



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**“Análisis de la capacidad productiva y determinación de estándares de  
producción en los centros de trabajo de Muebles Suecia”**

POR

**Tomás Ignacio Seguel Higuera**

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para  
optar al título profesional de Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía  
Eduardo Salazar Hornig

Profesional Supervisor  
Ivar Hellman Guíñez

Abril 2025  
Concepción (Chile)

© 2025 Tomás Ignacio Seguel Higuera. Todos los derechos reservados.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia y amigos, cuyo apoyo incondicional y confianza en mí han sido muy importantes en este camino. Gracias por su amor, por estar siempre a mi lado, y por brindarme la motivación necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

También quiero extender un profundo agradecimiento a Muebles Suecia, por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo. Esta experiencia ha sido invaluable, permitiéndome desarrollarme profesionalmente y conocer a fondo la industria. Aprecio enormemente la confianza depositada en mí y la posibilidad de aprender y crecer en un entorno desafiante.

## Sumario

Muebles Suecia es una empresa chilena con más de 18 años de experiencia en la fabricación de muebles a medida, especializada en atender tanto proyectos de obra como clientes particulares. Su trayectoria, marcada por un crecimiento sostenido desde sus inicios en 2006, ha impulsado la consolidación de relaciones estratégicas con importantes constructoras e inmobiliarias, posicionándola como un actor relevante en el mercado regional. Este crecimiento ha venido acompañado de desafíos operativos, especialmente en la coordinación entre la producción y el despacho hacia obras, ya que, los atrasos en la entrega no solo afectan el cumplimiento de los plazos establecidos, sino que también pueden deteriorar la relación con los clientes y comprometer la competitividad de la empresa.

En este contexto, el proyecto busca reducir dichos atrasos, mediante el análisis de la capacidad productiva de la fábrica, con el objetivo de estimar fechas de entrega y alinear las fechas entregadas mediante una estandarización de procesos utilizando un Tablero de Coordinación de Power BI. El objetivo se identificó a partir del análisis de las problemáticas presentes en la fábrica, las cuales impactaban directamente en las obras en proceso. La mayoría de estas dificultades surgían por falta de coordinación y acceso limitado a la información.

Para abordar esta situación, se realizó una estimación de fechas de entrega y se definieron indicadores clave de desempeño (KPI). Permitiendo evitar entregar fechas anticipadas a los clientes y facilitando la implementación de medidas preventivas en la producción. Para respaldar estos cálculos, se llevó a cabo un análisis de capacidad productiva. Sin embargo, la simple determinación de entregas y el seguimiento de KPI no garantizan una integración efectiva del proyecto en la empresa ni su usabilidad para el personal en terreno. Por esta razón, se desarrolló un tablero en Power BI, que permite realizar consultas desde cualquier dispositivo.

Dado el carácter dinámico de la industria, se requiere una planificación eficiente y una constante capacidad de adaptación frente a cambios en las condiciones de obra. Factores como el progreso irregular de los proyectos y las demandas específicas de cada cliente añaden complejidad a la gestión operativa. En este contexto, contar con información que facilite monitorear los tiempos de producción y la asignación de recursos en fábrica resulta fundamental. De esta manera es posible anticiparse a adversidades, evitando respuestas tardías que afectan tanto los procesos de producción como de ejecución en terreno.

## Summary

Muebles Suecia is a Chilean company with over 18 years of experience in custom furniture manufacturing, specializing in serving both construction projects and individual clients. Since its establishment in 2006, the company has experienced steady growth, fostering strategic relationships with major construction firms and real estate developers, thereby positioning itself as a significant player in the regional market. This growth has brought operational challenges, particularly in coordinating production and delivery to construction sites. Delays in deliveries not only impact the adherence to established timelines but can also strain client relationships and compromise the company's competitiveness.

In this context, the project aims to mitigate such delays by analyzing the factory's production capacity to estimate delivery dates and align them through standardized processes using a Power BI Coordination Dashboard. The objective was identified through an analysis of issues within the factory that directly affected ongoing projects. Most of these challenges stemmed from a lack of coordination and limited access to information.

To address this situation, delivery dates were estimated, and key performance indicators (KPIs) were defined. This approach helps prevent the provision of premature delivery dates to clients and facilitates the implementation of preventive measures in production. To support these calculations, a production capacity analysis was conducted. However, merely determining delivery schedules and monitoring KPIs does not ensure effective integration of the project within the company or its usability for field personnel. Therefore, a Power BI dashboard was developed, enabling queries from any device.

Given the dynamic nature of the industry, efficient planning and a constant ability to adapt to changes in construction conditions are essential. Factors such as irregular project progress and specific client demands add complexity to operational management. In this context, having information that facilitates monitoring production times and resource allocation in the factory is crucial. This enables the anticipation of challenges, avoiding delayed responses that affect both production processes and on-site execution.

## Tabla de contenido

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1 Antecedentes de la empresa Muebles Suecia.....	3
1.2 Estructura organizacional.....	5
1.3 Procedimiento de fabricación de muebles.....	7
1.4 Nomenclatura de muebles.....	10
Capítulo 2: Problemas de coordinación.....	11
2.1 Procedimiento actual de consultas.....	15
2.2 Objetivos del proyecto.....	17
2.3 Estructura del flujo de datos.....	19
Capítulo 3: Análisis de capacidad por subproceso.....	20
3.1 Tiempo de corte.....	21
3.2 Tiempo de enchapado.....	23
3.3.- Tiempo de perforado.....	25
3.4 Tiempos de trabajo manual.....	27
3.4.1 Tiempo de clasificado.....	28
3.4.2 Tiempo de armado.....	29
3.4.3 Tiempo de embalaje.....	29
3.5 Tiempo estimado para órdenes de trabajo.....	32
3.6 Uso de capacidad.....	35
3.7 Indicadores de desempeño.....	36
Capítulo 4: Estandarización de procesos.....	38
Capítulo 5: Conclusiones.....	42
Referencias.....	44
Anexos.....	45

## Lista de Figuras

Figura 1.1: Crecimiento de la empresa .....	3
Figura 1.2: Organigrama de la Gerencia de Operaciones .....	5
Figura 1.3: Diseño de la empresa .....	7
Figura 1.4: Proceso de fabricación .....	8
Figura 1.5: Mueble compuesto .....	10
Figura 1.6: Módulo A .....	10
Figura 1.7: Módulo B .....	10
Figura 1.8: Módulo C .....	10
Figura 2.1: Diagrama de Ishikawa .....	12
Figura 2.2: Estructura de datos .....	19
Figura 3.1: Resumen de subprocesos .....	20
Figura 3.2: SELCO EBT100L .....	21
Figura 3.3: SELCO WNT600 .....	21
Figura 3.4: Enchapadoras JADE 340-STREAM A-NANXING .....	23
Figura 3.5: Aplicación de cubre canto a pieza .....	23
Figura 3.6: Perforadora ROVER A3 .....	25
Figura 3.7: Perforadora ROVER K .....	25
Figura 3.8: Interior de Perforadora ROVER K .....	25
Figura 3.9: Clasificado .....	27
Figura 3.10: Armado .....	27
Figura 3.11: Embalaje .....	27
Figura 3.12: Clasificador separando piezas por mueble .....	28
Figura 3.13: Etiqueta de mueble embalado .....	29
Figura 3.14: Margen de error en fechas estimadas .....	34
Figura 4.1: Tablero de Coordinación (Página 1) .....	38
Figura 4.2: Tabla Órdenes en Producción .....	39
Figura 4.3: Tabla Órdenes en Producción ( <i>tooltip</i> ) .....	39
Figura 4.4: Tablero de Coordinación (Página 2) .....	40
Figura 4.5: Medidor Uso de Cortadoras .....	41
Figura 4.6: Medidor Uso de Cortadoras ( <i>tooltip</i> ) .....	41

Figura 4.7: Medidor Uso de Enchapadoras .....	41
Figura 4.8: Medidor Uso de Enchapadoras ( <i>tooltip</i> ).....	41

## Lista de Tablas

Tabla 1.1: Perfiles de cargo .....	6
Tabla 3.1: Tiempos de corte promedio.....	21
Tabla 3.2: Capacidad de enchapadoras .....	24
Tabla 3.3: Capacidad de perforadoras .....	26
Tabla 3.4: Capacidad de trabajos manuales .....	31
Tabla 3.5: Resumen capacidad por centro de trabajo .....	32
Tabla 3.6: Capacidad mensual .....	36

## Glosario

<b>Acrónimo</b>	<b>Significado</b>
OT	: Orden de trabajo
Tooltip	: Herramienta que facilita la visualización de detalles
KPI	: Indicador clave de rendimiento

## Capítulo 1: Introducción

Muebles Suecia es una empresa chilena con 18 años de experiencia en la fabricación de muebles a medida, especializada en la atención tanto a obras como proyectos particulares. Desde su fundación en 2006 por Ivar Hellman Guíñez, la empresa ha logrado destacarse en el mercado por su habilidad para ofrecer soluciones personalizadas en la fabricación e instalación de muebles a medida. Con sede en la comuna de Chillán Viejo, en la Región de Ñuble, Muebles Suecia ha establecido relaciones sólidas con importantes constructoras, que a su vez son contratadas por inmobiliarias, consolidándose como un actor relevante en el ámbito de la fabricación de muebles a nivel regional.

La misión de Muebles Suecia, “Proveer soluciones de fabricación y diseño de mobiliario para empresas, inmobiliarias y particulares, con distribución a nivel nacional,” refleja su compromiso con la calidad y la satisfacción del cliente. Este compromiso está alineado con la visión de la empresa: "Ser una empresa líder y destacada a nivel nacional, por ofrecer a nuestros clientes la mejor calidad de nuestros productos y servicios, dirigida y guiada por profesionales expertos en las diferentes áreas." Esta visión ha guiado a Muebles Suecia en su camino hacia la excelencia, impulsando su crecimiento y expansión en el mercado.

No obstante, este compromiso enfrenta desafíos significativos a medida que la empresa crece y diversifica sus proyectos, especialmente en su rol como subcontratista de empresas constructoras. Este crecimiento ha intensificado la necesidad de optimizar la capacidad productiva para continuar ofreciendo productos de alta calidad y cumplir con los plazos de entrega establecidos por los clientes para sus proyectos.

El proceso de entrega de un lote o producto en Muebles Suecia no se limita a la fabricación; también incluye el despacho y la instalación, lo que añade una capa adicional de complejidad a la gestión de los recursos.

En la actualidad, la empresa carece de un conocimiento claro y sistemático de su capacidad productiva. Esta falta de información precisa no solo limita la capacidad de Muebles Suecia para adaptarse a las fluctuaciones, sino que también dificulta la planificación estratégica y la toma de decisiones. La carencia de un conocimiento de la capacidad productiva se ve agravada por la ausencia de procesos de soporte que permitan un seguimiento eficiente de los tiempos y recursos utilizados en fábrica.

Esta situación limita a Muebles Suecia en su capacidad para identificar de manera oportuna las causas de los atrasos, entregando como consecuencia dificultades para adaptarse a los cambios en las demandas de obras. Sin procesos de soporte sólidos, se dificulta la posibilidad de establecer herramientas de monitoreo efectivas, comprometiendo así la capacidad de la empresa para optimizar recursos, planificar estratégicamente y mantener su competitividad en un entorno altamente exigente.

La estandarización de procesos es un enfoque crucial en la gestión moderna que busca reducir la variabilidad y mejorar la eficiencia operativa. Al estandarizar los procesos productivos, la empresa puede establecer un marco de referencia que garantice la consistencia y calidad en cada etapa del proceso de producción, desde la entrada de materias primas hasta la entrega final del producto (Womack, 1996).

Al estandarizar sus procesos, Muebles Suecia puede alinear su capacidad productiva con las demandas de sus clientes, monitoreando el uso de recursos y evitando imprevistos que directamente pausan la producción. Esto es particularmente relevante en la industria de la construcción, donde la alta variabilidad exige una capacidad de adaptación rápida y eficiente.

En este contexto, implementar un enfoque estructurado se presenta como una herramienta clave para determinar las capacidades individuales por cada centro de trabajo y extrapolarlo a la identificación de causas de atrasos junto con el uso de recursos en fabrica por cliente.

Este enfoque permite a la empresa analizar y reducir la variabilidad en los procesos mediante un enfoque basado en datos. Permitiendo coordinar la información transmitida por la Gerencia de Operaciones hacia los Supervisores y Coordinadores de Obra junto con entregar independencia para las consultas.

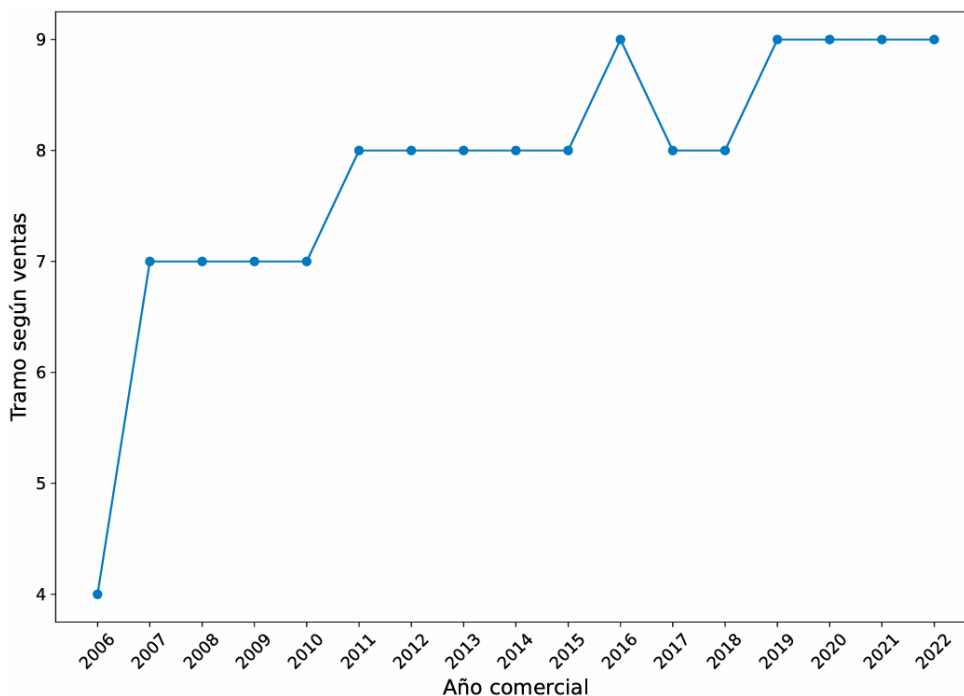
Por otro lado, no solo se busca resolver problemas puntuales, sino también estandarizar las mejores prácticas para mantener la consistencia a lo largo del tiempo utilizando los recursos disponibles y monitoreando los procesos clave para la producción. Esto contribuye técnicamente a conocer la capacidad productiva, y facilita mejora la capacidad de la empresa para cumplir con plazos y mantener la calidad, permitiéndole mantenerse competitiva en un entorno desafiante y cambiante.

