preparación, 19 para pintura y 50 para pintura en cabina. Con el fin de garantizar un nivel de confianza y un margen de error uniforme en todo el estudio, se adoptó como tamaño de muestra definitivo el mayor de los valores calculados, correspondiente a 94 observaciones. Se realizaron 94 observaciones del sistema productivo en instantes aleatorios, las cuales posteriormente fueron clasificadas según la etapa del proceso y el estado operativo observado

Dichas observaciones se obtuvieron a partir de grabaciones del proceso productivo, seleccionadas de manera aleatoria a lo largo de una semana continua de trabajo. Este procedimiento permitió captar el comportamiento real del sistema en condiciones normales de operación, reduciendo la posibilidad de sesgos asociados a la observación en períodos específicos o atípicos.

La selección aleatoria de los momentos de observación aseguró que los distintos estados operativos del proceso quedaran representados en el registro, mientras que el uso de grabaciones facilitó el análisis posterior y la correcta clasificación de cada observación según la etapa del proceso y el tipo de actividad

desarrollada. De esta manera, el muestreo del trabajo proporcionó una base consistente para estimar la distribución del tiempo.

Tabla 24: Distribución funcional del tiempo operativo del muestreo

	Dimensionado	Corte y preparación	Pintura	Pintura en cabina
Operario activo	25.9259%	28.0000%	28.0000%	42.1053%
Transporte	14.8148%	24.0000%	20.0000%	15.7895%
Inspección	7.4074%	20.0000%	16.0000%	15.7895%
Espera evitable	25.9259%	16.0000%	4.0000%	5.2632%
Preparación	3.7037%	0.0000%	16.0000%	15.7895%
Retrabajo	11.1111%	8.0000%	4.0000%	0.0000%
Trabajo productivo	88.8889%	96.0000%	88.0000%	94.7368%
Espera inevitable	11.1111%	4.0000%	12.0000%	5.2632%
Trabajo improductivo	11.1111%	4.0000%	12.0000%	5.2632%

Fuente: Elaboración propia.

El muestreo del trabajo permitió identificar la distribución real de los estados del proceso productivo en momentos aleatorios de observación, evidenciando que el tiempo del operario no se concentra únicamente en actividades de transformación directa, sino que se fragmenta entre trabajo productivo, actividades auxiliares y esperas, propias de un sistema de producción multiproducto y multitarea.

Los resultados confirman que el sistema opera bajo una lógica de alternancia operativa, donde el operario gestiona simultáneamente más de un mueble, por lo que las esperas registradas no representan inactividad real, sino cambios de atención del recurso humano hacia otras tareas productivas, lo cual

es coherente con la naturaleza del muestreo del trabajo y con la dinámica real del proceso productivo.

3.3 Proporcionalidad de muebles.

A partir de los tiempos observados, se establecieron relaciones de proporcionalidad considerando criterios como el grado de dificultad, número de piezas y volumen aparente de los muebles fabricados. De manera general, el registro y análisis de los tiempos en las distintas etapas productivas permitió obtener el tiempo estimado de producción de un tipo de mueble representativo, el cual fue utilizado como base de proporcionalidad para estimar los tiempos productivos de otros 33 tipos de muebles.

Estos 33 muebles representaron el 53.5% ¹de los muebles terminados durante el período comprendido entre enero y julio de 2025, equivalente a 927 unidades producidas, lo que permitió reflejar de manera representativa la producción real y la diversidad de productos elaborados por la empresa. La aplicación de este criterio de proporcionalidad hizo posible establecer un panorama integral de los requerimientos de las operaciones clave dentro del proceso productivo.

Los muebles seleccionados abarcaron distintos tipos y modelos, los cuales se les fue asignado un valor en dependencia de distintos criterios como: volumen aparente, complejidad, número de artículos o piezas que se venden como único producto y el tipo de operario que lleva.

Los valores del mueble base, son los siguientes:

Tabla 25: Valores del mueble base.

Mueble base	Etapas	Frecuencia de venta	Complejidad	Volumen aparente	Artículos/piezas	Tipo de operario
Mesa Terracán 50"	Carpintería	13	3	2	2	90%
	Pintura					

Fuente: Elaboración propia.

1. Dimensionado inicial.

¹ Anexo G: Clasificación de los muebles según ABC.

Los muebles seleccionados, se les asignó un valor en función de las distintas características y la frecuencia de ventas en los primeros 7 meses del año 2025, obteniendo:

Tabla 26: Tiempos estimados de dimensionado.

Dimensionado inicial							
Mueble	Frecuencia de venta	Factor de complejidad	Factor de volumen aparente	Factor de N° de piezas	Factor multiplicativo	Tiempo estimado de producción por unidad	Tiempo estimado total (7 meses)
Desayunador lunar	4	2	3	1	0.5000	8.1411	32.5644
Mesa de centro Canova	3	2	2	1	0.3333	5.4274	16.2822
Mesa de centro Genova	4	2	2	1	0.3333	5.4274	21.7096
Mesa Soltice	4	2	2	1	0.3333	5.4274	21.7096
Silla comedora Bonaldo	28	2	1	1	0.1667	2.7137	75.9837
Silla comedor Juliette	42	2	1	1	0.1667	2.7137	113.9756
Silla comedor Laroche	34	2	1	1	0.1667	2.7137	92.2659
Silla comedor Spin II	16	1	1	1	0.0833	1.3569	21.7096
Silla de comedor Hope	44	3	1	1	0.2500	4.0706	179.1044
Silla Glen	56	2	1	1	0.1667	2.7137	151.9674
Sillón Lounge River	6	2	3	1	0.5000	8.1411	48.8467
Bufetera Agnes 80"	5	1	3	1	0.2500	4.0706	20.3528
Cama lunar King	4	1	3	1	0.2500	4.0706	16.2822

Cama Salvatore Queen	11	2	3	1	0.5000	8.1411	89.5522
Espejo Lunar 72"	6	1	3	1	0.2500	4.0706	24.4233
Mesa Aida cuadrada	4	1	2	1	0.1667	2.7137	10.8548
Mesa de centro Micena	3	2	2	1	0.3333	5.4274	16.2822
Mesa de centro Sage	4	1	2	1	0.1667	2.7137	10.8548
Mesa de noche Agnes 24"	8	1	2	1	0.1667	2.7137	21.7096
Mesa de noche Agnes 30"	8	1	2	1	0.1667	2.7137	21.7096
Mesa de noche Lunar 2 gv 24"	14	2	2	1	0.3333	5.4274	75.9837
Mesa de noche Piessa 2 gv	13	2	2	1	0.3333	5.4274	70.5563
Mesa lateral Anzo 20"	8	1	2	1	0.1667	2.7137	21.7096
Mesa lateral Cejota	3	1	2	1	0.1667	2.7137	8.1411
Mesa lateral Pilar	7	1	2	1	0.1667	2.7137	18.9959
Mesa lateral Vértigo	6	1	2	1	0.1667	2.7137	16.2822
Set de mesas dúo	11	1	1	2	0.1667	2.7137	29.8507
Set de mesas Fiore	11	1	1	2	0.1667	2.7137	29.8507
Sillón Dior	7	1	1	1	0.0833	1.3569	9.4980
Sillón Estela	26	3	1	1	0.2500	4.0706	105.8344

Sofá Salvatore 81"	24	1	3	1	0.2500	4.0706	97.6933
Sofá Serene 72"	13	1	3	1	0.2500	4.0706	52.9172
Sofá Serene 104"	12	1	3	1	0.2500	4.0706	48.8467
Muebles vendidos	449		Horas consumidas			130.2578	1594.3009
			Tiempo de ciclo total promedio				3.5508

Fuente: Elaboración propia.

A partir de ella, se obtuvieron los factores multiplicativos de cada mueble y por ende, los tiempos estimados de producción de un mueble y a su vez los tiempos estimados de producción total de estos, en los 7 meses.

2. Corte y preparación.

En esta etapa, se consideró un ajuste adicional, como es el factor tipo de operario, esto está basado en el hecho que las operaciones dependen en gran medida de la experiencia, destreza y habilidades técnicas del operario.

Tabla 27: Tiempos estimados de corte y preparación (Carpintero A).

Corte y preparación (Carpintero A)								
Mueble	Frecuencia de venta	Factor de complejidad	Factor de volumen aparente	Factor de N° de piezas	Factor tipo de operario	Factor multiplicativo	Tiempo estimado de producción por unidad	Tiempo estimado total (7 meses)
Desayunador lunar	4	2	3	1	0.9	0.5000	7.7266	30.9064

Mesa de centro Canova	3	2	2	1	0.9	0.3333	5.1511	15.4532
Mesa de centro Genova	4	2	2	1	0.9	0.3333	5.1511	20.6043
Mesa Soltice	4	2	2	1	0.9	0.3333	5.1511	20.6043
Silla comedor Bonaldo	28	2	1	1	0.9	0.1667	2.5755	72.1150
Silla comedor Juliette	42	2	1	1	0.9	0.1667	2.5755	108.1725
Silla comedor Laroche	34	2	1	1	0.9	0.1667	2.5755	87.5682
Silla comedor Spin II	16	1	1	1	0.9	0.0833	1.2878	20.6043
Silla de comedor Hope	44	3	1	1	0.9	0.2500	3.8633	169.9853
Silla Glen	56	2	1	1	0.9	0.1667	2.5755	144.2300
Sillón Lounge River	6	2	3	1	0.9	0.5000	7.7266	46.3596
Muebles vendidos	241				Horas consumidas		46.3596	736.6032

Tiempo de ciclo total promedio	3.0564
--------------------------------	--------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Tiempos estimados corte y preparación (Carpintero B)

Corte y preparación (Carpintero B)								
Mueble	Frecuencia de venta	Factor de complejidad	Factor de volumen aparente	Factor de N° de piezas	Factor tipo de operario	Factor multiplicativo	Tiempo estimado de producción por unidad	Tiempo estimado total (7 meses)
Bufetera Agnes 80"	5	1	3	1	0.75	0.2083	3.2194	16.0971
Cama lunar King	4	1	3	1	0.75	0.2083	3.2194	12.8777
Cama Salvatore Queen	11	2	3	1	0.75	0.4167	6.4388	70.8272
Espejo Lunar 72"	6	1	3	1	0.75	0.2083	3.2194	19.3165
Mesa Aida cuadrada	4	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	8.5851
Mesa de centro Micena	3	2	2	1	0.75	0.2778	4.2926	12.8777

Mesa de centro Sage	4	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	8.5851
Mesa de noche Agnes 24"	8	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	17.1702
Mesa de noche Agnes 30"	8	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	17.1702
Mesa de noche Lunar 2 gv 24"	14	2	2	1	0.75	0.2778	4.2926	60.0958
Mesa de noche Piessa 2 gv	13	2	2	1	0.75	0.2778	4.2926	55.8033
Mesa lateral Anzo 20"	8	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	17.1702
Mesa lateral Cejota	3	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	6.4388
Mesa lateral Pilar	7	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	15.0240
Mesa lateral Vértigo	6	1	2	1	0.75	0.1389	2.1463	12.8777
Set de mesas dúo	11	1	1	2	0.75	0.1389	2.1463	23.6091

Set de mesas Fiore	11	1	1	2	0.75	0.1389	2.1463	23.6091
Sillón Dior	7	1	1	1	0.75	0.0694	1.0731	7.5120
Sillón Estela	26	3	1	1	0.75	0.2083	3.2194	83.7049
Sofá Salvatore 81"	24	1	3	1	0.75	0.2083	3.2194	77.2661
Sofá Serene 72"	13	1	3	1	0.75	0.2083	3.2194	41.8525
Sofá Serene 104"	12	1	3	1	0.75	0.2083	3.2194	38.6330
Muebles vendidos	208			Horas consumidas			64.3884	647.1033
				Tiempo de ciclo total promedio				3.1111

Fuente: Elaboración propia.

3. Pintura.

En esta etapa, se determinó que no era conveniente establecer un tiempo estimado total, debido a las diferentes fases que pasa durante el proceso, tanto en la naturaleza de la tarea como del operario involucrado en el desarrollo de estas. Esta división permitió establecer de manera más fiel, el proceso real de producción y el aprovechamiento de recursos involucrados.

Tabla 29: Tiempos estimados de pintura.

						Primeras 2 capas de pintura		Terminado en cabina	
Mueble	Frecuencia de venta	Factor de complejidad	Factor de volumen aparente	Factor de N° de piezas	Factor multiplicativo	Tiempo estimado de pintado por unidad	Tiempo estimado total (7 meses)	Tiempo estimado de pintado por unidad	Tiempo estimado total (7 meses)
Desayunador lunar	4	2	3	1	0.5000	1.6131	6.4524	0.6532	2.6128
Mesa de centro Canova	3	5	2	1	0.8333	2.6885	8.0655	0.9220	2.7660
Mesa de centro Genova	4	2	2	1	0.3333	1.0754	4.3016	0.5188	2.0752
Mesa Soltice	4	2	2	1	0.3333	1.0754	4.3016	0.5188	2.0752
Silla comedor Bonaldo	28	2	1	1	0.1667	0.5377	15.0556	0.3844	10.7631

Silla comedor Juliette	42	2	1	1	0.1667	0.5377	22.5834	0.3844	16.1447
Silla comedor Laroche	34	2	1	1	0.1667	0.5377	18.2818	0.3844	13.0695
Silla comedor Spin II	16	1	1	1	0.0833	0.2689	4.3016	0.3172	5.0752
Silla de comedor Hope	44	2	1	1	0.1667	0.5377	23.6588	0.3844	16.9135
Silla Glen	56	2	1	1	0.1667	0.5377	30.1112	0.3844	21.5263
Sillón Lounge River	6	1	3	1	0.2500	0.8066	4.8393	0.4516	2.7096
Bufetera Agnes 80"	5	3	3	1	0.7500	2.4197	12.0983	0.8548	4.2740
Cama lunar King	4	1	3	1	0.2500	0.8066	3.2262	0.4516	1.8064

Cama Salvatore Queen	11	1	3	1	0.2500	0.8066	8.8721	0.4516	4.9676
Espejo Lunar 72"	6	3	3	1	0.7500	2.4197	14.5179	0.8548	5.1288
Mesa Aida cuadrada	4	1	2	1	0.1667	0.5377	2.1508	0.3844	1.5376
Mesa de centro Micena	3	3	2	1	0.5000	1.6131	4.8393	0.6532	1.9596
Mesa de centro Sage	4	3	2	1	0.5000	1.6131	6.4524	0.6532	2.6128
Mesa de noche Agnes 24"	8	1	2	1	0.1667	0.5377	4.3016	0.3844	3.0752
Mesa de noche Agnes 30"	8	1	2	1	0.1667	0.5377	4.3016	0.3844	3.0752

Mesa de noche Lunar 2 gv 24"	14	3	2	1	0.5000	1.6131	22.5834	0.6532	9.1447
Mesa de noche Piessa 2 gv	13	3	2	1	0.5000	1.6131	20.9703	0.6532	8.4915
Mesa lateral Anzo 20"	8	1	2	1	0.1667	0.5377	4.3016	0.3844	3.0752
Mesa lateral Cejota	3	3	2	1	0.5000	1.6131	4.8393	0.6532	1.9596
Mesa lateral Pilar	7	1	2	1	0.1667	0.5377	3.7639	0.3844	2.6908
Mesa lateral Vértigo	6	3	2	1	0.5000	1.6131	9.6786	0.6532	3.9192
Set de mesas dúo	11	2	1	2	0.3333	1.0754	11.8294	0.5188	5.7068
Set de mesas Fiore	11	1	1	2	0.1667	0.5377	5.9147	0.3844	4.2284
Sillón Dior	7	1	1	1	0.0833	0.2689	1.8820	0.3172	2.2204
Sillón Estela	26	1	1	1	0.0833	0.2689	6.9901	0.3172	8.2472

Sofá Salvatore 81"	24	1	3	1	0.2500	0.8066	19.3572	0.4516	10.8383
Sofá Serene 72"	13	1	3	1	0.2500	0.8066	10.4852	0.4516	5.8708
Sofá Serene 104"	12	2	3	1	0.5000	1.6131	19.3572	0.6532	7.8383
Muebles vendidos	449		Horas consumidas			34.4128	344.6661	16.8515	198.3992
			Tiempo de ciclo total promedio				0.7676		0.4419

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del estudio de tiempos y de la aplicación de criterios de proporcionalidad, y considerando la complejidad del mueble y la configuración del proceso en la etapa de corte y preparación, se determinó el tiempo promedio de procesamiento por mueble para cada línea de trabajo según el tipo de operario asignado. Para la línea que opera con el Carpintero A, el tiempo promedio de procesamiento fue de 7.8167 horas por mueble, mientras que para la línea correspondiente al Carpintero B dicho tiempo fue de 7.8714 horas por mueble. Estos valores representaron tiempos promedio de referencia bajo las condiciones reales de operación observadas y constituyeron un insumo para el análisis de la capacidad productiva del área. Los resultados obtenidos sirvieron como insumo principal para el análisis de la capacidad instalada, facilitando la determinación de los niveles de utilización de los recursos y la identificación de cuellos de botella del sistema productivo, elementos fundamentales para la evaluación del desempeño operativo de la empresa.

