

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa JB**  
**señalizaciones para reducir los pedidos no atendidos**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Paola Tatiana Becerra Cruz**

**ASESOR**

**Evans Nielander Llontop Salcedo**

**<https://orcid.org/0000-0002-2917-2864>**

**Chiclayo, 2022**

**Propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa JB  
señalizaciones para reducir los pedidos no atendidos**

PRESENTADA POR  
**Paola Tatiana Becerra Cruz**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Oscar Kelly Vásquez Gervasi  
PRESIDENTE

María Raquel Maxe Malca  
SECRETARIO

Evans Nielander Llontop Salcedo  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios

A mi padre que fue mi motivación para iniciar este sueño.

A mi madre por su apoyo incondicional  
y no dejar de luchar hasta lograr el objetivo.

## **Agradecimientos**

Principalmente a Dios por darme vida, fuerza, salud, voluntad y perseverancia para culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios.

A mis padres, que han sido mi principal motivación e impulso para culminar esta etapa y seguir en este proceso de crecimiento profesional, personal.

A mi asesor el Ing. Evans Nielander Llontop Salcedo, por su apoyo en las asesorías, por contagiarme de su temperamento y seguridad para seguir con la investigación y lograr la meta.

## Becerra Cruz V2

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	9%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad de Alicante Trabajo del estudiante	

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>9</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>12</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>13</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>32</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>33</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>33</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>36</b>

## Resumen

La empresa JB Señalizaciones se encarga de producir y comercializar de señalizaciones de seguridad en vinil, fotoluminiscente, PVC, acrílico, fibra de vidrio y en plancha galvanizada. Para lo cual se propuso una mejora en el proceso productivo con el fin de reducir los pedidos que la empresa no podía atender. Se realizó una evaluación del proceso productivo, encontrándose un alto tiempo del cuello de botella debido a que es casi el doble del segundo proceso con tiempo más alto, escasas de materia prima e insumos generando que no se realicen las compras a tiempo y una mala planificación de la producción, que genera como consecuencia el alto nivel de pedidos no atendidos generando un índice de rotura del 15,6%. Con la problemática antes mencionada, se realizó la propuesta de la reducción de los tiempos improductivos, en base a la metodología Systematic layout planning (SLP) y con la metodología Guerchet. Asimismo, se evaluó el trabajo en base a tiempos y se estandarizó con la metodología de la OIT. Las otras propuestas de mejora son planeación agregada de la producción y planificación de los materiales, en base a la metodología MRP. Con estas mejoras los pedidos no atendidos se redujeron en 8,9%. Al efectuar el flujo de caja de las propuestas de mejora, se encontraron indicadores económicos como el VAN de 5 223,16 soles, un TIR de 26,3%, un B/C de 1,14 y una tasa de recuperación de lo invertido de 2 años, 11 meses y 4 días.

**Palabras clave:** Señalizaciones, tiempos, movimientos, cortado, fotoluminiscente.

### **Abstract**

The company JB Señalizaciones is responsible for producing and marketing security signs in vinyl, photoluminescent, PVC, acrylic, fiberglass and galvanized sheet. This investigation had as general objective to propose an improvement of the production process to reduce the orders not attended of the company. When making the diagnosis of the production process, a high bottleneck time was found because it is almost twice the second process with higher time, lack of raw materials and inputs due to failure to make timely purchases and poor production planning, which results in the high level of unmet orders resulting in a 15,6 per cent break rate. With the aforementioned problems, the reduction of unproductive times was proposed, based on the Systematic layout planning (SLP) methodology and the Guerchet methodology. Time standardization was also proposed, based on the methodology indicated by the ILO. The other improvement proposals are aggregate planning of the production and planning of materials, based on the MRP methodology. With these improvements, unmet orders were reduced by 8,9 per cent. When making the cash flow of the improvement proposals, economic indicators such as the NPV of 5,223.16 soles, an IRR of 26.3%, a B/C of 1.14 and a recovery rate of the investment were found. 2 years, 11 months and 4 days.