Al comprender mejor los límites de su capacidad la empresa también puede anticiparse a los atrasos y realizar una programación o ajustes de esta de manera efectiva, facilitando evitar multas o intervenciones en proyectos.

## 1.1 Antecedentes de la empresa Muebles Suecia

El tramo según ventas se refiere a la clasificación que se asigna a las empresas en función de sus ingresos anuales. En el caso de Muebles Suecia, al iniciar como microempresa en 2006, la compañía se ubicaba en el tramo correspondiente a bajos volúmenes de venta. Conforme fue creciendo y aumentando sus ingresos, la empresa fue avanzando a tramos superiores, lo que implica una mayor capacidad operativa, ampliación del equipo de trabajo y el cumplimiento de nuevos requisitos administrativos y fiscales.

Como se aprecia en la Figura 1.1, entre 2006 y 2010, Muebles Suecia experimentó una fase de expansión significativa. Durante este periodo, la empresa pasó del tramo de microempresa al de pequeña empresa, un avance que reflejaba un aumento en su volumen de ventas y una mayor demanda de sus productos.



**Figura 1.1: Crecimiento de la empresa**  
Fuente: Servicio de impuestos internos (SII)

Este crecimiento en ventas no solo fue un indicador de éxito comercial, sino también un catalizador para la expansión interna de la empresa. Paralelamente al aumento de las ventas, la cantidad de empleados creció de manera constante. La necesidad de atender una demanda cada vez mayor obligó a Muebles Suecia a incrementar su personal, lo que a su vez permitió a la empresa mejorar su capacidad productiva y ampliar su oferta de servicios.

La incorporación de nuevos trabajadores no solo fue una respuesta a la demanda, sino también una estrategia para mantener la calidad en un contexto de expansión acelerada. Desde 2011, Muebles Suecia se consolidó como una mediana empresa, logrando estabilidad en su volumen de ventas y en la cantidad de empleados.

El año 2020 trajo consigo uno de los mayores desafíos en la historia de Muebles Suecia, la pandemia de COVID-19 impactó significativamente al sector de la construcción en Chile, afectando la cadena de suministro, reduciendo la disponibilidad de mano de obra debido a las restricciones sanitarias y provocando cambios en las normativas laborales.

Las medidas sanitarias como cuarentenas y restricciones de desplazamiento interrumpieron la cadena de suministros, obligando al sector y sus adyacentes a buscar nuevas formas y procedimientos para continuar operando (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2021). Estos desafíos resaltaron la necesidad de adaptabilidad y resiliencia en la industria de la construcción para enfrentar situaciones críticas y cambios externos bruscos. La asistencia del personal se volvió irregular debido a las restricciones de movilidad y las cuarentenas, lo que complicó la programación de la producción y el cumplimiento de los plazos de entrega. A esto se sumaron extensiones en el plazo de entregas de proyectos, así como la necesidad de pagar durante más tiempo a los trabajadores, para cumplir con los compromisos adquiridos.

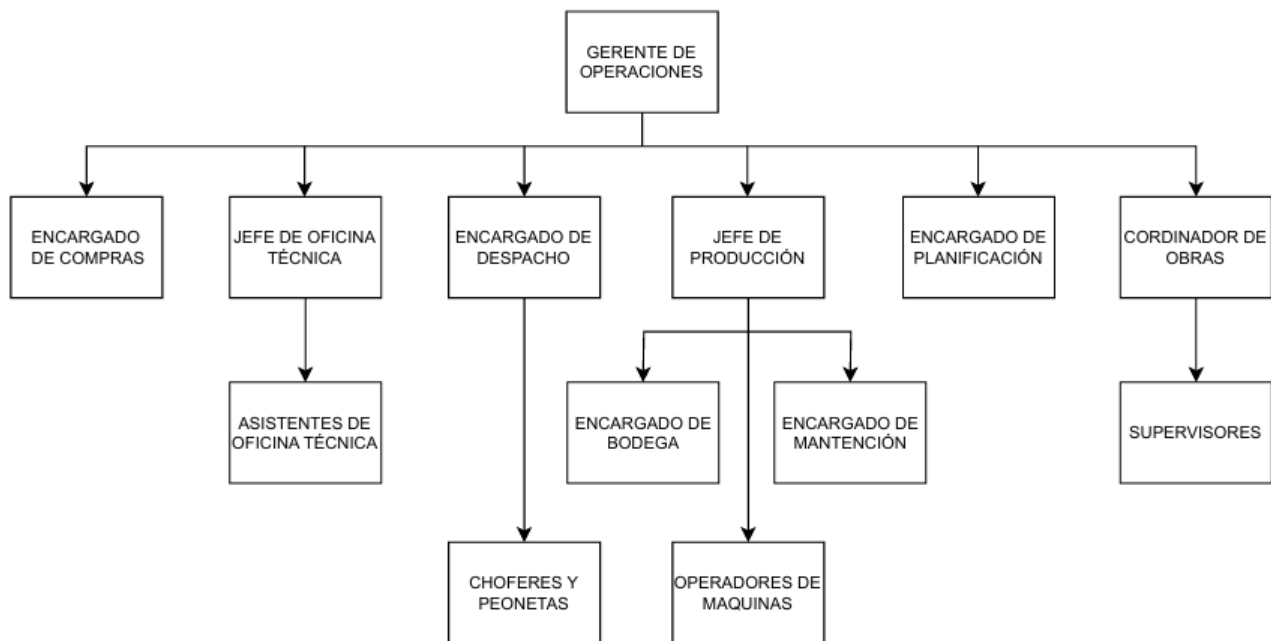
Estos factores incrementaron los costos operativos y afectaron la rentabilidad de la empresa, que además estaba lidiando con la incertidumbre general del mercado. En respuesta a estas dificultades, Muebles Suecia solicitó créditos FOGAPE, lo que, si bien proporcionó liquidez en un momento crítico, también incrementó los pasivos de la empresa, resultando en una estructura financiera donde los pasivos superaron a los activos. Como resultado de estos desafíos, Muebles Suecia experimentó un tramo de capital propio negativo en el año 2020. La combinación de sobreinversión en nuevos proyectos y los efectos adversos de la pandemia en la industria de la construcción golpearon duramente la estabilidad financiera de la empresa (Servicio de Impuestos Internos, 2024).

Hoy en día, Muebles Suecia se encuentra en una posición sólida como una empresa mediana consolidada y diversificada, cercana a avanzar a la categoría de gran empresa. Al observar la evolución de Muebles Suecia demuestra cómo la empresa no solo ha logrado adaptarse, sino también prosperar en un entorno dinámico y en constante transformación.

## 1.2 Estructura organizacional

La Gerencia General es el núcleo de la toma de decisiones de la empresa y tiene a su cargo la dirección general de la empresa. Bajo su supervisión directa se encuentran áreas clave como Prevención de Riesgos, Informática Externa y Marketing Externo, responsables de asegurar la seguridad, la gestión de tecnología de la información y las estrategias de marketing de la organización, respectivamente. También es responsable de supervisar tanto la Gerencia de Administración y Negocios como la Gerencia de Operaciones. Ambas gerencias desempeñan un papel fundamental en la gestión estratégica y operativa de la empresa.

El desarrollo de este proyecto de investigación se aborda en la Gerencia de Operaciones, cuyo organigrama se presenta en la Figura 1.2.



**Figura 1.2: Organigrama de la Gerencia de Operaciones**

Fuente: Muebles Suecia

Si bien la empresa Muebles Suecia cuenta con una Gerencia de Operaciones que coordina de manera funcional los procesos productivos, no dispone de procesos de soporte referentes a la calidad y mejora continua. En su lugar, las responsabilidades asociadas al control de calidad son distribuidas entre los distintos cargos dentro de la estructura organizativa presentada.

Esta distribución permite abordar las tareas necesarias, permitiendo organizar la generación e instalación de muebles en las distintas obras.

La Gerencia de Operaciones, coordina los departamentos y encargados que impulsan el desarrollo de la producción en la empresa. A continuación, se describe brevemente el perfil de cada rol bajo su dirección:

**Tabla 1.1: Perfiles de cargo**

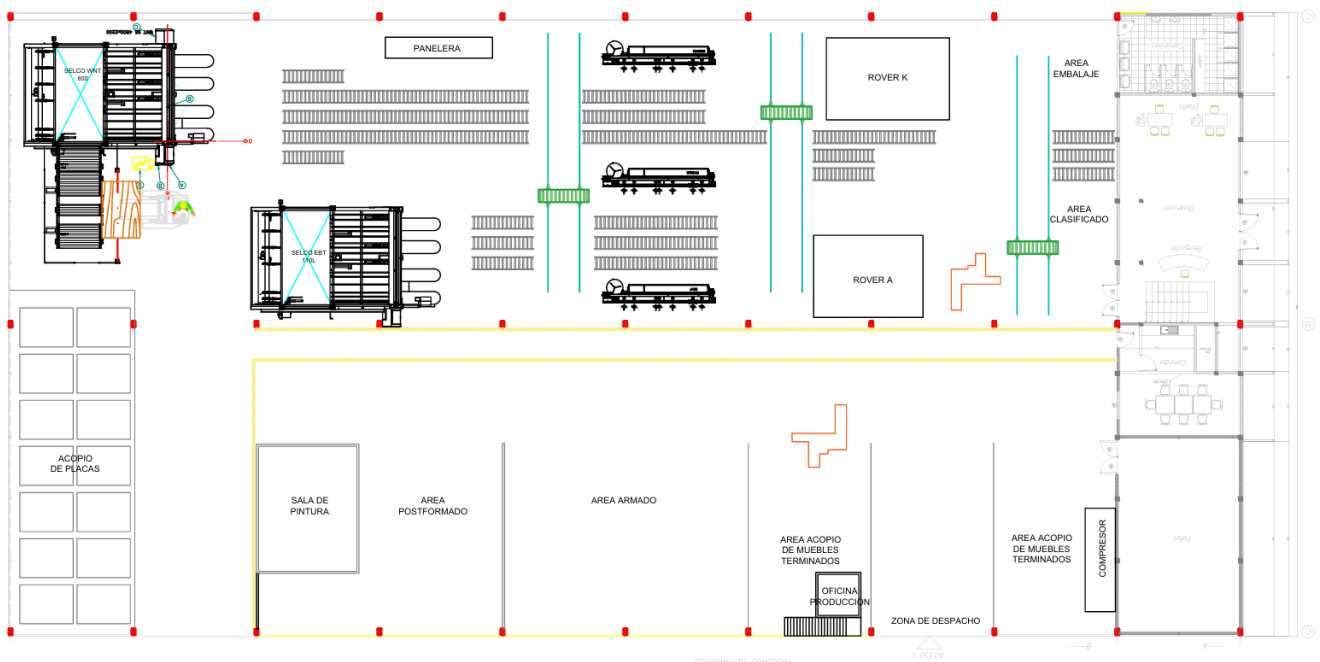
Fuente: Muebles Suecia

<i><b>Cargo</b></i>	<i><b>Descripción</b></i>
Gerente de Operaciones	Supervisa la producción de muebles y el proceso de instalación para garantizar el cumplimiento eficiente de los proyectos y compromisos con los clientes.
Encargado de Compras	Gestiona las compras de insumos, productos, materiales y servicios de terceros para optimizar el abastecimiento.
Jefe de Oficina Técnica	Supervisa el diseño y la información técnica necesaria para la producción e instalaciones, garantizando el cumplimiento eficiente de los proyectos y compromisos con los clientes.
Encargado de Despacho	Asegura el despacho y preparación de muebles para los proyectos adjudicados, cumpliendo con las especificaciones de productividad, calidad y seguridad definidas por la empresa.
Jefe de Producción	Organiza y planifica la producción, optimizando el rendimiento del equipo para cumplir con los proyectos y compromisos.
Encargado de Planificación	Planifica la producción e instalación de proyectos para constructoras, clientes y distribuidores, asegurando el cumplimiento de controles y satisfaciendo las necesidades de los clientes.
Coordinador de Obras	Elabora y coordina en obra los programas de trabajo para proyectos inmobiliarios y a los supervisores, asegurando el cumplimiento de procedimientos e indicadores de la empresa.

### 1.3 Procedimiento de fabricación de muebles

El proceso productivo en Muebles Suecia se organiza en etapas, en función de las características y demandas específicas de cada orden de trabajo. Las órdenes de trabajo son generadas en la Oficina Técnica y gestionadas digitalmente a través del documento Excel Archivo de Órdenes de Trabajo, el cual contiene las especificaciones necesarias (dimensiones, materiales y acabados) para la fabricación de cada producto. El equipo operativo sigue un flujo estructurado que garantiza la coordinación entre las diferentes fases del proceso.