3.4 Análisis de capacidad.

Para el desarrollo de los cálculos de capacidad productiva se partió de los datos observados durante la jornada laboral y los registros obtenidos de cada etapa del proceso. En los cálculos de capacidad se parte de una jornada semanal nominal de 48,0 horas por operario (6 días $\times$ 8 h), y se estiman horas disponibles de 46,5 h/semana por operario.

La reducción de 1,5 horas semanales responde a las deducciones necesarias para reflejar la realidad operativa y garantizar que la capacidad calculada sea factible en condiciones reales. Específicamente por una pausa corta matutina: 15 minutos semanales consolidados (0,25 h).

Estas deducciones totalizan 1,5 h/semana, que reflejan las pérdidas previsibles debidas a descansos y actividades no productivas rutinarias. Además, en la determinación de capacidad efectiva se incorpora una corrección adicional por tasa de retrabajo, lo que reduce aún más la capacidad teórica hacia una capacidad utilizable con seguridad en la operación cotidiana.

Con dichos datos y las proporcionalidades obtenidas se procedió a calcular la capacidad actual de la empresa. Para reflejar la pérdida productiva por retrabajo se ajustó la capacidad mediante la tasa observación de correcciones, obteniendo las siguientes tasas.

Tabla 30: Tasa de retrabajo por etapa.

Etapas	Retrabajos reportados	Muebles realizados	Tasa de retrabajo
Dimensionado inicial	100	927	10.7875%
Corte y preparación (Carp. A)	10	498	2.0080%
Corte y preparación (Carp. B)	20	429	4.6662%
Primeras 2 capas de pintura	25	927	2.6969%
Pintura en cabina	25	927	2.6969%

Fuente: Elaboración propia.

6.12.3 Capacidad horas hombre.

Tabla 31: Datos de capacidad HH (Dimensionado inicial).

Dimensionado inicial		
Operarios	3	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Horas totales semanales		144.0 h
Horas disponibles semanales		139.50 h
Tiempo de ciclo total promedio		3.5508 h/u
Demanda semanal	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	30 u	
Tasa de retrabajo		10.7875%

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Takt time (h/u)} = \frac{139.5 \text{ h}}{34 \text{ u}} = 4.1029 \text{ h/u}$$

$$\text{Productividad (u/h)} = \frac{30 \text{ u}}{144 \text{ h}} = 0.2083 \text{ u/h}$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(3.5508 \frac{\text{h}}{\text{u}}) * (30 \text{ u})}{139.5 \text{ h}} * 100 = 76.3612\%$$

$$\text{Capacidad instalada (u)} = \frac{(144 \text{ h})}{3.5508 \text{ h/u}} = 40 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad instalada (h)} = 144 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad disponible (u)} = \frac{139.5 \text{ h}}{3.5508 \text{ h/u}} = 39 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad disponible (h)} = 139.5 \text{ h}$$

Producción real (h)= 34 u * 3.5508 h/u = 120.7272 h

Capacidad efectiva = (139.5 h) *(1-10.7875%) = 124.4514 h

Capacidad utilizada (%) = $\frac{120.7266 \text{ h}}{124.4514 \text{ h}} * 100 = 97.0070\%$

Capacidad ociosa (%) = (1 – 0.9700) *100= 2.993%

Capacidad requerida (u)= 34 u

Tiempo de ciclo total promedio ajustado = 3.5508 h/u *(1+10.7875%) = 3.9338 h/u

Capacidad requerida (h)= $(34 \text{ u} * 3.9338 \frac{\text{h}}{\text{u}}) = 133.7492 \text{ h}$

Tabla 32: Datos de capacidad HH (Corte y preparación: Carpintero A).

Corte y preparación (Carpintero A)		
Operarios	4	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Muebles realizados	241 u	
Muebles totales realizados	449 u	
Horas totales semanales		192.0 h
Horas disponibles semanales		186.0 h
Demanda semanal	18 u	
Tiempo de ciclo total promedio		3.0564 h/u
Tasa de retrabajo		2.0080%

Fuente: Elaboración propia.

Proporción de demanda (%) = $\frac{241 \text{ u}}{449 \text{ u}} = 53.6748\%$

Demanda semanal por carpintero= (53.6748%) * 34 u = 18 u

Cantidad promedio de muebles saliendo por carpintero= (53.6748%) *

$$30 \text{ u} = 16 \text{ u}$$

$$\text{Takt time (h/u)} = \frac{186 \text{ h}}{18 \text{ u}} = 10.3333 \text{ h/u}$$

$$\text{Productividad (u/h)} = \frac{16 \text{ u}}{192 \text{ h}} = 0.08333 \text{ u/h}$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(3.0564 \frac{\text{h}}{\text{u}}) * (16 \text{ u})}{186 \text{ h}} * 100 = 26.2916\%$$

$$\text{Capacidad instalada (u)} = \frac{(192 \text{ h})}{3.0564 \text{ h/u}} = 62 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad instalada (h)} = 192 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad disponible (u)} = \frac{186 \text{ h}}{3.0564 \text{ h/u}} = 60 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad disponible (h)} = 186 \text{ h}$$

$$\text{Producción real (h)} = 18 \text{ u} * 3.0564 \text{ h/u} = 55.0152 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = (186 \text{ h}) * (1 - 2.0080\%) = 182.2651 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{55.0152 \text{ h}}{182.2651 \text{ h}} * 100 = 30.1841\%$$

$$\text{Capacidad ociosa (\%)} = (1 - 0.3018) * 100 = 69.8159 \%$$

$$\text{Capacidad requerida (u)} = 18 \text{ u}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado} &= 3.0564 \text{ h/u} * (1 + 2.0080\%) = \\ 3.1177 \text{ h/u} \end{aligned}$$

$$\text{Capacidad requerida (h)} = (18 \text{ u} * 3.1177 \frac{\text{h}}{\text{u}}) = 56.1186 \text{ h}$$

Tabla 33: Datos de capacidad HH (Corte y preparación: Carpintero B).

Corte y preparación (Carpintero B)		
Operarios	3	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Muebles realizados	208 u	
Muebles totales realizados	449 u	
Horas totales semanales		144.0 h
Horas disponibles semanales		139.50 h
Demanda semanal	16 u	
Tiempo de ciclo total promedio		3.1111 h/u
Tasa de retrabajo		4.6662%

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Proporción de demanda (\%)} = \frac{208 \text{ u}}{449 \text{ u}} = 46.3252\%$$

$$\text{Demanda semanal por carpintero} = (46.3252\%) * 34 \text{ u} = 16 \text{ u}$$

$$\text{Cantidad promedio de muebles saliendo} = (46.3252\%) * 30 \text{ u} = 14 \text{ u}$$

$$\text{Takt time (h/u)} = \frac{139.5 \text{ h}}{16 \text{ u}} = 8.7187 \text{ h/u}$$

$$\text{Productividad (u/h)} = \frac{14 \text{ u}}{144 \text{ h}} = 0.0972 \text{ u/h}$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(3.1111 \frac{\text{h}}{\text{u}}) * (14 \text{ u})}{139.5 \text{ h}} * 100 = 31.2225 \%$$

$$\text{Capacidad instalada (u)} = \frac{(144 \text{ h})}{3.1111 \text{ h/u}} = 46 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad instalada (h)} = 144 \text{ h}$$

$$\text{Producción real (h)} = 16 \text{ u} * 3.1111 \text{ h/u} = 49.7776 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad disponible (u)} = \frac{139.5 \text{ h}}{3.1111 \text{ h/u}} = 44 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad disponible (h)} = 139.5 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = (139.5 \text{ h}) * (1 - 4.6662\%) = 132.9906 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{49.7776 \text{ h}}{132.9906 \text{ h}} * 100 = 37.4294 \%$$

$$\text{Capacidad ociosa (\%)} = (1 - 0.3742) * 100 = 62.5706\%$$

$$\text{Capacidad requerida (u)} = 16 \text{ u}$$

$$\text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado} = 3.1111 \text{ h/u} * (1 + 4.6662\%) = 3.2562 \text{ h/u}$$

$$\text{Capacidad requerida (h)} = (16 \text{ u} * 3.2562 \frac{\text{h}}{\text{u}}) = 52.09992 \text{ h}$$

Tabla 34: Datos de capacidad HH (Primeras 2 capas de pintura).

Primeras 2 capas de pintura		
Operarios	2	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Horas totales semanales		96.0 h
Horas disponibles semanales		93.00 h
Demanda semanal	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	31 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	30 u	
Tiempo de ciclo total promedio		0.7676 h/u
Tasa de retrabajo		2.6969%

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Takt time (h/u)} = \frac{93 \text{ h}}{34 \text{ u}} = 2.7353 \text{ h/u}$$

$$\text{Productividad (u/h)} = \frac{30 \text{ u}}{96 \text{ h}} = 0.3125 \text{ u/h}$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(0.7676 \frac{\text{h}}{\text{u}}) * (30 \text{ u})}{93 \text{ h}} * 100 = 24.7612 \%$$

$$\text{Capacidad instalada (u)} = \frac{(96 \text{ h})}{0.7676 \text{ h/u}} = 125 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad instalada (h)} = 96 \text{ h}$$

$$\text{Producción real (h)} = 30 \text{ u} * 0.7676 \text{ h/u} = 23.028 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad disponible (u)} = \frac{93 \text{ h}}{0.7676 \text{ h/u}} = 121 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad disponible (h)} = 93 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = (93 \text{ h}) * (1 - 2.6969\%) = 90.4918 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{23.028 \text{ h}}{90.4918 \text{ h}} * 100 = 25.4476\%$$

$$\text{Capacidad ociosa (\%)} = (1 - 0.2544) * 100 = 74.5524\%$$

$$\text{Capacidad requerida (u)} = 34 \text{ u}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado} &= 0.7676 \text{ h/u} * (1 + 2.6969\%) = \\ &0.7883 \text{ h/u} \end{aligned}$$

$$\text{Capacidad requerida (h)} = (34 \text{ u} * 0.7883 \frac{\text{h}}{\text{u}}) = 26.8022 \text{ h}$$

Tabla 35: Datos de capacidad HH (Pintura en cabina).

Pintura en Cabina		
Operarios	2	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Horas totales semanales		96.0 h
Horas disponibles semanales		93.0 h
Demanda semanal	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	30 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	30 u	
Tiempo de ciclo total promedio		0.4419 h/u
Tasa de retrabajo		2.6969%

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Takt time (h/u)} = \frac{93 \text{ h}}{34 \text{ u}} = 2.7353 \text{ h/u}$$

$$\text{Productividad (u/h)} = \frac{30 \text{ u}}{96 \text{ h}} = 0.3125 \text{ u/h}$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(0.4419 \frac{\text{h}}{\text{u}}) * (30 \text{ u})}{93 \text{ h}} * 100 = 14.2548 \%$$

$$\text{Capacidad instalada (u)} = \frac{(96 \text{ h})}{0.4419 \text{ h/u}} = 217 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad instalada (h)} = 96 \text{ h}$$

$$\text{Producción real (h)} = 30 \text{ u} * 0.4419 \text{ h/u} = 13.257 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad disponible (u)} = \frac{93 \text{ h}}{0.4419 \text{ h/u}} = 210 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad disponible (h)} = 93 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = (93 \text{ h}) * (1 - 2.6969\%) = 90.4918 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{13.257 \text{ h}}{90.4918 \text{ h}} * 100 = 14.6499\%$$

$$\text{Capacidad ociosa (\%)} = (1 - 0.1464) * 100 = 85.3501\%$$

$$\text{Capacidad requerida (u)} = 34 \text{ u}$$

$$\text{Tiempo de ciclo total promedio ajustado} = 0.4419 \text{ h/u} * (1 + 2.6969\%) = 0.4589 \text{ h/u}$$

$$\text{Capacidad requerida (h)} = (34 \text{ u} * 0.4589 \frac{\text{h}}{\text{u}}) = 15.6026 \text{ h}$$

6.12.4 Capacidad maquinaria.

El análisis de capacidad se realizó inicialmente con base en las horas-hombre, dado que en la mayoría de las etapas de carpintería existía una disponibilidad suficiente de equipos. Aunque algunas máquinas no se encontraban en perfectas condiciones y algunas eran inoperables, esto no afectó la disponibilidad de los equipos necesarios para que el proceso productivo se desarrollara con normalidad. En consecuencia, el flujo de trabajo en carpintería no presentó tiempos de espera asociados al uso de maquinaria, por lo que la capacidad del proceso estuvo determinada principalmente por la disponibilidad y eficiencia del recurso humano, y no por limitaciones técnicas de los equipos.

No obstante, en pintura se identificaron las cabinas de acabado final como un recurso compartido y especializado que requiere condiciones específicas de operación. Además, solo dos operarios estaban calificados para su manejo, lo que redujo su disponibilidad. Es por ello que para el cálculo de la capacidad de las cabinas de pintura se consideraron 96 horas semanales, correspondientes a la disponibilidad total de dos operarios calificados.

