



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Profesional de Investigación Operativa

**Optimizar el tiempo de producción de puertas en la
carpintería YBO a través de una simulación de
procesos mediante Promodel**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación
Operativa

AUTOR

Pedro Hipólito SIERRA RUEDA

ASESOR

Mg. Mónica Ivonne ZAVALA SOTO

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Sierra, P. (2023). *Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Pedro Hipólito Sierra Rueda
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77013209
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Mónica Ivonne Zavala Soto
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41607378
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3293-1454
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carmela Catalina Velásquez Pino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09078631
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Martin Carlos Aguirre Macavilca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10244939
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.2. Procesos Estocásticos y Simulación

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Taller Ybo Carpintería Industrial País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ate Coordenadas geográficas Latitud: -12.0287423 Longitud: -76.9066032
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2023
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN
INVESTIGACIÓN OPERATIVA
(PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2023)
MODALIDAD PRESENCIAL**

En la UNMSM – Ciudad Universitaria – Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 17:00 horas del sábado 21 de octubre del 2023, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2023): Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino (PRESIDENTA), Mg. Martin Carlos Aguirre Macavilca (MIEMBRO) y la Mg. Mónica Ivonne Zavala Soto (MIEMBRO ASESOR), para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulada: “**OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS EN LA CARPINTERÍA YBO A TRAVÉS DE UNA SIMULACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE PROMODEL**”, presentado por el señor **Bachiller PEDRO HIPÓLITO SIERRA RUEDA**, para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, la Presidenta invitó al expositor a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los Miembros del Jurado Evaluador, el expositor mereció la aprobación **SOBRESALIENTE**, con un calificativo promedio de **Diecisiete (17)**

A continuación, los Miembros del Jurado Evaluador dan manifiesto que el participante **Bachiller PEDRO HIPÓLITO SIERRA RUEDA**, en vista de haber aprobado la sustentación de su Trabajo de Suficiencia Profesional, será propuesto para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Siendo las 17:30 horas se levantó la sesión firmando para constancia la presente Acta.

Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino
PRESIDENTA

Mg. Martin Carlos Aguirre Macavilca
MIEMBRO

Mg. Mónica Ivonne Zavala Soto
MIEMBRO ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL

ANEXO 5

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **Mónica Ivonne Zavala Soto** en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° **001590-2023-D-FCM/UNMSM** de la tesis/trabajo de suficiencia profesional, cuyo título es **Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel**, presentado por el bachiller **Pedro Hipólito Sierra Rueda** para optar el título de Licenciado en Investigación Operativa.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **6%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título correspondiente.

Firma del Asesor: _____

DNI: **41607378**

Nombres y apellidos del asesor: **Mónica Ivonne Zavala Soto**



RESUMEN

Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel

SIERRA RUEDA PEDRO HIPOLITO

Octubre 2023

Asesor: Mg. Mónica Ivonne Zavala Soto

Título obtenido: Licenciado en Investigación Operativa

El presente trabajo de suficiencia profesional aborda en la aplicación de la simulación de procesos en la carpintería YBO, con el objetivo de optimizar la eficiencia y los tiempos de producción de puertas. La problemática abordada se relaciona con el crecimiento constante de la demanda de producción, lo que podría generar retrasos en las entregas, afectar la calidad y rentabilidad de la empresa.

Para enfrentar esta situación, se ha empleado la herramienta de simulación Promodel, que permite evaluar distintos escenarios en el proceso de producción de puertas. Los datos se recopilaron mediante técnicas como observación directa y revisión documental para analizar el rendimiento real de cada etapa del proceso.

Tras un análisis, se identificó el proceso de prensado de puertas como el cuello de botella principal. Para mejorar la eficiencia, se ampliará el espacio de prensado, esto aumentará la capacidad de producción. Además, se implementaron mejoras en los procesos de perfilado y forrado para reducir los tiempos de producción y optimizar los recursos.

La simulación en Promodel, con las modificaciones propuestas, mostró una mejora significativa en la producción, aumentando la capacidad en un 82,45%. Estas mejoras permitirán afrontar la alta demanda y garantizar la competitividad de la carpintería YBO.

Palabras clave: Optimización, simulación, producción, Procesos, Promodel.

ABSTRACT

Optimize the production time of doors in the YBO carpentry through a process simulation using Promodel

SIERRA RUEDA PEDRO HIPOLITO

October 2023

Adviser: Mg. Mónica Ivonne Zavala Soto

Degree obtained: Licenciado en Investigación Operativa

The present work of professional sufficiency addresses the application of process simulation in the YBO carpentry, with the aim of optimizing the efficiency and production times of doors. The problem addressed is related to the constant growth in production demand, which could generate delays in deliveries, affect the quality and profitability of the company.

To face this situation, the Promodel simulation tool has been used, which allows evaluating different scenarios in the door production process. Data was collected using techniques such as direct observation and desk review to analyze the actual performance of each stage of the process.

After analysis, the door pressing process was identified as the main bottleneck. To improve the efficiency, the pressing space will be enlarged, this will increase the production capacity. In addition, improvements were implemented in the profiling and lining processes to reduce production times and optimize resources.

The simulation in Promodel, with the proposed modifications, showed a significant improvement in production, increasing capacity by 82.45%. These improvements will make it possible to meet the high demand and guarantee the competitiveness of YBO carpentry.

Keywords: Optimization, simulation, production, Processes, Promodel.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1. Institución donde se desarrolló la actividad:.....	2
2.2. Periodo de duración de la actividad.....	2
2.3. Finalidad y objetivos de la empresa.....	2
2.3.1. Objetivo de la empresa	2
2.3.2. Finalidad de la empresa	2
2.3.3. Misión:.....	3
2.3.4. Visión:	3
2.4. Datos de Carpintería Industrial YBO:	3

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1. Organización de la actividad.....	4
3.2. Finalidad	6
3.3. Objetivos.....	6
3.3.1. Objetivo general	6
3.3.2. Objetivos específicos.....	6
3.4. Problemática	6
3.4.1. Pregunta general	8
3.4.2. Preguntas específicas.....	8
3.5. Metodología y procedimientos	8
3.5.1. Tipo de investigación:	8
3.5.2. Nivel de alcance:	9
3.5.3. Diseño de investigación:.....	9
3.5.4. Variable	9
3.5.5. Técnica de recolección de datos	9

3.5.6.	Instrumentos de recolección de datos	10
3.5.7.	Metodología y Simulación	14
3.5.8.	Muestra	18
3.5.8.1.	Calculando tamaño de muestra con población infinita	19
3.5.9.	Resultados de la actividad	43
3.5.10.	Interpretación	43
 CAPÍTULO IV CONCLUSIONES.....		¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V RECOMENDACIONES		49
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....		50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Nombre de los procesos y sus periodos.	5
2. Diagrama de Gantt representando los días para realizar el estudio.	5
3. Toma de tiempos de todos los procesos por el cual pasan las maderas.	20
4. Proceso cortes para habilitación.	21
5. Tiempos tomados durante el proceso de cortes para habilitación.	22
6. Proceso Agrupación de puertas.	25
7. Tiempos tomados durante el proceso de agrupación de puertas.	25
8. Proceso armado de bastidor.	27
9. Tiempo tomado del proceso de armado de bastidor.	27
10. Proceso de contra placado de puerta.	29
11. Tiempo tomado del proceso de placado de puerta.	30
12. Proceso de Prensado.	32
13. Tiempo tomado del proceso de prensado.	32
14. Proceso de perfilado de puertas.	32
15. Tiempo tomado del proceso de perfilado de puertas.	33
16. Proceso de Forrado de puertas.	35
17. Tiempo tomado del proceso de forrado de puertas.	35
18. Todas las distribuciones de los procesos realizados.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Evolución del PBI y la participación del sector de construcción.....	7
2. Diagrama de flujo de todos los procesos por el cual pasa la madera para ser convertida en una puerta.	17
3. Distribución de los tiempos tomado en el proceso de cortes de habilitación.....	25
4. Distribución de los tiempos tomado en el proceso de agrupación de puertas.....	27
5. Distribución de los tiempos tomado en el proceso de armado de bastidor.	29
6. Distribución de los tiempos tomado en el proceso de contraplacado de puertas.	31
7. Distribución de los tiempos tomado en el proceso de perfilado de puertas.	34
8. Distribución de los tiempos tomado en el proceso de forrado de puertas.....	37
9. El Layout de nuestra simulación contaba con el ordenamiento de cómo se tiene el taller.	38
10. Todas las locaciones de los procesos.	38
11. Todos los cambios generados desde la materia prima (Entidades).....	38
12. Tiempo en el que llegan las materias primas (Arribos).	39
13. Interrelación de procesos.....	39
14. Programación del proceso.	40
15. Enrutamiento de madera por las locaciones.	40
16. Simulación de 40 horas (8 horas diarias, de lunes a viernes).....	43
17. Estadística de la cantidad de puertas.	43
18. Locaciones con el aumento necesario en el proceso de prensado de puertas.	46
19. Simulación de los procesos, contando con el aumento realizado.	47
20. Estadísticas de la cantidad de puertas, con el aumento necesario.....	47

CAPÍTULO I

Introducción

En el dinámico mundo de la producción industrial, la eficiencia y la optimización de los procesos son elementos cruciales para el éxito de una empresa. En este contexto, el presente trabajo de sustentación profesional se enfoca en el análisis y mejora del tiempo de producción en YBO Carpintería, una empresa especializada en la fabricación de Puertas.

El objetivo principal de este estudio es analizar y simular cada uno de los procesos involucrados en el armado de una puerta en YBO Carpintería, utilizando la herramienta de simulación Promodel, la importancia de este estudio radica en su potencial para optimizar la cadena de producción de puertas en YBO Carpintería, permitiendo una fabricación más rápida y eficiente. Al reducir el tiempo de producción, la empresa podrá satisfacer futuras demandas de manera más efectiva, mejorar la entrega de puertas y fortalecer su competitividad en el mercado de la construcción.

La estructura de este trabajo consta de cuatro secciones principales. En primer lugar, se presenta una revisión teórica y conceptual sobre los fundamentos clave relacionados con la simulación de procesos y la mejora del tiempo de producción en la industria de la carpintería.

Seguidamente, se describirá la metodología para llevar a cabo la simulación en Promodel, incluyendo el diseño del modelo, la recopilación de datos relevantes y los parámetros utilizados en la simulación. Este enfoque riguroso permitirá obtener resultados confiables y significativos.

Posteriormente, se prepararán los resultados obtenidos a partir de la simulación de los procesos de armado de las puertas en YBO Carpintería. Se analizarán los tiempos actuales de producción, se identificarán los posibles cuellos de botella y se propondrán soluciones para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de fabricación.

Finalmente, en el aparatado de conclusiones, se resumirán los hallazgos del estudio y se brindarán recomendaciones específicas para YBO Carpintería, con el objetivo de optimizar el tiempo de producción y fortalecer la competitividad de la empresa en el mercado de puertas.

CAPÍTULO II

Información del lugar donde se desarrolló la actividad

2.1. Institución donde se desarrolló la actividad:

YBO comienza su operación comercial en el año 1990, con la finalidad de fabricar puertas de interior. La capacidad productiva de YBO se ha visto incrementado año tras año, hecho que nos sitúa entre las empresas con más producción del sector. El principal factor que hace posible que nos encontremos en el grupo de cabeza es el continuo crecimiento en la inversión, a cuyo capítulo YBO dedica el mayor porcentaje de los recursos generados.