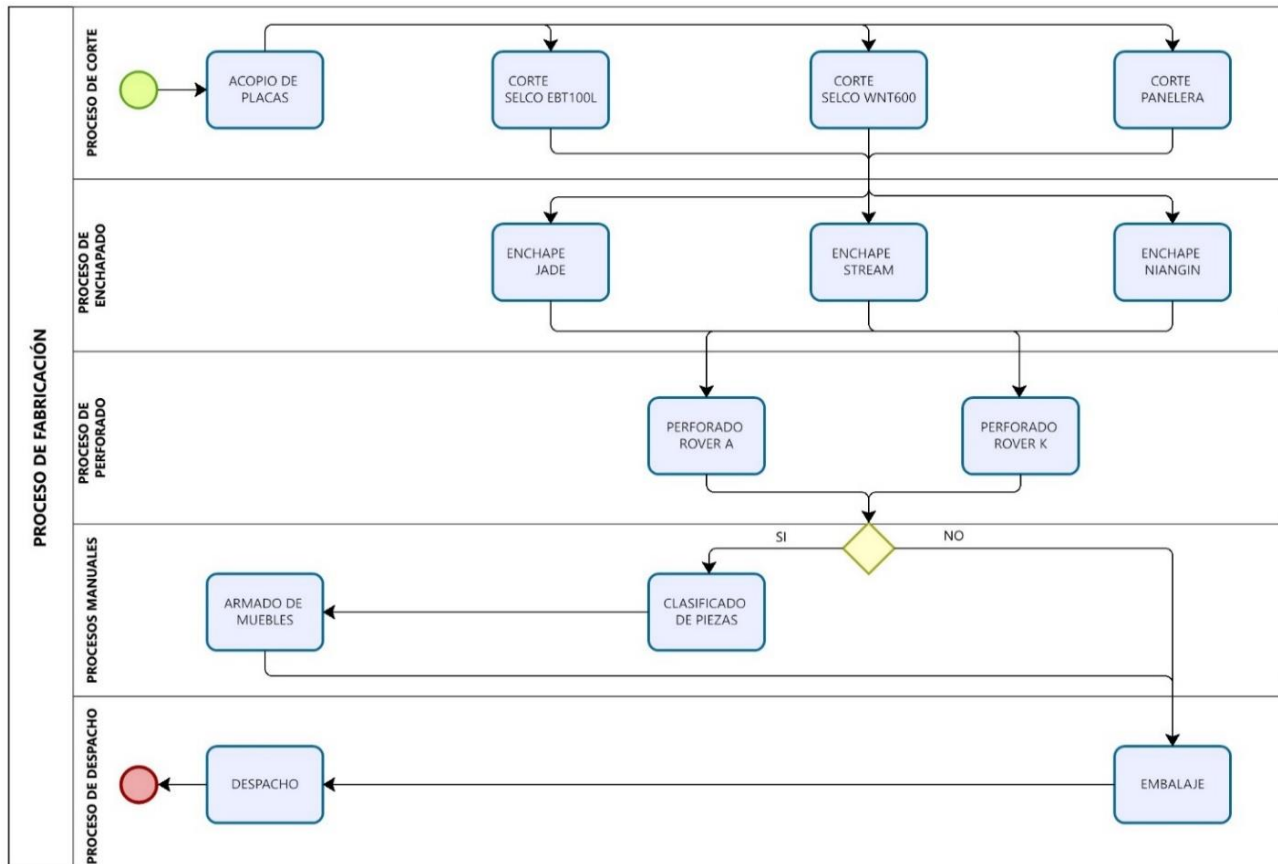
La distribución de la fábrica, presentada en la Figura 1.3, está diseñada estratégicamente para optimizar la eficiencia operativa. El layout se divide en dos sectores: el sector de producción, que ocupa la parte izquierda y central, y el sector administrativo, ubicado en el segundo piso de la parte derecha. Debajo del área administrativa se encuentra un showroom, fundamental para la exhibición de productos y para la visita de clientes. Esta organización física facilita el flujo continuo de materiales y la interacción entre procesos. La empresa cuenta con una jornada laboral de 9 horas diarias, excepto los viernes que se reduce en una hora.



**Figura 1.3: Diseño de la empresa**  
Fuente: Muebles Suecia

Cuando una orden llega a producción, se registra inicialmente como "EN PRODUCCIÓN" y, al comenzar el corte, su estado cambia a "EN CORTE". Una vez optimizado el corte de placas, proceso que se efectúa para la maquinaria especializada y software Optiplanning.

Las órdenes se imprimen y se entregan al Jefe de Producción, quien las registra en el archivo Control de OT Entregada. Posteriormente, las piezas cortadas se transportan al área de enchapado, donde se aplican cubre cantos mediante máquinas que garantizan un acabado uniforme. A continuación, las piezas ya enchapadas pasan al proceso de perforado, ejecutado con precisión por maquinaria coordinada a través del software B\_SOLID, de tal manera que el programa ejecuta perforaciones específicas según lo indicado en la orden de trabajo.



**Figura 1.4: Proceso de fabricación**  
Fuente: Elaboración propia

Algunas órdenes requieren el armado de muebles, mientras que otras, destinadas a productos sin montaje, son enviadas directamente a embalaje.

Los muebles que deben ser armados ingresan al subproceso de clasificado y armado, realizado de manera manual, y luego se embalan cuidadosamente con film plástico para asegurar su protección durante el transporte. La Figura 1.4 ilustra el proceso de fabricación completo, proporcionando una visión integral del flujo que recorre un producto para estar listo para su instalación.

Una vez completadas todas las etapas productivas, los muebles son trasladados a la zona de despacho. El envío de los productos depende de la disponibilidad en obra y del cumplimiento de requisitos previos que aseguren que el entorno esté preparado para una instalación exitosa.

En este proyecto se aborda solo el proceso productivo; sin embargo, eso no implica que no se deba comprender lo que ocurre después de que el mueble es despachado para su instalación. El proceso de instalación de muebles en la empresa Muebles Suecia se inicia una vez finalizado el proceso de producción y despacho, cuando los muebles son recibidos en obra por los supervisores. En esta etapa, se verifica que el material entregado corresponda con lo solicitado. Posteriormente, los muebles se distribuyen según la planificación establecida en la Carta Gantt y considerando la disponibilidad de espacio en la obra (también conocida popularmente como “cancha”). Con esta información, se determina el sector más adecuado para comenzar la instalación.

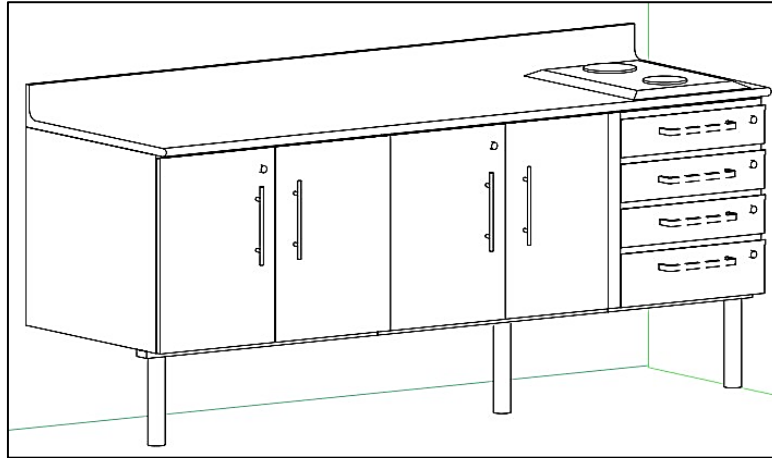
Una vez iniciada la instalación de los muebles, se busca avanzar lo máximo posible; no obstante, es habitual que se deba regresar posteriormente para completar detalles y terminaciones, ya sea por la falta de algún material específico o por la necesidad de terminaciones menores. En este contexto, la coordinación con el proceso productivo resulta clave, ya que, si existe material pendiente de fabricación o compra, no es posible comprometer una fecha concreta de entrega del recinto. Esta falta de certeza puede afectar la planificación general de la obra y generar retrasos significativos.

Es importante destacar que, en la industria manufacturera de muebles, este tipo de contingencias son comunes. Sin embargo, un atraso considerable en la entrega de recintos puede derivar en multas contractuales o intervenciones por parte del cliente o la constructora, afectando la reputación de la empresa y su relación comercial.

En este sentido, comprender el proceso de instalación permite dimensionar adecuadamente el impacto que tiene una gestión productiva eficiente y coordinada. No se trata solo de fabricar en tiempo y forma, sino de asegurar que cada etapa posterior fluya sin fricciones, minimizando reprocesos, maximizando la productividad en terreno y reduciendo los riesgos de incumplimientos contractuales. Por ello, cualquier mejora dentro del proceso productivo debe considerar su efecto aguas abajo, especialmente en contextos como este, donde la instalación final es el punto de contacto visible con el cliente y donde se concreta, en la práctica, la percepción de la calidad del servicio entregado.

## 1.4 Nomenclatura de muebles

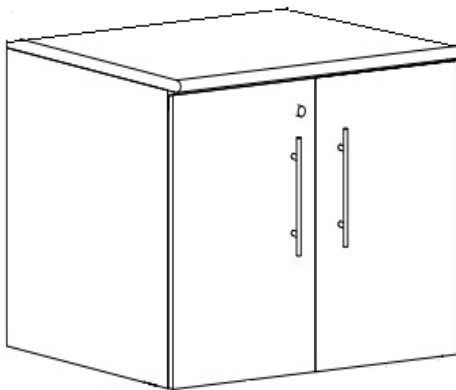
Existe una nomenclatura utilizada en obras de mayor complejidad, la cual resulta importante abordar para comprender en detalle el proceso productivo. Los muebles son compuestos de módulos similares, por lo que un mueble puede ser desglosado por sus componentes, facilitando el cálculo respecto a planificación o cotizaciones. Para explicarlo de manera ilustrativa, en la Figura 1.5 se presenta un mueble denominado M4b.



**Figura 1.5: Mueble compuesto**

Fuente: Elaboración propia

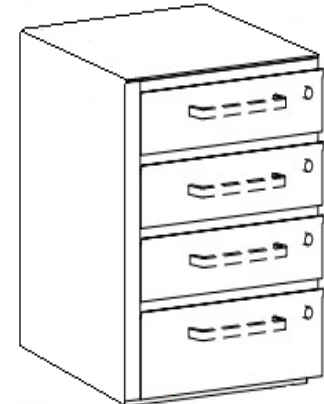
Al analizar el mueble, se puede desglosar en sus componentes. Para este caso, el mueble presenta módulos de dos puertas, un módulo con cajones y su cubierta. Los módulos consideran cubierta cuando están presentados como mueble compuesto. De esta manera el desglose de este mueble sería dos módulos A, un módulo C y una cubierta de M4b. Los módulos que más frecuentemente se manejan en obras complejas se pueden visualizar a continuación.



**Figura 1.6: Módulo A**  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 1.7: Módulo B**  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 1.8: Módulo C**  
Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 2: Problemas de coordinación

Muebles Suecia enfrenta desafíos de coordinación en las entregas de obras debido a solicitudes inesperadas generadas por falta de seguimiento en obra y atrasos en entregas. Si bien, la falta de seguimiento del avance en obra es uno de los problemas, el problema específico abordado en este informe son los retrasos generados en entregas de muebles en obra.

Para determinar las causas que generan atrasos en obra se utilizó como herramienta de análisis el Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta de gestión de calidad desarrollada por el Dr. Kaoru Ishikawa en la década de 1960 (Narvaez, s.f.). Su principal objetivo es identificar y analizar las causas raíz de un problema específico, facilitando su comprensión y resolución. Este método se ha convertido en una herramienta fundamental en la gestión de la calidad y la mejora continua en diversas industrias. El diagrama se compone de elementos clave que permiten representar visualmente las causas de un problema:

- *Cabeza del pez*: Representa el problema o efecto a analizar.
- *Espina dorsal*: Línea central que conecta el problema con las posibles causas.
- *Espinas principales*: Categorías generales que agrupan las causas potenciales.
- *Espinas secundarias*: Factores específicos dentro de cada categoría principal.

El diagrama se presenta como una herramienta clave para la optimización de procesos y la detección de problemas operativos dentro de una organización. Su aplicación en la identificación de ineficiencias operativas permite optimizar procesos al identificar las causas raíz de problemas como retrasos, desperdicios o fallas en la producción. Además, contribuye a la reducción de costos mediante la eliminación de desperdicios y la mejora en la eficiencia del uso de recursos. También favorece la mejora de la calidad al analizar defectos en productos o servicios y proponer soluciones preventivas. Por último, facilita el aumento de la productividad al abordar problemas relacionados con la gestión operativa, promoviendo un funcionamiento más eficiente y efectivo de la organización.

En el caso de Muebles Suecia, se llevó a cabo un levantamiento del proceso mediante consultas y entrevistas al personal para identificar las principales causas de los atrasos en obra. A través del uso del Diagrama de Ishikawa, se logró visualizar y analizar los factores clave que contribuyen a estas demoras, permitiendo una mejor comprensión de las ineficiencias operativas.

Al abordar los problemas de coordinación en fábrica, se identificó la ausencia de una planilla que permita a los Supervisores y Coordinadores de obra conocer con precisión las fechas de entrega.

Esta falta de información genera la comunicación de fechas irreales o anticipadas respecto a la entrega real. Además, el depender del personal en fábrica para realizar consultas respecto a fechas de entrega se dificulta la alineación con los plazos establecidos, los cuales pueden variar según el avance que presente la constructora en la obra.

Por otro lado, la estimación de las fechas de entrega se realiza de manera empírica, sin una metodología estandarizada que permita calcular plazos de forma precisa y consistente. Esto incrementa la incertidumbre y afecta la planificación y coordinación general del proceso. Esta falta de estandarización limita la capacidad de anticiparse a cambios imprevistos, afectando la eficiencia en la respuesta a los compromisos adquiridos en los proyectos.

Se consideró que los problemas mencionados no son la única causa, sino a la acumulación de diversos factores. En la Figura 2.1 se presenta un diagrama de Ishikawa que ilustra las causas de esta situación.



**Figura 2.1: Diagrama de Ishikawa**

Fuente: Elaboración propia

El uso del Diagrama de Ishikawa presenta ventajas y desventajas en el análisis de problemas operativos. Entre sus beneficios, facilita la identificación estructurada de las causas raíz de los problemas, proporcionando una visión clara y sistemática de los factores. Asimismo, contribuye a la toma de decisiones basadas en datos, mejorando la eficiencia y precisión en la gestión operativa.

No obstante, también presenta algunas desventajas. Puede volverse complejo cuando se identifican múltiples causas. Además, no proporciona soluciones inmediatas, sino que requiere un análisis posterior para definir estrategias de mejora y planes de acción.

Al abordar los factores presentados en el diagrama de Ishikawa con mayor detalle se identificaron las siguientes causas:

**Llenado de plantillas:** Las planillas no son completadas oportunamente, pero si actualizadas. Para el caso del personal en terreno, las planillas que registran el avance son inexistentes. Por lo anterior, se debe priorizar el uso de planillas que contengan información oportuna.

Se determinó que los documentos Excel Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregada son archivos que presentan datos necesarios para determinar las fechas de entrega de pedidos, además son actualizados oportunamente.

**Uso de claves primarias:** Se debe considerar que las órdenes de trabajo cambian su codificación entre documentos, por lo que considerar utilizar las órdenes de trabajo como clave primaria podría resultar contraproducente.

Al analizar este problema en profundidad, surge debido a la descomposición de un mueble en distintas partes. Una orden de trabajo (por ejemplo, OT 24556) hace referencia a un mueble completo, pero esta se desglosa en órdenes de trabajo individuales para cada componente (por ejemplo, OT 24556-2). Esto genera dificultades en el registro durante el despacho, ya que las órdenes de trabajo se envían en partes y, en muchos casos, solo algunas son registradas.

Se determinó que considerar utilizar el número asociado a las órdenes de trabajo como clave primaria resultaría contraproducente.

**Monitoreo:** La información asociada a la producción, se encuentra dispersa en planillas y admiten registro solo de parte de los subprocesos. Por lo anterior, no hay una forma directa en la que un Supervisor o Coordinador pueda determinar el estado de una orden de trabajo directamente.

Se determinó que, para poder dar independencia en consultas al personal en terreno, es requerido considerar que la información transmitida debe ser interpretable por todo el personal y no solo por el personal presente en producción.

**Acceso a la información:** Los datos se almacenan en un servidor de Dropbox, limitando el acceso a la información fuera de la fábrica, dificultando la consulta remota de fechas de entrega.

Se determinó que la información debe ser accesible de manera remota, sin depender del servidor ni del personal en fábrica.