Aunque contaba con tres cabinas de pintura, únicamente dos podían ser operadas de manera simultánea, dado que cada cabina requería la atención directa de un operario durante las etapas de preparación, aplicación y limpieza; en este tipo de proceso, la capacidad real del recurso está determinada por la interacción operario-máquina, ya que la operación no puede continuar sin la

intervención del trabajador. Por ello, la capacidad del conjunto de cabinas depende del tiempo disponible de los operarios y no del número total de cabinas instaladas.

Tabla 36: Datos de capacidad de recurso (Cabinas).

Cabinas		
Cabinas	3	
Operarios asignados	2	
Tiempo de ciclo total promedio		0.4419 h/u
Horas totales semanales		96.00 h
Horas disponibles semanales		93.00 h
Tiempo de preparación por mueble		0.2500 h/u
Tiempo activo en cabina		0.4419 h/u
Tiempo total efectivo por mueble		0.6919 h/u

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Capacidad instalada del recurso (u)} = \frac{96.0 \text{ h}}{0.6919 \text{ h/u}} = 138 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad instalada del recurso (h)} = 96 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad disponible del recurso (u)} = \frac{(93.0 \text{ h})}{0.6919 \text{ h/u}} = 134 \text{ u}$$

$$\text{Capacidad disponible del recurso (h)} = 93 \text{ h}$$

$$\text{Capacidad utilizada del recurso (\%)} = \frac{(30 \text{ u}) * (0.6919 \text{ h/u})}{96 \text{ h}} * 100 = 21.6218$$

%

$$\text{Capacidad ociosa del recurso (\%)} = (1 - 0.2162) * 100 = 77.6574 \%$$

6.12.5 Capacidad global.

Una vez determinada la capacidad individual de cada subproceso que compone la línea de producción, fue necesario integrar dichos resultados para obtener la capacidad global del proceso productivo.

Este cálculo permitió conocer el rendimiento total del sistema al considerar la secuencia de operaciones que intervienen en la fabricación del producto final, identificando la influencia de cada etapa en el flujo general de producción.

Tabla 37: Resumen de capacidades individuales.

	Dimensionado inicial	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparación (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Capacidad instalada	40 unidades semanales	62 unidades semanales	46 unidades semanales	125 unidades semanales	217 unidades semanales
Capacidad disponible	39 unidades semanales	60 unidades semanales	44 unidades semanales	121 unidades semanales	210 unidades semanales
Capacidad efectiva	35 unidades semanales	59 unidades semanales	42 unidades semanales	117 unidades semanales	204 unidades semanales
Capacidad utilizada	97.0007%	30.1841%	37.4294 %	25.4476%	14.6499%
Capacidad ociosa	2.993%	69.8159 %	62.5706%	74.5524%	85.3501%

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad instalada de carpintería = Min (40, (62+46)) = 40 u/semana

Capacidad disponible de carpintería= Min (39, (60+44)) = 39 u/semana

Capacidad efectiva de carpintería= Min (35, (59+42)) = 35 u/semana

Capacidad utilizada de carpintería = $\frac{34 u}{35 u} * 100 = 97.1428\%$

Capacidad ociosa de carpintería = (1-0.9714) *100 = 2.8572 %

Eficiencia global carpintería = $\frac{30 u}{39 u} = 76.9230\%$

Capacidad instalada de pintura= Min (125, 217) = 125 u/semana

Capacidad disponible de pintura= Min (121,210) = 121 u/semana

Capacidad efectiva de pintura= Min (117, 204) = 117 u/semana

Capacidad utilizada de pintura = $\frac{30 u}{117 u} * 100 = 25.6410\%$

Capacidad ociosa de pintura = (1-0.2564) *100 = 74.359 %

Eficiencia global pintura = $\frac{30 u}{121 u} = 24.7933\%$

6.12.6 Balanceo de línea.

El balanceo de línea constituyó una herramienta fundamental para distribuir equitativamente las cargas de trabajo entre las distintas estaciones de una línea de producción. En este apartado se presentó el balanceo de las operaciones correspondientes al área de carpintería y pintura, considerando los tiempos de ciclos totales promedios obtenidos, las relaciones de precedencia, el número de estaciones y el número de operarios asignados a cada etapa.

Tabla 38: Datos para el balanceo de línea.

Horas disponibles semanales por operario	46.5 h	
Demanda semanal	34 u	
Operación	Tiempo	Precedencia
Dimensionado	3.5508 h/u	-
Corte y preparación (Carp. A)	3.0564 h/u	Dimensionado

Corte y preparación (Carp. B)	3.1111 h/u	Dimensionado
Primera capa de pintura	0.3838 h/u	Lijado
Segunda capa de pintura	0.3838 h/u	Lijado
Pintura en cabina	0.4419 h/u	Pintura

Fuente: *Elaboración propia.*

$$\text{Takt time de la línea} = \frac{46.5 \text{ h}}{34 \text{ u}} = 1.3676 \text{ h/u}$$

1. Dimensionado.

$$\text{N° de estaciones de trabajo} = \frac{3.5508 \text{ h}}{1.3676 \text{ h/u}} = 2.5963 \approx 3$$

$$\% \text{ de eficiencia de línea} = \frac{3.5508 \text{ h}}{(1.3676 \text{ h}) * (3)} * 100 = 86.5457\%$$

$$\text{N° de operarios por línea} = \frac{3.5508 \text{ h}}{(86.5457\%) * (1.3676 \text{ h})} = 3$$

2. Corte y preparación.

a. Carpintero A.

$$\text{N° de estaciones de trabajo} = \frac{3.0564 \text{ h}}{1.3676 \text{ h/u}} = 2.2348 \approx 3$$

$$\% \text{ de eficiencia de línea} = \frac{3.0564 \text{ h}}{(1.3676 \text{ h}) * (3)} * 100 = 74.4954\%$$

$$\text{N° de operarios por línea} = \frac{3.0564 \text{ h}}{(74.4954\%) * (1.3676 \text{ h})} = 3$$

b. Carpintero B.

$$\text{N° de estaciones de trabajo} = \frac{3.1111 \text{ h}}{1.3676 \text{ h/u}} = 2.2748 \approx 3$$

$$\% \text{ de eficiencia de línea} = \frac{3.1111 \text{ h}}{(1.3676 \text{ h}) * (3)} * 100 = 75.8287\%$$

$$\text{N° de operarios por línea} = \frac{3.1111 \text{ h}}{(75.8287\%) * (1.3676 \text{ h})} = 3$$

3. Pintura.

a. Primeras 2 capas de pintura.

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones de trabajo} = \frac{0.7676 \text{ h}}{1.3676 \text{ h/u}} = 0.5612 \approx 1$$

$$\% \text{ de eficiencia de línea} = \frac{0.7676 \text{ h}}{(1.3676 \text{ h}) * (1)} * 100 = 56.1275\%$$

$$\text{N}^\circ \text{ de operarios por línea} = \frac{0.7676 \text{ h}}{(56.1275\%) * (1.3676 \text{ h})} = 1$$

b. Pintura en cabina.

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones de trabajo} = \frac{0.4419 \text{ h}}{1.3676 \text{ h/u}} = 0.3231 \approx 1$$

$$\% \text{ de eficiencia de línea} = \frac{0.4419 \text{ h}}{(1.3676 \text{ h}) * (1)} * 100 = 32.3120\%$$

$$\text{N}^\circ \text{ de operarios por línea} = \frac{0.4419 \text{ h}}{(32.3120\%) * (1.3676 \text{ h})} = 1$$

6.12.7 Capacidad ajustada.

Para la estimación de la capacidad ajustada se consideraron los datos obtenidos en los cálculos previos como proporción de producción asignada a cada operario y se realizó con base en los resultados obtenidos del balanceo de línea, considerando la asignación de operarios por etapa y los tiempos de ciclo promedio determinados para cada proceso.

Tabla 39: Capacidad ajustada (Dimensionado inicial).

Dimensionado inicial		
	Unidades	Tiempo
Operarios	3	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Horas totales semanales		144.0 h
Horas disponibles semanales		139.50 h

Demanda semanal	34 u	
Takt time semanal		4.1029 h/u
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	34 u	
Tiempo de ciclo total promedio		3.5508 h/u
Productividad semanal		0.2361 u/h
Eficiencia semanal		86.5427%
Capacidad instalada	40 u	144 h
Producción real	34 u	120.7272 h
Capacidad disponible	39 u	139.5000 h
Tasa de retrabajo	10.7875%	
Capacidad efectiva	35 u	124 h
Capacidad utilizada	97.3606%	
Capacidad ociosa	2.6394%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Capacidad ajustada (Corte y preparación Carp. A)

Corte y preparación (Carpintero A)		
	Unidades	Tiempo
Operarios	3	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Muebles realizados	241 u	
Muebles totales realizados	449 u	
Proporción de demanda	53.6748%	
Horas totales semanales		144.0 h
Horas disponibles semanales		139.50 h
Demanda semanal	18 u	
Takt time semanal		7.75 h/u
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	18 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	18 u	

Tiempo de ciclo total promedio		3.0564 h/u
Productividad semanal		0.125 u/h
Eficiencia semanal		39.4374%
Capacidad instalada	47 u	144 h
Producción real	18 u	55.0152 h
Capacidad disponible	45 u	139.5000 h
Tasa de retrabajo	2.0080%	
Capacidad efectiva	44 u	136.6988 h
Capacidad utilizada	40.2455%	
Capacidad ociosa	59.7545%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Capacidad ajustada (Corte y preparación Carp. B)

Corte y preparación (Carpintero B)		
	Unidades	Tiempo
Operarios	3	
Horas totales semanales por operario		48.0 h
Horas disponibles semanales por operario		46.5 h
Muebles realizados	208 u	
Muebles totales realizados	449 u	
Proporción de demanda	46.3252%	
Horas totales semanales		144.0 h
Horas disponibles semanales		139.50 h
Demanda semanal	16 u	
Takt time semanal		8.7187 h/u
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	16 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	16 u	
Tiempo de ciclo total promedio		3.1111 h/u
Productividad semanal		0.1111 u/h
Eficiencia semanal		35.6828%
Capacidad instalada	46 u	144 h

Producción real	16 u	49.7776 h
Capacidad disponible	44 u	139.5000 h
Tasa de retrabajo	4.6662%	
Capacidad efectiva	42 u	132.9906 h
Capacidad utilizada	37.4294%	
Capacidad ociosa	62.5706%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: Capacidad ajustada (Primeras 2 capas de pintura)

Primeras 2 capas de pintura		
	Unidades	Tiempo
Operarios	1	
Horas totales semanales		48.0 h
Horas disponibles semanales		46.50 h
Demanda semanal	34 u	
Takt time semanal		1.3676 h/u
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	34 u	
Tiempo de ciclo total promedio		0.7676 h/u
Productividad semanal		0.7083 u/h
Eficiencia semanal		56.1255%
Capacidad instalada	62 u	48 h
Producción real	34 u	26.0984 h
Capacidad disponible	60 u	46.5000 h
Tasa de retrabajo	2.6969%	
Capacidad efectiva	58 u	45.2459 h
Capacidad utilizada	57.6812%	
Capacidad ociosa	42.3188%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43: Capacidad ajustada (Pintura en cabina)

Pintura en Cabina		
	Unidades	Tiempo
Operarios	1	
Horas totales semanales		48.0 h
Horas disponibles semanales		46.50 h
Demanda semanal	34 u	
Takt time semanal		1.3676 h/u
Cantidad promedio semanal de unidades en proceso	34 u	
Cantidad promedio semanal de unidades saliendo	34 u	
Tiempo de ciclo total promedio		0.4419 h/u
Productividad semanal		0.7083 u/h
Eficiencia semanal		32.3109%
Capacidad instalada	108 u	48 h
Producción real	34 u	15.0246 h
Capacidad disponible	105 u	46.5000 h
Tasa de retrabajo	2.6969%	
Capacidad efectiva	102 u	45.2459 h
Capacidad utilizada	33.2065%	
Capacidad ociosa	66.7935%	

Fuente: Elaboración propia.

6.12.8 Capacidad global ajustada.

Tabla 44: Resumen de capacidades individuales ajustadas.

	Dimensionado inicial	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparación (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Capacidad instalada	40 unidades semanales	47 unidades semanales	46 unidades semanales	62 unidades semanales	108 unidades semanales
Capacidad disponible	39 unidades semanales	45 unidades semanales	44 unidades semanales	60 unidades semanales	105 unidades semanales
Capacidad efectiva	35 unidades semanales	44 unidades semanales	42 unidades semanales	58 unidades semanales	102 unidades semanales
Capacidad utilizada	97.3606%	40.2455%	37.4294%	57.6812%	33.2065%
Capacidad ociosa	2.6394%	59.7545%	62.5706%	42.3188%	66.7935%

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad instalada de carpintería = Min (40, (67+46)) = 40 u/semana

Capacidad disponible de carpintería= Min (39, (45+44)) = 39 u/semana

Capacidad efectiva de carpintería= Min (35, (44+42)) = 35 u/semana

Capacidad utilizada de carpintería = $\frac{34 \text{ u}}{35 \text{ u}} * 100 = 97.1428\%$

Capacidad ociosa de carpintería = (1-0.9714) *100 = 2.8572 %

Eficiencia global carpintería = $\frac{34 \text{ u}}{39 \text{ u}} = 87.1794\%$

Capacidad instalada de pintura= Min (62,108) = 62 u/semana

Capacidad disponible de pintura= Min (60,105) = 60 u/semana

Capacidad efectiva de pintura= Min (58,102) = 58 u/semana

Capacidad utilizada de pintura = $\frac{34 \text{ u}}{58 \text{ u}} * 100 = 58.6206\%$

Capacidad ociosa de pintura = (1-0.5862) *100 = 41.3794 %

Eficiencia global pintura = $\frac{34 \text{ u}}{60 \text{ u}} = 56.6667\%$

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO Y EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO.

En este capítulo se realizó una comparación entre los valores de capacidad instalada, capacidad utilizada y capacidad ociosa obtenidos en las diferentes etapas del proceso productivo.

El análisis permitió evaluar la eficiencia relativa del área de carpintería y pintura, así como identificar desequilibrios entre etapas o recursos. De igual forma, se interpretaron los resultados del estudio de tiempos en función del rendimiento global del proceso.

Con esta evaluación se buscó establecer el nivel de desempeño actual de la empresa frente a su potencial operativo, generando una visión objetiva sobre los factores que limitan o potencian su productividad.

4.1 Análisis comparativo de capacidades.

La comparación de la capacidad productiva del proceso estudiado, evidenció diferencias significativas entre las distintas etapas del proceso, tanto en términos de ritmo de trabajo como de eficiencia y aprovechamiento de la capacidad instalada.

En dimensionado inicial, el takt time fue de 4.1029 h/u, valor que representa el ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda semanal; dicho takt time se mantiene cercano al tiempo de ciclo total promedio de 3.5508 h/u, la eficiencia alcanzó 76.3612% y la capacidad utilizada fue 97.0070% lo que indica un desempeño equilibrado en esa etapa y un bajo nivel de capacidad ociosa (2.993 %).