2.2. Periodo de duración de la actividad

YBO Carpinterías como contratista, desarrolla la fabricación de puertas de interiores para sus clientes de empresas constructoras, el período de duración de la actividad de “Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel” es de 3 meses y medio.

2.3. Finalidad y objetivos de la empresa

2.3.1. *Objetivo de la empresa*

El objetivo general de YBO Carpintería es ofrecer productos de alta calidad, satisfaciendo las necesidades y expectativas de sus clientes. La empresa se compromete a brindar puertas duraderas, funcionales y estéticamente atractivas, entregadas de manera oportuna y cumpliendo con altos estándares de calidad. Asimismo, busca identificar crecimiento de oportunidades para la implementación de nuevas tecnologías en aras de mejorar su competitividad y posición en la industria de la carpintería.

2.3.2. *Finalidad de la empresa*

La finalidad de YBO Carpintería es establecer una posición sólida en el mercado de la carpintería, basada en la entrega de productos de alta calidad, satisfaciendo las expectativas de los clientes y rentabilidad para la empresa. Al cumplir con altos estándares de calidad, la finalidad es generar una reputación sólida y fidelizar a los clientes existentes, al tiempo que se atrae a nuevos clientes.

2.3.3. Misión:

“Somos una empresa peruana orientada en brindar a nuestros clientes soluciones en productos de alta calidad, diseño y tecnología. Enfocamos nuestros esfuerzos hacia la búsqueda del mejoramiento continuo y paralelamente hacia la consolidación de nuestro liderazgo en el sector de la industria, reconocidos por la destacada calidad de nuestros productos y servicios. Generamos confianza en un ambiente marcado por la integridad y el beneficio para nuestros clientes con el fin de establecer relaciones duraderas, con responsabilidad social y cuidado del medio ambiente.”

2.3.4. Visión:

“Ser líderes en el mercado nacional e internacional, sustentando los valores éticos con una gestión de calidad. Para ello aceptamos el compromiso de ofrecer la mayor calidad y el mejor servicio en nuestros productos, de forma que todos nuestros clientes cuenten con una empresa a su disposición para ofrecerles soluciones serias y responsables.”

2.4. Datos de Carpintería Industrial YBO:

Razón Social : Isaac Ygnacio Baldeón Rivera.
RUC : 10422071721.
Dirección : Calle 10 A.H. San Antonio, Ate-Lima, Lima.
Teléfono : 902694585.
Web : <https://www.facebook.com/YBOcarpinteriaindustrial>.
Horario : lunes a viernes 9am-5pm, sábados 9am- 2 pm.
Código Postal : 15491.

CAPÍTULO III

Descripción de la actividad

3.1. Organización de la actividad

Para la actividad de "Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel" se tiene organizado realizarse de la siguiente manera.

a. Recopilación de datos: Reunir información sobre el proceso actual de armado de puertas en YBO Carpintería, incluyendo producción, secuencia de recursos utilizados y cualquier otro dato relevante.

b. Diseño del modelo de simulación en Promodel: Crear un modelo detallado que refleje fielmente el proceso de armado de puertas en YBO Carpintería, considerando todas las etapas y operaciones involucradas.

c. Recopilación de parámetros y validación del modelo: Obtener los parámetros necesarios para la simulación, como tiempos de procesamiento, velocidades de producción, capacidades de las máquinas, etc. Además, es importante validar el modelo para asegurarse de que se ajuste adecuadamente a la realidad.

d. Ejecución de la simulación y análisis de resultados: Realizar la simulación en Promodel utilizando diferentes escenarios y variables para evaluar su impacto en el tiempo de producción. Analizar los resultados obtenidos y compararlos con el proceso actual para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización.

e. Propuesta de mejoras y recomendaciones: Con base en los resultados del análisis, elaborar una propuesta detallada de mejoras y recomendaciones para optimizar el tiempo de producción en YBO Carpintería. Esto puede incluir cambios en la secuencia de operaciones, proteger de recursos, mejoras en la logística, entre otros.

Tabla 1*Nombre de los procesos y sus periodos.*

	Nombre del Proceso	Días	Periodo
RD	Recopilación de datos	40	25 marzo - 03 mayo
DMSP	Diseño del modelo de simulación en Promodel	20	04 mayo - 23 mayo
RPVM	Recopilación de parámetros y validación del modelo	20	24 mayo - 12 junio
ESAR	Ejecución de la simulación y análisis de resultados	15	13 junio - 27 junio
PMR	Propuesta de mejoras y recomendaciones	10	28 junio – 7 julio

Tabla 2*Diagrama de Gantt representando los días para realizar el estudio.*

	Días				
Fecha	25 marzo – 3 mayo	4 mayo - 23 mayo	24 mayo - 12 junio	13 junio - 27 junio	28 junio - 7 julio
RD	40 días				
DMSP		20 días			
RPV			20 días		
M					
ESAR				15 días	
PMR					10 días

3.2. Finalidad

La Finalidad de la actividad de " Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel " es mejorar la eficiencia y reducir el tiempo de producción en el proceso de armado de puertas de YBO Carpintería utilizando la simulación en Promodel como herramienta.

Al realizar este análisis y optimización, YBO Carpintería podrá mejorar su competitividad en el mercado al ofrecer plazos de entrega más cortos, una mayor capacidad para satisfacer la demanda y una mejor utilización de los recursos disponibles.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel.

3.3.2. Objetivos específicos

- Establecer un modelo de simulación donde se verán los procesos de fabricación de puertas.
- Determinar escenarios posibles respecto al cumplimiento de producción de puertas, variando la cantidad de trabajadores en los procesos.
- Determinar el escenario que reduzca los tiempos de producción respecto a la producción a realizar.

3.4. Problemática

En los últimos años, se ha observado un crecimiento notable en el sector de la construcción en Perú, con un aumento significativo en el número de proyectos de construcción en todo el país. Este fenómeno ha sido impulsado por diversos factores, como el incremento de la población, la creciente demanda de viviendas, la expansión de proyectos de infraestructura y el incremento de la inversión en el sector inmobiliario.

Según un informe publicado por Comex Perú en marzo de 2022, el sector de la construcción ha desempeñado un papel fundamental en la economía peruana, revelando

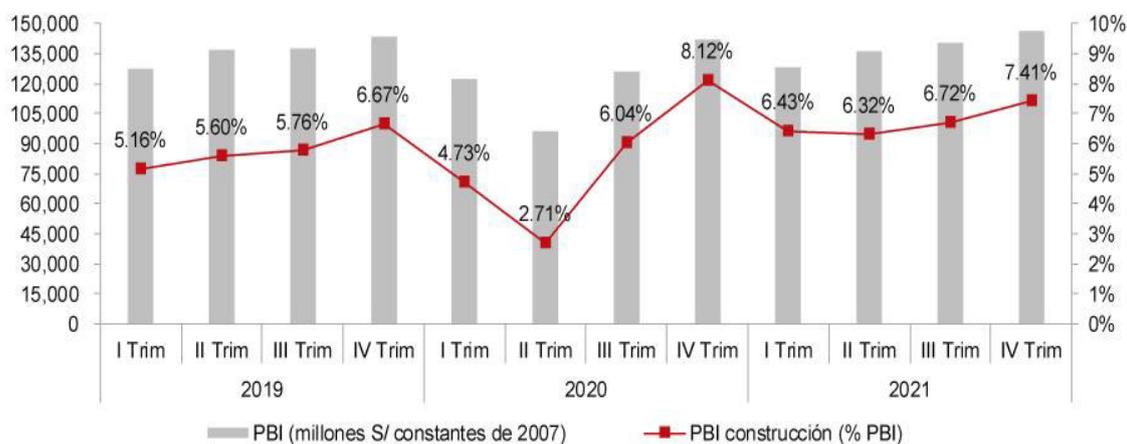
empleo y destacando fuertes conexiones con otros sectores. Aunque su contribución al Producto Bruto Interno (PBI) nacional no representa una proporción significativa en términos porcentuales, su impacto se tiene sentido en la creación de numerosos puestos de trabajo y en el impulso económico en diversas regiones del país.

La Sociedad de Comercio Exterior del Perú ([COMEXPERÚ], 2022) menciona lo siguiente

“El sector construcción es muy importante para la economía peruana, ya que tiene uno de los más altos efectos multiplicadores. Si bien no tiene una gran participación en el PBI nacional, su relevancia reside en la generación de cientos de miles de empleos y su fuerte vinculación con el resto de los sectores. La construcción se vio afectada en el segundo trimestre de 2020 por la pandemia de COVID-19. Perdió dinamismo y debió su contribución a la economía nacional. No obstante, a partir del cuarto trimestre de 2020, este sector ha ido incrementando gradualmente su contribución hasta alcanzar un 7.41% del PBI en el último trimestre de 2021, en comparación con el 2.71% del segundo trimestre del mismo año”.

Figura 1

Evolución del PBI y la participación del sector de construcción



Nota. Tomado de *Desarrollo del sector inmobiliario en 2021 y expectativas para 2022* (Figura), por Banco Central de Reserva, 2022, Sociedad de Comercio Exterior del Perú.

La industria de la carpintería de Perú ha experimentado un crecimiento impresionante en los últimos años, lo que coincide con un aumento general en la actividad de la construcción en el país. Este crecimiento se refleja en una mayor demanda de productos y servicios relacionados con la carpintería residencial y comercial.

La creciente demanda de construcciones y proyectos en Perú ha impulsado la necesidad de contar con puertas de alta calidad y servicios de carpintería especializados. Empresas del rubro, como YBO Carpintería, han tenido la oportunidad de aprovechar este aumento en la demanda, sin embargo, también se han enfrentado a desafíos en términos de eficiencia y tiempos de entrega.

En este sentido, YBO Carpintería, al igual que otras empresas del sector, se encontró con desafíos relacionados con la optimización de los tiempos de producción y entrega de puertas, ya que los atrasos en la producción y las penalidades monetarias disminuyen negativamente la reputación y rentabilidad en esta. Por lo tanto, es necesario abordar de manera efectiva estos desafíos y encontrar soluciones que mejoren la eficiencia y los tiempos de entrega en YBO.

3.4.1. Pregunta general

¿Cómo optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos?

3.4.2. Preguntas específicas

- ¿Cuál es el modelo de simulación donde se verán los procesos de fabricación de puertas?
- ¿Cuántos escenarios posibles hay respecto al cumplimiento de producción de puertas, variando la cantidad de trabajadores en los procesos?
- ¿Cuál es el escenario que reduce los tiempos de producción respecto a la producción a realizar?

3.5. Metodología y procedimientos

3.5.1. Tipo de investigación:

La investigación propuesta se clasifica como investigación básica, ya que tiene como objetivo principal adquirir conocimientos teóricos y comprender los fenómenos y relaciones existentes en el proceso de producción de puertas en YBO Carpintería. El enfoque se centra en la recopilación y análisis de datos existentes sobre el proceso de armado de puertas, sin manipular variables o realizar intervenciones directas.

3.5.2. Nivel de alcance:

El nivel de alcance de la investigación se considera de tipo proyectiva, ya que se busca proponer una solución innovadora para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de producción de puertas en YBO Carpintería. A través de la simulación en Promodel y el análisis de diferentes escenarios, se pretende diseñar un modelo de proceso optimizado que pueda ser implementado en la empresa.