**Comunicación con personal en obra:** La comunicación con Supervisores y Coordinadores de Obra se realiza vía telefónica, lo cual no admite registro de la información transmitida. De esta manera ocurre que se entregan fechas distintas a los clientes al no registrar o informar lo comunicado en reunión.

Se determinó que se debe centralizar la información, de tal manera que todos los actores tengan al alcance la misma información, evitando entregar fechas distintas. Por otro lado, se consideró el uso de planillas para registrar la información transmitida, sin embargo, ya se intentó en varias ocasiones y las planillas no eran completadas.

**Información duplicada:** La información relevante no es registrada en un lugar en específico y existe información duplicada en el servidor, lo que dificulta más la interpretación de las fechas de entrega para personal externo a la producción.

Se determinó, al igual que en el punto anterior, que es necesario centralizar la información y entregar una ruta de acceso que resulte sencilla para el personal.

Una vez detallados los problemas principales que causan los retrasos en obra, es posible proponer una solución que aborden los temas determinados a través del Diagrama de Ishikawa.

Para mitigar los retrasos en obra, se propone estandarizar el procedimiento para realizar consultas sobre entregas y establecer un seguimiento efectivo de la producción. Esto permitirá una mejor coordinación entre el personal y facilitará la anticipación a posibles disminuciones en la productividad respectivamente.

En este contexto, se determinó que el uso de la herramienta Power BI favorece la coordinación del equipo y permite un seguimiento transversal de los indicadores de desempeño. Como respuesta a las causas identificadas de los retrasos en obra, se analizó la capacidad productiva de la empresa y se generó el Tablero de Coordinación, una herramienta diseñada para optimizar la gestión y mejorar la eficiencia en los procesos de producción y entrega.

De esta manera, la solución propuesta consiste en conocer en profundidad la capacidad de la empresa y complementar esto mediante la implementación del Tablero de Coordinación, una herramienta que permite consultar las fechas de entrega y dar seguimiento a los indicadores de desempeño sin depender de terceros. Para calcular en base a datos, las fechas de entrega y establecer referencias claras para los indicadores de desempeño, resultó fundamental determinar la capacidad productiva de la empresa.

## 2.1 Procedimiento actual de consultas

El procedimiento de consultas en Muebles Suecia se realiza principalmente a través de llamadas telefónicas entre el personal de fábrica y el personal en obra. Esta comunicación es utilizada para coordinar la producción, verificar el estado de los pedidos y organizar la entrega de materiales. Sin embargo, este método presenta diversas deficiencias que afectan la eficiencia del proceso y la capacidad de respuesta ante imprevistos:

**Falta de registro formal:** La dependencia de las llamadas telefónicas impide que la información quede documentada de manera accesible para su consulta posterior. Esto genera inconsistencias y dificulta el seguimiento de la producción y entrega.

**Información no actualizada:** No existe un sistema centralizado para registrar el estado real de la producción, lo que provoca discrepancias en la planificación y afecta la capacidad de respuesta ante cambios.

**Dependencia de la Carta Gantt de obra:** La planificación de la producción se basa en la Carta Gantt de la obra, la cual no siempre es actualizada. Esto genera desajustes en la programación de fabricación y entrega de materiales.

**Dificultad en el seguimiento de pedidos:** La estimación de fechas de entrega se realiza de forma empírica, sin contar con un sistema estructurado que permita visualizar el estado real de cada pedido en tiempo real.

Estas problemáticas afectan negativamente la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos de entrega y optimizar la gestión operativa. Entre las principales dificultades identificadas se encuentra el desfase entre la producción y la planificación de obra, ya que la Carta Gantt utilizada en obra no siempre refleja los cambios en los tiempos de producción, lo que genera desajustes y dificulta la sincronización de los procesos.

Además, existe una falta de alineación en la información, dado que los Supervisores de obra y el personal de fábrica pueden manejar datos distintos sobre el estado de producción y entrega, lo que puede derivar en errores en la coordinación y en la toma de decisiones. Asimismo, la reacción ante imprevistos suele ser tardía, ya que la ausencia de coordinación impide anticiparse a problemas y realizar ajustes oportunos en la producción, impactando negativamente en los tiempos de entrega y

aumentando la carga operativa. Ante estas deficiencias, en Muebles Suecia se ha implementado la práctica de preparar el trabajo con un día de anticipación para reducir los riesgos operativos.

Esta estrategia permite reducir los riesgos de atrasos al dejar listas las órdenes de trabajo con anticipación, mitigando los efectos de imprevistos operativos; facilita la realización de ajustes de última hora, ya que, si se presentan cambios en la planificación de obra, se dispone de un margen adicional para reorganizar la producción. Si bien esta estrategia contribuye a minimizar el impacto de los problemas de coordinación, no soluciona completamente la falta de actualización de información y la dependencia de la comunicación telefónica.

El impacto de estos problemas no solo afecta la operatividad interna, sino que también genera una mayor presión sobre los equipos de trabajo, quienes deben gestionar los imprevistos de manera reactiva en lugar de preventiva.

La falta de un flujo de información confiable incrementa la carga administrativa, ya que es necesario realizar constantes verificaciones y ajustes manuales para corregir errores en la planificación. Asimismo, los retrasos en la entrega pueden generar conflictos con clientes y contratistas, debilitando la relación comercial y afectando la percepción de confiabilidad de la empresa. A largo plazo, estas deficiencias pueden traducirse en una reducción de la productividad y en un desgaste organizacional que impacta la estabilidad y el crecimiento de Muebles Suecia.

Si los atrasos en la producción y entrega de materiales se vuelven recurrentes o si la planificación no se alinea con las demandas de obra, Muebles Suecia puede enfrentar sanciones contractuales, que van desde multas hasta la intervención directa por parte de otra empresa. Las multas generan un impacto financiero significativo, reduciendo la rentabilidad de los proyectos y afectando la estabilidad económica de la empresa. Además, las intervenciones pueden implicar la reasignación de tareas a terceros o la sustitución de proveedores, lo que no solo compromete la autonomía operativa de la empresa, sino que también deteriora su reputación en el sector.

La acumulación de estos problemas puede derivar en la pérdida de clientes estratégicos y en una menor competitividad en el mercado, afectando la capacidad de Muebles Suecia para obtener nuevas contrataciones y mantener un flujo de trabajo estable. Por lo anterior resulta imperativo alinear la planificación operativa con las necesidades que presenta cada proyecto y reducir la dependencia de métodos informales de comunicación.

## 2.2 Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es determinar la capacidad productiva y diseñar una herramienta que disminuya los retrasos percibidos en las entregas, considerando la implementación del Tablero de Coordinación. De esta manera se espera alinear las fechas de entrega y dar mayor independencia al personal en terreno.

Para su desarrollo, se utilizaron los documentos Excel Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregadas, permitiendo que el tablero se actualice a medida que la Oficina Técnica y Producción completan los datos. Si bien la información no se ingresa de forma inmediata, al generar la orden de trabajo se registran datos clave, como la cantidad de placas, piezas y muebles, entre otros. Esto permite obtener datos de manera oportuna y mejorar el seguimiento de los procesos productivos y logísticos.

Para abordar el objetivo general se propuso trabajar con los siguientes objetivos específicos:

**Determinar la capacidad de producción por centro de trabajo:** Se llevó a cabo un análisis de la capacidad de cada centro de trabajo utilizando la información proporcionada por los archivos mencionados. Este análisis permitió identificar las limitaciones operativas de cada centro y, a partir de los datos obtenidos, estimar con mayor precisión las fechas de entrega y definir indicadores clave de desempeño que faciliten el monitoreo y mejora de los procesos productivos.

**Generar una metodología para estimar el tiempo requerido por cada orden de trabajo:** Se desarrolló una metodología que determina el tiempo requerido por cada pedido, utilizando la información obtenida del cálculo de capacidad por centro de trabajo.

**Utilizar la estimación y ajustarla para entregar fechas precisas:** Se ajustó la predicción de fechas de entrega. La información que alimenta esta la estimación es la información que actualiza el área de producción, al realizar el ajuste se pudo obtener fechas de entrega más precisas y basadas en la capacidad real de producción. Esta metodología fue clave para alinear expectativas de entrega entre el personal de fábrica y el personal en terreno.

**Definir KPI según análisis de capacidad:** A partir del análisis, se definieron los indicadores clave de desempeño. Estos indicadores servirán para medir el rendimiento de los centros de trabajo, evaluar la efectividad y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones operativas.

**Generar un Tablero de Coordinación:** Se generó un Tablero de Coordinación en Power BI que integrará la información relevante sobre fechas de entrega, indicadores y estado de las órdenes de

trabajo. Este tablero permitió que los Supervisores y Coordinadores de obra realicen consultas de manera independiente.

**Incorporar el modelo en el tablero de coordinación:** Se integró la metodología de predicción de fechas de entrega en el Tablero de Coordinación de Power BI. Este modelo, está basado en la capacidad de producción y los tiempos de avance en las diferentes etapas de producción, permitió que el tablero muestre las fechas estimadas de entrega y el uso de cada centro de trabajo.

**Implementar el tablero de coordinación en la fábrica:** Finalmente, se implementó el Tablero de Coordinación en el entorno de la fábrica, proporcionando acceso a la herramienta a los equipos operativos y de gestión. La implementación fue acompañada de capacitaciones para asegurar que el personal utilice el tablero. Con esta herramienta, se busca mejorar la comunicación y coordinación entre los diferentes departamentos, optimizando los procesos de producción, buscando mejorar la calidad de los procesos de gestión para reducir los retrasos en las entregas.

Los problemas de falta de actualización oportuna de las planillas, la dispersión de la información, y la ausencia de un sistema estructurado para el monitoreo y la comunicación en obra se abordan eficazmente a través de los objetivos específicos del proyecto. Al generar el Tablero de Coordinación en Power BI, se centraliza la información clave, permitiendo el acceso remoto, lo que facilita el seguimiento de las fechas de entrega y el monitoreo de los indicadores de desempeño. Esto resuelve el problema de las plantillas desactualizadas y permite que los Supervisores y Coordinadores de Obra tengan acceso inmediato a la información sin depender de registros manuales o de la comunicación telefónica.

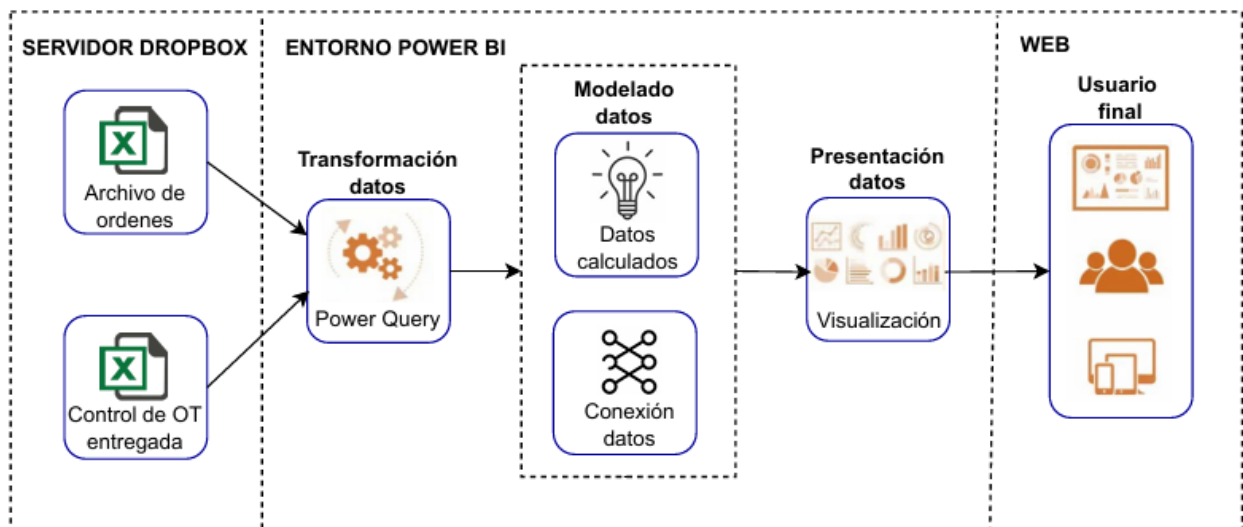
La creación de una metodología que permita estimar el tiempo requerido por cada orden de trabajo, combinado con el ajuste de este modelo para entregar fechas precisas, mejora significativamente la planificación y reduce la dependencia de cálculos empíricos. Esto contribuyó a la alineación de las expectativas de entrega entre los equipos de producción y los de obra, minimizando el riesgo de descoordinación y la percepción de atrasos por parte de clientes al disminuir la entrega de fechas anticipadas. La determinación de la capacidad productiva junto con la centralización de la información y el uso de indicadores clave de desempeño, optimizó el monitoreo y permitió la evaluación constante de la eficiencia de los centros de trabajo, mejorando la transparencia y el control de los procesos. De esta forma, se solventaron problemas como la falta de visibilidad sobre el estado de las órdenes de trabajo y facilitó la toma de decisiones.

### 2.3 Estructura del flujo de datos

La información de la empresa se encuentra almacenada en un servidor de Dropbox con acceso local, lo que restringe la disponibilidad de los documentos únicamente dentro de la fábrica. Los documentos Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregada están alojados en una carpeta compartida de Dropbox y son actualizados por la Oficina Técnica y Producción. Estos documentos contienen información clave sobre órdenes de trabajo, fechas de entrega y estado de producción, admitiendo un seguimiento del proceso productivo.

Power BI accede a estos archivos a través de la sincronización de la carpeta en un equipo local. Una vez importados y modelados en Power BI Desktop, los datos se publican en Power BI Service, donde son transformados y visualizados en el Tablero de Coordinación, facilitando su consulta y análisis.

Para asegurar la disponibilidad de información actualizada, Power BI Service ejecuta una actualización automática con una frecuencia definida, lo que garantiza que cualquier modificación en los archivos de Dropbox se refleje en el Tablero de Coordinación sin intervención manual. La Figura 2.2 refleja ilustrativamente el flujo de información que se realiza desde el servidor hasta el tablero.



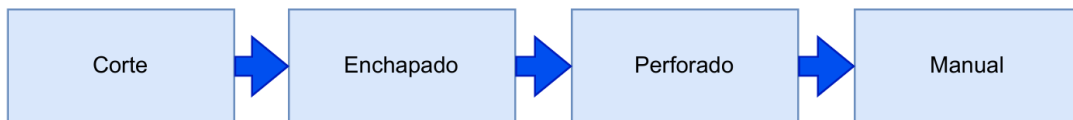
**Figura 2.2: Estructura de datos**  
Fuente: Elaboración propia

El Tablero de Coordinación, está disponible en la web, proporciona acceso en tiempo real a la información, otorgando independencia a Supervisores y Coordinadores para consultar fechas de entrega y el estado de la producción realizada en fábrica. Esto optimiza la gestión de recursos y mejora la toma de decisiones operativas.