En la etapa de corte y preparación el comportamiento fue marcadamente distinto. El takt time obtenido para el carpintero A fue de 10.3333 h/u y para el carpintero B de 8.7187 h/u; dado que el takt time expresa el ritmo de trabajo necesario para cumplir la demanda, estos valores elevados reflejan un ritmo de producción más lento en comparación con las demás etapas.

Las eficiencias registradas fueron 26.2916% y 31.2225%, con capacidades utilizadas de 30.1841% y 37.4294%, respectivamente, y niveles de capacidad ociosa entre 62.5706% y 69.8152 %

Las etapas de pintura presentan condiciones opuestas: en las primeras dos capas de pintura el takt time fue de 2.7353 h/u y el tiempo de ciclo promedio 0.7676 h/u, con una eficiencia de 22.2821 % y capacidad utilizada de 21.5887%, y en la pintura en cabina el takt time también fue 2.7353 h/u y el tiempo de ciclo 0.4419 h/u, con eficiencia de 14.2548 % y capacidad utilizada de 14.6499%. Estos indicadores muestran tiempos de ciclo significativamente menores que los takt times y una productividad de 0.3125 u/h en ambas etapas; ello evidencia que pintura disponen de capacidad instalada y disponible muy superiores a la carga real que reciben y no constituyen la restricción del flujo productivo.

Al comparar los resultados consolidados, se continuó observando que la capacidad instalada de pintura, superó ampliamente la capacidad de carpintería. Sin embargo, esta diferencia no se tradujo en un aumento de la producción, debido a que carpintería constituyó el cuello de botella del proceso.

Tabla 45: Capacidad global.

	Carpintería	Pintura
Capacidad instalada	40 unidades semanales	125 unidades semanales
Capacidad disponible	39 unidades semanales	121 unidades semanales
Capacidad efectiva	35 unidades semanales	117 unidades semanales
Capacidad utilizada	87.1794 %	24.7933%
Capacidad ociosa	12.8206 %	75.2067 %

Fuente: Elaboración propia.

El hecho de que los procesos de carpintería y pintura se encontraran dispuestos en línea no implicó que presentaran la misma capacidad productiva, ya que la capacidad de cada etapa dependió de su estructura operativa interna, de la organización del trabajo y del comportamiento real del flujo. En consecuencia, el sistema no fue regulado por la etapa con mayor capacidad, sino

por aquella con la menor capacidad, siendo carpintería la que determinó el ritmo de producción del proceso completo.

La salida promedio semanal de muebles terminados es de 30 muebles, lo que limita el proceso de pintura. En consecuencia, aunque el proceso de pintura contaba con capacidad suficiente para procesar alrededor de 120 unidades por semana, su utilización real fue del 24.7933%, ya que su producción dependía directamente de los muebles terminados en carpintería.

Este resultado demostró que actualmente, el sistema productivo opera bajo un desbalance de capacidades: carpintería trabaja a un ritmo muy lento y con mayor consumo de tiempo por unidad. Es decir, la producción global del proceso completo no puede exceder la capacidad disponible, ya que ésta es la que regula el flujo de unidades que las siguientes etapas pueden recibir.

La eficiencia global del proceso está directamente condicionada por el cuello de botella, identificado en carpintería. La producción promedio semanal saliendo del sistema es de 30 muebles, mientras que la capacidad disponible de carpintería es de 39 unidades.

De esta manera, la eficiencia global es de 87.1794% este valor refleja que, bajo las condiciones actuales, el sistema opera al 87.1794% del máximo que permitiría la etapa limitante, lo que evidencia que cualquier incremento en la producción final solo será posible mediante la mejora de la eficiencia de carpintería.

En contraste, pintura presenta una capacidad disponible de 121 unidades y procesa exactamente el número de muebles que recibe del cuello de botella, es decir, 30 unidades semanales. Dado que la producción de pintura está estrictamente determinada por el flujo de salida de carpintería, la eficiencia global de pintura coincide con su capacidad utilizada.

En este sentido, cualquier cálculo adicional de eficiencia global para pintura no aporta información adicional sobre la capacidad real del sistema, ya que no constituye un limitante del proceso. Su desempeño está subordinado al cuello de botella, y su bajo porcentaje de utilización refleja únicamente la dependencia del flujo de entrada proveniente de carpintería.

4.2 Balanceo de líneas.

A partir de los datos consolidados, se obtuvo un takt time de 1.3676 horas por unidad, lo que indicó que, para cumplir con la demanda semanal establecida, de 34 unidades, cada estación debería completar una unidad en ese intervalo de tiempo.

Al contrastar este valor con los tiempos de ciclo total promedio individuales, se observó que las operaciones correspondientes a dimensionado (3.5508 h), Corte y preparación Carpintero A (3.0564 h) y Corte y preparación Carpintero B (3.1111 h) superan significativamente el takt time, evidenciando que estas etapas trabajan a un ritmo más lento del requerido. En consecuencia, el dimensionado se identificó como el principal cuello de botella del sistema, ya que constituyó la primera operación del proceso y condicionó la velocidad de las siguientes fases de producción.

Por otro lado, las operaciones de pintura, tanto la aplicación de las primeras capas (0.7676 h) como la pintura en cabina (0.4419 h), presentaron tiempos de ciclo total promedio inferiores al takt time. Esto siguió reflejando una alta capacidad ociosa y un aprovechamiento limitado de los recursos en esta sección, debido a que su carga de trabajo depende directamente del flujo de salida proveniente de carpintería.

En cuanto a la eficiencia, las etapas de carpintería presentaron valores entre 74% y 75%, lo cual indicó un aprovechamiento moderado de la capacidad disponible. En contraste, las etapas de pintura mostraron eficiencias entre 32% y 56%, evidenciando que su rendimiento se encuentra condicionado por el cuello de botella identificado en carpintería.

De manera global, el balanceo evidenció un desequilibrio significativo entre carpintería y pintura, donde la primera determina el ritmo de producción del sistema completo. Por tanto, el flujo de trabajo quedó limitado por la etapa de dimensionado, cuya duración excede ampliamente el takt time, generando acumulación de trabajo en proceso y subutilización de la capacidad instalada en las etapas posteriores.

4.3 Análisis de capacidad ajustada.

Después de realizar el correspondiente balanceo de líneas, se procedió a efectuar el cálculo de la capacidad global ajustada del sistema productivo, considerando la redistribución del personal y la racionalización de los recursos obtenida a partir del nuevo equilibrio entre las operaciones de carpintería y pintura.

Tabla 46: Capacidad global ajustada.

	Carpintería	Pintura
Capacidad instalada	40 unidades semanales	62 unidades semanales
Capacidad disponible	39 unidades semanales	60 unidades semanales
Capacidad efectiva	35 unidades semanales	58 unidades semanales
Capacidad utilizada	97.1428%	58.6206%
Capacidad ociosa	2.8572%	41.3794%

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, los valores obtenidos mostraron que, si bien la capacidad global ajustada mantuvo un comportamiento similar al de la capacidad actual, esta se logró con una estructura de recursos más eficiente, particularmente en aquellas etapas que previamente presentaban elevados niveles de capacidad ociosa, como pintura y cabina. En dichas secciones se redujo el número de operarios, ajustando la capacidad instalada de 125 a 62 unidades semanales y la capacidad disponible de 121 a 60 unidades semanales, sin afectar el cumplimiento de la demanda semanal ni el flujo de producción.

En carpintería, la capacidad instalada se mantuvo en 40 unidades semanales, mientras que en pintura se redujo significativamente a 62 unidades, reflejando una planificación más coherente con la carga real de trabajo. Por su parte, la capacidad disponible, en carpintería se mantuvo en 39 unidades, mientras que en pintura se redujo a 60 unidades semanales, mostrando una estructura más ajustada a las necesidades reales del proceso.

El indicador de capacidad utilizada en carpintería, el 97.1428% reflejó que trabajaría próximo a su límite operativo, lo que confirmó su papel como etapa restrictiva del sistema. En contraste, pintura, aun después del ajuste, presentó una

capacidad utilizada de 58.6206%, lo que indicó que continúa disponiendo de un margen de capacidad libre del 41.3794%. Sin embargo, este nivel de ociosidad resulta sustancialmente menor que el observado antes del balanceo (74.3509%), evidenciando una mejora significativa en el aprovechamiento de los recursos asignados.

En síntesis, el ajuste de capacidades posterior al balanceo permitió conservar la capacidad global del sistema en 34 unidades semanales, optimizando simultáneamente la asignación de recursos y la eficiencia operativa. Esto implicó que la empresa puede sostener la misma producción con un menor número de operarios en etapas no restrictivas, logrando un mejor equilibrio entre la carga de trabajo y la capacidad instalada. Asimismo, la reducción de la ociosidad en pintura y cabina contribuyó a un uso más racional del personal, reduciendo costos indirectos asociados a tiempos improductivos y fortaleciendo la sincronización entre las etapas del proceso productivo.

De manera comparativa, el análisis evidenció que, tras la aplicación del balanceo, pintura incrementó su capacidad utilizada de 25.6410% a 58.6206%, lo que representó una mejora de 32.9796% en el aprovechamiento de sus recursos. Este cambio demostró que el balanceo permitió un ajuste efectivo de la capacidad instalada, eliminando los excesos innecesarios y consolidando un sistema productivo más equilibrado, eficiente y alineado con la demanda real del proceso.

CAPÍTULO V: ESCENARIOS DE DEMANDA Y ESTRATEGIAS DE MEJORA

Este capítulo presentó el análisis de escenarios de capacidad con el fin de determinar la respuesta operacional de la empresa ante incrementos progresivos en la demanda semanal de muebles.

A partir de la evaluación de cada escenario se formularon propuestas técnicas y operativas orientadas a optimizar la capacidad de producción, considerando alternativas como la redistribución del personal, el balanceo de carga de trabajo, y la aplicación de principios de mejora continua.

5.1 Escenarios de demanda.

Se desarrollaron tres escenarios clave: **(A)** capacidad mínima del sistema, **(B)** incremento de +10 unidades semanales respecto a la capacidad mínima e **(C)** incremento de +30 unidades. Estos escenarios permitieron visualizar las restricciones reales del proceso, identificar cuellos de botella y establecer las alternativas operativas necesarias para sostener incrementos de producción sin comprometer la eficiencia ni la calidad del producto.

A. Capacidad mínima del sistema.

En este escenario se planteó la capacidad del sistema utilizando la dotación mínima de operarios requerida para garantizar el flujo básico del proceso productivo. Para ello, se consideró una plantilla inicial compuesta por tres operarios en dimensionado, un carpintero A, un carpintero B, un operario de pintura y un técnico de cabina, distribuidos según el balance de cargas y la secuencia real del proceso.

Con esta configuración base se estimó la capacidad de cada etapa y se identificó la capacidad mínima global del sistema, a partir de la cual se desarrollaron los escenarios posteriores.

Tabla 47: Datos de capacidad mínima del sistema.

		Dimensionado	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparación (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Operarios		3	1	1	1	1
Horas semanales	48 h	144 h	48 h	48 h	48 h	48 h
Horas disponibles	46.5 h	139.5 h	46.5 h	46.5 h	46.5 h	46.5 h
Tasa de retrabajo		10.7875%	2.0080%	4.6620%	2.6969%	2.6969%
Tiempo de ciclo total promedio		3.5508 h/u	3.0564 h/u	3.1111 h/u	0.7676 h/u	0.4419 h/u

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48: Capacidades del escenario A.

Etapas	
Dimensionado	Capacidad instalada = $\frac{144 \text{ h}}{3.5508 \text{ h/u}} = 40 \text{ u}$ Capacidad disponible = $\frac{139.5 \text{ h}}{3.5508 \text{ h/u}} = 39 \text{ u}$ Capacidad efectiva = $(39 \text{ u}) * (1 - 10.7875\%) = 34 \text{ u}$

Corte y preparación (Carp. A)	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 h}{3.0564 h/u} = 16 u$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 h}{3.0564 h/u} = 15 u$ $\text{Capacidad efectiva} = (15 u) * (1 - 2.0080\%) = 14 u$
Corte y preparación (Carp. B)	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 h}{3.1111 h/u} = 15 u$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 h}{3.1111 h/u} = 14 u$ $\text{Capacidad efectiva} = (14 u) * (1 - 4.6620\%) = 13 u$
Primeras capas de pintura	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 h}{0.7676 h/u} = 62 u$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 h}{0.7676 h/u} = 60 u$ $\text{Capacidad efectiva} = (60 u) * (1 - 2.6969\%) = 58 u$
Pintura en cabina	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 h}{0.4419 h/u} = 108 u$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 h}{0.4419 h/u} = 105 u$ $\text{Capacidad efectiva} = (105 u) * (1 - 2.6969\%) = 102 u$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49: Capacidad global (Escenario A).

	Carpintería	Pintura
Capacidad instalada	31 unidades semanales	62 unidades semanales
Capacidad disponible	29 unidades semanales	60 unidades semanales
Capacidad efectiva	27 unidades semanales	58 unidades semanales

Fuente: Elaboración propia.

En este primer escenario se evaluó el comportamiento del sistema utilizando únicamente la dotación mínima de operarios establecida como base del proceso: tres operarios en dimensionado inicial, un carpintero A, un carpintero B, un operario de pintura para las primeras dos capas y un técnico de cabina. A partir

de esta configuración se analizaron las capacidades instalada, disponible y efectiva de cada etapa con el fin de identificar el cuello de botella del sistema.

Los resultados mostraron que, aunque la etapa de dimensionado inicial presentó una capacidad instalada de 40 unidades por semana, una capacidad disponible de 39 unidades y una capacidad efectiva de aproximadamente 34 unidades, estas cifras superaron ampliamente la capacidad de corte y preparación. En efecto, la suma de capacidades de Carpintero A y Carpintero B apenas alcanzó 31 unidades de capacidad instalada, 29 unidades de capacidad disponible y 27 unidades de capacidad efectiva, valores que se ubicaron por debajo de los registrados en dimensionado y, por lo tanto, determinaron que corte y preparación se constituyó en el cuello de botella del proceso.

Una situación similar se observó en pintura. Las primeras dos capas de pintura alcanzaron 62 unidades de capacidad instalada, 60 unidades de capacidad disponible y 58 unidades de capacidad efectiva, mientras que la pintura en cabina obtuvo valores incluso mayores: 108 unidades instaladas, 105 disponibles y alrededor de 102 efectivas. Estas cifras evidenciaron que ninguna de las operaciones de pintura representaba una restricción para el sistema dentro de este escenario, ya que ambas etapas superaron ampliamente la capacidad disponible en carpintería.

En conjunto, el análisis permitió concluir que la etapa crítica del sistema bajo la dotación mínima fue corte y preparación, debido a que su capacidad efectiva resultó significativamente inferior a la del resto de las operaciones. Por esta razón, el rendimiento global del proceso estuvo condicionado por su desempeño, definiéndolo como la etapa limitante en el Escenario A.