3.5.3. Diseño de investigación:

El diseño de investigación propuesto es no experimental, ya que no se realizarán manipulaciones directas de variables ni se llevarán a cabo experimentos controlados. En su lugar, se utilizarán técnicas de recopilación de datos existentes, como registros y documentos sobre el proceso de armado de puertas, para analizar y evaluar el proceso actual. La simulación en Promodel se utilizará como una herramienta de análisis para probar diferentes escenarios y evaluar su impacto en los tiempos de producción, sin intervenir directamente en el proceso real de producción.

3.5.4. Variable

En el contexto del problema planteado:

La variable independiente sería "Eficiencia en la producción" o "Mejoras en el proceso de producción". Esta variable representa los cambios o mejoras que se implementan en el proceso de producción de puertas para reducir los tiempos de entrega. Estas mejoras ayudarán a la optimización de los flujos de trabajo, eliminación de cuellos de botella, mejor asignación de recursos, implementación de tecnología, entre otros.

La variable dependiente sería "Tiempos de entrega". Esta variable es la que se busca mejorar y está influenciada por otras variables en el proceso de producción de puertas.

La relación entre la variable independiente y la variable dependiente sería que al mejorar la eficiencia en la producción o implementar mejoras en el proceso, se espera que los tiempos de entrega se reduzcan, lo que a su vez ayudaría a evitar retrasos y penalidades monetarias, mejorando así la reputación y rentabilidad de YBO Carpintería.

3.5.5. Técnica de recolección de datos

Para llevar a cabo la recolección de datos en esta investigación sobre la optimización del tiempo de producción de puertas en la carpintería, se utilizará diversas técnicas. A continuación, se presentan:

a. Observación directa: Se realizará directamente en la carpintería para recopilar datos sobre el flujo de trabajo, los tiempos de producción y los posibles cuellos de botella. Esta técnica te permite obtener información de primera mano y observar los procesos en tiempo real.

b. Entrevistas: Se realizará entrevistas a los empleados de la carpintería, incluyendo a los trabajadores de producción y gerentes. Las entrevistas nos permitirán obtener información detallada sobre los desafíos que enfrentarás, los problemas identificados y las posibles soluciones.

c. Revisión documental e historial: Esta técnica implica la recopilación y revisión exhaustiva de registros y documentos relacionados con el proceso de producción de puertas. Estos documentos pueden incluir órdenes de trabajo, hojas de ruta, registros de tiempos de fabricación, registros de inventario, informes de entrega, entre otros.

3.5.6. Instrumentos de recolección de datos

1. Lista de verificación de observación: Para la técnica de observación directa, se utilizará una lista de verificación que incluirá los aspectos clave a observar durante el proceso de producción de puertas. Esta lista permitirá a los investigadores registrar de manera sistemática y estructurada los datos relevantes, como los pasos del proceso, los tiempos de producción, la utilización de recursos y cualquier otro detalle relevante.

1. Lista de Verificación de Observación - Proceso de Producción de Puertas en YBO

a. Entorno de producción:

Verificar la disposición de las áreas de trabajo y la distribución de los equipos y maquinarias.

b. Secuencia de pasos del proceso:

Registrar y observar cada paso del proceso de producción de puertas.

c. Tiempos de producción:

Registrar los tiempos empleados en cada paso del proceso.

d. Organización del trabajo:

Observar y registrar cómo se organiza el trabajo dentro del taller de carpintería.

e. Uso de tecnología y herramientas:

Observe la utilización de maquinarias, herramientas y tecnologías en el proceso de producción.

f. Interacción entre los trabajadores:

Observar la comunicación y colaboración entre los trabajadores durante el proceso de producción.

2. Guía de revisión documental:

Para la técnica de revisión documental, se utilizará una guía que especificará los tipos de documentos a revisar y los aspectos específicos a tener en cuenta. Esta guía ayudará a los investigadores a recopilar y analizar de manera organizada los registros y documentos relacionados con el proceso de producción de puertas.

Guía de Revisión Documental - Optimización del Tiempo de Producción de Puertas en YBO Carpintería

- Revisión de los documentos identificados, prestando atención a los siguientes aspectos:
 - Identificación de los pasos clave del proceso y su secuencia.
 - Información sobre los tiempos estimados de producción para cada paso del proceso.
 - Registros de producción que indican los tiempos reales de producción y los tiempos de entrega de las puertas.
 - Registros de incidencias o problemas relacionados con los tiempos de producción y entrega de puertas.

3. Guía de entrevista semiestructurada:

Para las entrevistas semiestructuradas, se utilizará una guía que contendrá una serie de preguntas abiertas y temáticas para dirigir la conversación con el personal involucrado en el proceso de producción de puertas. Esta guía permitirá a los investigadores obtener información detallada sobre los desafíos, las ineficiencias y las posibles mejoras en el proceso.

Entrevista Semiestructurada - Optimización del Tiempo de Producción de Puertas

Saludo cordial

Gerente general

Sr. Baldeón Rivera Isaac Ygnacio

a. Explicación del propósito de la entrevista y cómo se utilizarán los datos recopilados.

Preguntas:

¿Cuál es su rol o posición dentro de YBO Carpintería y cuánto tiempo ha estado involucrado en el proceso de producción de puertas?

Gerente general, YBO comenzó sus actividades en 1983 con el fundador Ygnacio Baldeón Obregón con la fabricación de puertas para clientes de baja demanda, durante el tiempo YBO fue creciendo y teniendo demandas en mayores cantidades ya que los nuevos clientes eran empresas constructoras, en el año 2022 Isaac Ygnacio Baldeón Rivera asumió el mando de YBO carpintería, siendo ambos muy involucrados siempre en la fabricación de puertas.

¿Cuál es su nivel de conocimiento y experiencia en el proceso de armado de puertas?

Mi conocimiento en el proceso de armado de puertas es completo debido a que somos una productora de puertas de desde años y uno se encuentra muy involucrado para el mejor avance posible.

¿Cuáles son los pasos clave del proceso de producción de puertas en YBO Carpintería según su comprensión?

Los procesos claves son habilitación, armado bastidor, contra placado de puertas, perfilado de puertas, despacho. Hablando generalmente

¿Cuáles son los principales desafíos que ha enfrentado en relación con los tiempos de producción de puertas?

- Habilitación y correcto funcionamiento de las maquinas
- La cantidad de Producción de puertas respecto al tiempo

b. Identificación de cuellos de botella y áreas de mejora:

Preguntas:

¿Ha identificado cuellos de botella o ineficiencias en el proceso de producción de puertas?

No, no se ha logrado identificar un cuello de botella, pero si se trata de un corto tiempo de entrega es un desafío en la fabricación de puertas para nosotros.

¿Cuáles son las áreas que consideran que podrían mejorarse en términos de tiempos de producción?

El área donde se realiza la producción, actualmente no se cuenta con un campo inmenso

¿Existen problemas recurrentes que surgen los tiempos de entrega de las puertas?

Últimamente la demanda de puertas con respecto al tiempo ha ido aumentando por lo cual se necesita un estudio a profundidad.

¿Qué factores cree que contribuyen a los retrasos en la producción y entrega de puertas?

Probablemente puede ser la falta de espacio, o la falta de sistema de control de producción.

c. Recursos y capacidades (continuación):

Preguntas:

¿Qué recursos (humanos, materiales, tecnológicos, etc.) se utilizan en el proceso de producción de puertas?

- **Humanos:** personas que se encargaran de realizar los armados, pegados, engrapados, etc.
- **Tecnológico:** Maquinaria que se encarga de realizar los alineados, cortes, etc.
- **Materiales:** Las puertas se realizan con mdf, madera y otros implementos a especificaciones del cliente.

3.5.7. Metodología y Simulación

Es importante tener en cuenta que estos procesos son una descripción general de puertas y pueden variar según lo que pida el cliente, el tipo de puerta y los materiales utilizados. Además, se pueden añadir etapas adicionales, como la aplicación de pintura o la instalación de accesorios, dependiendo de los requisitos específicos del cliente y el diseño de la puerta. En este caso se hicieron las puertas más recurrentes y demandadas del mercado.

a. Almacén:

- Recepción y almacenamiento de la madera en su estado natural en pies cúbicos.
- Control de inventario y registro de las existencias de madera.
- Inspección visual de la calidad de la madera.
- Clasificación y organización de la madera según sus características y dimensiones.

b. Cortés:

- Preparación de la madera para su habilitación y corte a medida.
- Utilización de maquinaria especializada, como Garlopa Tupi Desglosadora Circular, para realizar los cortes precisos según las especificaciones.

- Control de calidad para asegurar la precisión de los cortes y la calidad de las piezas resultantes.

- Registro de las medidas y cantidades de las piezas cortadas.

c. Agrupación:

- Agrupación de las piezas de madera cortadas por medidas y características similares.

- Organización de las piezas en lotes o grupos para facilitar la siguiente etapa del proceso.

- Marcado de los lotes para su identificación.

d. Armado:

- Ensamblaje de las piezas de madera agrupadas para formar el bastidor de la puerta.

- Utilización de técnicas de unión, como clavado, encolado para asegurar la solidez y estabilidad del bastidor.

- Verificación de la precisión de las medidas y alineación del bastidor.

- Control de calidad para garantizar la resistencia y durabilidad del bastidor.

e. Contraplacado:

- Aplicación de contrachapado en ambas caras del bastidor de la puerta.

- Colocación de las capas de contrachapado utilizando adhesivos especializados.

- Control de calidad para verificar la adherencia y la planitud del contrachapado.

f. Almacén 2:

- Almacenamiento de las puertas contrachapadas previas a la etapa de prensado.

- Apilado de las puertas en grupos o lotes para facilitar su manejo posterior.

- Inspección visual para identificar posibles defectos o daños en las puertas.

g. Prensado:

- Proceso de prensado de las puertas para lograr una unión perfecta de las capas de contrachapado.
- Utilización de prensas hidráulicas o de peso para aplicar presión de manera uniforme en toda la superficie de la puerta.
- Control de tiempo de prensado para garantizar la adecuada formación del contrachapado.
- Verificación de la calidad de las puertas prensadas, incluyendo la comprobación de la planitud y la ausencia de rebabas de pegamento.

h. Perfilado:

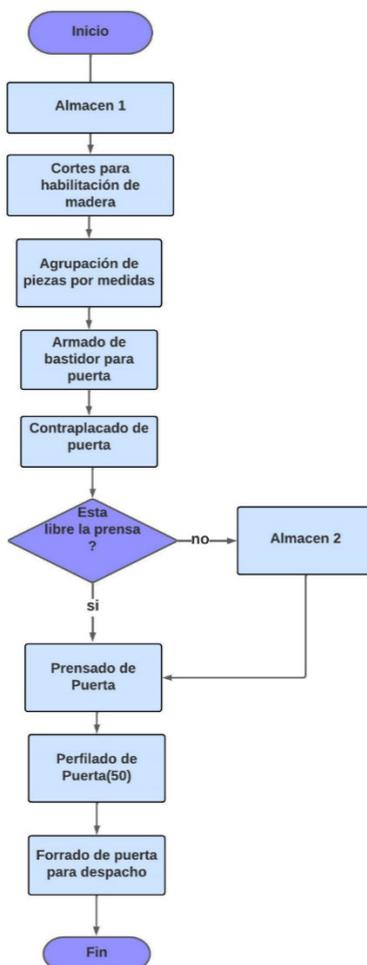
- Realización de retoques y ajustes en los filos de las puertas para obtener medidas uniformes y acabados suaves.
- Utilización de herramientas como cepillos, cortadora para dar forma y perfeccionar los bordes de la puerta.
- Inspección visual para asegurar la calidad estética y la precisión de las medidas.

i. Forrado:

- Proceso de forrado de las puertas para su protección durante el despacho y transporte.
- Utilización de materiales de embalaje, como plástico film o cartón, para envolver y cubrir las puertas.
- Etiquetado o marcado de las puertas forradas para facilitar su identificación y manipulación.
- Control de calidad para verificar que las puertas estén correctamente forradas y protegidas.