### Capítulo 3: Análisis de capacidad por subproceso

En este capítulo, se analizó la capacidad de producción de cada centro de trabajo, con el objetivo de entender el flujo y el tiempo necesario para completar una orden de trabajo. Para obtener una estimación precisa de las fechas de entrega, es fundamental simplificar y desglosar los pasos involucrados en la ejecución de cada pedido.

El análisis se centró en el tiempo invertido en cada subproceso dentro de los distintos centros de trabajo, lo que permitirá conocer la capacidad productiva de la empresa y alimentar el tablero de Power BI con datos clave para calcular las fechas de entrega, ajustadas a la capacidad real de producción en cada etapa del proceso.



**Figura 3.1: Resumen de subprocesos**

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo total de producción de una orden de trabajo, se ha desglosado el proceso de generación de muebles en subprocesos, como corte, enchapado, perforado y trabajo manual. Estos subprocesos serán evaluados y ajustados según los datos disponibles, lo que permite estimar el tiempo que se emplea en cada uno de ellos por orden de trabajo.

$$Tiempo\ OT = T_{corte} + T_{enchapado} + T_{perforado} + T_{manual}$$

Con base en los datos recopilados de los documentos mencionados, es posible desglosar cada subproceso y usar las especificaciones de cada pedido para estimar el tiempo requerido en cada etapa, incluso antes de iniciar el proceso de corte.

Para ello, se ha reunido información detallada de cada centro de trabajo, que incluye tiempos históricos de ejecución y la capacidad de las máquinas o equipos utilizados en los diferentes subprocesos.

Este análisis no solo permite prever posibles cuellos de botella o demoras, sino que también facilita la identificación de áreas de mejora que podrían impactar en los plazos de entrega. De este modo, el enfoque permite el análisis basado en datos en vez de realizar estimaciones empíricas, lo que garantiza una estimación más precisa y ajustada a la capacidad de producción.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para estimar la capacidad de cada subproceso.

### 3.1 Tiempo de corte ( $T_{corte}$ )

El tiempo de corte de una orden de trabajo es determinado por el software Optiplaning y registrado directamente en el documento Control de OT Entregadas una vez ya es optimizada. Los cortes de las placas se realizan con las máquinas cortadoras SELCO EBT100L, SELCO WNT600 y Panelera.



**Figura 3.2: SELCO EBT100L**  
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 3.3: SELCO WNT600**  
Fuente: Muebles Suecia

Las placas son principalmente de melamina, pero también se utilizan otro tipo de materiales dependiendo del requerimiento solicitado. Una vez las placas son retiradas del acopio de material y llevadas a la máquina cortadora, son cortadas según se indiquen las distintas piezas que componen el mueble como se puede apreciar en las Figuras 3.2 y 3.3. Además, durante el proceso de corte es posible cortar múltiples placas a la vez, por lo que para a determinación de la capacidad, directamente se utilizará el tiempo de corte que se indica mediante el software en vez de determinar la capacidad de corte por placa.

Para estimar la capacidad de tiempo de corte se debe comprender que las máquinas no están cortando durante toda la jornada laboral, sino que existe una capacidad diaria de tiempo de corte para cada una de estas máquinas. El valor de  $T_{corte}$  es obtenido del registro y así utilizado en la estimación, por lo que se determinó el tiempo de corte promedio utilizado diariamente para cada máquina.

**Tabla 3.1: Tiempos de corte promedio**

Fuente: Elaboración propia

Máquina	Corte promedio (día)	Desv. Estándar	Corte promedio (hora)	Tamaño muestral
SELCO EBT100L	4:14:19	1:38:39	00:29:55	140 días
SELCO WNT600	4:00:03	1:33:41	00:28:14	123 días
PANELERA	1:25:28	2:20:00	00:10:03	63 días

Para la determinación de la capacidad de corte se utilizó el tiempo de corte generado desde lunes a jueves, debido a que la jornada del viernes cuenta con una hora menos de trabajo. Además, se determinó que la jornada efectiva laboral es de 8.5 horas debido al horario de colación.

El análisis de los tiempos de corte promedio indica que las máquinas SELCO EBT100L y SELCO WNT600 tienen un rendimiento similar, con un tiempo de corte promedio de aproximadamente 4 horas diarias, representando cerca del 45% de la jornada laboral. Además, presentan una desviación estándar menor al 50% del promedio (1 hora y 30 minutos aproximadamente), lo que sugiere un uso constante y estable en la producción. Por otro lado, la PANELERA muestra un tiempo de corte considerablemente menor (1 hora y 25 minutos en promedio, apenas un 17% de la jornada), acompañado de una alta variabilidad (2 horas y 20 minutos de desviación estándar). Sin embargo, este comportamiento es esperable, ya que su función es diferente: realiza cortes más específicos y verticales, procesando una placa a la vez.

- Las máquinas SELCO son las principales en términos de volumen de producción, con tiempos de corte estables y constantes.
- La PANELERA, aunque tiene menor tiempo de corte, responde a necesidades especializadas, lo que justifica su menor uso y mayor variabilidad.
- La máquina PANELERA, presenta una desviación estándar superior al promedio, lo que se asocia con la demanda fluctuante de cortes específicos, lo que la hace una máquina complementaria en el proceso de producción.

Es importante destacar que los períodos en los que las máquinas no están realizando cortes se deben principalmente a la movilización de material. Esto incluye el traslado de placas, su posicionamiento en la máquina, así como las tareas de carga y descarga.

A partir de esta información, se propone calcular el tiempo efectivo de corte por hora. El objetivo es obtener un valor manejable y útil tanto para la interpretación como para futuras estimaciones o investigaciones. Esto permitirá conocer la capacidad horaria de cada máquina en función del tiempo que realmente puede destinarse al corte.

Cabe señalar que los cálculos realizados son más precisos para las máquinas SELCO EBT100L y SELCO WNT600, ya que la máquina PANELERA se utiliza solo de manera puntual o en situaciones específicas y presenta una desviación estándar elevada.

### 3.2 Tiempo de enchapado ( $T_{enchapado}$ )

El proceso de enchapado comienza una vez que las piezas han sido cortadas, donde se les aplica una capa decorativa y protectora en los bordes visibles (cubre canto). Para realizar esta función, actualmente hay dos máquinas operativas JADE 340 y NANXING en el subproceso.



**Figura 3.4: Enchapadoras JADE 340-STREAM A-NANXING**

Fuente: Muebles Suecia

Durante el proceso de enchapado, se agrupan las piezas según el tamaño y cantidad de bordes a enchapar. Las piezas son enchapadas por la máquina el número de veces necesario hasta lograr el acabado deseado. Además, cabe destacar que el cubre canto, al ser aplicado solo en bordes, se mide en metros lineales.



**Figura 3.5: Aplicación de cubre canto a pieza**

Fuente: Muebles Suecia

Para estimar el tiempo utilizado en la aplicación de cubre canto, se empleó el documento Control de OT Entregadas, el cual contiene la cantidad de metros lineales de cubre canto requeridos por cada orden de trabajo. A partir de esta información, se calculó la capacidad de aplicación de cubre canto en metros lineales por máquina, utilizando como referencia el promedio de los registros diarios de cubre canto aplicado de lunes a jueves.

<i>Máquina</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
JADE 340	674.95	363.14	79.40	114 días
NANXING	997.74	482.97	117.38	116 días

Es posible estimar el tiempo que requerirá la orden de trabajo en este subproceso, mediante los metros lineales registrados en el documento. Por otro lado, la desviación estándar se considera significativa dado que supera el 50% del promedio, indicando una variabilidad considerable en el proceso.

Para ajustar los datos, se calculará el promedio y la capacidad por hora utilizando únicamente la muestra central, definida como el conjunto de valores que se encuentran en el intervalo  $[\bar{x} \pm 2\sigma]$ . Se eliminó el 3.22% de los datos correspondientes a días que presentaban trabajo en sobretiempo y quiebre de stock de cubre canto.

**Tabla 3.2: Capacidad de enchapadoras (metros lineales)**

Fuente: Elaboración propia

<i>Máquina</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
JADE 340	639.12	314.37	75.19	110 días
NANXING	971.40	444.72	114.28	114 días

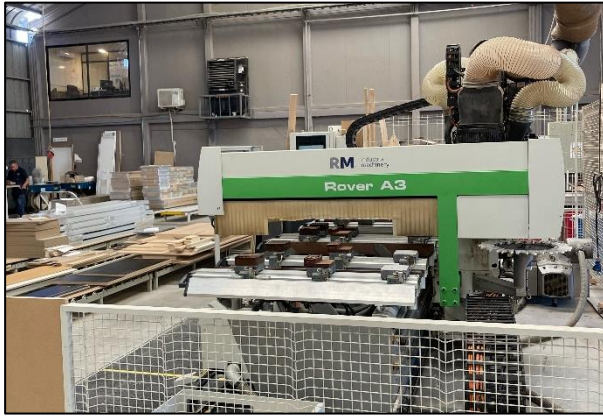
De esta manera es posible definir el tiempo de enchapado que tomara una orden de trabajo, mediante la cantidad de metros lineales de cubre canto que requiere:

$$T_{enchapado} = \frac{\text{Metros lineales}}{\text{Capacidad por hora}}$$

La capacidad por hora dependerá de la máquina que se utilice para realizar el enchapado según indique el documento señalado. Donde  $T_{enchapado}$  es el tiempo total estimado para el enchapado de una orden de trabajo, el cual dependerá de la cantidad de metros lineales de cubre canto y de la máquina utilizada para el proceso.

### 3.3.- Tiempo de perforado ( $T_{perforado}$ )

El proceso de perforado se realiza principalmente en muebles de cocina, utilizando las máquinas ROVER A y ROVER K. Estas operan con el soporte del software B\_SOLID y ejecutan directrices precisas en cuanto al posicionamiento y las dimensiones de las perforaciones.



**Figura 3.6: Perforadora ROVER A3**

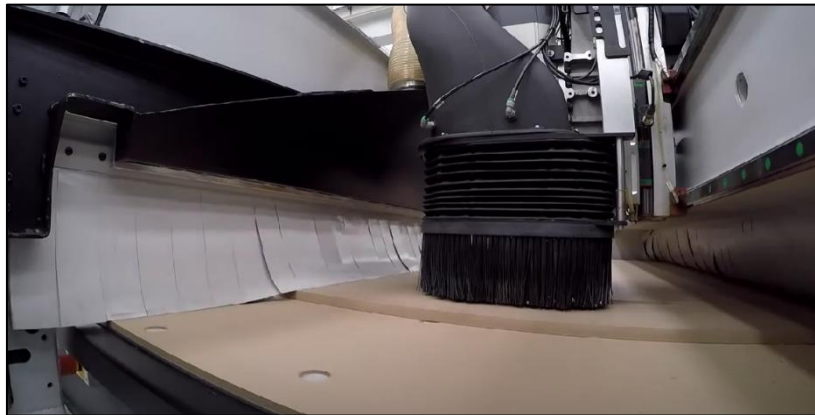
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 3.7: Perforadora ROVER K**

Fuente: Muebles Suecia

Una vez cargado el archivo con el diseño en la interfaz, el operario posiciona la pieza en la máquina para comenzar la perforación. Paralelamente, se verifica el sistema de aspiración para asegurar la recolección eficiente del polvo. La pieza de trabajo, que puede ser de melamina, MDF u otro material, se coloca sobre la mesa de la máquina y se fija mediante ventosas o un sistema de vacío para evitar cualquier desplazamiento durante la operación. Con todo listo, las máquinas inician el ciclo de perforación. La broca descende hasta la superficie de la pieza para ejecutar los orificios.



**Figura 3.8: Interior de Perforadora ROVER K**

Fuente: Muebles Suecia

Para determinar la capacidad de perforado se analizaron los registros de los operadores, permitiendo estimar el tiempo requerido en función de la cantidad de piezas señaladas en la orden de trabajo. Para ello se registro cada orden de trabajo que fue perforada en un periodo de tiempo y con ello se determino la capacidad diaria que presenta cada máquina.

Se evaluó la posibilidad de estimar el proceso de perforación utilizando distintos datos disponibles. Para ello, se calcularon los promedios de cocinas perforadas y de piezas perforadas durante un período de dos meses. Luego, se compararon las desviaciones estándar de ambas estimaciones, considerando por un lado la cantidad de muebles de cocina, y por otro, la cantidad de piezas, ambas detalladas en las órdenes de trabajo. Los resultados mostraron que la estimación basada en la cantidad de piezas presenta una menor variabilidad, lo que la convierte en una opción más precisa para representar el proceso.

En consecuencia, se optó por calcular la capacidad del perforado en función de las piezas perforadas.

**Tabla 3.3: Capacidad de perforadoras (por cantidad de piezas)**

Fuente: Elaboración propia

<i>Máquina</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
<i>ROVER A</i>	213.92	150.83	25.17	76 días
<i>ROVER K</i>	170.55	85.25	20.06	55 días

En la Tabla 3.3 se presenta la estimación del tiempo destinado al proceso de perforado, calculado en función de la cantidad de piezas asociadas a cada orden de trabajo. A diferencia de las máquinas de corte y enchapado, la máquina perforadora utilizada no es registrada en los documentos generados por la empresa. Por esta razón, fue necesario recurrir a los registros de actividad de los trabajadores para identificar qué órdenes de trabajo fueron sometidas a perforado durante el período analizado. Esta información permitió realizar un cruce de datos que facilitó la estimación del tiempo invertido en esta etapa, considerando el número total de piezas perforadas. Además, al no poder discernir que máquina perforadora se utilizó, el tiempo de perforado se calculó utilizando el promedio entre las capacidades de ambas máquinas:

$$T_{\text{perforado}} = \frac{\text{Cantidad de piezas}}{\left( \frac{\text{Capacidad ROVER A} + \text{Capacidad ROVER K}}{2} \right)}$$

De esta manera, se pudo estimar la cantidad de horas que demora el subproceso de perforado en completar una orden de trabajo en función de la cantidad de piezas que esta señala.

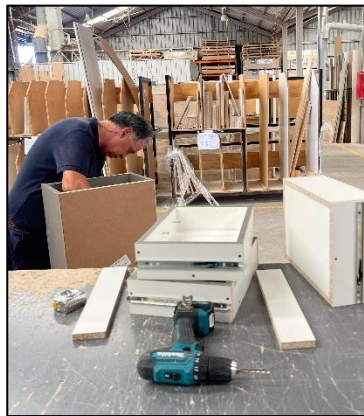
En este caso, también se observó una desviación estándar elevada. Sin embargo, no se realizó un ajuste a pesar de presentar una desviación estándar superior al 50%, ya que el proceso de perforado tiene normalmente una alta variabilidad. En el perforado, la cantidad de perforaciones varía según el tipo de pieza. Dado que no se registra el número exacto de perforaciones, la cantidad de piezas como referencia resultó ser el dato más factible para estimar el tiempo utilizado en este proceso.