B. Incremento de 10 unidades semanales respecto a la capacidad mínima del sistema.

Posteriormente, se planteó un segundo escenario en el cual la demanda semanal se incrementó en 10 unidades respecto a la capacidad mínima anteriormente calculada. A partir de este nuevo nivel de demanda se evaluó nuevamente el flujo productivo y se efectuó el balanceo correspondiente para

determinar las horas requeridas por etapa y los operarios adicionales necesarios para cubrir este incremento sin generar saturación en el proceso.

Tabla 50: Datos de demanda (Escenario B).

		Dimensio nado	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparació n (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Porcentaje de trabajo			53.6748%	46.3252%		
Demanda	39 u	39 u	21 u	18 u	39 u	39 u
Tiempo de ciclo total promedio		3.5508 h/u	3.0564 h/u	3.1111 h/u	0.7676 h/u	0.4419 h/u

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51: Requerimientos de producción (Escenario b).

Etap	
Dimensionado	Horas requeridas = 39 u * 3.5508 h/u = 138.4812 h N° de operarios requeridos = $\frac{138.4812 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 3$
Corte y preparación (Carp. A)	Horas requeridas = 21 u * 3.0564 h/u = 64.1844 h N° de operarios requeridos = $\frac{64.1844 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 2$
Corte y preparación (Carp. B)	Horas requeridas = 18 u * 3.1111 h/u = 55.9998 h N° de operarios requeridos = $\frac{55.9998 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 2$
Primeras 2 capas de pintura	Horas requeridas = 39 u * 0.7676 h/u = 26.0984 h N° de operarios requeridos = $\frac{26.0984 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 1$
Pintura en cabina	Horas requeridas = 39 u * 0.4419 h/u = 17.2341 h N° de operarios requeridos = $\frac{17.2341 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 1$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52: Datos de capacidad del escenario B.

		Dimensio nado	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparación (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Demanda	39 u	39 u	21 u	18 u	38 u	38 u
Operarios		3	2	2	1	1
Horas semanales	48 h	144 h	96 h	96 h	48 h	48 h
Horas disponibles	46.5 h	139.5 h	93 h	93 h	46.5 h	46.5 h
Tasa de retrabajo		10.7875 %	2.0080%	4.6620%	2.6969%	2.6969%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53: Capacidades del escenario B.

Etapa	
Dimensionado	Capacidad instalada = $\frac{144 h}{3.5508 h/u} = 40 u$ Capacidad disponible = $\frac{139.5 h}{3.5508 h/u} = 39 u$ Capacidad efectiva = $(39 u) * (1 - 10.7875\%) = 34 u$
Corte y preparación (Carp. A)	Capacidad instalada = $\frac{96 h}{3.0564 h/u} = 31 u$ Capacidad disponible = $\frac{93 h}{3.0564 h/u} = 30 u$ Capacidad efectiva = $(30 u) * (1 - 2.0080\%) = 29 u$
Corte y preparación (Carp. B)	Capacidad instalada = $\frac{96 h}{3.1111 h/u} = 30 u$ Capacidad disponible = $\frac{93 h}{3.1111 h/u} = 29 u$ Capacidad efectiva = $(29 u) * (1 - 4.6620\%) = 27 u$

Primeras capas pintura	2 de	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 h}{0.7676 h/u} = 62 u$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 h}{0.7676 h/u} = 60 u$ $\text{Capacidad efectiva} = (60 u) * (1 - 2.6969\%) = 58 u$
Pintura cabina	en	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 h}{0.4419 h/u} = 108 u$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 h}{0.4419 h/u} = 105 u$ $\text{Capacidad efectiva} = (105 u) * (1 - 2.6969\%) = 102 u$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54: Capacidad global (Escenario B).

	Carpintería	Pintura
Capacidad instalada	40 unidades semanales	62 unidades semanales
Capacidad disponible	39 unidades semanales	60 unidades semanales
Capacidad efectiva	34 unidades semanales	58 unidades semanales

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario se evaluó la respuesta del sistema ante una demanda de 39 unidades por semana. Para ello, se realizó el balanceo del proceso, calculando primero las horas requeridas por etapa y, en función de estas, los operarios necesarios para cubrir la demanda sin generar saturaciones. Posteriormente, se compararon las capacidades instalada, disponible y efectiva de cada etapa a fin de identificar la restricción principal del sistema.

En dimensionado inicial, con tres operarios asignados, se obtuvo una capacidad instalada de 40 unidades, una capacidad disponible de 39 unidades y una capacidad efectiva de 34 unidades.

Por otro lado, en corte y preparación, los resultados fueron significativamente superiores. La suma de capacidades de Carpintero A y Carpintero B alcanzó 61 unidades instaladas, 59 unidades disponibles y 56 unidades efectivas, lo cual demostró que esta etapa tenía la posibilidad de absorber holgadamente la demanda de 39 unidades.

En pintura, también se observó una holgura considerable. Las primeras dos capas alcanzaron 62 unidades instaladas, 60 disponibles y 58 efectivas, mientras que pintura en cabina mostró incluso mayores capacidades: 108 instaladas, 105 disponibles y 102 efectivas. Estos valores confirmaron que ninguna etapa de pintura representó un cuello de botella.

Al comparar todas las etapas, se determinó que la capacidad efectiva más baja del proceso correspondió a dimensionado inicial, con 34 unidades por semana, siendo esta inferior tanto a la capacidad efectiva combinada de corte y preparación como a la de pintura. En consecuencia, dimensionado se identificó como el cuello de botella del sistema para la demanda de 39 unidades, ya que limitó la cantidad máxima que el proceso podía atender bajo las condiciones evaluadas.

C. Incremento de 30 unidades semanales respecto a la capacidad mínima del sistema.

Finalmente, se planteó un escenario de mayor exigencia operativa, en el cual la demanda semanal se incrementó en 30 unidades por encima de la capacidad mínima. Para este nivel de carga se realizaron los cálculos de horas requeridas en cada etapa y se efectuó el balanceo del proceso con el fin de determinar la cantidad de operarios que serían necesarios para atender dicho incremento.

Este escenario permitió analizar el comportamiento del sistema ante un aumento significativo de la producción y evidenciar las restricciones más críticas asociadas a la disponibilidad de mano de obra y maquinaria.

Tabla 55: Datos de demanda (Escenario C).

		Dimensionado	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparación (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Porcentaje de trabajo			53.6748%	46.3252%		
Demanda	59 u	59 u	32 u	27 u	59 u	59 u

Tiempo de ciclo total promedio		3.5508 h/u	3.0564 h/u	3.1111 h/u	0.7676 h/u	0.4419 h/u
--------------------------------	--	------------	------------	------------	------------	------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Requerimientos de producción (Escenario C).

Etapa		
Dimensionado		Horas requeridas = 59 u * 3.5508 h/u = 209.4972 h N° de operarios requeridos = $\frac{209.4972 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 5$
Corte y preparación (Carp. A)	y	Horas requeridas = 32 u * 3.0564 h/u = 97.8048 h N° de operarios requeridos = $\frac{97.8048 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 3$
Corte y preparación (Carp. B)	y	Horas requeridas = 27 u * 3.1111 h/u = 83.9997 h N° de operarios requeridos = $\frac{83.9997 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 2$
Primeras 2 capas de pintura		Horas requeridas = 59 u * 0.7676 h/u = 45.2884 h N° de operarios requeridos = $\frac{45.2884 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 1$
Pintura en cabina		Horas requeridas = 59 u * 0.4419 h/u = 26.0721 h N° de operarios requeridos = $\frac{26.0721 \text{ h}}{46.5 \text{ h}} = 1$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Datos de capacidad del escenario C.

		Dimensionado	Corte y preparación (Carp. A)	Corte y preparación (Carp. B)	Primeras 2 capas de pintura	Pintura en cabina
Demanda	59 u	59 u	32 u	27 u	58 u	58 u
Operarios		5	3	2	1	1
Horas semanales	48 h	240 h	144 h	96 h	48 h	48 h

Horas disponibles	46.5 h	232.5 h	139.5 h	93 h	46.5 h	46.5 h
Tasa de retrabajo		10.7875%	2.0080%	4.6620%	2.6969%	2.6969%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58: Capacidades del escenario C.

Etapas		
Dimensionado		$\text{Capacidad instalada} = \frac{240 \text{ h}}{3.5508 \text{ h/u}} = 67 \text{ u}$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{232.5 \text{ h}}{3.5508 \text{ h/u}} = 65 \text{ u}$ $\text{Capacidad efectiva} = (65 \text{ u}) * (1 - 10.7875\%) = 57 \text{ u}$
Corte y preparación (Carp. A)	y	$\text{Capacidad instalada} = \frac{144 \text{ h}}{3.0564 \text{ h/u}} = 47 \text{ u}$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{139.5 \text{ h}}{3.0564 \text{ h/u}} = 45 \text{ u}$ $\text{Capacidad efectiva} = (45 \text{ u}) * (1 - 2.0080\%) = 44 \text{ u}$
Corte y preparación (Carp. B)	y	$\text{Capacidad instalada} = \frac{96 \text{ h}}{3.1111 \text{ h/u}} = 30 \text{ u}$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{93 \text{ h}}{3.1111 \text{ h/u}} = 29 \text{ u}$ $\text{Capacidad efectiva} = (29 \text{ u}) * (1 - 4.6620\%) = 27 \text{ u}$
Primeras capas de pintura	2 de	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 \text{ h}}{0.7676 \text{ h/u}} = 62 \text{ u}$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 \text{ h}}{0.7676 \text{ h/u}} = 60 \text{ u}$ $\text{Capacidad efectiva} = (60 \text{ u}) * (1 - 2.6969\%) = 58 \text{ u}$
Pintura cabina	en	$\text{Capacidad instalada} = \frac{48 \text{ h}}{0.4419 \text{ h/u}} = 108 \text{ u}$ $\text{Capacidad disponible} = \frac{46.5 \text{ h}}{0.4419 \text{ h/u}} = 105 \text{ u}$

	Capacidad efectiva = (105 u) *(1-2.6969%) =102 u
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59: Capacidad global (Escenario C).

	Carpintería	Pintura
Capacidad instalada	67 unidades semanales	62 unidades semanales
Capacidad disponible	65 unidades semanales	60 unidades semanales
Capacidad efectiva	57 unidades semanales	58 unidades semanales

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario se evaluó la capacidad del sistema ante una demanda de 59 unidades por semana. Para ello, se aplicó el balanceo correspondiente, el resultado de este balanceo estableció la asignación de 5 operarios en dimensionado, 3 carpinteros A, 2 carpinteros B, 1 operario para las primeras dos capas de pintura y 1 técnico de cabina.

A partir de esta dotación, se calcularon las capacidades instalada, disponible y efectiva de cada operación. En dimensionado, las 240 horas totales asignadas generaron una capacidad instalada de 67 unidades, mientras que las 232.5 horas disponibles redujeron la capacidad disponible a 65 unidades. Finalmente, al incorporar la tasa de retrabajo del 10.7875%, la capacidad efectiva de esta etapa se ubicó en 57 unidades por semana.

En corte y preparación, Carpintero A obtuvo una capacidad instalada de 47 unidades, una capacidad disponible de 45 unidades y una capacidad efectiva de 44 unidades, mientras que Carpintero B alcanzó capacidades de 30 unidades instaladas, 29 disponibles y 27 efectivas.

En pintura, los resultados mostraron una holgura significativa. Las primeras dos capas de pintura alcanzaron una capacidad instalada de 62 unidades, una capacidad disponible de 60 unidades y una capacidad efectiva de 58 unidades, mientras que pintura en cabina obtuvo 108 unidades instaladas, 105 disponibles y 102 efectivas. Esto evidenció que ninguna etapa de pintura constituyó una restricción operativa para este escenario.

Al comparar los resultados entre dimensionado, corte y preparación y pintura, se observó que las capacidades efectivas corte y preparación superaron

a la capacidad efectiva de dimensionado. En este escenario, dimensionado se convirtió en el cuello de botella del sistema, ya que su capacidad efectiva de 57 unidades representó el valor más bajo entre todas las etapas evaluadas.

En conclusión, el Escenario C evidenció que, aun cuando se incrementó la dotación de operarios para responder a 59 unidades semanales, la etapa de dimensionado inicial limitó el desempeño global del sistema, convirtiéndose en la etapa restrictiva. Aunque corte y preparación y pintura disponían de suficiente capacidad efectiva, el proceso completo no podía superar las 57 unidades semanales sin realizar ajustes adicionales en dimensionado.

5.2 Propuestas técnicas y operativas de mejora.

A partir del análisis de capacidad desarrollado en los escenarios A, B y C, se identificaron diversas limitaciones operativas que afectaron en mayor o menor medida el desempeño global del proceso productivo. Con el fin de garantizar una mayor eficiencia y permitir incrementos graduales en la producción semanal, se formularon un conjunto de propuestas técnicas y operativas cuantificadas, orientadas a optimizar la capacidad instalada, disponible y efectiva.

Tabla 60: Resumen de las capacidades por escenario.

Demanda por escenario	Capacidad instalada		Capacidad disponible		Capacidad efectiva	
	Carpintería	Pintura	Carpintería	Pintura	Carpintería	Pintura
29 unidades semanales	31 unidades semanales	62 unidades semanales	29 unidades semanales	60 unidades semanales	27 unidades semanales	58 unidades semanales
39 unidades semanales	40 unidades semanales	62 unidades semanales	39 unidades semanales	60 unidades semanales	34 unidades semanales	58 unidades semanales

59	67	62	65	60	57	58
unidades	unidades	unidades	unidades	unidades	unidades	unidades
semanale	semanale	semanale	semanale	semanale	semanale	semanale
s	s	s	s	s	s	s

Fuente: Elaboración propia.

A. Capacidad mínima del sistema.

En el escenario A, donde el sistema operó con la dotación mínima de personal y el cuello de botella identificado correspondió a la etapa de corte y preparación, la estrategia de mejora fue orientada a compensar las limitaciones sin aumentar operarios ni estaciones de trabajo. En estas condiciones, la opción más efectiva consistió en reforzar los controles de calidad en las etapas críticas, particularmente en corte y preparación, con el fin de reducir los retrabajos que disminuían la capacidad efectiva, la cual se ubicó en 27 unidades semanales, muy por debajo de las 34 unidades efectivas obtenidas en dimensionado.

La reducción del retrabajo en estas operaciones habría permitido recuperar aproximadamente 2 unidades adicionales en capacidad efectiva, elevando la capacidad de 27 a 29 unidades semanales, lo que representa un incremento cercano al 7.4%. Si, adicionalmente, se reducía el retrabajo en dimensionado (10.7875%) mediante controles en inspecciones y preparación, la capacidad efectiva de esa etapa podría incrementarse de 34 a 36 unidades, un aumento del 5.9%. En conjunto, estas mejoras reflejan que, aun en condiciones de personal mínimo, el fortalecimiento de la calidad interna tenía un impacto directo y cuantificable en la capacidad del proceso, contribuyendo a disminuir la presión sobre el cuello de botella y mejorar el flujo global sin modificar la dotación existente.