Figura 2

Diagrama de flujo de todos los procesos por el cual pasa la madera para ser convertida en una puerta.



A continuación, se presenta una lista de los procesos y los productos resultantes en cada etapa:

1. Almacén:

Producto resultante: Madera sin procesar.

2. Cortes:

Producto resultante: Madera habilitada y cortada según las especificaciones requeridas.

3. Agrupación:

Producto resultante: Madera agrupada por piezas y medidas.

4. Armado:

Producto resultante: Bastidor de puerta armada.

5. Contraplacado:

Producto resultante: Puerta contraplacada.

6. Almacén 2:

Producto resultante: Puertas contraplacadas apiladas.

7. Prensado:

Producto resultante: Puerta prensada.

8. Perfilado:

Producto resultante: Puerta perfilada.

9. Forrado:

Producto resultante: Puerta empaquetada y lista para el despacho.

Estos procesos reflejan la secuencia general de fabricación de puertas en YBO Carpintería, desde la recepción de la madera hasta el empaquetado final.

3.5.8. Muestra

La muestra en el contexto de "Optimizar el tiempo de producción de puertas en la carpintería YBO a través de una simulación de procesos mediante Promodel" se refiere al conjunto de datos específicos que se utilizarán para llevar a cabo la simulación de procesos.

En este caso, la muestra incluye datos relacionados con el proceso de fabricación de puertas en YBO Carpintería, como tiempos de producción, tiempos de espera, tiempos de transporte, capacidad de los equipos, y cualquier otro dato relevante para el análisis y la simulación.

3.5.8.1. Calculando tamaño de muestra con población infinita. Es necesario calcular el tamaño de muestra debido a que la población es desconocida, donde la investigación se hará con un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y se tiene que la probabilidad “p” del evento “Fabricación de puertas sin errores” que se está estudiando es del 96%, sigue la siguiente fórmula:

Nivel de confianza	Z_{α}
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0.674

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

n= tamaño de muestra =?

N=tamaño de población = como es infinita no se tiene

Z= parámetro estadístico que depende de nivel de confianza = 1,96(95%)

e= error de estimación máximo aceptado = 5%

p= probabilidad de que ocurra el evento =96% (fabricación de puertas correcta)

q= probabilidad de que no ocurra el evento = 4%.

$$n = \frac{1.96 * 0.96 * 0.04}{0.05^2} = 59$$

Entonces tenemos como resultado que debemos hacer toma de datos de 59 datos de cada proceso para obtener los datos referentes al 95 % de confianza en producción de puertas.

Tabla 3

Toma de tiempos de todos los procesos por el cual pasan las maderas.

N°	Procesos	Descripción	#Personal	# maquinas
1	Cortes para habilitación (madera, mdf)	Garlopa: enderezado de madera.	1	1
		Tupi: moldurar rebajo de marco.	1	1
		Desglosadora: uniformizar medidas.	1	1
		Circular: Corte de tablas.	1	1
2	Agrupación de piezas por medidas (madera, mdf)	Se agrupan las piezas por juego de marco debido al modelo a realizar (dos piernas y un cabezal).	1	0
3	Armado de bastidor para puertas	El armado de bastidor concierne de 4 listones más contrachapa.	1	1
4	Contra placado de puerta	El contra placado concierne primeramente del relleno respecto a especificaciones del cliente, después viene el pegado de mdf y bastidor.	1	1
5	Prensado de puertas	El prensado de puertas es para prensar y secar la cola para que la puerta este solida entre sus componentes que se unieron	1	0
6	Perfilado de puertas	Se cuadran las puertas a medidas especificadas según cliente en la maquina escuadradora y se perfilan.	1	1
7	Forrado de puertas para despacho	Se forran y se apila la puertas para su distribución.	1	0

Promodel es una herramienta de simulación para computadoras que puede modelar sistemas de fabricación, logística y manejo de materiales, sin programación requerida. Funciona en equipos Windows® con procesador 486 o superior y destaca por su facilidad de uso y capacidad para abordar sistemas complejos.

Usando Promodel en carpintería, cada paso del proceso de fabricación de puertas se puede modelar y simular, desde el corte inicial hasta la planificación del revestimiento final, las simulaciones permiten evaluar escenarios, ajustar variables clave y analizar su impacto en diferentes tiempos de producción.

Por otro lado, Stat Fit nos permite lograr cinco objetivos que aseguran la confiabilidad de los resultados de la simulación.

a. Ajuste de curvas. Esto nos ayuda a encontrar la mejor distribución para representar nuestros datos. Stat: Fit utiliza las pruebas de bondad de ajuste más conocidas: A. querido Anderson B. chi-cuadrado C. Kolmogorov Smirnov.

b. Determinar el número de réplicas para ejecutar el modelo de simulación.

c. Dimensione la muestra con el tiempo de procesamiento y el tiempo de transporte.

d. Grafique los datos de entrada, trace todas las distribuciones de probabilidad disponibles y genere estadísticas descriptivas para los datos.

Stat fit es una herramienta útil para encontrar la mejor distribución estadística que se ajusta a los datos recopilados en YBO Carpintería. Esto es importante en el contexto de la simulación de procesos, ya que permite generar datos de entrada más realistas y confiables.

Tabla 4

Proceso cortes para habilitación.

Proceso:	Cortes para habilitación
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	4
# Maquinas:	4

Tabla 5*Tiempos tomados durante el proceso de cortes para habilitación.*

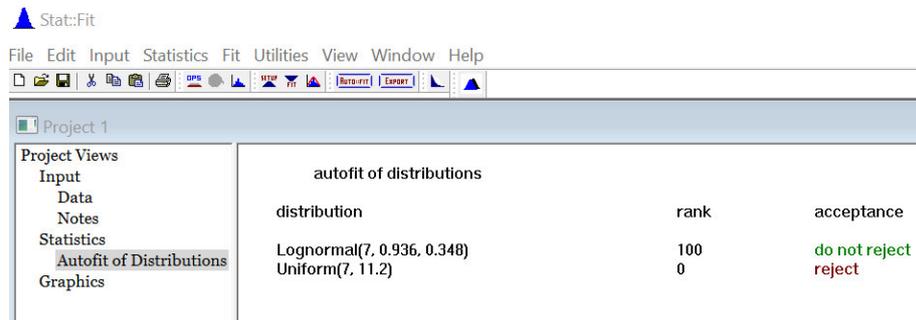
N°	Maquina:		Total
	Garlopa, Tupi, desgrosadora, circular		
	Toma de tiempo		
	Inicio	Final	
1	08:00:00	08:10:33	00:10:33 10.55
2	08:02:19	08:11:55	00:09:36 9.60
3	08:04:51	08:14:08	00:09:17 9.28
4	08:07:08	08:18:11	00:11:03 11.05
5	08:09:54	08:20:49	00:10:55 10.92
6	08:12:58	08:22:48	00:09:49 9.82
7	08:16:15	08:26:01	00:09:46 9.77
8	08:19:38	08:30:28	00:10:50 10.83
9	08:22:54	08:33:11	00:10:18 10.30
10	08:26:08	08:35:06	00:08:58 8.97
11	08:28:47	08:37:43	00:08:56 8.93
12	08:31:14	08:41:29	00:10:14 10.23
13	08:33:22	08:43:43	00:10:21 10.35
14	08:36:24	08:45:11	00:08:47 8.78
15	08:38:57	08:47:11	00:08:15 8.25
16	08:41:31	08:50:57	00:09:27 9.45
17	08:44:07	08:52:38	00:08:31 8.52
18	08:46:35	08:55:37	00:09:01 9.02
19	08:49:19	09:00:08	00:10:50 10.83
20	08:52:39	09:00:54	00:08:14 8.23

21	08:55:03	09:05:29	00:10:25	10.42
22	08:58:18	09:07:26	00:09:07	9.12
23	09:00:54	09:11:45	00:10:51	10.85
24	09:03:29	09:13:02	00:09:32	9.53
25	09:06:34	09:16:34	00:10:00	10.00
26	09:09:18	09:18:56	00:09:38	9.63
27	09:11:44	09:22:54	00:11:10	11.17
28	09:15:10	09:23:22	00:08:12	8.20
29	09:17:14	09:26:29	00:09:15	9.25
30	09:19:31	09:28:59	00:09:28	9.47
31	09:22:04	09:32:06	00:10:02	10.03
32	09:24:48	09:35:19	00:10:31	10.52
33	09:27:52	09:38:21	00:10:29	10.48
34	09:30:37	09:40:33	00:09:56	9.93
35	09:33:15	09:42:07	00:08:52	8.87
36	09:35:19	09:43:52	00:08:33	8.55
37	09:37:57	09:47:27	00:09:30	9.50
38	09:41:14	09:51:02	00:09:48	9.80
39	09:44:10	09:53:28	00:09:19	9.32
40	09:47:10	09:56:51	00:09:41	9.68
41	09:49:51	09:59:18	00:09:27	9.45
42	09:53:08	10:03:21	00:10:12	10.20
43	09:56:19	10:04:14	00:07:55	7.92
44	09:58:42	10:09:41	00:10:59	10.98
45	10:01:16	10:10:10	00:08:53	8.88
46	10:03:19	10:12:47	00:09:28	9.47
47	10:05:20	10:16:17	00:10:57	10.95

48	10:08:26	10:17:47	00:09:21	9.35
49	10:11:39	10:21:19	00:09:40	9.67
50	10:14:31	10:24:19	00:09:49	9.82
51	10:17:17	10:28:05	00:10:47	10.78
52	10:20:24	10:30:25	00:10:01	10.02
53	10:22:47	10:31:54	00:09:08	9.13
54	10:25:33	10:35:29	00:09:56	9.93
55	10:28:47	10:39:21	00:10:34	10.57
56	10:32:14	10:43:07	00:10:53	10.88
57	10:35:29	10:46:23	00:10:54	10.90
58	10:38:53	10:47:35	00:08:43	8.72
59	10:41:48	10:51:22	00:09:34	9.57
60	10:44:49	10:55:00	00:10:11	10.18

Figura 3

Distribución de los tiempos tomado en el proceso de cortes de habilitación.

**Tabla 6**

Proceso Agrupación de puertas.

Proceso:	Agrupación de piezas
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	1
# Maquinas:	0

Tabla 7

Tiempos tomados durante el proceso de agrupación de puertas.