**Keywords:** Signs, times, movements, cut, photoluminescent.

## Introducción

La competitividad en el mercado es cada vez más fuerte, debido a la variedad de productos ofrecidos, por lo que las empresas no deben centrarse solo en la calidad y precio, sino también debe de considerar tener una adecuada atención al cliente.

Para brindar un buen servicio al cliente se debe centrar en satisfacer sus necesidades cumpliendo con los pedidos requeridos, por lo que las organizaciones deben emplear todos sus recursos para lograrlo, con la finalidad de que el servicio brindado y recibido satisfaga al cliente. La industria gráfica se encuentra en expansión, esto trae consigo que el mercado cada vez sea más exigente y, por lo tanto, si las empresas cuentan con la capacidad de adecuarse a los cambios y digitalizarse lograrán una disminución en sus costos, un incremento en el uso de los recursos, conllevando al aumento de la productividad. [1]

En la 81ª asamblea de Conlatingraf, la cual fue realizada en Chile en noviembre del año 2017, con el fin de analizar el desarrollo de la industria gráfica y las deficiencias de cada país, en los Estados Unidos se determinó un crecimiento del 2,61% en promedio al año anterior. En el país de Paraguay se mantuvo un crecimiento promedio del 4,1%, y en Costa Rica, el sector gráfico el crecimiento equivale al 5%, generando 28 mil puestos de trabajo. [2]

El Perú no está muy lejos de esta realidad, debido que el crecimiento del año 2019 es de 2,8%, facturando US\$982 millones, y generando 29 mil puestos de trabajo. Según el Instituto de Diseño y Computación indica que para el 2022 más del 50% de los productos en el mercado serán digitalizados, el cual tendrá una inversión de US\$ 380 mil millones en tecnologías de la información. [3]

En los últimos años, la importancia del control del proceso productivo en las empresas industriales ha incrementado debido al gran impacto de asegurar la producción y su capacidad, debido a que esta limitada por los recursos como materia prima, maquinaria, servicios, mano de obra, y con ello se puedan atender los pedidos de los clientes. Si bien es cierto, la coyuntura por lo que la sociedad está pasando afecta directamente la economía de todas las familias, pero las señalizaciones en la sociedad desempeñan un papel de suma importancia, siendo la gráfica de los planes de prevención de todas las organizaciones, por lo cual, se pronostica un incremento de la demanda.

La empresa JB señalizaciones del rubro de industrias gráficas, dedicada actualmente a la producción y comercialización de señalizaciones de seguridad en vinil, fotoluminiscente, PVC, acrílico, fibra de vidrio y en plancha galvanizada, presenta deficiencias en su proceso productivo lo que ocasiona tener pedidos no atendidos.

Se evidenció el gran desorden al interior de la organización, esto por la aglomeración de los insumos, materias primas y residuos generados en diferentes estaciones de trabajo. La influencia de trabajar en el desorden y desorganización es de forma negativa en el desempeño de las funciones de los trabajadores, lo que afecta en la calidad y cantidad de los productos. También se evidenció que más del 15% de los pedidos realizados por los clientes no se atendieron, sin embargo, Cadena [4] en su investigación nos indica que el nivel máximo de pedidos no atendidos debe ser del 10% para una industria gráfica. La empresa JB Señalizaciones al estar por debajo de este porcentaje, no está cumpliendo con las expectativas del cliente. Por lo que se propone realizar una mejora en el proceso productivo y con ello mejorar el nivel de atención al cliente.

Ante lo mencionado se formula la siguiente pregunta, ¿De qué manera la propuesta de mejora del proceso productivo disminuirá los pedidos no atendidos en la empresa JB Señalizaciones? Por ello se planteó como objetivo general Proponer una mejora del proceso productivo para reducir los pedidos no atendidos de la empresa JB Señalizaciones. Así mismo se planteó objetivos específicos que puedan ayudar al logro de este proyecto: diagnosticar la situación actual del proceso productivo de las señalizaciones en la empresa JB Señalizaciones, elaborar la propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa y finalmente realizar el análisis costo beneficio de la propuesta.