B. Incremento de 10 unidades semanales respecto a la capacidad mínima del sistema.

En el escenario B, donde la demanda ascendió a 39 unidades semanales y el cuello de botella se trasladó a la etapa de dimensionado, las propuestas de mejora se enfocaron en incrementar la disponibilidad real de esta etapa, ya que

su capacidad efectiva de 34 unidades resultó insuficiente frente a la demanda y quedó por debajo de las capacidades de corte y preparación (56 unidades efectivas) y pintura (102 unidades efectivas).

La mejora más significativa se obtendría al incrementar el número de operarios de tres a cinco, lo que aumentaba las horas totales de 144 a 240 horas semanales. Esto elevaría la capacidad instalada de 40 a 67 unidades y la capacidad efectiva de 34 a 57 unidades, lo que representa un aumento del 67.5% respecto a la capacidad original. A este incremento se sumaría la propuesta de incorporar una estación de trabajo adicional, reduciendo los tiempos de espera por maquinaria y generando aproximadamente 3 unidades adicionales de capacidad, alcanzando así una capacidad efectiva cercana a 60 unidades por semana.

Este aumento total, equivalente a un 76.4% de mejora respecto a la capacidad efectiva inicial, permitiría atender la demanda de 39 unidades con holgura y sin recurrir a horas extras, así como obtener un margen suficiente para cubrir requerimientos adicionales, especialmente en la línea de exportaciones hacia El Salvador.

C. Incremento de 30 unidades semanales respecto a la capacidad mínima del sistema.

En el escenario C, donde se analizó la respuesta del sistema ante una demanda de 59 unidades semanales y se identificó que el cuello de botella persistía en la etapa de dimensionado, incluso con cinco operarios esta etapa únicamente alcanzaba una capacidad efectiva de 57 unidades, lo que impedía cubrir la demanda requerida.

Para resolver esta restricción sin alterar la operación regular de lunes a sábado, se propuso la contratación de cinco operarios adicionales para trabajar una jornada dominical, con el fin de aumentar específicamente la capacidad del área crítica. Esta medida aportaría 40 horas adicionales por semana a dimensionado, elevando la capacidad instalada de 67 a aproximadamente 79 unidades, y aumentando la capacidad efectiva de 57 a 65 unidades semanales, lo

que representó un incremento cercano al 14 % respecto a la capacidad inicial del escenario.

Con esta acción, dimensionado dejaría de limitar el flujo productivo, permitiendo no solo satisfacer la demanda de 59 unidades, sino también contar con un margen operativo suficiente para absorber variaciones en tiempos de ciclo o incrementos menores de trabajo sin generar nuevos cuellos de botella. La incorporación puntual de personal para una jornada dominical se configuró como una alternativa eficiente para ampliar la capacidad sin requerir inversión en maquinaria ni modificaciones estructurales en planta.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El último capítulo reunió los principales hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación, integrando los resultados del diagnóstico, los estudios de tiempos y los análisis de capacidad. El capítulo presenta las conclusiones generales sobre el nivel de aprovechamiento de los recursos, la eficiencia operativa y los factores críticos que limitan la capacidad productiva.

Asimismo, se formularon recomendaciones prácticas y técnicamente viables dirigidas a la mejora continua del proceso, priorizando aquellas acciones que permitan incrementar la productividad y fortalecer la gestión operativa del área de carpintería y pintura.

6.1 Conclusiones.

La presente investigación cumplió con el objetivo general de analizar la capacidad de producción en el área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda., permitiendo obtener una visión clara y estructurada del desempeño real del sistema productivo. A través del diagnóstico situacional, el estudio de tiempos, el análisis de capacidad y la evaluación de escenarios de demanda, se evidenció que la empresa opera con limitaciones internas que afectan su eficiencia, su estabilidad operativa y su capacidad de respuesta ante el crecimiento de la demanda.

El análisis integral de la situación operativa, complementado con los resultados del muestreo del trabajo, permitió identificar con claridad los principales factores que restringieron el desempeño del área de carpintería y pintura de la empresa Molina de Clase & Cía. Ltda. Se evidenció que el retrabajo recurrente, particularmente en la etapa de dimensionado, junto con la ausencia de controles de calidad sistemáticos, la falta de estandarización de los métodos de trabajo y la variabilidad en la disponibilidad de maquinaria, generaron interrupciones en el flujo productivo y redujeron la capacidad efectiva del sistema. Asimismo, el muestreo mostró que una parte significativa del tiempo del operario se destinó a la atención simultánea de otros muebles, lo que confirmó la utilización compartida de los

recursos y explicó la presencia de discontinuidades en el flujo del producto en estudio. De igual forma, se determinó que los tiempos de espera inevitables, asociados principalmente a los procesos de secado, junto con la dependencia del conocimiento empírico del personal y la limitada capacidad de ciertas estaciones, explicaron los desbalances en la carga de trabajo y la aparición de cuellos de botella, condicionando de manera directa la eficiencia y el desempeño global del proceso productivo.

La evaluación de la capacidad productiva, mediante la aplicación del estudio de tiempos, el balanceo de cargas y el análisis de secuencias operativas, permitió establecer el comportamiento real del sistema frente a distintos niveles de demanda. Los resultados demostraron que, si bien las etapas de corte y preparación y pintura presentan márgenes operativos relativamente favorables, la etapa de dimensionado mantiene una capacidad limitada que se convierte en la principal restricción del proceso. Este comportamiento se confirmó en los escenarios analizados, donde ante niveles moderados de demanda el cuello de botella se desplazó hacia dimensionado, y en escenarios de mayor exigencia, incluso con incrementos en la dotación de personal, la capacidad efectiva resultó insuficiente para cubrir la producción requerida. Estos hallazgos evidenciaron que el límite real de producción del sistema está determinado por el tiempo de ciclo, la disponibilidad operativa y la tasa de retrabajo en dicha etapa crítica.

Las alternativas de mejora técnica y operativa evaluadas demostraron que es posible incrementar de manera significativa la capacidad efectiva del sistema sin recurrir, en una primera etapa, a inversiones mayores en infraestructura o maquinaria. La reducción del retrabajo mediante la implementación de controles de calidad, el balanceo de cargas de trabajo, la reasignación del personal y la incorporación estratégica de operarios adicionales permitieron obtener incrementos relevantes en la capacidad productiva en los distintos escenarios estudiados. Los resultados alcanzados, con mejoras porcentuales asociadas a la disminución de defectos, al refuerzo de la dotación en dimensionado y a la optimización de las jornadas de trabajo, evidenciaron que las acciones orientadas

a la eficiencia operativa constituyen una vía efectiva para responder al incremento de la demanda y mejorar la estabilidad del flujo productivo.

En conjunto, los resultados del estudio confirman que la empresa posee un alto potencial para fortalecer su desempeño productivo mediante ajustes internos planificados, sustentados en criterios técnicos y en el uso sistemático de herramientas de análisis de capacidad. Asimismo, la investigación permitió establecer una base objetiva para la toma de decisiones operativas y estratégicas, y se configura como un punto de partida para el desarrollo de futuros estudios relacionados con inversión en tecnología, rediseño de la distribución de planta y análisis más específicos de productividad, eficiencia, mantenimiento y gestión de materiales. De esta manera, el análisis de capacidad no solo cumple con su propósito diagnóstico, sino que contribuye a sentar las bases para una mejora sostenida de la competitividad y la sostenibilidad operativa de la empresa en su proceso de expansión.

6.2 Recomendaciones.

Las recomendaciones que se presentan a continuación se derivan del análisis integral de capacidad realizado en el área de carpintería y pintura, así como de los resultados obtenidos en los escenarios evaluados. Estas propuestas buscan fortalecer el desempeño operativo del sistema productivo, reducir las restricciones detectadas, mejorar la estabilidad del flujo de trabajo y garantizar la sostenibilidad de la capacidad instalada.

Cada recomendación responde directamente a los problemas identificados durante el diagnóstico situacional, el estudio de tiempos, el análisis de retrabajo y el balanceo de cargas, orientándose a incrementar la eficiencia, la calidad y la competitividad de la empresa. Su implementación permitirá que Molina de Clase & Cía. Ltda., consolide un proceso más robusto, flexible y alineado con las proyecciones de crecimiento nacional e internacional.

1. Fortalecimiento del control de calidad y estandarización operativa.

Desarrollar procedimientos operativos estandarizados para todas las etapas del proceso productivo, acompañados de instructivos visuales, listas de

verificación y manuales técnicos que aseguren la uniformidad en la ejecución de las tareas. Asimismo, se recomienda implementar controles de calidad en puntos críticos como: dimensionado, corte y preparación, lijado y pintura, mediante inspecciones dimensionales, visuales y registros sistemáticos que documenten causas, frecuencia y costos de los defectos.

Adicionalmente, se sugiere formalizar la relación con proveedores mediante criterios definidos de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio, con el fin de garantizar materia prima consistente y reducir variaciones que afecten la capacidad productiva o generen retrabajo.

2. Reducción de tiempos improductivos.

Disminuir los tiempos de preparación asociados al cambio de herramientas, ajustes de maquinaria o preparación de estaciones mediante prácticas estandarizadas y una mejor organización de los recursos. La correcta aplicación de esta medida permitirá reducir cuellos de botella, mejorar el flujo continuo del proceso y aumentar la capacidad efectiva, coherentemente con los resultados del análisis de capacidad instalada.

3. Implementación de un plan formal de mantenimiento preventivo.

Establecer un programa estructurado de mantenimiento preventivo, con cronogramas definidos, registros de intervenciones y criterios claros para la atención de equipos. Asimismo, se recomienda diseñar un inventario mínimo de repuestos esenciales para maquinaria crítica y evaluar la viabilidad técnica y económica de renovar equipos obsoletos o de baja tecnología. Estas acciones garantizan una mayor disponibilidad operativa de los equipos, reducen fallas recurrentes y minimizan tiempos de inactividad que podrían convertirse en restricciones de capacidad.

4. Desarrollo del capital humano y fortalecimiento técnico del personal.

Establecer un programa permanente de capacitación que incluya temas como métodos estandarizados, buenas prácticas de manufactura, ergonomía, seguridad industrial y control de calidad. Este proceso debe reforzarse con la incorporación estratégica de personal técnico especializado, particularmente en

etapas identificadas como críticas, como dimensionado y corte y preparación. El fortalecimiento de las competencias del personal permitirá reducir la dependencia de conocimientos empíricos, mejorar la precisión operativa y fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

5. Mejoras en condiciones de trabajo y ambiente operacional.

Optimizar el ambiente laboral mediante mejoras en ventilación, iluminación y sistemas de extracción de polvo, especialmente en etapas como corte y preparación y pintura. También se debe reforzar el cumplimiento del equipo de protección personal y aplicar herramientas como las 5S's, orientadas al orden, limpieza y seguridad en el puesto de trabajo. Estas medidas contribuyen a un entorno más seguro y ergonómico, elevan la productividad y favorecen la calidad del producto final.

6. Creación de un sistema de indicadores y estructura formal de mejora continua.

Diseñar un tablero integral de indicadores clave (KPIs) que incluya métricas de eficiencia operativa, productividad, tiempos de ciclo, disponibilidad de maquinaria y tasas de retrabajo.

Para garantizar la sostenibilidad de las mejoras, se recomienda conformar un comité interno de mejora continua, encargado de analizar los resultados, dar seguimiento a las acciones implementadas y proponer nuevas oportunidades de optimización. Esta estructura permitirá una gestión basada en datos y decisiones alineadas a los objetivos estratégicos de la empresa

7. Proyección de estudios futuros para el fortalecimiento estratégico de la empresa.

Si bien la presente investigación se centró en el análisis de capacidad, los resultados obtenidos permiten identificar oportunidades de mejora que pueden ser abordadas mediante estudios posteriores. En este sentido, se recomienda considerar la realización de estudios de inversión que evalúen la viabilidad económica de adquirir nueva maquinaria, mejorar la tecnología existente o invertir en materiales de mayor calidad.

Asimismo, los resultados del análisis de procesos pueden servir como punto de partida para un rediseño de la distribución de planta orientado a optimizar el flujo productivo y reducir tiempos improductivos. De igual manera, el análisis de capacidad realizado abre la posibilidad de desarrollar estudios más específicos relacionados con productividad, eficiencia, mantenimiento y gestión de materiales, los cuales contribuirían a fortalecer la toma de decisiones estratégicas de la empresa.

En este contexto, la presente investigación no solo cumplió con su objetivo principal, sino que se planteó como un punto de partida para futuros estudios orientados a incrementar la competitividad y la sostenibilidad operativa de Molina de Clase & Cía. Ltda.

REFERENCIAS.

- 3M. (2020). *3M Media Máscara reutilizable Serie 6000 Ficha Técnica*. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/2256528O/3m-reusable-respirator-6000hm-technical-datasheet-spanish.pdf>
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2007). *Ley 618. Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo*. Managua: La Gaceta Nicaragua.
- Ballou, R. H. (2004). *LOGÍSTICA: Administración de la cadena de suministros*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Bestronair. (s.f.). *Ventilador industrial grande de alta velocidad de 24 pulgadas*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Bestronair-Ventilador-industrial-ventilador-par%C3%A1metros/dp/B0BPLD9N6Q?th=1>
- Calvo, M. (17 de marzo de 2025). *Método ABC de inventarios: ¿qué es y cómo aplicarlo en almacén?* Obtenido de <https://www.shiptify.com/es/blog/m%C3%A9todo-abc-de-inventarios>
- Capris. (s.f.). *JET 708544 CEPILLADORA 20"X8" HELICOIDAL 5HP 5000RPM 400CFM 220V/60HZ/1F JWP-208HH-1*. Obtenido de <https://www.capris.cr/en/jet-708544-cepilladora-20u0022x8u0022-helicoidal-5hp-5000rpm-400cfm-220v-60hz-1f-jwp-208hh-1-270414.html>
- Century Machinery Company. (s.f.). *Lijadora de banda ancha 36" Burlington Rand S36X75R cama reciproca*. Obtenido de <https://www.ebay.com/itm/388604176190>
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministro*. México : McGRAW-HILL.