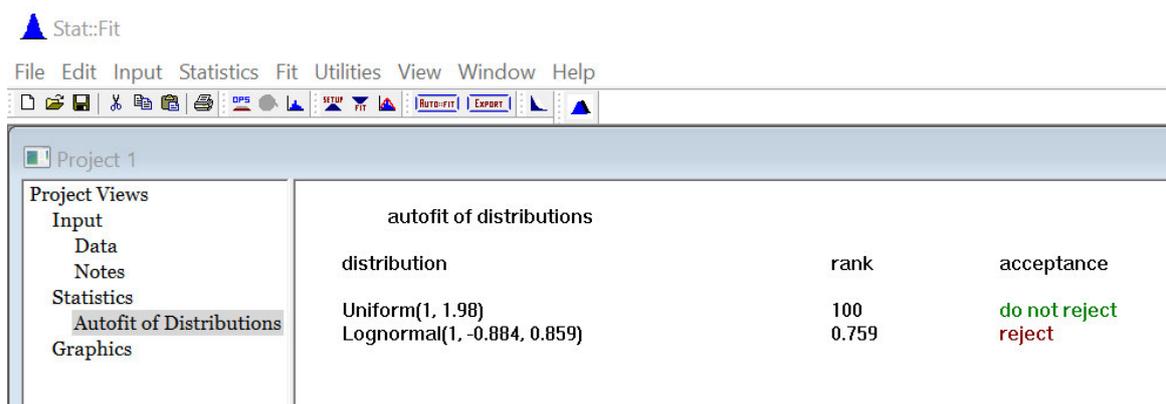
N°	<i>Maquina:</i>		Total	Numero
	<i>Toma de tiempo</i>			
	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>		
1	08:10:33	08:11:38	00:01:05	1.08
2	08:11:55	08:13:03	00:01:09	1.15
3	08:14:08	08:15:22	00:01:14	1.23
4	08:18:11	08:19:35	00:01:23	1.38
5	08:20:49	08:22:29	00:01:40	1.67
6	08:22:48	08:24:40	00:01:53	1.88
7	08:26:01	08:27:29	00:01:28	1.47
8	08:30:28	08:31:36	00:01:08	1.13
9	08:33:11	08:34:24	00:01:13	1.22
10	08:35:06	08:36:41	00:01:35	1.58
11	08:37:43	08:39:30	00:01:47	1.78
12	08:41:29	08:43:27	00:01:58	1.97
13	08:43:43	08:45:00	00:01:17	1.28
14	08:45:11	08:46:48	00:01:37	1.62

15	08:47:11	08:48:33	00:01:22	1.37
16	08:50:57	08:52:35	00:01:38	1.63
17	08:52:38	08:54:03	00:01:25	1.42
18	08:55:37	08:56:59	00:01:23	1.38
19	09:00:08	09:01:13	00:01:05	1.08
20	09:00:54	09:02:36	00:01:42	1.70
21	09:05:29	09:06:29	00:01:01	1.02
22	09:07:26	09:08:58	00:01:32	1.53
23	09:11:45	09:12:52	00:01:07	1.12
24	09:13:02	09:14:47	00:01:45	1.75
25	09:16:34	09:18:09	00:01:35	1.58
26	09:18:56	09:20:18	00:01:22	1.37
27	09:22:54	09:24:49	00:01:55	1.92
28	09:23:22	09:25:13	00:01:51	1.85
29	09:26:29	09:28:18	00:01:48	1.80
30	09:28:59	09:30:30	00:01:31	1.52
31	09:32:06	09:33:24	00:01:18	1.30
32	09:35:19	09:37:11	00:01:52	1.87
33	09:38:21	09:39:46	00:01:25	1.42
34	09:40:33	09:42:05	00:01:32	1.53
35	09:42:07	09:44:02	00:01:55	1.92
36	09:43:52	09:45:18	00:01:26	1.43
37	09:47:27	09:49:14	00:01:47	1.78
38	09:51:02	09:52:26	00:01:24	1.40
39	09:53:28	09:54:42	00:01:14	1.23
40	09:56:51	09:57:54	00:01:03	1.05
41	09:59:18	10:01:01	00:01:44	1.73
42	10:03:21	10:05:11	00:01:50	1.83
43	10:04:14	10:06:13	00:01:58	1.97
44	10:09:41	10:11:33	00:01:52	1.87
45	10:10:10	10:12:00	00:01:51	1.85
46	10:12:47	10:13:53	00:01:06	1.10
47	10:16:17	10:17:50	00:01:34	1.57
48	10:17:47	10:19:12	00:01:25	1.42
49	10:21:19	10:23:18	00:01:59	1.98
50	10:24:19	10:26:12	00:01:52	1.87
51	10:28:05	10:29:14	00:01:09	1.15
52	10:30:25	10:31:39	00:01:14	1.23
53	10:31:54	10:33:09	00:01:15	1.25
54	10:35:29	10:37:09	00:01:40	1.67
55	10:39:21	10:40:59	00:01:39	1.65
56	10:43:07	10:44:32	00:01:25	1.42
57	10:46:23	10:47:42	00:01:18	1.30

58	10:47:35	10:48:43	00:01:08	1.13
59	10:51:22	10:52:52	00:01:30	1.50
60	10:55:00	10:56:50	00:01:50	1.83

Figura 4

Distribución de los tiempos tomado en el proceso de agrupación de puertas.

**Tabla 8**

Proceso armado de bastidor.

Proceso:	Armado de bastidor
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	2
# Maquinas:	1

Tabla 9

Tiempo tomado del proceso de armado de bastidor.

N°	<i>Maquina: Ingleteadora</i>		Total	Numero
	Toma de tiempo			
	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>		
1	08:11:38	08:14:30	00:02:53	2.88
2	08:13:03	08:15:50	00:02:47	2.78
3	08:15:22	08:17:46	00:02:24	2.40
4	08:19:35	08:21:58	00:02:24	2.40
5	08:22:29	08:24:52	00:02:23	2.38
6	08:24:40	08:26:53	00:02:12	2.20
7	08:27:29	08:30:27	00:02:57	2.95
8	08:31:36	08:34:14	00:02:38	2.63

9	08:34:24	08:36:26	00:02:02	2.03
10	08:36:41	08:39:38	00:02:57	2.95
11	08:39:30	08:42:01	00:02:31	2.52
12	08:43:27	08:45:31	00:02:04	2.07
13	08:45:00	08:47:16	00:02:17	2.28
14	08:46:48	08:49:39	00:02:52	2.87
15	08:48:33	08:50:48	00:02:15	2.25
16	08:52:35	08:55:04	00:02:29	2.48
17	08:54:03	08:56:59	00:02:55	2.92
18	08:56:59	08:59:41	00:02:41	2.68
19	09:01:13	09:03:32	00:02:19	2.32
20	09:02:36	09:04:43	00:02:07	2.12
21	09:06:29	09:09:18	00:02:49	2.82
22	09:08:58	09:11:13	00:02:16	2.27
23	09:12:52	09:14:59	00:02:06	2.10
24	09:14:47	09:17:11	00:02:24	2.40
25	09:18:09	09:20:47	00:02:38	2.63
26	09:20:18	09:22:25	00:02:08	2.13
27	09:24:49	09:27:36	00:02:47	2.78
28	09:25:13	09:27:45	00:02:32	2.53
29	09:28:18	09:30:32	00:02:14	2.23
30	09:30:30	09:33:06	00:02:35	2.58
31	09:33:24	09:36:08	00:02:44	2.73
32	09:37:11	09:40:07	00:02:56	2.93
33	09:39:46	09:42:22	00:02:36	2.60
34	09:42:05	09:44:38	00:02:33	2.55
35	09:44:02	09:46:30	00:02:28	2.47
36	09:45:18	09:47:47	00:02:30	2.50
37	09:49:14	09:51:20	00:02:06	2.10
38	09:52:26	09:54:27	00:02:01	2.02
39	09:54:42	09:56:50	00:02:08	2.13
40	09:57:54	10:00:50	00:02:55	2.92
41	10:01:01	10:03:08	00:02:07	2.12
42	10:05:11	10:07:24	00:02:13	2.22
43	10:06:13	10:08:45	00:02:33	2.55
44	10:11:33	10:13:57	00:02:24	2.40
45	10:12:00	10:14:27	00:02:27	2.45
46	10:13:53	10:16:04	00:02:11	2.18
47	10:17:50	10:20:00	00:02:09	2.15
48	10:19:12	10:21:48	00:02:36	2.60
49	10:23:18	10:26:16	00:02:58	2.97
50	10:26:12	10:28:17	00:02:06	2.10
51	10:29:14	10:31:55	00:02:41	2.68

52	10:31:39	10:33:57	00:02:18	2.30
53	10:33:09	10:35:15	00:02:05	2.08
54	10:37:09	10:40:05	00:02:56	2.93
55	10:40:59	10:43:57	00:02:57	2.95
56	10:44:32	10:47:20	00:02:48	2.80
57	10:47:42	10:50:08	00:02:26	2.43
58	10:48:43	10:50:51	00:02:08	2.13
59	10:52:52	10:55:23	00:02:31	2.52
60	10:56:50	10:59:46	00:02:56	2.93

Figura 5

Distribución de los tiempos tomado en el proceso de armado de bastidor.

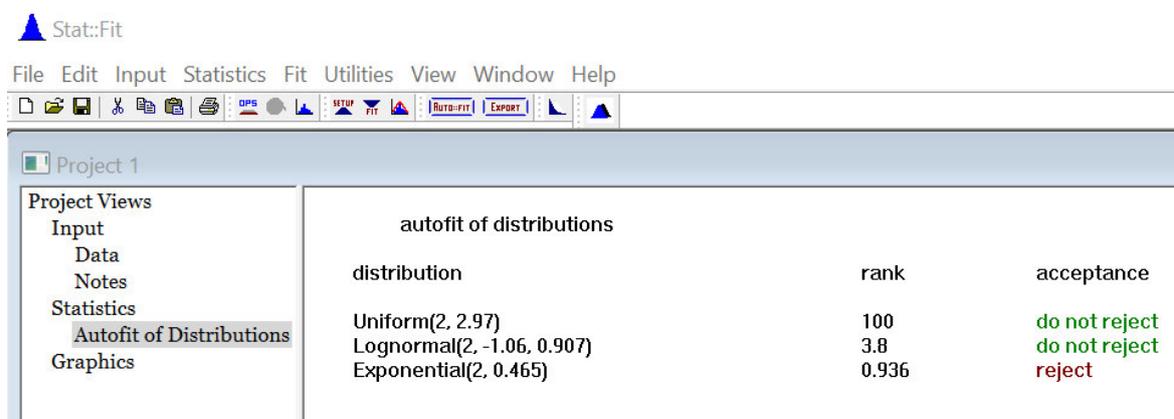


Tabla 10

Proceso de contra placado de puerta.