En consecuencia, la investigación pretende brindar una oportunidad de mejora del proceso productivo de la empresa y con ello atender los pedidos de los clientes, mejorando el desarrollo y el crecimiento de la empresa JB señalizaciones. También se buscar eliminar los tiempos ociosos y tiempos muertos de la maquinaria, teniendo mejor desempeño de los recursos, por lo que la productividad aumentará y los costos reducirán, pero sin afectar la calidad del producto final.

Según Chon [5], en su investigación en la Universidad Mayor de San Marcos en el año 2019 en una industria gráfica realizó mejoras en su tiempo de producción reduciendo en un 52%, donde aplicó estudio de métodos, y con las propuestas de mejora ya no fueron necesarios realizar horas extras.

## **Revisión de literatura**

### **Antecedentes**

Vides, Díaz y Gutiérrez [6] en su artículo buscó determinar herramientas para mejorar el trabajo en base a los procesos operativos. Por lo que se utilizó como metodología, con la finalidad de encontrar los tiempos estándar, para lo que se efectuó la reunión de 03 muestras en 15 días. Además, se presentó la propuesta de capacitar al personal operativo en métodos y técnicas de producción. Como conclusión se obtuvo que los tiempos y movimientos de trabajo se pueden optimizar si se aplica el estudio del trabajo.

Beltrán [7] en su artículo menciona que la organización del estudio tiene problemas de cumplimiento de los pedidos, porque no cuenta con una metodología para cubrir la demanda insatisfecha. Esta investigación busca mejorar el nivel de servicio al cliente con las mejoras en la producción, para lo cual se realizó el diagnóstico de la empresa encontrándose problemas de que no cuenta con un método de planificación de la producción, lo que propuso es caracterizar los procesos de producción y realizar un MRP, obteniendo como resultado un 69% en la productividad de la mano de obra, un incremento del 44% de la productividad de la materia prima y un 55% de aumento de la productividad total.

Ainul et. al. [8] en su investigación refiere que los principios de Lean se aplican ampliamente en las industrias manufactureras y de servicios, pero su aplicación en la industria de impresión ha sido deficiente. Por lo que esta investigación pretende explorar los componentes que impiden su progreso eficiente en esta industria. Se utilizó la metodología aplicada y como instrumentos se aplicaron entrevistas a dos directivos y tres operarios de cada organización. Como resultado se obtuvo que los componentes críticos de la mejora o la deficiencia en la aplicación de Lean en una industria son el compromiso y los conocimientos de todos los empleados.

M. Barragán y E. Cardoza [9] en su investigación pretendió mejorar los principales procesos de producción de una industria gráfica basada en la propuesta de implementación de herramientas de calidad, evaluando la efectividad de la metodología, adoptar los eventos kaizen como medio de aplicación. La investigación se basa en los conceptos de Lean Manufacturing, presentados como base, que implican la gestión de la calidad de manera integrada a los principios de la mejora continua. El estudio comienza con una encuesta bibliográfica que apoya la investigación de campo, basada en el análisis de la situación actual de la empresa y la adecuación de la metodología a la realidad estudiada. La implementación de 5S, checklists, estandarización de las actividades, planes de mantenimiento presentaron resultados satisfactorios para la organización en su conjunto, en la estructuración de los procesos, principalmente los más críticos que han sido señalados por el sector de diseño gráfico y los procesos de impresión, donde ocurren la mayor parte de los problemas que reflejan en los procesos posteriores y en la calidad del producto final. Como resultado se obtuvo un aumento de la producción diaria de 3 800 a 5 000 cajas en promedio.