### 3.4 Tiempos de trabajo manual ( $T_{manual}$ )

Los procesos manuales abordan el clasificado de piezas, el armado de los muebles y el embalaje de estos. Dichas actividades son enfocadas en la producción de muebles del tipo cocina, ya que este producto es despachado completamente armado y listo para su instalación.



**Figura 3.9: Clasificado**  
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 3.10: Armado**  
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 3.11: Embalaje**  
Fuente: Muebles Suecia

El trabajo manual cumple un rol fundamental en la preparación, ensamblaje y embalaje de las piezas, asegurando que cada una cumpla con las especificaciones establecidas en las órdenes de trabajo. La estimación del tiempo destinado a estas tareas se basa en los registros históricos de los operadores, lo que permite obtener una medida representativa de la capacidad de producción diaria en cada subproceso.

No obstante, es importante considerar la variabilidad inherente al trabajo manual, ya que factores como la complejidad del mueble, el tipo de tarea y las condiciones operativas del día pueden generar fluctuaciones significativas en los tiempos de ejecución.

Para evaluar estos procesos, se analizaron los registros de los operadores, lo que permitió determinar la capacidad diaria por subproceso. A partir de esta información, se definió el tiempo total dedicado al trabajo manual como la suma de tres componentes principales:

$$T_{manual} = T_{clasificado} + T_{armado} + T_{embalaje}$$

A continuación, en las secciones 3.4.1 a 3.4.3 se presenta la estimación detallada del tiempo correspondiente a cada una de las etapas del trabajo manual: clasificado, armado y embalaje. Se realizaron las estimaciones considerando la cantidad de muebles procesados.

### 3.4.1 Tiempo de clasificado ( $T_{clasificado}$ )

El proceso de clasificado consiste en agrupar las piezas que serán utilizadas posteriormente en la etapa de armado, asegurando que cada componente esté disponible y en condiciones adecuadas para su ensamblaje. Actualmente, la fábrica cuenta con un operador encargado de esta tarea, conocido como Clasificador. Para estimar la capacidad de este subproceso, se utilizaron los registros operativos que lleva el propio trabajador, en los cuales se documenta diariamente la cantidad de muebles clasificados.



**Figura 3.12: Clasificador separando piezas por mueble**  
Fuente: Muebles Suecia

A partir de estos datos, fue posible calcular el tiempo promedio requerido por mueble clasificado, lo que permitió determinar la capacidad diaria del subproceso en función de la cantidad de muebles procesados.

<i>Subproceso</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
<i>Clasificado</i>	78.23	34	9.20	82 días

### 3.4.2 Tiempo de armado ( $T_{armado}$ )

El proceso inicia revisando la disponibilidad de todas las partes y piezas necesarias. Antes de comenzar el armado, los operadores deben revisar el contenido de la orden de trabajo para verificar que el carro de armado contiene todas las partes y herrajes requeridos. Una vez teniendo todo lo requerido para armar el mueble se comienza su ensamblaje como se puede apreciar en la Figura 3.10.

A partir de los registros de los operadores, se determinó la capacidad de este subproceso según la cantidad de muebles.

<i>Subproceso</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
<i>Armado</i>	81.12	61.10	9.54	43 días

La alta desviación estándar refleja una marcada variabilidad en la producción diaria de armado. Esta fluctuación se atribuye a la diversidad de muebles fabricados, ya que cada uno presenta distintas dimensiones y niveles de complejidad. Días con una mayor producción pueden corresponder a muebles más simples y de ensamblaje rápido, mientras que una menor producción está asociada a muebles más complejos o directamente a la demanda de muebles armados en obra. En este caso, también se observó una desviación estándar elevada. Sin embargo, no se realizó un ajuste a pesar de presentar una desviación estándar superior al 50%, ya que el proceso de armado tiene normalmente una alta variabilidad.

### 3.4.3 Tiempo de embalaje ( $T_{embalaje}$ )

En el subproceso de embalaje, cada mueble es envuelto cuidadosamente en una envoltura plástica para protegerlo como se puede apreciar en la Figura 3.11. Luego se adhiere un etiquetado que permite distinguir a los peonetas la ubicación y el tipo de mueble en el recinto.



**Figura 3.13: Etiqueta de mueble embalado**  
Fuente: Muebles Suecia

Para estimar la capacidad de embalaje se utilizó el registro de los trabajadores con el objetivo de determinar la capacidad en función de la cantidad de muebles procesados.

<i>Subproceso</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
<i>Embalaje</i>	22.93	15.06	2.70	40 días

La desviación estándar es significativa, indicando una variabilidad considerable en el proceso. Sin embargo, en este caso no es debido a la complejidad que presenten los muebles en términos de muebles como ocurre en el perforado, clasificado y armado. Sino que es debido a que el embalaje de muebles se ejecuta según la demanda en obra.

Por lo anterior, se puede considerar que no todos los días se utiliza toda la capacidad de embalaje, por lo que se ajustó la estimación para considerar los datos en  $[\bar{x} + 3\sigma]$  de los registros originales. De esta forma se espera obtener una estimación más precisa de la capacidad. La capacidad estimada se ajustó considerando intervalo de datos superior al promedio para el embalaje de muebles.

<i>Subproceso</i>	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora (<math>C_b</math>)</i>	<i>Tamaño muestral</i>
<i>Embalaje</i>	37.33	11.70	4.39	40 días

De esta manera el tiempo dedicado al trabajo manual se puede abordar como:

$$T_{manual} = T_{clasificado} + T_{armado} + T_{embalaje}$$

$$T_{manual} = \frac{\text{Cantidad de muebles}}{\text{Capacidad Clasificado}} + \frac{\text{Cantidad de muebles}}{\text{Capacidad Armado}} + \frac{\text{Cantidad de muebles}}{\text{Capacidad Embalaje}}$$

$$T_{manual} = \frac{3 * \text{Cantidad de muebles}}{\text{Capacidad Clasificado} + \text{Capacidad Armado} + \text{Capacidad Embalaje}}$$

La cantidad de muebles se determina según lo indicado en la orden de trabajo. De esta manera, el embalaje se definió en función del número total de muebles.

Se identificó que la capacidad de embalaje depende no solo de las características físicas de los muebles, sino también de la demanda externa en obra. Por lo tanto, los ajustes realizados a los datos, especialmente con el uso de un intervalo superior al promedio, buscan obtener una estimación más precisa del tiempo requerido para este subproceso.

Para los trabajos manuales se realizaron las estimaciones utilizando la cantidad de muebles y las cantidades procesadas son registradas en los documentos Excel Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregadas facilitando su uso en el tablero. Es importante señalar que no se registra el día exacto en que un mueble es embalado, y no siempre se realiza el envío de manera inmediata después del embalaje. La estimación realizada se basó en los registros de los trabajadores, lo que permitió identificar las órdenes de trabajo procesadas en los días correspondientes.

A continuación, se resumen las capacidades referentes al trabajo manual.

**Tabla 3.4: Capacidad de trabajos manuales**

Fuente: Elaboración propia

	<i>Promedio diario (<math>\bar{x}</math>)</i>	<i>Desv. Estándar (<math>\sigma</math>)</i>	<i>Capacidad por hora</i>	<i>Tamaño muestral</i>
<i>Clasificado</i>	78.23	34	9.20	82 días
<i>Armado</i>	81.12	61.10	9.54	43 días
<i>E. Cocina</i>	37.33	11.70	4.39	40 días

La estimación del tiempo total, que incluye los procesos de clasificado, armado y embalaje, proporciona una visión más precisa del tiempo que tomará una orden de trabajo para su preparación y despacho, considerando tanto los registros llevados por los trabajadores como las condiciones variables de la producción y la demanda externa.

Al integrar las capacidades de los subprocesos de corte, enchapado, perforado y trabajos manuales, es posible calcular el tiempo necesario para que una orden de trabajo esté lista para su despacho. Sin embargo, dado que en los subprocesos de perforado y manuales, no se registra la fecha exacta en la que se realizan, fue imperativo utilizar el registro llevado por los trabajadores, lo que permitió realizar una estimación más realista y ajustada a la realidad operativa. Además, fue crucial analizar las características de cada registro para ajustar las estimaciones, logrando así una proyección más precisa.

De esta manera, se presentan datos que permiten establecer referencias útiles para el análisis de los distintos centros de trabajo. El objetivo no es solo incluir estos resultados en esta investigación, sino también sentar una base que facilite la comparación de niveles de producción y la propuesta de indicadores clave de desempeño (KPI) efectivos para el monitoreo y control de la producción.

### 3.5 Tiempo estimado para órdenes de trabajo

Para determinar el tiempo que requiere una orden de trabajo hasta su despacho se propuso la siguiente estimación:

$$Tiempo OT = T_{corte} + T_{enchapado} + T_{perforado} + T_{manual}$$

Se determinó la capacidad de cada subproceso y centro de trabajo, en función de la cantidad de metros lineales de cubre canto, de piezas y muebles.

**Tabla 3.5: Resumen capacidad por centro de trabajo**  
Fuente: Elaboración propia

Centro de trabajo	Promedio diario ( $\bar{x}$ )	Desv. Estándar ( $\sigma$ )	Capacidad por hora	Unidad	Subproceso
SELCO EBT100L	4:14:19	1:38:39	00:29:55	Horas	Corte
SELCO WNT600	4:00:03	1:33:41	00:28:14	Horas	Corte
PANELERA	1:25:28	2:20:00	00:10:03	Horas	Corte
JADE 340	639.12	314.37	75.19	Metros	Enchapado
NANXING	971.40	444.72	114.28	Metros	Enchapado
ROVER A	213.92	150.83	25.17	Piezas	Perforado
ROVER K	170.55	85.25	20.06	Piezas	Perforado
Clasificado	78.23	34.00	9.20	Muebles	Manual
Armado	81.12	61.10	9.54	Muebles	Manual
Embalaje	37.33	11.70	4.39	Muebles	Manual

Para facilitar la presentación de la ecuación asociada a la estimación se continuará abordando la información presentada con la siguiente nomenclatura:

- $Tiempo OT$  : Horas de fabricación
- $m$  : Cantidad de muebles
- $f$  : Cantidad de piezas
- $c$  : Metros lineales de cubre canto
- $T_{corte}$  : Tiempo de corte requerido
- $C_e$  : Capacidad de enchapado
- $C_p$  : Capacidad de perforado
- $C_c$  : Capacidad de clasificado
- $C_a$  : Capacidad de armado
- $C_b$  : Capacidad de embalaje

De esta manera se presentan las estimaciones de tiempo:

$$T_{enchapado} = \frac{c}{C_e} \quad T_{perforado} = \frac{f}{\frac{C_{p,RA} + C_{p,RK}}{2}} \quad T_{manual} = \frac{3 * m}{(C_c + C_a + C_b)}$$

Cabe destacar que para el caso del tiempo de enchapado se debe considerar la máquina utilizada.

Al considerar las capacidades determinadas para cada subproceso en la estimación:

$$Tiempo OT = T_{corte} + \left(\frac{c}{C_e}\right) + \left(\frac{f}{\frac{C_{p,RA} + C_{p,RK}}{2}}\right) + \frac{3 * m}{(C_c + C_a + C_b)}$$

De esta forma, se propuso una metodología basada en datos cuantitativos, la cual permite estimar el tiempo requerido para la producción de una orden de trabajo, reemplazando las aproximaciones empíricas por un enfoque más riguroso y objetivo.

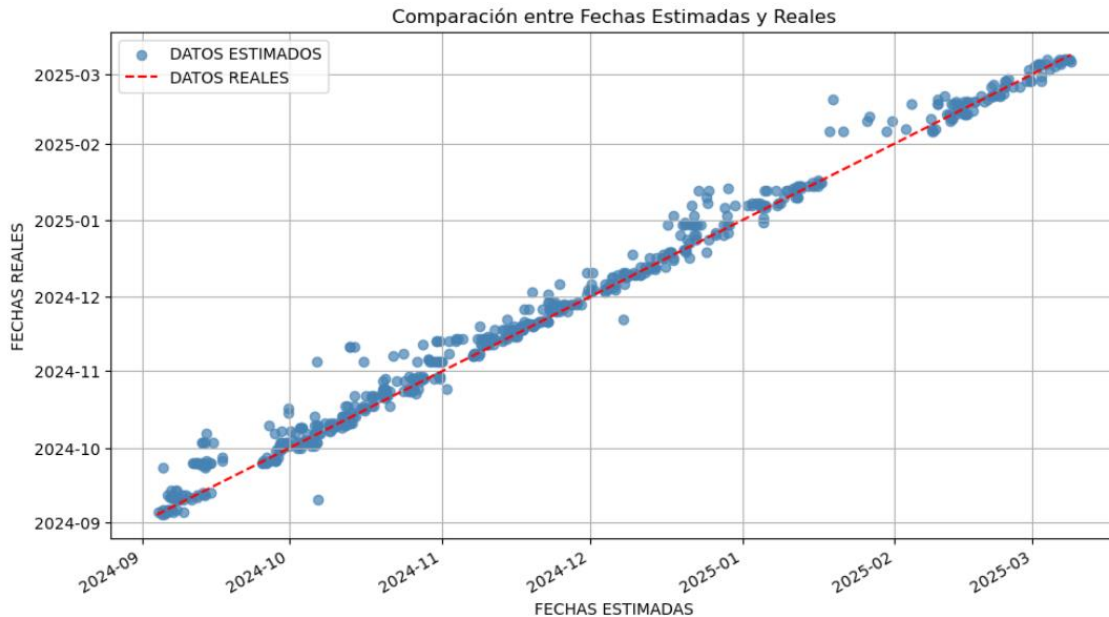
Para el cálculo de la estimación de la fecha de entrega en la que una orden de trabajo está completada, se consideró la información contenida en la Tabla 3.5. Además, con el objetivo de evitar la entrega de fechas anticipadas y asegurar una planificación más realista, se incorporó un margen adicional de dos días a la estimación final. Este ajuste permite establecer un mínimo de tiempo requerido que considera posibles contingencias o variaciones operativas, contribuyendo así a una programación más alineada con la capacidad real de la planta productiva.

Es importante señalar que la estimación obtenida entrega el total de horas necesarias para completar una orden de trabajo; sin embargo, para conocer la fecha de entrega, este valor debe dividirse por 8,5, correspondiente a las horas efectivas de la jornada laboral diaria. Posteriormente, se suman dos días al resultado para obtener una estimación de días más realista. Finalmente, este valor se agrega a la fecha de inicio del proceso de corte, lo que permite proyectar la fecha de despacho del producto.

$$Fecha de entrega = Fecha de corte + \frac{T_{corte} + \left(\frac{c}{C_e}\right) + \left(\frac{f}{\frac{C_{p,RA} + C_{p,RK}}{2}}\right) + \frac{3 * m}{(C_c + C_a + C_b)}}{8.5} + 2$$

Los parámetros considerados permiten calcular los tiempos asociados a los distintos subprocesos involucrados tales como corte, enchapado, perforado y trabajo manual. Facilitando estimar de manera integral la duración total del proceso productivo hasta el despacho. La información requerida como cantidad de muebles, piezas y metros lineales de cubre canto se pueden obtener directamente de los archivos Excel Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregada.