Proceso:	Contra placado de puerta
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	1
# Maquinas:	1

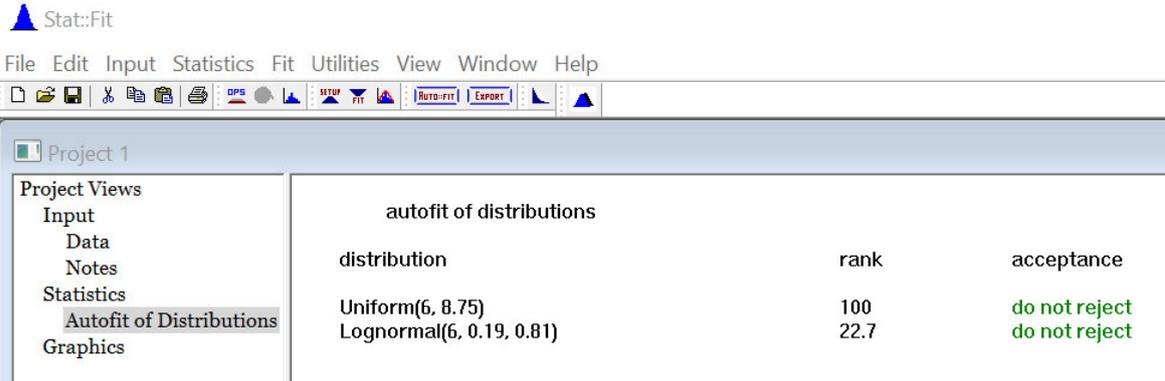
Tabla 11*Tiempo tomado del proceso de placado de puerta.*

N°	<i>Maquina: Grapadora</i>		Total	Numero
	Toma de tiempo			
	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>		
1	08:14:30	08:21:04	00:06:33	6.55
2	08:15:50	08:24:35	00:08:45	8.75
3	08:17:46	08:25:37	00:07:50	7.83
4	08:21:58	08:29:03	00:07:05	7.08
5	08:24:52	08:31:29	00:06:37	6.62
6	08:26:53	08:33:24	00:06:31	6.52
7	08:30:27	08:38:41	00:08:14	8.23
8	08:34:14	08:42:39	00:08:25	8.42
9	08:36:26	08:43:23	00:06:57	6.95
10	08:39:38	08:45:51	00:06:13	6.22
11	08:42:01	08:50:39	00:08:39	8.65
12	08:45:31	08:51:31	00:06:00	6.00
13	08:47:16	08:53:17	00:06:00	6.00
14	08:49:39	08:57:58	00:08:18	8.30
15	08:50:48	08:58:02	00:07:15	7.25
16	08:55:04	09:01:50	00:06:47	6.78
17	08:56:59	09:05:13	00:08:15	8.25
18	08:59:41	09:08:10	00:08:29	8.48
19	09:03:32	09:12:13	00:08:41	8.68
20	09:04:43	09:12:18	00:07:35	7.58
21	09:09:18	09:15:50	00:06:32	6.53
22	09:11:13	09:18:42	00:07:29	7.48
23	09:14:59	09:22:05	00:07:06	7.10
24	09:17:11	09:25:07	00:07:56	7.93
25	09:20:47	09:26:54	00:06:07	6.12
26	09:22:25	09:31:09	00:08:44	8.73
27	09:27:36	09:34:41	00:07:06	7.10
28	09:27:45	09:36:16	00:08:31	8.52
29	09:30:32	09:38:18	00:07:47	7.78
30	09:33:06	09:41:11	00:08:06	8.10
31	09:36:08	09:42:56	00:06:48	6.80
32	09:40:07	09:46:40	00:06:33	6.55
33	09:42:22	09:49:28	00:07:06	7.10
34	09:44:38	09:51:02	00:06:24	6.40
35	09:46:30	09:54:39	00:08:08	8.13
36	09:47:47	09:55:46	00:07:59	7.98
37	09:51:20	09:57:20	00:06:00	6.00

38	09:54:27	10:00:49	00:06:21	6.35
39	09:56:50	10:05:05	00:08:15	8.25
40	10:00:50	10:09:32	00:08:43	8.72
41	10:03:08	10:10:56	00:07:48	7.80
42	10:07:24	10:15:51	00:08:27	8.45
43	10:08:45	10:16:03	00:07:18	7.30
44	10:13:57	10:20:38	00:06:41	6.68
45	10:14:27	10:23:06	00:08:38	8.63
46	10:16:04	10:24:44	00:08:40	8.67
47	10:20:00	10:26:38	00:06:38	6.63
48	10:21:48	10:30:04	00:08:16	8.27
49	10:26:16	10:32:23	00:06:07	6.12
50	10:28:17	10:35:21	00:07:03	7.05
51	10:31:55	10:40:08	00:08:14	8.23
52	10:33:57	10:41:02	00:07:05	7.08
53	10:35:15	10:43:38	00:08:23	8.38
54	10:40:05	10:46:09	00:06:04	6.07
55	10:43:57	10:51:45	00:07:49	7.82
56	10:47:20	10:54:20	00:07:00	7.00
57	10:50:08	10:56:32	00:06:24	6.40
58	10:50:51	10:58:47	00:07:56	7.93
59	10:55:23	11:01:43	00:06:20	6.33
60	10:59:46	11:06:24	00:06:38	6.63

Figura 6

Distribución de los tiempos tomado en el proceso de contraplacado de puertas.



Stat::Fit

File Edit Input Statistics Fit Utilities View Window Help

Project 1

Project Views	autofit of distributions		
Input	distribution	rank	acceptance
Data	Uniform(6, 8.75)	100	do not reject
Notes	Lognormal(6, 0.19, 0.81)	22.7	do not reject
Statistics			
Autofit of Distributions			
Graphics			

Tabla 12*Proceso de Prensado.*

Proceso:	Prensado de puertas
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	1
# Maquinas:	0

Tabla 13*Tiempo tomado del proceso de prensado.*

N°	<i>Maquina:</i>		Total	Obs
	Toma de tiempo			
	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>		
1	10:35:21	14:35:21	04:00:00	Es fijo 4 horas
2	14:35:21	18:35:21	04:00:00	Es fijo 4 horas

Tabla 14*Proceso de perfilado de puertas.*

Proceso:	Perfilado de puertas
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	1
# Maquinas:	1

Tabla 15*Tiempo tomado del proceso de perfilado de puertas.*

N°	<i>Maquina: Circular</i>		Total	Numero
	Toma de tiempo			
	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>		
1	14:35:21	14:39:18	00:03:58	3.97
2	14:39:18	14:42:30	00:03:11	3.18
3	14:42:30	14:45:54	00:03:24	3.40
4	14:45:54	14:49:48	00:03:54	3.90
5	14:49:48	14:54:34	00:04:46	4.77
6	14:54:34	14:59:27	00:04:53	4.88
7	14:59:27	15:03:41	00:04:14	4.23
8	15:03:41	15:07:50	00:04:08	4.13
9	15:07:50	15:10:59	00:03:09	3.15
10	15:10:59	15:15:50	00:04:51	4.85
11	15:15:50	15:20:15	00:04:25	4.42
12	15:20:15	15:23:44	00:03:29	3.48
13	15:23:44	15:26:58	00:03:13	3.22
14	15:26:58	15:30:12	00:03:14	3.23
15	15:30:12	15:34:01	00:03:50	3.83
16	15:34:01	15:37:25	00:03:24	3.40
17	15:37:25	15:40:58	00:03:33	3.55
18	15:40:58	15:44:28	00:03:30	3.50
19	15:44:28	15:47:30	00:03:02	3.03
20	15:47:30	15:51:35	00:04:05	4.08
21	15:51:35	15:55:21	00:03:46	3.77
22	15:55:21	15:58:51	00:03:30	3.50
23	15:58:51	16:02:25	00:03:34	3.57
24	16:02:25	16:07:08	00:04:43	4.72
25	16:07:08	16:11:46	00:04:38	4.63
26	16:11:46	16:16:08	00:04:22	4.37
27	16:16:08	16:19:32	00:03:24	3.40
28	16:19:32	16:23:14	00:03:42	3.70
29	16:23:14	16:26:57	00:03:42	3.70
30	16:26:57	16:31:28	00:04:31	4.52
31	16:31:28	16:36:16	00:04:48	4.80
32	16:36:16	16:39:28	00:03:12	3.20
33	16:39:28	16:43:20	00:03:52	3.87
34	16:43:20	16:46:25	00:03:04	3.07
35	16:46:25	16:49:58	00:03:33	3.55
36	16:49:58	16:53:21	00:03:23	3.38
37	16:53:21	16:57:10	00:03:49	3.82

38	16:57:10	17:00:39	00:03:29	3.48
39	17:00:39	17:04:48	00:04:09	4.15
40	17:04:48	17:08:23	00:03:35	3.58
41	17:08:23	17:12:50	00:04:27	4.45
42	17:12:50	17:16:49	00:04:00	4.00
43	17:16:49	17:20:19	00:03:30	3.50
44	17:20:19	17:25:02	00:04:43	4.72
45	17:25:02	17:28:48	00:03:45	3.75
46	17:28:48	17:31:53	00:03:06	3.10
47	17:31:53	17:35:01	00:03:08	3.13
48	17:35:01	17:39:02	00:04:01	4.02
49	17:39:02	17:43:26	00:04:24	4.40
50	17:43:26	17:48:18	00:04:52	4.87
Fecha:		17/06/2023		
Continúa al siguiente día				
51	08:15:00	08:19:38	00:04:38	4.63
52	08:19:38	08:24:26	00:04:48	4.80
53	08:24:26	08:29:09	00:04:43	4.72
54	08:29:09	08:32:34	00:03:24	3.40
55	08:32:34	08:35:57	00:03:23	3.38
56	08:35:57	08:39:31	00:03:35	3.58
57	08:39:31	08:42:44	00:03:12	3.20
58	08:42:44	08:46:33	00:03:50	3.83
59	08:46:33	08:51:17	00:04:43	4.72
60	08:51:17	08:55:09	00:03:52	3.87

Figura 7

Distribución de los tiempos tomado en el proceso de perfilado de puertas.

The screenshot shows the 'Stat::Fit' software interface. The main window displays the results of an 'autofit of distributions' analysis. The results are presented in a table with three columns: 'distribution', 'rank', and 'acceptance'. The 'Autofit of Distributions' option is selected in the left-hand 'Project Views' pane.

distribution	rank	acceptance
Lognormal(3, -0.465, 0.925)	93.8	do not reject
Uniform(3, 4.88)	85.7	do not reject
Exponential(3, 0.858)	7.56	reject

Tabla 16*Proceso de Forrado de puertas.*

Proceso:	Forrado de puertas
Fecha:	16/06/2023
Área:	Taller YBO
# trabajadores:	4
# Maquinas:	0

Tabla 17*Tiempo tomado del proceso de forrado de puertas.*

N°	<i>Maquina:</i>		Total	Numero
	<i>No</i>			
	Toma de tiempo			
	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>		
1	14:39:18	14:40:30	00:01:11	1.18
2	14:42:30	14:44:07	00:01:37	1.62
3	14:45:54	14:47:50	00:01:55	1.92
4	14:49:48	14:50:58	00:01:10	1.17
5	14:54:34	14:55:41	00:01:07	1.12
6	14:59:27	15:00:49	00:01:22	1.37
7	15:03:41	15:05:33	00:01:52	1.87
8	15:07:50	15:09:26	00:01:36	1.60
9	15:10:59	15:12:50	00:01:51	1.85
10	15:15:50	15:17:41	00:01:52	1.87
11	15:20:15	15:21:17	00:01:02	1.03
12	15:23:44	15:25:24	00:01:39	1.65
13	15:26:58	15:28:13	00:01:16	1.27
14	15:30:12	15:31:31	00:01:19	1.32
15	15:34:01	15:35:40	00:01:38	1.63
16	15:37:25	15:38:27	00:01:02	1.03
17	15:40:58	15:42:43	00:01:45	1.75
18	15:44:28	15:45:59	00:01:31	1.52
19	15:47:30	15:49:14	00:01:44	1.73
20	15:51:35	15:53:31	00:01:55	1.92
21	15:55:21	15:56:39	00:01:18	1.30
22	15:58:51	16:00:06	00:01:15	1.25
23	16:02:25	16:03:29	00:01:05	1.08
24	16:07:08	16:08:09	00:01:01	1.02
25	16:11:46	16:13:31	00:01:45	1.75
26	16:16:08	16:17:53	00:01:45	1.75