- Delta Machine. (s.f.). *Hojas de sierra de cinta*. Obtenido de <https://www.manualslib.es/manual/145118/Delta-28-206.html?page=70>
- Einhell. (s.f.). *Einhell TC-TS 8 - Sierra circular sobre mesa*. Obtenido de <https://www.amazon.es/dp/B0DDXZVHZN?tag=relibros00-21&linkCode=osi&th=1&psc=1>
- Escuela de Administración y Negocios (Universidad de Costa Rica). (2025). *AMEF*. Obtenido de https://ucreanop.com/wp-content/uploads/2021/08/04-AMEF-.pdf?utm_source
- FESTOOL, & TTS Tooltechnic Systems AG & Co. KG. (2012). *Ensambladora de espigas. Manual de usuario complementario*. Obtenido de https://www.festoolusa.com/-/media/tts/fcp/festool-usa/downloads/manuals/domino_xl_df700_supplemental.pdf
- García Criollo, R. (México). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2006: Trillas.
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (2005). *La meta, tercera edición*. Mexico: Ediciones Castillo.
- GONI. (s.f.). *Pistola de gravedad HVLP con vaso de 600ml y boquilla de 1.7mm Mod 384*. Obtenido de https://www.goni.mx/Pistola-de-gravedad-HVLP-con-vaso-de-600ml-y-boquilla-de-1-7mm-Mod-384,1201_46
- Grupo Truper. (2025). *Esmeriladora angular 9", 2350W,*. Obtenido de https://www.truper.com/ficha_tecnica_pdf/views/ficha-print.php?id=3622
- Grupo Truper. (s.f.). *Taladro de piso 13", 3/4 HP (560 W), broquero 5/8", Truper*. Obtenido de https://www.truper.com/ficha_tecnica/Taladro-de-piso-5-8-x-13-3589.html
- Grupor Truper. (s.f.). *Esmeril de banco de 5" de 1/4 HP (185*. Obtenido de https://www.truper.com/ficha_tecnica_pdf/views/ficha-print.php?codigo=10935

- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones, séptima edición*. México: Pearson Education.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Iztapalapa: Mc Graw Hill.
- Herramientas DWMX.MX. (s.f.). *Sierra de Brazo Radial de 12" DeWalt DW721KN-B3*. Obtenido de <https://www.dwmx.mx/sierra-radial-dewalt-DW721KN-B3>
- INFINITOOLS. (s.f.). *Cepilladora de 15" y 3 HP con cabezal de corte helicoidal Grizzly G0891*. Obtenido de <https://infinitools.mx/products/cepilladora-cepillo-15-y-3-hp-con-cabezal-de-corte-helicoidal-grizzly-g0891>
- Infraspeak Team. (23 de marzo de 2023). *Análisis de los 5 por qué (5 whys): ¿qué es y cómo hacerla?* Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/analisis-de-los-5-por-ques/>
- INGENIIA. (2018). *¿QUÉ ES BALANCEO DE LÍNEAS?* Obtenido de <https://ingeniia.com/que-es-balanceo-de-lineas/#:~:text=El%20balanceo%20de%20l%C3%ADneas%20es,productividad%20del%20sistema%20de%20producci%C3%B3n.>
- Kranker, D. (s.f.). *Cómo utilizar correctamente una lijadora de tambor*. Obtenido de https://www.redlabelabrasives.com/blogs/news/how-to-properly-use-a-drum-sander?srltid=AfmBOooX8Yv_bEJ2-EPERev6CMzWWPVhmbmskLQY4ZO304sFrPqdLx_6&
- Laoyan, S. (21 de febrero de 2025). *Qué es el principio de Pareto o la regla 80/20*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>
- Liker, J. K., & Meier, D. P. (2008). *El talento Toyota*. México: Mc Graw Hill.
- MAKITA. (s.f.). *DDF083 Atornillador taladro inalámbrico*. Obtenido de <https://www.makita.com.mx/producto/ddf083/>
- MAKITA. (s.f.). *Fresadora de superficie RP0900*. Obtenido de <https://www.makita.es/product/rp0900.html>

MAKITA. (s.f.). *Roto - Lijadora orbital Makita 240w M9204B profesional 110v.* Obtenido de [https://www.amazon.com.mx/Lijadora-Excentrica-Rotativa-Electrica-](https://www.amazon.com.mx/Lijadora-Excentrica-Rotativa-Electrica-Makita/dp/B096W5DWT8/ref=sr_1_4?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1NANEEHTSGXVB&dib=eyJ2IjoiMSJ9.Q_drKVRUXEKcdfOTQIOcNi_FaqFAsWwr_C6kh2dsCtD0egl91SQxcjJ65v58wdCtIYNJnEAeOzu7K9C)

[Makita/dp/B096W5DWT8/ref=sr_1_4?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1NANEEHTSGXVB&dib=eyJ2IjoiMSJ9.Q_drKVRUXEKcdfOTQIOcNi_FaqFAsWwr_C6kh2dsCtD0egl91SQxcjJ65v58wdCtIYNJnEAeOzu7K9C](https://www.amazon.com.mx/Lijadora-Excentrica-Rotativa-Electrica-Makita/dp/B096W5DWT8/ref=sr_1_4?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1NANEEHTSGXVB&dib=eyJ2IjoiMSJ9.Q_drKVRUXEKcdfOTQIOcNi_FaqFAsWwr_C6kh2dsCtD0egl91SQxcjJ65v58wdCtIYNJnEAeOzu7K9C)

Maya Enríquez, O. A. (2013). Análisis de la capacidad exportadora de las micros y pequeñas empresas industriales de Nariño [Tesis monográfica]. *Análisis de la capacidad exportadora de las micros y pequeñas empresas industriales de Nariño*. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto.

Mercado Libre. (s.f.). *Grizly Industrial G0548z 2 Hp Dust Collector Jjo*. Obtenido de <https://www.mercadolibre.com.mx/grizly-industrial-g0548z-2-hp-dust-collector-jjo/up/MLMU474214722>

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGraw Hill.

Ortega, D. C., & Sandoval, W. R. (2020). Análisis técnico para la aplicación de la capacidad de producción en el proceso primario de Cargill-proteína Masaya[Tesis monográfica]. *Análisis técnico para la aplicación de la capacidad de producción en el proceso primario de Cargill-proteína Masaya*. Universidad Nacional de Ingeniería UNI, Managua.

Paredes, R. (7 de agosto de 2025). *Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Pez: Una guía*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/diagrama-ishikawa>

Pittsburgh Spray Equipment Co. (s.f.). *Grizzly G4176 - Alimentador eléctrico de 1/4 HP*. Obtenido de <https://pittsburghsprayequip.com/products/grizzly-g4176-1-4-hp-power-feeder?srsId=AfmBOopWDAYLgefnGNMMkLr4EYS59EZ2LkLFgl3FzfGkRpKx18bwQq7i>

Segasa Mx. (s.f.). *Motor de Corriente Alterna 1.5 HP Rockwell M7226 35E76W206*. Obtenido de https://segasamxtienda.com/products/motor-electrico-de-1-5hp-marca-rockwell?srsId=AfmBOop39NplcMClckmfkC7DF5RHDW3Z06Ggjwbe8RXgaSETzSSZT8T_

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing (Paso a Paso)*. Marge Books.

The RockWell Building. (1965). *"Sierra de banco con hoja inclinable 12"-14" Rockwell*. Obtenido de <http://vintagemachinery.org/pubs/1141/565.pdf>

Tronier, R. (2025). Mapa de procesos: cómo crear uno para tu proyecto. Asana.

TuToTools. (s.f.). *Raspador de pintura*. Obtenido de <https://tutotools.com/es/raspador-de-pintura>

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

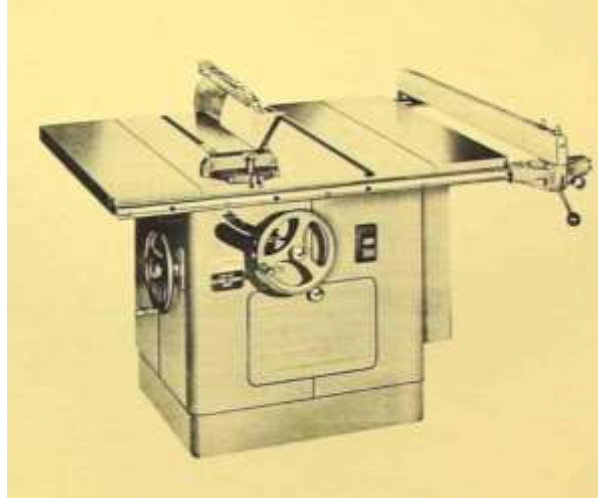
Wilson, L. (2010). *Lean Manufacturing*. New York: McGraw-Hill.

Wimservices. (2017). *NORMAS ASME – SÍMBOLOS PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE FLUJO*. Obtenido de <https://drillspec.wixsite.com/servicios/single-post/normas-asme-s%C3%ADmbolos-para-elaborar-diagramas-de-flujo>

ANEXOS.

Anexo A: Tabla de maquinaria y equipos.

Sierra de banco con hoja inclinable 12"-14" Rockwell



Sierra de brazo radial DW721KN DeWALT



Cepilladora SCMI F4L Rockwell



Cepilladora Helicoidal JET 20"X8"



Sierra de cinta de madera Rockwell de 14"



Lijadora de banda ancha de 36"



Taladro de piso Truper de 13", 3/4 HP



Atornillador taladro inalámbrico MAKITA



Atornillador taladro inalámbrico DeWALT



Ventilador industrial grande de alta velocidad de 24"



Lijadora de tambor



Colector de polvo Grizly Industrial G0548z 2 Hp



Esmeril de banco de 5" Truper



Motor de Corriente Alterna 1.5 HP Rockwell M7226 35E76W206



Fresadora de superficie MAKITA



Alimentador de energía de 1/4 HP Grizzly G4176



Esmeriladora angular 9" Truper



Lijadora orbital MAKITA



Conector de riel Festool Domino XL



Cepilladora de corte helicoidal de 15" y 3 HP Grizzly G0891



Sierra circular de mesa para madera



Garlopa



Anexo B: Zona de carpintería.



Anexo C: Zona de pintura.



Anexo D: Almacén 1



Anexo E: Almacén 2.



Anexo F: Observaciones del muestreo.

ESTADOS POSIBLE					
OPERARIO ACTIVO	OA	ESPERA EVITABLE	EE	RETRABAJO	R
TRANSPORTE	T	ESPERA INEVITABLE	EI		
INSPECCIÓN	I	PREPARACIÓN	P		
OBSERVACIÓN	DÍA	HORA	ÁREA	ETAPA	ESTADO
1	Lunes	8:10 a. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
2	Lunes	8:59 a. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
3	Lunes	9:19 a. m.	Carpintería	Dimensionado	T
4	Lunes	9:19 a. m.	Carpintería	Dimensionado	I
5	Lunes	9:50 a. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
6	Lunes	10:18 a. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
7	Lunes	10:29 a. m.	Carpintería	Dimensionado	EI
8	Lunes	10:45 a. m.	Carpintería	Dimensionado	R
9	Lunes	1:05 p. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
10	Lunes	1:09 p. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
11	Lunes	1:25 p. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
12	Lunes	2:14 p. m.	Carpintería	Dimensionado	P
13	Lunes	3:06 p. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
14	Lunes	4:07 p. m.	Carpintería	Dimensionado	T
15	Lunes	4:20 p. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
16	Lunes	4:46 p. m.	Carpintería	Dimensionado	T
17	Martes	8:35 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA

18	Martes	9:05 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	EE
19	Martes	9:09 a. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
20	Martes	9:50 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA
21	Martes	10:58 a. m.	Carpintería	Dimensionado	I
22	Martes	11:00 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	T
23	Martes	11:02 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA
24	Martes	1:55 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	T
25	Martes	1:58 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA
26	Martes	2:35 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	I
27	Martes	2:46 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	I
28	Martes	3:12 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA
29	Martes	3:26 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	T
30	Martes	3:48 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	R
31	Martes	3:54 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	T
32	Martes	4:31 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	EI
33	Miércoles	8:33 a. m.	Pintura	Pintura	OA
34	Miércoles	9:57 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	P
35	Miércoles	10:41 a. m.	Pintura	Pintura	T
36	Miércoles	11:30 a. m.	Pintura	Pintura	P
37	Miércoles	11:36 a. m.	Pintura	Pintura	OA
38	Miércoles	11:39 a. m.	Pintura	Pintura	I
39	Miércoles	11:42 a. m.	Pintura	Pintura	OA

40	Miércoles	1:28 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	I
41	Miércoles	1:31 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	T
42	Miércoles	2:46 p. m.	Pintura	Pintura	OA
43	Miércoles	3:00 p. m.	Pintura	Pintura	OA
44	Miércoles	3:03 p. m.	Pintura	Pintura	I
45	Miércoles	3:39 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	T
46	Miércoles	4:16 p. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
47	Miércoles	4:31 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA
48	Miércoles	4:52 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	EE
49	Jueves	8:14 a. m.	Pintura	Pintura	T
50	Jueves	8:46 a. m.	Pintura	Pintura	EI
51	Jueves	8:46 a. m.	Pintura	Pintura	P
52	Jueves	8:57 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	I
53	Jueves	9:49 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
54	Jueves	10:27 a. m.	Pintura	Pintura	T
55	Jueves	10:35 a. m.	Pintura	Pintura	P
56	Jueves	11:07 a. m.	Pintura	Pintura	EE
57	Jueves	11:09 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
58	Jueves	11:26 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	P
59	Jueves	1:02 p. m.	Pintura	Pintura	EI
60	Jueves	2:35 p. m.	Pintura	Pintura	I
61	Jueves	3:10 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
62	Jueves	4:00 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	P
63	Jueves	4:23 p. m.	Pintura	Pintura	T
64	Viernes	8:03 a. m.	Pintura	Pintura	P
65	Viernes	9:23 a. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
66	Viernes	9:39 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	I

67	Viernes	9:41 a. m.	Pintura	Pintura	OA
68	Viernes	9:42 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	T
69	Viernes	9:45 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	OA
70	Viernes	1:52 p. m.	Carpintería	Dimensionado	T
71	Viernes	2:40 p. m.	Carpintería	Dimensionado	R
72	Viernes	2:50 p. m.	Pintura	Pintura	R
73	Viernes	3:23 p. m.	Carpintería	Dimensionado	EI
74	Viernes	3:39 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
75	Viernes	4:09 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	T
76	Viernes	4:16 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	EE
77	Viernes	4:16 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
78	Viernes	4:18 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	I
79	Viernes	4:20 p. m.	Carpintería	Dimensionado	R
80	Sábado	8:53 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	EI
81	Sábado	9:02 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
82	Sábado	9:25 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	EE
83	Sábado	9:55 a. m.	Carpintería	Dimensionado	EI
84	Sábado	10:28 a. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
85	Sábado	10:34 a. m.	Carpintería	Dimensionado	OA
86	Sábado	11:46 a. m.	Carpintería	Corte y preparación	I
87	Sábado	1:14 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	EE
88	Sábado	1:51 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	OA
89	Sábado	1:52 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	R
90	Sábado	2:38 p. m.	Pintura	Pintura	EI

91	Sábado	2:40 p. m.	Pintura	Pintura	I
92	Sábado	2:54 p. m.	Pintura	Pintura	T
93	Sábado	3:21 p. m.	Carpintería	Dimensionado	EE
94	Sábado	4:20 p. m.	Pintura	Pintura en cabina	T
95	Sábado	4:28 p. m.	Pintura	Pintura	OA
96	Sábado	4:29 p. m.	Carpintería	Corte y preparación	I

Fuente: Molina de Clase & Cía. Ltda.

Anexo G: Clasificación de los muebles según ABC.