Con el objetivo de evaluar la precisión en la estimación de fechas de despacho, se realizó un análisis comparativo mediante la Figura 3.14, entre las fechas estimadas y las fechas reales de despacho, tomando como base un total de 583 registros válidos. Estos registros corresponden a casos donde ambas fechas estaban disponibles.



**Figura 3.14: Margen de error en fechas estimadas**

Fuente: Elaboración propia

Para representar visualmente esta relación, se utilizó un gráfico de dispersión en el que cada punto representa un despacho. En el eje horizontal (X) se encuentran las fechas estimadas, mientras que en el eje vertical (Y) se muestran las fechas reales. Si todas las estimaciones hubieran coincidido exactamente con las fechas reales, los puntos habrían quedado alineados sobre una línea diagonal. Por ello, se añadió una línea de referencia (en rojo) que indica esta trayectoria ideal donde “*estimado = real*”. La proximidad de los puntos a esta línea permite evaluar la calidad de las estimaciones: cuanto más cerca, mayor precisión; cuanto más alejados, mayor el error. El resultado más relevante es que el margen de error promedio fue de 3,68 días, lo que sugiere una tendencia moderada de desviación respecto a lo estimado. Este dato refleja que, en general, las fechas reales se alejaron por casi 4 días del valor inicialmente proyectado, lo cual puede considerarse aceptable considerando que la mayor parte de los datos se encuentra sobre la fecha real, evitando entregar fechas anticipadas. Se identificó también un margen de error máximo de 30 días, correspondiente a un caso extremo de desviación significativa, y un margen mínimo de 0 días, evidenciando que en algunos casos se logró una estimación perfectamente precisa.

### 3.6 Uso de capacidad

Para plantear el uso de capacidad que utilizan los centros de trabajo en una orden, se utilizó la capacidad por hora de cada centro de trabajo, multiplicada por la cantidad de horas de la jornada.

De esta manera, se establece una referencia que permite comparar el uso que tiene un centro de trabajo utilizando la información indicada en la Tabla 3.5. Al conocer las capacidades, no solo es posible estimar el tiempo que requiere una orden de trabajo, sino que también, cuanta capacidad es utilizada al producirla. Por otro lado, al considerar que en los documentos Excel mencionados, solo se registra la fecha de corte y enchapado, es posible determinar cuanta capacidad es utilizada por las órdenes de trabajo en el subproceso de corte y enchapado.

El cálculo considera el centro de trabajo, ya que las capacidades son diferentes. Por lo anterior, se propone la siguiente ecuación para determinar el porcentaje de uso:

$$CARGA CT = \frac{U_{Subproceso}}{H * C_{Subproceso}}$$

Con:

- *CARGA CT* : Uso porcentual del centro de trabajo
- *U<sub>Subproceso</sub>* : Unidades procesadas en el subproceso por orden de trabajo
- *H* : Horas de la jornada laboral
- *C<sub>Subproceso</sub>* : Capacidad por hora del subproceso

Las unidades procesadas en cada subproceso son necesarias para calcular el uso porcentual de capacidad. Dicha información se extrae directamente de las órdenes de trabajo registradas en los documentos Excel Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregadas. Estos archivos contienen la información relativa a las horas utilizadas en el corte y los metros lineales de cubre canto procesados, lo que permite estimar la carga que representa cada orden de trabajo sobre los centros de corte y enchapado. Un bajo nivel de uso de capacidad en los centros de trabajo puede ser interpretado como una señal de alerta, ya que generalmente se asocia a una baja en la producción. Esta situación requiere un análisis detallado para identificar su causa raíz, la cual puede estar relacionada con una disminución en la demanda de obras, la ausencia de nuevos proyectos o, en algunos casos, con la existencia de un cúmulo de pedidos que aún no han sido ingresados. Por lo tanto, resulta imperativo realizar un diagnóstico oportuno que permita entender el origen de esta baja carga de trabajo.

### 3.7 Indicadores de desempeño

En el marco del análisis de capacidad productiva y optimización de procesos en Muebles Suecia, se han definido indicadores clave de desempeño (KPI) con el objetivo de monitorear y mejorar la operación de la fábrica. Estos indicadores proporcionan una evaluación cuantificable de los procesos productivos y facilitan la toma de decisiones basada en datos.

<i>Centro de trabajo</i>	<i>Subproceso</i>	<i>Capacidad diaria</i>	<i>Capacidad mensual (20 días)</i>	<i>Unidad</i>
<i>SELCO EBT100L</i>	Corte	4:14:19	84:47:00	Horas
<i>SELCO WNT600</i>	Corte	4:00:03	80:01:00	Horas
<i>PANELERA</i>	Corte	1:25:28	28:29:20	Horas
<i>JADE 340</i>	Enchapado	639.12	12782.40	Metros
<i>NANXING</i>	Enchapado	971.40	19428	Metros

**Tabla 3.6: Capacidad mensual**

Fuente: Elaboración propia

De esta manera es posible establecer una referencia para analizar el desempeño mensual y permite utilizar las herramientas graficas presentadas en el Tablero de Coordinación. Los indicadores se definieron considerando los procesos de corte y enchapado, ya que tienen un mayor impacto en la productividad y cuentan con más controles. Esto permite establecer referencias para evaluar el rendimiento actual y proyectar mejoras en la gestión operativa.

Cabe destacar que se proyectó la capacidad a 20 días, sin embargo, se debe considerar la cantidad de días trabajados del mes que se está evaluando.

A continuación, se presentan los principales KPI definidos para el análisis del desempeño:

**Tasa de Utilización de la Capacidad (KPI 1):** Representa el porcentaje de la capacidad productiva utilizada en relación con la capacidad total (mensual).

$$TUC = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad diaria} * \text{Días trabajados al mes}} * 100 = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad mensual}} * 100$$

Al sumar la capacidad utilizada durante un mes y contrastarla con la capacidad mensual, se puede extender el análisis para determinar la utilización de capacidad mensual. Usando los gráficos de la Página 2 del Tablero de Coordinación, es posible visualizar gráficamente la capacidad utilizada en el proceso de corte y enchapado por mes fácilmente. De esta manera, no solo es posible conocer las horas de corte utilizadas y los metros lineales de cubre canto aplicados mensuales. Sino también obtener una referencia para el análisis y gestión de la producción.

**Cumplimiento del Programa de Producción (KPI 2):** Mide qué tan alineada está la producción con la planificación inicial.

$$CPP = \frac{\text{Ordenes de producción cumplidas a tiempo}}{\text{Ordenes de producción planificadas}} * 100$$

Determinar el cumplimiento del programa de producción permite determinar el estado de una obra y anticiparse a posibles multas o intervenciones. Utilizando la información de la Página 2 resulta sencillo determinar la cantidad de órdenes de trabajo planificadas por mes diferenciando por cliente, sin embargo, se debe contar cuantas tienen el estado “DESPACHADO” para poder determinar el porcentaje de cumplimiento.

**Índices de uso de capacidad por centro de trabajo (KPI 3):** Es un índice diario que permite determinar cuánto porcentaje de uso se le dio a las máquinas cortadoras y enchapadoras. Permitiendo equilibrar o directamente asignar más carga a cada máquina. Este índice es una extensión de la ecuación de la carga de trabajo presentada en el Capítulo 3.6. Su objetivo es facilitar la toma de decisiones rápidas frente a demandas cambiantes.

$$CCT = \frac{\text{Unidades procesadas}}{\text{Horas de la jornada} * \text{Capacidad del subproceso por hora}}$$

El índice se encuentra disponible en la Página 2 del Tablero de Coordinación, tal como se detalla en el Capítulo 4 del presente documento.

Estos KPI han sido diseñados para evaluar y gestionar el rendimiento de la producción mediante el uso del Tablero de Coordinación. La integración del Tablero de Coordinación en Power BI fue fundamental para facilitar el seguimiento de estos KPI, permitiendo visualizar la información y analizar tendencias basadas en datos. De igual manera, es importante señalar que la herramienta facilita considerablemente el cálculo de estos índices, pero no es necesaria para determinarlos. El seguimiento de estos indicadores no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también promueve una gestión basada en datos, lo que garantiza la mejora continua en los procesos de producción.

El análisis de datos complementado con el monitoreo de los indicadores clave de desempeño, permite identificar rápidamente áreas con oportunidad para mejora, lo que facilita el paso hacia un modelo de producción más eficiente, y competitivo, alineándose con los objetivos estratégicos de Muebles Suecia.

## Capítulo 4: Estandarización de procesos

Para mejorar la planificación y reducir los retrasos en obra, se desarrolló el Tablero de Coordinación, una herramienta en Power BI que centraliza la información clave de producción. Este tablero se alimenta de los documentos Excel Archivo de Órdenes de Trabajo y Control de OT Entregadas, dichos archivos se encuentran almacenados en el servidor Dropbox y son actualizados por el personal de Oficina Técnica y Producción.

La implementación del tablero facilita la gestión interna y también da mayor autonomía al personal en terreno. Utilizando esta herramienta, la Gerencia de Operaciones, los Coordinadores de Obras y los Supervisores tienen acceso a la misma información, sin necesidad de depender de llamadas o estar físicamente en la fábrica.



**Figura 4.1: Tablero de Coordinación (Página 1)**

Fuente: Muebles Suecia

La primera página del tablero está dirigida a los Coordinadores de Obra y Supervisores, y su principal objetivo es alinear y estandarizar la información relacionada con las fechas de entrega. Actualmente, gran parte de la comunicación se realiza de manera informal, principalmente vía telefónica, lo que puede dar lugar a errores o descoordinaciones. Esta situación se ve agravada por la falta de acceso directo a la información sobre fechas de despacho en terreno, ya que dicha información solo puede

obtenerse si es solicitada al personal en fábrica. En este contexto, el tablero busca centralizar y visibilizar estos datos, entregando autonomía a las áreas involucradas.

Uno de los problemas recurrentes en terreno, es la incertidumbre respecto a las fechas de entrega, lo que generaba inconsistencias entre la información recibida y la realidad productiva. Para resolver esto, se creó una Tabla de Órdenes en Producción, donde se muestra la fecha estimada de finalización de cada pedido y su estado actual (en producción o ya despachado).

ORDENES EN PRODUCCION				
OT	INICIO	DESCRIPCION	CLIENTE	ESTADO
25357-6	05/03/2025	ESPACIOS COMUNES	MARTINEZ DE ROZAS	07/03/2025
25365	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-1	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-3	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-4	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	10/03/2025
25365-5	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-6	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-7	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25373-1	05/03/2025	CLOSET	MARTINEZ DE ROZAS	DESPACHADO
25374-1	05/03/2025	PROYECTO CLOSET	GLORIA HELLMAN (4)	07/03/2025
25356	04/03/2025	ESPACIOS COMUNES	MARTINEZ DE ROZAS	06/03/2025
25357	04/03/2025	ESPACIOS COMUNES	MARTINEZ DE ROZAS	07/03/2025
25364-4	04/03/2025	CLOSET MZ W	VIENTOS ET 2	06/03/2025
25369-1	04/03/2025	CLOSET MZ 13	PARQUE CORDILLERA ET3.	06/03/2025
25370	04/03/2025	CONSERJERÍA PISO 1	MAIPU 1546	DESPACHADO

**Figura 4.2: Tabla Órdenes en Producción**  
Fuente: Muebles Suecia

ORDENES EN PRODUCCION				
OT	INICIO	DESCRIPCION	CLIENTE	ESTADO
25357-6	05/03/2025	ESPACIOS COMUNES	MARTINEZ DE ROZAS	07/03/2025
25365	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-1	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-3	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-4	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	10/03/2025
25365-5	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-6	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25365-7	05/03/2025	COCINA MZ W	VIENTOS ET 2	07/03/2025
25373-1	05/03/2025	MUEBLES/PARTES/PIEZAS	MARTINEZ DE ROZAS	CHADO
25374-1	05/03/2025	CLOSET: DEPTO 1605-1607-1803-1804-1807-1808-1901-2001-2002-2004 al 2013-2101-2102-2106-2107-2109 al 2113: PUERTAS PENDIENTES.	GLORIA HELLMAN (4)	2025
25356	04/03/2025	ESPACIOS COMUNES	MARTINEZ DE ROZAS	06/03/2025
25357	04/03/2025	ESPACIOS COMUNES	MARTINEZ DE ROZAS	07/03/2025
25364-4	04/03/2025	CLOSET MZ W	VIENTOS ET 2	06/03/2025
25369-1	04/03/2025	CLOSET MZ 13	PARQUE CORDILLERA ET3.	06/03/2025
25370	04/03/2025	CONSERJERÍA PISO 1	MAIPU 1546	DESPACHADO

**Figura 4.3: Tabla Órdenes en Producción (tooltip)**  
Fuente: Muebles Suecia

El cálculo de estas fechas se basa en el modelo que estima el tiempo requerido para cada orden de trabajo. Además, para evitar plazos demasiado ajustados, se estableció una regla que garantiza al menos dos días para completar cada orden como se menciona en el Capítulo 3.5, asegurando un margen de seguridad en la planificación. La tabla permite identificar cada pedido por cliente, mostrando su fecha de inicio (cuando fue cortado) y una breve descripción del producto.

Para mayor claridad, se incorporó un tooltip que despliega información detallada al pasar el cursor sobre cada orden. Esta funcionalidad mejora la información transmitida y también permite anticiparse a retrasos. Para el personal en terreno, contar con conocimiento y autonomía respecto a las fechas de entrega permite una gestión más eficiente de las actividades en obra. El acceso directo a esta información permite organizar las labores sin depender constantemente del personal en fábrica, lo que mejora la coordinación entre el personal en terreno. Al disponer de las fechas estimadas de despacho, los Coordinadores y Supervisores pueden planificar con mayor precisión la recepción de productos y la ejecución de los trabajos en cada recinto.

La segunda página del tablero está enfocada en la fase productiva. Utiliza la capacidad determinada para medir el uso diario de los centros de trabajo y permite un seguimiento detallado de la producción mensual. Esto incluye el tiempo de corte utilizado, la cantidad de placas cortadas y los metros de cubre canto aplicado.



**Figura 4.4: Tablero de Coordinación (Página 2)**

Fuente: Muebles Suecia

De este modo, se presenta una herramienta que facilita el seguimiento de indicadores para analizar el desempeño de la producción. Esto permite la anticipación de cargas de trabajo en función del comportamiento anterior y la identificación de las causas raíz de los problemas en la fase productiva.