27	16:19:32	16:20:59	00:01:27	1.45
28	16:23:14	16:25:14	00:02:00	2.00
29	16:26:57	16:28:10	00:01:13	1.22
30	16:31:28	16:33:22	00:01:55	1.92
31	16:36:16	16:37:51	00:01:35	1.58
32	16:39:28	16:40:35	00:01:07	1.12
33	16:43:20	16:45:20	00:02:00	2.00
34	16:46:25	16:48:14	00:01:49	1.82
35	16:49:58	16:51:18	00:01:20	1.33
36	16:53:21	16:54:54	00:01:34	1.57
37	16:57:10	16:58:43	00:01:33	1.55
38	17:00:39	17:02:08	00:01:29	1.48
39	17:04:48	17:06:18	00:01:30	1.50
40	17:08:23	17:10:14	00:01:52	1.87
41	17:12:50	17:14:32	00:01:43	1.72
42	17:16:49	17:18:39	00:01:49	1.82
43	17:20:19	17:21:59	00:01:39	1.65
44	17:25:02	17:26:48	00:01:46	1.77
45	17:28:48	17:30:23	00:01:36	1.60
46	17:31:53	17:33:52	00:01:59	1.98
47	17:35:01	17:36:19	00:01:18	1.30
48	17:39:02	17:40:32	00:01:30	1.50
49	17:43:26	17:44:33	00:01:07	1.12
50	17:48:18	17:50:15	00:01:57	1.95
Fecha:		17/06/2023		
Continúa al siguiente día				
51	08:19:38	08:21:33	00:01:55	1.92
52	08:21:33	08:23:07	00:01:34	1.57
53	08:23:07	08:24:36	00:01:30	1.50
54	08:24:36	08:26:31	00:01:55	1.92
55	08:26:31	08:27:51	00:01:20	1.33
56	08:27:51	08:29:46	00:01:55	1.92
57	08:29:46	08:31:38	00:01:52	1.87
58	08:31:38	08:33:27	00:01:49	1.82
59	08:33:27	08:34:49	00:01:22	1.37
60	08:34:49	08:36:40	00:01:51	1.85

Figura 8

Distribución de los tiempos tomado en el proceso de forrado de puertas.

The screenshot shows the StatFit software interface. The main window displays the results of an 'autofit of distributions' analysis for 'Project 1'. The results are presented in a table with three columns: 'distribution', 'rank', and 'acceptance'. Two distributions are listed: 'Uniform(1, 2)' with a rank of 100 and 'do not reject' acceptance, and 'Lognormal(1, -0.887, 0.943)' with a rank of 0.171 and 'reject' acceptance.

distribution	rank	acceptance
Uniform(1, 2)	100	do not reject
Lognormal(1, -0.887, 0.943)	0.171	reject

Tabla 18

Todas las distribuciones de los procesos realizados.

N°	Procesos	Distribución
1	Cortes para habilitación (madera, Mdf)	Lognormal (7.936,0.348)
2	Agrupación de piezas por medidas (madera, Mdf)	Uniform (1,1.98)
3	Armado de bastidor para puertas	Uniform (2,2.97)
4	Contraplacado de puerta	Uniform (6,8.75)
5	Prensado de puertas	4 Hr
6	Perfilado de puertas	Lognormal (2.535,0.925)
7	Forrado de puertas para despacho	Uniform (1,2)

Figura 9

El Layout de nuestra simulación contaba con el ordenamiento de cómo se tiene el taller.

**Figura 10**

Todas las locaciones de los procesos.

Locaciones							
Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	
	Almacen	500	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	cortes_habilitación	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Agrupacion_piezas	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Armado_bastidor	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Contraplacado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	almacen_2	200	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Prensado_puertas	50	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Perfilado_de_puertas	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	fornado_para_despacho	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	

Figura 11

Todos los cambios generados desde la materia prima (Entidades).

Entidades			
Icono	Nombre	Velocidad (mpm)	Estadist
	Madera	50	Serie de tiempo
	Madera_habilitada	50	Serie de tiempo
	Madera_agrupada	50	Serie de tiempo
	bastidor	50	Serie de tiempo
	puerta_contraplacada	50	Serie de tiempo
	puerta_prensada	50	Serie de tiempo
	puerta_perfilada	50	Serie de tiempo
	puerta_empaquetada	50	Serie de tiempo

Figura 12

Tiempo en el que llegan las materias primas (Arribos).

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Madera	Almacen	500	0	1	40 hr		No

Figura 13

Interrelación de procesos.

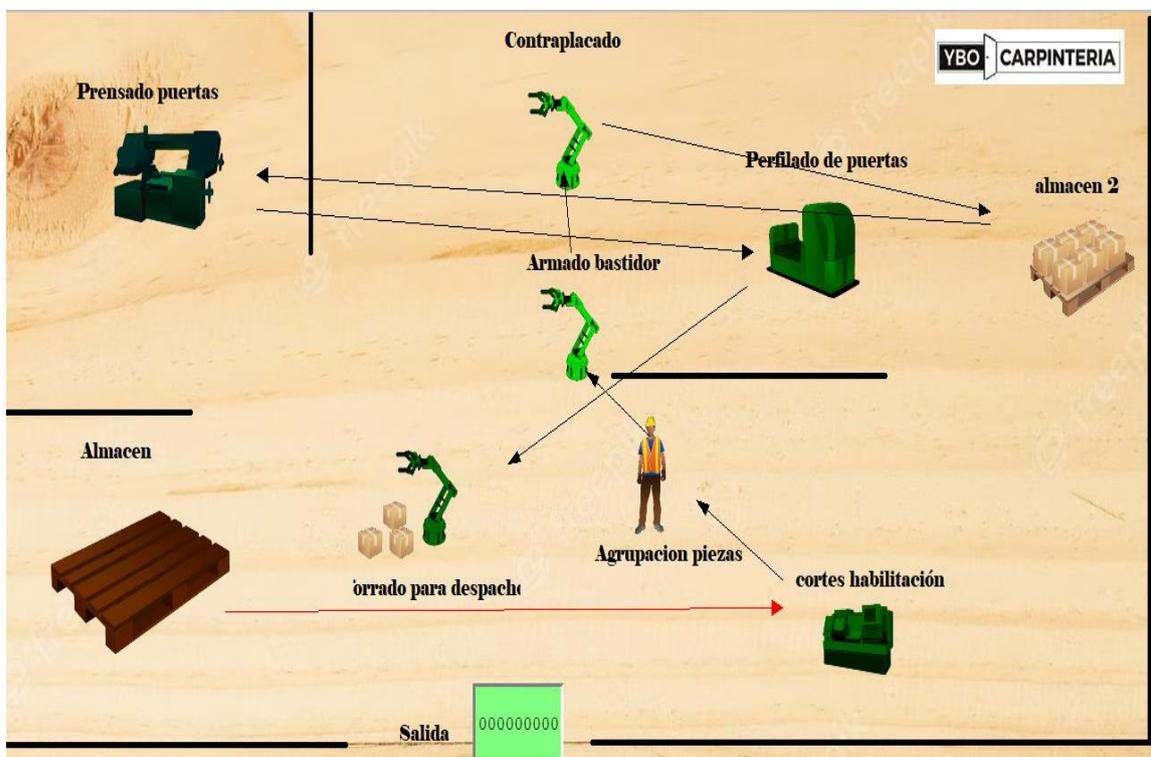
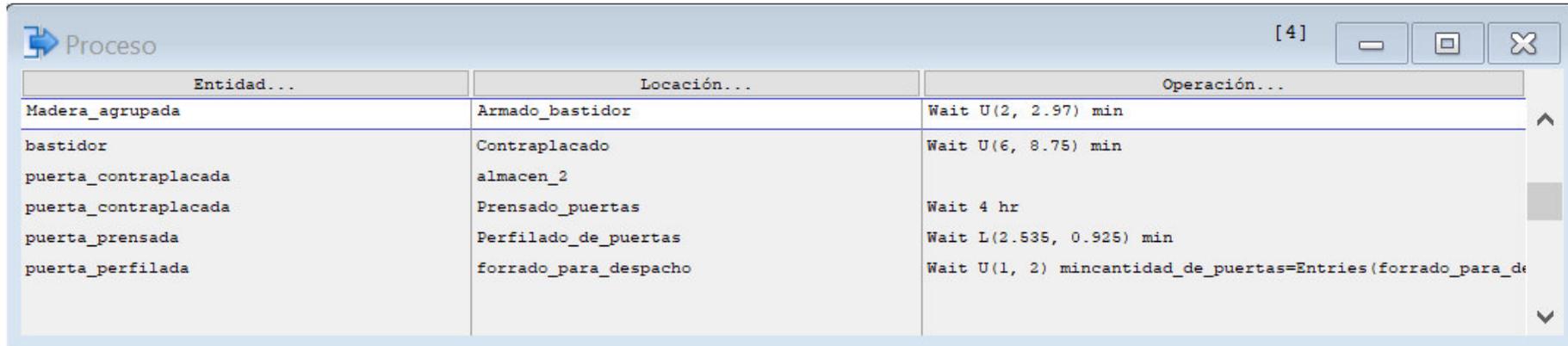
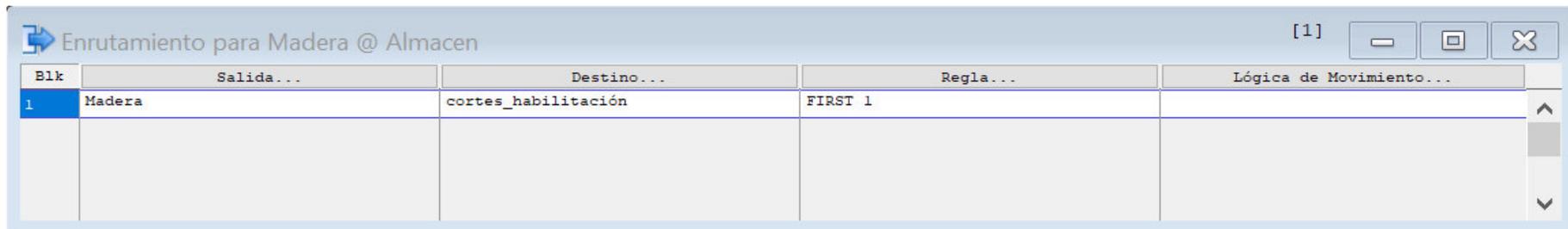


Figura 14*Programación del proceso.*


Entidad...	Locación...	Operación...
Madera_agrupada	Armado_bastidor	Wait U(2, 2.97) min
bastidor	Contraplacado	Wait U(6, 8.75) min
puerta_contraplacada	almacen_2	
puerta_contraplacada	Prensado_puertas	Wait 4 hr
puerta_prensada	Perfilado_de_puertas	Wait L(2.535, 0.925) min
puerta_perfilada	forrado_para_despacho	Wait U(1, 2) min cantidad_de_puertas=Entries(forrado_para_de

Figura 15*Enrutamiento de madera por las locaciones.*


Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	Madera	cortes_habilitación	FIRST 1	

Enrutamiento para Madera @ cortes_habilitación [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	Madera_habilitada	Agrupacion_piezas	FIRST 1	

Enrutamiento para Madera_habilitada @ Agrupacion_piezas [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	Madera_agrupada	Armado_bastidor	FIRST 1	

Enrutamiento para Madera_agrupada @ Armado_bastidor [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	bastidor	Contraplacado	FIRST 1	

Enrutamiento para bastidor @ Contraplacado [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	puerta_contraplacada	almacen_2	FIRST 1	

Enrutamiento para puerta_contraplacada @ almacen_2 [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	puerta_contraplacada	Prensado_puertas	FULL 50	

Enrutamiento para puerta_contraplacada @ Prensado_puertas [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	puerta_prensada	Perfilado_de_puertas	FIRST 1	

Enrutamiento para puerta_prensada @ Perfilado_de_puertas [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	puerta_perfilada	forado_para_despacho	FIRST 1	

Enrutamiento para puerta_perfilada @ forrado_para_despacho [1]				
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	puerta_empaquetada	EXIT	FIRST 1	

3.5.9. Resultados de la actividad

Figura 16

Simulación de 40 horas (8 horas diarias, de lunes a viernes).