Mueble	Frecuencia de venta	Porcentaje	%Acumulado	Clasificación
Silla Glen	56	6.0410%	6.0410%	A
Silla de comedor Hope	44	4.7465%	10.7875%	A
Silla de comedor Juliette	42	4.5307%	15.3182%	A
Silla de comedor Laroche	34	4.3150%	19.6332%	A
Silla de comedor Bonaldo	28	3.6677%	23.3010%	A
Sillón Stella	26	3.0205%	26.3215%	A
Sofa Salvator 81	24	2.8047%	29.1262%	A
Silla de comedor Spin II	16	2.5890%	31.7152%	A
Mesa de noche Lunar 2gav 24	14	1.7260%	33.4412%	A
Mesa de noche Piessa 2gav 24	14	1.6181%	35.0593%	A
Sofa Serene 72	13	1.5102%	36.5696%	A
Sofa Serene 104	12	1.5102%	38.0798%	A
Cama Salvator Queen	11	1.4024%	39.4822%	A
Set de mesas Duo	11	1.2945%	40.7767%	A
Set de mesas Fiore	11	1.1866%	41.9633%	A
Mesa de noche Agnes 24	8	1.1866%	43.1499%	A
Mesa de noche Agnes 30	8	1.1866%	44.3366%	A
Mesa Lateral Anzo 20	8	0.8630%	45.1996%	A
Mesa lateral Pilar	7	0.8630%	46.0626%	A

Sillon Dior	7	0.8630%	46.9256%	A
Espejo Lunar 72	6	0.7551%	47.6807%	A
Mesa lateral Vertigo	6	0.7551%	48.4358%	A
Sillon Lounge River	6	0.6472%	49.0831%	A
Bufetera Agnes 80	5	0.6472%	49.7303%	A
Cama Lunar King	4	0.6472%	50.3776%	A
Desayunador Lunar	4	0.5394%	50.9169%	A
Mesa Aida cuadrada	4	0.4315%	51.3484%	A
Mesa de centro Genova	4	0.4315%	51.7799%	A
Mesa de centro Sage	4	0.4315%	52.2114%	A
Mesa Soltice	4	0.4315%	52.6429%	A
Mesa lateral Cejota	3	0.4315%	53.0744%	A
Mesa de centro Micena	3	0.4315%	53.5059%	A
Silla comedor Drizzle	3	0.3236%	53.8296%	B
Silla comedor Matamoros c/b	3	0.3236%	54.1532%	B
Silla de bar River	3	0.3236%	54.4768%	B
Mueble de TV Romeo 120	3	0.3236%	54.8004%	B
Ottoman Mundi	3	0.3236%	55.1241%	B
Mesa de comedor Ocassion 84	3	0.3236%	55.4477%	B
Mesa de vestibulo Amena 48	3	0.3236%	55.7713%	B
Mesa lateral Anzo	3	0.3236%	56.0949%	B
Sofa Lunar II 81	3	0.3236%	56.4186%	B
Seccional Oruga 2pc	3	0.3236%	56.7422%	B
Sofa Serene 95	3	0.3236%	57.0658%	B
Deliverance Seccional - 2 piece	3	0.3236%	57.3894%	B
Sillon Edge	3	0.3236%	57.7131%	B
Sillon Sunrise	3	0.3236%	58.0367%	B
Tripoli c/u	3	0.3236%	58.3603%	B
Silla Especial - LC	3	0.3236%	58.6839%	B
Silla comedor Matamoros s/b	3	0.3236%	59.0076%	B

Sillon Salvator	3	0.3236%	59.3312%	B
Mesa de noche Piessa 2gav 24	3	0.3236%	59.6548%	B
Cama Salvator King	3	0.3236%	59.9784%	B
Mesa de centro Porto 60	3	0.3236%	60.3020%	B
Sillon Giratorio Hug	3	0.3236%	60.6257%	B
Bufetera Lunar 66	3	0.3236%	60.9493%	B
Cama Lunar Full	2	0.3236%	61.2729%	B
Cama Serenity King	2	0.3236%	61.5965%	B
Cama tapizada Serene Queen	3	0.2157%	61.8123%	B
Mesa de centro Eva	3	0.2157%	62.0280%	B
Mesa de centro Levels	3	0.3236%	62.3517%	B
Seccional Foss Iz 106	3	0.3236%	62.6753%	B
Mesa de noche Daniela 24	3	0.3236%	62.9989%	B
Mesa de vestibulo Lunar 66	3	0.3236%	63.3225%	B
Set de Repisas	3	0.3236%	63.6462%	B
Ottoman Oruga	3	0.3236%	63.9698%	B
Silla de bar Spin	3	0.3236%	64.2934%	B
Sillon Genova	3	0.3236%	64.6170%	B
Sofa Genova 68	3	0.3236%	64.9407%	B
Sofa Genova 96	3	0.3236%	65.2643%	B
Sofa Lunar II 95	3	0.3236%	65.5879%	B
Sofa Sunrise 77	3	0.3236%	65.9115%	B
Librero Pat 1pc	3	0.3236%	66.2352%	B
Mesa Aida 108	3	0.3236%	66.5588%	B
Mesa Cruceta	3	0.3236%	66.8824%	B
Mesa de centro Andros	3	0.3236%	67.2060%	B
Mesa de centro Canova	3	0.3236%	67.5297%	B
Mesa de noche Lunar 1gav 20	3	0.3236%	67.8533%	B
Mesa de vestibulo Lunar 48	3	0.3236%	68.1769%	B
Mesa de vestibulo Portus	3	0.3236%	68.5005%	B

Mesa lateral especial -AS	3	0.3236%	68.8242%	B
Mesa lateral Siena 24	3	0.3236%	69.1478%	B
Silla River sin brazo	3	0.3236%	69.4714%	B
Sillon Armless April	3	0.3236%	69.7950%	B
Sofa Salvator 61	3	0.3236%	70.1187%	B
Silla de comedor Drizzle	3	0.3236%	70.4423%	B
72 Sofa segundo piso 120cm SP	3	0.3236%	70.7659%	B
Bufetera Lunar 80	3	0.3236%	71.0895%	B
Sillon Greko	3	0.3236%	71.4132%	B
Sillon Valeria	3	0.3236%	71.7368%	B
Sofa Facade 94	3	0.3236%	72.0604%	B
Sofá Serene (medida especial)	3	0.3236%	72.3840%	B
Low Dining 42	3	0.3236%	72.7077%	B
Cama Kyoto Queen	3	0.3236%	73.0313%	B
Cama MW Queen	3	0.3236%	73.3549%	B
Cama RL Full	3	0.3236%	73.6785%	B
Cama Salvator Full	3	0.3236%	74.0022%	B
Mesa de vestibulo Lunar 72	3	0.3236%	74.3258%	B
Mesa de vestibulo Lunar 96	3	0.3236%	74.6494%	B
Mesa desayunador Paloma 72	3	0.3236%	74.9730%	B
Mesa lateral Colmena	3	0.3236%	75.2967%	B
Mesa Lateral Soltice	3	0.3236%	75.6203%	B
Mesa Occasion	3	0.3236%	75.9439%	B
Sillon Armless June	2	0.3236%	76.2675%	B
Sillon Armless May	2	0.3236%	76.5912%	B
Mesa lateral Anzo 14	2	0.2157%	76.8069%	B
Silla comedor Bonaldo	2	0.2157%	77.0227%	B
Banca Cassandra 54	2	0.2157%	77.2384%	B
Banca Viv 66	2	0.2157%	77.4542%	B
Banca Lunar 48	2	0.2157%	77.6699%	B

Cama Salvator Twin	2	0.2157%	77.8857%	B
Cama tapizada Serene - Twin	2	0.2157%	78.1014%	B
Cama tapizada Serene King	2	0.2157%	78.3172%	B
Escritorio Piessa Doble	2	0.2157%	78.5329%	B
Gavetero Lunar 4gav 66	2	0.2157%	78.7487%	B
Mesa de comedor Harmony 72	2	0.2157%	78.9644%	B
Mueble de Tv Lunar 96	2	0.2157%	79.1802%	B
Respaldo de cama Salvator Twin	2	0.2157%	79.3959%	B
Seccional Deliverance 5P 138	2	0.2157%	79.6117%	B
Seccional Oruga 138	2	0.2157%	79.8274%	B
Seccional Salvator D98	2	0.2157%	80.0431%	B
Set de mesas Porte	2	0.2157%	80.2589%	B
Set de mesas Sati	2	0.2157%	80.4746%	B
Set de repisas y cajones para pared	2	0.2157%	80.6904%	B
Silla Pool House Especial	2	0.2157%	80.9061%	B
Librero terraza SV 60	2	0.2157%	81.1219%	B
Mesa de centro Bongo	2	0.2157%	81.3376%	B
Mesa de centro Genova 60	2	0.2157%	81.5534%	B
Mesa de centro Marfil 50	2	0.2157%	81.7691%	B
Mesa de centro ovalada Especial-AS s/c	2	0.2157%	81.9849%	B
Mesa de centro Porto 20	2	0.2157%	82.2006%	B
Mesa de centro Priomo	2	0.2157%	82.4164%	B
Mesa de centro Tango	2	0.2157%	82.6321%	B
Mesa de comedor Harmony 84	2	0.2157%	82.8479%	B
Mesa de noche Daniela	2	0.2157%	83.0636%	C
Mesa de noche Luciana 26	2	0.2157%	83.2794%	C
Mesa de trabajo Nic	2	0.2157%	83.4951%	C
Banca Viv	2	0.2157%	83.7109%	C

Base de mesa de comedor Aida 108	2	0.2157%	83.9266%	C
Bufetera Especial- AS	2	0.2157%	84.1424%	C
Mueble de Tv Lunar 78	2	0.2157%	84.3581%	C
Mueble de Tv Lunar 96 aereo	2	0.2157%	84.5739%	C
Mueble de Tv Romeo 96	2	0.2157%	84.7896%	C
Mueble Tv Dell Anno	2	0.2157%	85.0054%	C
Mueble Tv Dell Anno 90	2	0.2157%	85.2211%	C
Mueble Tv Romeo 120 - aereo	2	0.2157%	85.4369%	C
Repisas Pat	2	0.2157%	85.6526%	C
Respaldo Cama Kyoto Full	2	0.2157%	85.8684%	C
Respaldo Cama Salvator King	2	0.2157%	86.0841%	C
Respaldo de cama Salvator Full	2	0.2157%	86.2999%	C
Respaldo de cama Salvator Queen	2	0.2157%	86.5156%	C
Seccional Deliverance 3P	2	0.2157%	86.7314%	C
Seccional Deliverance D138	2	0.2157%	86.9471%	C
Seccional Deliverance D138 5pc	2	0.2157%	87.1629%	C
Seccional Foss D 106	2	0.2157%	87.3786%	C
Seccional Romeo Iz 113	2	0.2157%	87.5944%	C
Seccional Salvator Iz 98	2	0.2157%	87.8101%	C
Sofa Lunar II 71	2	0.2157%	88.0259%	C
Sofa Lunar II 72	2	0.2157%	88.2416%	C
Sofa Romeo 113	2	0.2157%	88.4574%	C
Gavetero Piessa de 4 gavetas 39	2	0.2157%	88.6731%	C
Gavetero Piessa de 6 gavetas	2	0.2157%	88.8889%	C
Gavinete movil	2	0.2157%	89.1046%	C
Mesa Occasion 72	2	0.2157%	89.3204%	C
Mesa Occasion 96	2	0.2157%	89.5361%	C
Mesa Rendesvous	2	0.2157%	89.7519%	C

Silla comedor Spin	2	0.2157%	89.9676%	C
Silla de comedor Spin	2	0.2157%	90.1834%	C
Silla de maternidad	2	0.2157%	90.3991%	C
Sofa Serene 72	2	0.2157%	90.6149%	C
Sofa Foss 78	2	0.2157%	90.8306%	C
Mesa de noche Glo 24	2	0.2157%	91.0464%	C
Mesa de noche Piessa 2gav 30	2	0.2157%	91.2621%	C
Mesa de noche RL 24	2	0.2157%	91.4779%	C
Silla de bar MUMA - Especial	2	0.2157%	91.6936%	C
Escritorio Piessa 3 gav 75	2	0.2157%	91.9094%	C
Cama Serenity Julio	2	0.2157%	92.1251%	C
Mesa de vestibulo Lunar 95	2	0.2157%	92.3409%	C
Mesa lateral June	2	0.2157%	92.5566%	C
Silla de counter River	2	0.2157%	92.7724%	C
Armario Piessa 73	2	0.2157%	92.9881%	C
Cama Serenity King Especial c/gaveta	2	0.2157%	93.2039%	C
Cama tapizada Serene King Especial	2	0.2157%	93.4196%	C
Cama Twin Especial - VG	2	0.2157%	93.6354%	C
Closet Habitación 1 Nivel 1con Luz led	2	0.2157%	93.8511%	C
Credenza Salvo 80	2	0.2157%	94.0669%	C
Cubierta para escritorio MS	2	0.2157%	94.2826%	C
Escritorio 2 gavetas 48	2	0.2157%	94.4984%	C
Escritorio Curvo Especial -GP	2	0.2157%	94.7141%	C
Escritorio Glo 50	2	0.2157%	94.9299%	C
Escritorio Larisa	2	0.2157%	95.1456%	C
Espejo Lunar 48	2	0.2157%	95.3614%	C
Espejo Lunar 85 1/2 - Especial	2	0.2157%	95.5771%	C

Espejo Rz 85 1/2 - especial	2	0.2157%	95.7929%	C
Gavetero Agnes	2	0.2157%	96.0086%	C
Mesa redonda	2	0.2157%	96.2244%	C
Mesa de centro Nested	2	0.2157%	96.4401%	C
Mesa de centro Francis	2	0.2157%	96.6559%	C
Sillón Bennett	2	0.2157%	96.8716%	C
Sofá Balance	2	0.2157%	97.0874%	C
Mesa de centro Maui	1	0.2157%	97.3031%	C
Mesa de comedor Aida 72	1	0.2157%	97.5189%	C
Mesa de comedor Aida 84	1	0.1079%	97.6268%	C
Ottoman Mundi - especial 14	1	0.1079%	97.7346%	C
Cama Salvator Full - Especial gaveta	1	0.1079%	97.8425%	C
Cama Salvator full con gaveta twin	1	0.1079%	97.9504%	C
Cama Salvator Queen con respaldo curvo	1	0.1079%	98.0583%	C
Cama Serenity Full	1	0.1079%	98.1661%	C
Comedor Harmony 84	1	0.1079%	98.2740%	C
Credenza Palladio doble	1	0.1079%	98.3819%	C
Gavetero Lunar	1	0.1079%	98.4898%	C
Gavetero Lunar - Especial 80	1	0.1079%	98.5976%	C
Gavetero Piessa 4 Gavetas 60	1	0.1079%	98.7055%	C
Gavetero Piessa 47	1	0.1079%	98.8134%	C
Mueble Consola JC	1	0.1079%	98.9213%	C
Mueble de TV Dell Ano	1	0.1079%	99.0291%	C
Mueble de Tv Lunar 66	1	0.1079%	99.1370%	C
Seccional Tulum 5P 110	1	0.1079%	99.2449%	C
Set de mesas MS	1	0.1079%	99.3528%	C
Sillón Calaria	1	0.1079%	99.4606%	C

Silla Curran	1	0.1079%	99.5685%	C
Sillón Bioso	1	0.1079%	99.6764%	C
Sofá Terrace	1	0.1079%	99.7843%	C

Fuente: Molina de Clase & Cía. Ltda.