Al centralizar la información y unificar los criterios de coordinación, se minimizan los errores de comunicación y se mejora la toma de decisiones basada en datos. Esto permite gestionar eficientemente los recursos, permitiendo alinear la capacidad productiva con la demanda y facilitando el cumplimiento de los plazos de entrega al entregar fechas concretas. De este modo la estandarización del proceso de consultas permite disminuir los retrasos en obra producidos al facilitar el acceso a la información de manera oportuna, ya que el personal en terreno puede organizarse antes de la notificación del personal de fábrica. De esta manera se contribuye a la sostenibilidad y competitividad de la empresa en un entorno dinámico y exigente.

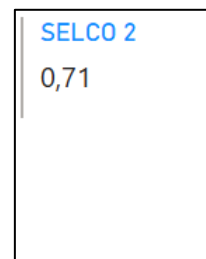
Por otro lado, el equilibrio en la carga de trabajo es clave para mejorar el cumplimiento de los plazos de entrega. Antes de la generación del tablero, no existía una herramienta que permitiera visualizar de manera clara y universal la utilización de cada centro de trabajo.

Para abordar este problema, se incorporó un Indicador de Uso de Capacidad, el cual muestra en una escala de 0 a 1 cuánta capacidad fue utilizada el día anterior en cada subproceso de producción. Un valor cercano a 1 indica que la máquina está trabajando cercano a su máxima capacidad, mientras que valores bajos reflejan ociosidad o capacidad disponible. Asimismo, es fundamental reconocer que una baja ocupación de las máquinas no siempre indica ineficiencia, sino que también puede ser resultado de una menor cantidad de proyectos en curso u otras causas raíz.

El tablero permite filtrar esta información en Power BI, mostrando qué máquinas están más ocupadas y cuáles tienen capacidad disponible. Esto facilita la redistribución de trabajo y permite anticiparse cuellos de botella que puedan afectar la producción. Además, al pasar el cursor sobre el indicador, un tooltip despliega información detallada sobre la carga de trabajo en cada máquina, lo que favorece tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos.



**Figura 4.5: Medidor Uso de Cortadoras**  
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 4.6: Medidor Uso de Cortadoras (tooltip)**  
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 4.7: Medidor Uso de Enchapadoras**  
Fuente: Muebles Suecia



**Figura 4.8: Medidor Uso de Enchapadoras (tooltip)**  
Fuente: Muebles Suecia

El indicador de uso de máquinas tiene como objetivo proporcionar una referencia clara sobre el nivel de ocupación de cada equipo en función de su capacidad disponible. El detalle del cálculo utilizado se presenta en el Capítulo 3.6 permitiendo reflejar la realidad operativa.

## Capítulo 5: Conclusiones

Este estudio permitió comprender en profundidad la capacidad productiva de Muebles Suecia, estableciendo una base cuantitativa para la planificación y gestión operativa. A través del análisis detallado de los principales centros de trabajo, se desarrolló una ecuación que permite estimar los tiempos requeridos para completar una orden de trabajo.

Además de soportar la estimación de fechas de entrega, este análisis de capacidad se extrapoló para diseñar indicadores clave de desempeño estratégicos que otorgan una visión integral del desempeño productivo. En particular, se definieron los indicadores Tasa de Utilización de la Capacidad (TUC) el cual, representa el porcentaje de la capacidad productiva utilizada en relación con la capacidad total (mensual), el Índice de Uso de Capacidad por Centro de Trabajo (CCT) , calculado como la proporción entre unidades procesadas y capacidad disponible por jornada, lo que permite identificar ociosidad o saturación de equipos . Asimismo, se incorporó el indicador de Cumplimiento del Programa de Producción (CPP), que mide el porcentaje de órdenes despachadas dentro de los plazos planificados, facilitando la detección temprana de desvíos y la implementación de acciones correctivas. Estos indicadores, son alimentados con los mismos datos que fueron determinados en el análisis de capacidad. De igual manera, los indicadores se complementan con el Tablero de Coordinación permitiendo ofrecer un sistema de monitoreo y apoyar la toma de decisiones estratégicas, alineando los objetivos operativos con las metas corporativas.

El objetivo general del proyecto es determinar la capacidad productiva y diseñar una herramienta que disminuya los retrasos percibidos en las entregas. Sin embargo, al incorporar la información obtenida del análisis de capacidad al Tablero de Coordinación, no fue posible automatizar la actualización de datos, ya que requiere intervención manual para ser efectivo, debido a que al contener la información en un servidor Dropbox se limita el acceso a los datos para herramientas como Power BI, limitando su funcionalidad en tiempo real. No obstante, es importante destacar que su construcción sienta las bases para una futura integración automatizada que permita dar autonomía al personal en terreno y facilitar la interpretación de los indicadores.

Si bien, se diseñó un Tablero de Coordinación en Power BI como herramienta de visualización, el principal valor del proyecto radica en la metodología planteada para calcular fechas de entrega basadas en las capacidades determinadas, más allá de una solución tecnológica puntual.

El análisis de capacidad permitió establecer un estándar que facilita mejorar la planificación y puede ser utilizado para generar alertas, priorizar órdenes y definir estrategias de asignación de recursos.

Por otro lado, la empresa está atravesando una fase de expansión significativa, pues gestionará de manera simultánea el equipamiento de cuatro hospitales, en lugar de un único centro asistencial. Este tipo de cliente impone requisitos normativos y operativos mucho más estrictos, así como una coordinación transversal, lo que exige la profesionalización y estandarización de los procesos de gestión. Por ello, resulta imprescindible robustecer los mecanismos de planificación, control de calidad y seguimiento. Por lo anterior, se espera que con la implementación de nuevos sistemas administrativos, el flujo de datos pueda conectarse directamente, permitiendo automatizar el tablero y consolidar una herramienta de monitoreo continua.

El proyecto demostró que, mediante un análisis riguroso de los registros operativos de la Oficina Técnica, de Producción y de los Operadores, es posible generar estimaciones de las fechas de despacho. Este enfoque representa un avance decisivo hacia una gestión de la producción más eficiente y completamente sustentada en datos. Asimismo, contribuye de manera efectiva a reducir no solo los retrasos en el despacho de muebles mediante el análisis de la producción, sino también a disminuir retrasos los de entrega y montaje de recintos en obra al dar mayor independencia al personal en terreno, mejorando la coordinación entre fábrica y terreno permitiendo elevar los estándares del servicio.

## Referencias

- Womack, J.P. & Jones, D.T. (1996) *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. 2da. Edición. Simon & Schuster.
- Servicio de Impuestos Internos. (2024). *Estadísticas de Empresa*. Recuperado el 10 de octubre de 2024, de [https://www.sii.cl/sobre\\_el\\_sii/estadisticas\\_de\\_empresas.html](https://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html)
- Saavedra, A. (2021, marzo 31). *Abastecimiento y cadena de suministros: Desafíos en un año complejo*. Portal CDT. Recuperado de <https://www.cdt.cl/abastecimiento-y-cadena-de-suministros-desafios-en-un-ano-complejo/>
- QuestionPro. (s.f.). *Diagrama de Ishikawa: qué es, para qué sirve y cómo hacerlo*. <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-ishikawa/>

## Anexos

### Anexo 1: Código Python promedios tiempos de corte

```
#PROCESO CORTE ANEXO 1
import pandas as pd
ruta_archivo = r"C:\Users\toigs\Desktop\Datos actualizados\CONTROL OT ENTREGADA 2024.xlsx"
df = pd.read_excel(ruta_archivo, header=2)
columnas_requeridas = {"F. CORTE", "MAQUINA", "tiempo corte"}
if not columnas_requeridas.issubset(df.columns):
    raise ValueError(f"El archivo no contiene las columnas requeridas: {columnas_requeridas}")
df["F. CORTE"] = pd.to_datetime(df["F. CORTE"], errors='coerce')
df = df[df["F. CORTE"].dt.weekday.isin([0, 1, 2, 3])]
def convertir_a_minutos(tiempo):
    if pd.isnull(tiempo) or tiempo == '':
        return None
    if isinstance(tiempo, str): # Convertir string a tiempo
        try:
            tiempo = pd.to_datetime(tiempo, format="%H:%M:%S").time()
        except ValueError:
            return None
    return tiempo.hour * 60 + tiempo.minute + tiempo.second / 60 # Convertir a minutos

df["tiempo corte"] = df["tiempo corte"].apply(convertir_a_minutos)
suma_diaria = df.groupby(["F. CORTE", "MAQUINA"])["tiempo corte"].sum().reset_index()
promedio_total = suma_diaria.groupby("MAQUINA")["tiempo corte"].mean().reset_index()
promedio_total.rename(columns={"tiempo corte": "promedio total tiempo corte"}, inplace=True)
desviacion_std = suma_diaria.groupby("MAQUINA")["tiempo corte"].std().reset_index()
desviacion_std.rename(columns={"tiempo corte": "desviación estándar tiempo corte"}, inplace=True)
# Obtener la fecha del primer y último registro por máquina
fechas_registro = suma_diaria.groupby("MAQUINA")["F. CORTE"].agg(["min", "max"]).reset_index()
fechas_registro.rename(columns={"min": "primer registro", "max": "último registro"}, inplace=True)
resultado_final = promedio_total.merge(desviacion_std, on="MAQUINA").merge(fechas_registro, on="MAQUINA")

print(resultado_final)
```

### Anexo 2: Código Python promedios uso de cubre canto

```
#PROCESO DE ENCHAPADO ANEXO 2
import pandas as pd

ruta_excel = r"C:\Users\toigs\Desktop\Datos actualizados\CONTROL OT ENTREGADA 2024.xlsx"
df = pd.read_excel(ruta_excel, sheet_name="CORTE OT", skiprows=2)
df["F ENCH."] = pd.to_datetime(df["F ENCH."], errors='coerce')
df = df.dropna(subset=["F ENCH."])
df_diario = df.groupby([df["F ENCH."].dt.date, "M. ENCH"])["mt T/P"].sum().reset_index()
primer_registro = df_diario.groupby("M. ENCH")["F ENCH."].min().reset_index()
primer_registro.rename(columns={"F ENCH.": "Fecha_Primer_Registro"}, inplace=True)
df_resumen = df_diario.groupby("M. ENCH")["mt T/P"].agg(
    Total_mt_TP="sum", # Total de metros aplicados por máquina
    Promedio_Diario="mean", # Promedio diario por máquina
    Desviacion_Estandar="std" # Desviación estándar de los metros diarios
).reset_index()
df_resumen = df_resumen.merge(primer_registro, on="M. ENCH")
df_resumen.rename(columns={"M. ENCH": "Máquina"}, inplace=True)

print(df_resumen)
```

### Anexo 3: Código Python promedio de piezas perforadas

```
import pandas as pd
archivo = r'C:\Users\toigs\Desktop\Análisis de capacidad\BASE.xlsx'
df = pd.read_excel(archivo, sheet_name='PERFORADO')
df['FECHA'] = pd.to_datetime(df['FECHA'])
piezas_por_dia = df.groupby(['MAQUINA', df['FECHA'].dt.date])['piezas'].sum().reset_index()
piezas_por_dia.columns = ['MAQUINA', 'FECHA', 'Total cocinas']
print("Total de cocinas por máquina y día:")
print(piezas_por_dia)
estadisticas = piezas_por_dia.groupby('MAQUINA')['Total cocinas'].agg(
    Promedio_Diario='mean',
    Desviacion_Estandar='std'
).reset_index()

print("\nEstadísticas diarias por máquina:")
print(estadisticas)
```

### Anexo 4: Código Python promedio de muebles clasificados

```
import pandas as pd

ruta = r'C:\Users\toigs\Desktop\Análisis de capacidad\BASE.xlsx'
df = pd.read_excel(ruta, sheet_name='CLASIFICADO')
df['FECHA'] = pd.to_datetime(df['FECHA'])
df_agrupado = df.groupby(df['FECHA'].dt.date)['MUEBLES'].sum().reset_index()
ruta_salida = r'C:\Users\toigs\Desktop\Análisis de capacidad\BASE_AGRUPADA.xlsx'
df_agrupado.to_excel(ruta_salida, index=False)

print(f'Archivo guardado en: {ruta_salida}')
```

### Anexo 5: Código Python promedio de muebles armados

```
import pandas as pd

ruta = r'C:\Users\toigs\Desktop\Análisis de capacidad\BASE.xlsx'
df = pd.read_excel(ruta, sheet_name='ARMADO')
df['FECHA'] = pd.to_datetime(df['FECHA'])
df_agrupado = df.groupby(df['FECHA'].dt.date)['OPERADOR'].sum().reset_index()
ruta_salida = r'C:\Users\toigs\Desktop\Análisis de capacidad\BASE_AGRUPADO.xlsx'
df_agrupado.to_excel(ruta_salida, index=False)

print(f'Archivo guardado en: {ruta_salida}')
```

## Anexo 6: Código Python margen de error

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.dates as mdates
ruta_archivo = r"C:\Users\toigs\Desktop\Datos actualizados\ESTIMATIVO.xlsx"
df = pd.read_excel(ruta_archivo, engine='openpyxl')
df['F DESP'] = pd.to_datetime(df['F DESP'], errors='coerce')
df['F ESTIMACION'] = pd.to_datetime(df['F ESTIMACION'], errors='coerce')
df_filtrado = df.dropna(subset=['F DESP', 'F ESTIMACION'])

df_filtrado['Error (días)'] = (df_filtrado['F DESP'] - df_filtrado['F ESTIMACION']).dt.days.abs()
cantidad_total = len(df_filtrado)
margen_promedio = df_filtrado['Error (días)'].mean()
max_error = df_filtrado['Error (días)'].max()
min_error = df_filtrado['Error (días)'].min()
print("📊 Estadísticas:")
print(f"✅ Cantidad total de registros válidos: {cantidad_total}")
print(f"📏 Margen de error promedio: {margen_promedio:.2f} días")
print(f"⬆️ Margen de error máximo: {max_error} días")
print(f"⬆️ Margen de error mínimo: {min_error} días")
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.scatter(df_filtrado['F ESTIMACION'], df_filtrado['F DESP'], alpha=0.7, color='steelblue', label='DATOS ESTIMADOS')
min_fecha = min(df_filtrado['F ESTIMACION'].min(), df_filtrado['F DESP'].min())
max_fecha = max(df_filtrado['F ESTIMACION'].max(), df_filtrado['F DESP'].max())
plt.plot([min_fecha, max_fecha], [min_fecha, max_fecha], color='red', linestyle='--', label='DATOS REALES')
plt.title("Comparación entre Fechas Estimadas y Reales")
plt.xlabel("FECHAS ESTIMADAS")
plt.ylabel("FECHAS REALES")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.gcf().autofmt_xdate()
plt.show()

```

## Anexo 7: Relación entre documentos Excel en Power BI