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Almacen	40.00	500.00	500.00	1,649.13	343.57	496.00	283.00	68.71
cortes habilitación	40.00	4.00	217.00	44.24	4.00	4.00	4.00	100.00
Agrupacion piezas	40.00	1.00	213.00	11.23	1.00	1.00	1.00	99.69
Armado bastidor	40.00	1.00	212.00	11.20	0.99	1.00	1.00	98.90
Contraplacado	40.00	1.00	211.00	10.87	0.96	1.00	1.00	95.61
almacen 2	40.00	200.00	210.00	1,652.76	144.62	200.00	200.00	72.31
Prensado puertas	40.00	50.00	500.00	238.39	49.66	50.00	50.00	99.33
Perfilado de puertas	40.00	1.00	450.00	2.64	0.50	1.00	0.00	49.50
forrado para despacho	40.00	1.00	450.00	1.14	0.21	1.00	0.00	21.34

Figura 17

Estadística de la cantidad de puertas.

Variable Resumen					
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual
cantidad de puertas	450.00	5.19	0.00	450.00	450.00

3.5.10. Interpretación

Se obtuvo como resultado la fabricación de 450 puertas.

Los datos proporcionados muestran los porcentajes de utilización de diferentes etapas o procesos en YBO Carpintería. A continuación, se detallan los resultados:

- Almacén: Se registra una utilización del 62,72%. Esto indica que el espacio de almacenamiento se encuentra ocupado en más de la mitad de su capacidad.
- Cortes por habilitación: La utilización es del 100%, lo que implica que esta etapa se está utilizando al máximo de su capacidad.
- Agrupación de piezas: Se reporta una utilización del 99,78%. Esto indica que el proceso de agrupación de piezas está casi en su máxima capacidad.

- Armado de bastidor de puertas: La utilización es del 98,83%. Esto sugiere que el proceso de armado de los bastidores de las puertas se encuentra operando de manera eficiente.
- Contraplacado: Se registra una utilización del 94,52%. Esto indica que el proceso de contraplacado se está utilizando en un porcentaje significativo de su capacidad.
- Almacén 2: La utilización es del 74,81%. Esto indica que el segundo almacén también se encuentra ocupado en un porcentaje considerable.
- Prensado de puertas: Se reporta una utilización del 99,41%. Esto indica que el proceso de prensado de las puertas está operando casi al máximo de su capacidad.
- Perfilado de puertas: La utilización es del 56,41%. Esto sugiere que el proceso de perfilado de las puertas no está siendo utilizado en su máxima capacidad.
- Forrado para despacho: Se registra una utilización muy baja del 21,39%. Esto indica que el proceso de forrado de puertas para despacho está siendo poco utilizado.

Estos resultados pueden servir como base para identificar áreas de mejora y optimizar la eficiencia global de la carpintería.

El proceso de prensado de puertas presenta uno de los porcentajes más alto de utilización (99,41%), eso indica que es el cuello de botella en el flujo de producción de puertas en YBO Carpintería.

Un cuello de botella se refiere a la etapa o proceso en el que la capacidad de producción es más limitada y, por lo tanto, afecta la eficiencia y el rendimiento general de la cadena de producción. En este caso, el prensado de puertas parece estar operando cerca de su máxima capacidad o enfrentando problemas que disminuyen su rendimiento.

Es fundamental analizar las posibles razones detrás de este bajo porcentaje de utilización en el proceso de prensado de puertas. Algunos factores que podrían contribuir a este cuello de botella son la falta de recursos adecuados, retrasos en el proceso, problemas de mantenimiento de equipos o una demanda excesiva en comparación con la capacidad de producción.

Para resolver este problema, se pueden considerar acciones como mejorar la eficiencia del proceso de prensado, invertir en equipos adicionales o de mayor capacidad,

optimizar la planificación de la producción para evitar cuellos de botella y ajustar la primavera de recursos para equilibrar la carga de trabajo en todo el sistema de producción de Ybo.

Al abordar el cuello de botella en el prensado de puertas, YBO Carpintería podrá mejorar la productividad general, reducir los tiempos de entrega y optimizar la utilización de los recursos disponibles. Esto permitirá satisfacer la demanda del mercado de manera más eficiente y mejorar la competitividad de la empresa.

CAPÍTULO IV

Conclusiones

Las conclusiones se basan en el análisis de los datos proporcionados sobre los diferentes procesos de producción de puertas en la carpintería YBO. El objetivo principal es identificar áreas de mejora y optimizar la eficiencia del flujo de producción. Al analizar la utilización de cada proceso, se pueden identificar cuellos de botella y áreas donde se puede aumentar la eficiencia.

La metodología utilizada para llegar a conclusiones esta se basa en el análisis de datos y simulación proporcionados sobre la utilización de cada proceso de producción de puertas. Se evaluaron los porcentajes de utilización de cada proceso para determinar su capacidad de producción actual. Se comparan estos datos con los estándares de eficiencia y se identifican aquellos procesos que operan cerca de su máxima capacidad, así como aquellos con una utilización baja. Además, se consideraron los indicadores clave de rendimiento para determinar el impacto en la capacidad general de producción.

Para ampliar el prensado de puertas, se recomienda considerar una parte del espacio del almacenamiento para así poder tener un prensado de 50 puertas más. Esto implica realizar un análisis de las necesidades de producción según le Ybo y en relación con el contrato del cliente.

Figura18

Locaciones con el aumento necesario en el proceso de prensado de puertas.

Locaciones		
Icono	Nombre	Cap.
	Almacen	500
	cortes_habilitación	4
	Agrupacion_piezas	1
	Armado_bastidor	1
	Contraplacado	1
	almacen_2	200
	Prensado_puertas	100
	Perfilado_de_puertas	1
	forado_para_despacho	1

Figura 19

Simulación de los procesos, contando con el aumento realizado.

Locación Resumen (Rep. 1)								
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Pr...	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Almacen	40.00	500.00	500.00	1,640.80	341.83	496.00	275.00	68.37
cortes habilitación	40.00	4.00	225.00	42.67	4.00	4.00	4.00	100.00
Agrupacion piezas	40.00	1.00	221.00	10.82	1.00	1.00	1.00	99.66
Armado bastidor	40.00	1.00	220.00	10.81	0.99	1.00	1.00	99.11
Contraplacado	40.00	1.00	219.00	10.22	0.93	1.00	1.00	93.30
almacen 2	40.00	200.00	218.00	1,568.21	142.45	200.00	200.00	71.22
Prensado puertas	40.00	100.00	920.00	258.82	99.21	100.00	100.00	99.21
Perfilado de puertas	40.00	1.00	820.00	2.61	0.89	1.00	1.00	89.33
forrado para despacho	40.00	1.00	819.00	1.12	0.38	1.00	1.00	38.27

Figura 20

Estadísticas de la cantidad de puertas, con el aumento necesario.

Variable Resumen (Prom. Reps)							
Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Avg	cantidad de puertas	818.20	2.93	0.00	818.20	818.20	363.15

La mejora en porcentaje sobrevino de la capacidad actual de producción y de la demanda del mercado. Si actualmente se están produciendo 450 puertas por semana y se amplía el espacio de prensado a 100 puertas, por semana la capacidad de producción aumentará a 818 puertas por semana.

Para calcular la mejora en porcentaje, podemos utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Mejora (\%)} = [(\text{Nueva capacidad} - \text{Capacidad actual}) / \text{Capacidad actual}] * 100$$

En este caso, considerando los valores que podrían, la mejora en porcentaje sería:

$$\text{Mejora (\%)} = [(818 - 450) / 450] * 100 \approx 81,78\%$$

Por lo tanto, al implementar un espacio de prensado de puertas de 100 a la semana en lugar de 50, se lograría una mejora aproximada del 81,78% en la capacidad de producción de puertas en la carpintería YBO.

Es importante destacar que este cálculo se basa en los datos proporcionados y en la suposición de que los demás procesos y recursos se mantienen constantes. La mejora real puede variar dependiendo de otros factores, como la eficiencia en los demás procesos y la disponibilidad de materiales y mano de obra.

CAPÍTULO V

Recomendaciones

- Evaluación de la demanda: Realice un análisis detallado de la demanda de puertas para determinar si es necesario aumentar la capacidad de prensado. Esto permitirá dimensionar correctamente la ampliación y evitar inversiones necesarias.
- Adquisición de equipos adicionales: Identificar la cantidad y tipo de prensas necesarias para cubrir la demanda prevista en el sector de la construcción. Adquirir prensas adicionales y asegurarse de que cumplan con los requisitos de capacidad y tecnología necesaria para el proceso de prensado de puertas.
- Optimización del diseño de las prensas: Si no es posible adquirir nuevas prensas, se puede considerar la optimización del diseño de las prensas existentes para aumentar su capacidad de producción. Esto puede implicar la modificación de componentes.
- Capacitación del personal: Brindar capacitación adecuada al personal encargado del proceso de prensado de puertas para garantizar que se utilicen de manera óptima los equipos y se sigan los procedimientos establecidos. Esto puede incluir la formación en técnicas de carga y descarga eficientes, ajustes de medida y mantenimiento preventivo de las máquinas de carpintería.
- Planificación de la producción: Establecer una planificación eficiente de la producción, considerando los tiempos de prensado y los tiempos de espera entre los diferentes lotes de puertas. Esto ayudará a maximizar la capacidad de las prensas y reducir los tiempos de inactividad.
- Evaluación continua y mejora continua: Realice un seguimiento regular del rendimiento del proceso de prensado de puertas y realice mejoras continuas en base a los resultados y la retroalimentación recibida. Implementar un enfoque de mejora continua para optimizar constantemente la capacidad y eficiencia del proceso.

Bibliografía

- Blasco Queral, R. (2004). *Análisis y propuesta de mejoras productivas en carpintería de una empresa del sector del mueble de oficina mediante el uso de la Simulación*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Urquía Moraleda, A. y Martín Villalba, C. (2016). *Métodos de simulación y modelado*. España: UNED.
- García Dunna, E., García Reyes, H. y Cárdenas Barrón, L. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel*. Pearson Educación.
- Giraldo Ramírez, V., y Ramírez Jaramillo, D. (2014). *Análisis de eficiencia de la empresa Madera y Muebles aplicando simulación discreta: Caso particular silla DaVinci*. Universidad Libre Seccional Pereira.
- Rivera, M. y Analy, M. (2022). *Simulación del proceso de producción de la empresa Todo Sport para incrementar la eficiencia mediante el Software ProModel*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
- Sociedad de Comercio Exterior del Perú (11 de marzo de 2021). *Desarrollo del sector inmobiliario en 2021 y expectativas para 2022*. ComexPerú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/desarrollo-del-sector-inmobiliario-en-2021-y-expectativas-para-2022>
- ProModel. (2016). *Promodel.com*. <https://www.promodel.com/onlinehelp/ProModel/93/C-01%20-%20Welcome%20to%20Promodel.htm>