Según Cadena [4] en su investigación pretendió aplicar un sistema en el área de logística en el proceso de despacho de una organización en Colombia, y con ello mejorar la productividad y la eficiencia de las operaciones, aumentando la entrega de los pedidos. Para esta investigación se aplicó una metodología de investigación de tipo cuantitativo, y como técnica se aplicó la observación directa. Como propuesta se aplicó la herramienta AMEF en el área de mejora, lo que permitió actualizar el sistema y permitiendo identificar las causas de la problemática y generando una reducción en el despacho de pedidos del 50% del tiempo.

### **Proceso productivo**

Según Fúquene [10], se puede describir el proceso como una secuencia de acciones que convierten uno o varios recursos de producción en productos. Esta conversión agrega valor a los insumos obtenidos por la empresa. Los materiales adquiridos adquieren mayor valor, lo que aumenta su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes a través del proceso de producción. Es importante destacar la identificación de todos los insumos utilizados para obtener los resultados. Todo proceso se compone de tareas, flujos y almacenamiento.

### **Mejora Continua de los Procesos**

Goyas y Guerrero [11] explican que el análisis de procesos implica examinar cada elemento individual del mismo. Consiste en un estudio sistemático de las actividades y los flujos de cada proceso con el objetivo de mejorarlo. El propósito es comprender el proceso y sus detalles para poder optimizarlo, logrando así la reducción de costos, el aumento en la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

### **Ingeniería de Métodos**

Este enfoque implica realizar un análisis sistemático de los métodos que se utilizarán en las actividades con el objetivo de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. Además, se busca establecer normas de rendimiento que guíen las acciones llevadas a cabo. [12]

### Estudio de tiempos

Se trata de una conocida técnica de medición del trabajo que se utiliza para registrar los tiempos y ritmos, con el propósito de determinar la duración requerida para llevar a cabo una tarea específica. Esta técnica se basa en las normas establecidas por la OIT y fue propuesta por Frederick W. Taylor en 1881, siendo aún la metodología más utilizada en la actualidad. El estudio consiste en medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y utilizarlo como referencia para establecer un estándar. Es esencial que, cuando un cliente potencial solicite un producto en particular, la empresa pueda estimar tanto el costo de producción como el tiempo necesario en el sistema productivo para dicho producto. [12]

Para que el tiempo normal (TN) sea aplicable a todos los trabajadores, se debe determinar una medición de velocidad que refleje las habilidades individuales de cada operario, conocida como calificación de desempeño (CD). Esto permite estandarizar el tiempo de trabajo. Si el operario es observado durante un período determinado, se calcula el tiempo normal.

$$TN = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{n}^\circ \text{ de unidades producidas}} * CD$$

El tiempo normal se refiere al tiempo que una persona emplea para realizar un trabajo a un ritmo promedio. [12]

El tiempo estándar (TE) debe incluir los períodos de descanso adicionales que se aplican legalmente a esa operación, de modo que no sea necesario restar las pausas acordadas de la duración total de la jornada. [12]

El tiempo estándar (TE) es el producto del tiempo observado (TO) con el factor de valoración (FV) el cual a su vez multiplica uno más los tiempos de los elementos identificados a lo largo de todo el proceso de producción los cuales son los suplementos (S), y representa el tiempo estándar en minutos necesario para fabricar una pieza. [12]

$$TE = To * Fv * (1 + S)$$

### Cálculo del número de observaciones

Número de veces que se requiere para evaluar una actividad. Para Fuentes [12], es la sistematización del cálculo de tiempo de un determinado número de tareas ejecutadas en diversas estaciones de trabajo. Para ello se hace uso de técnicas estadísticas y observaciones aleatorias, para determinar cuantitativamente las tareas de la mano de obra y/o maquinaria, factible de ser observada dentro de un periodo laboral. Dicho calculo debe ser realizado por el analista utilizando la siguiente formula:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

El tamaño del número de observaciones a obtener (n), el cual tiene como 40 por ser una constante para nivel de confianza de 95%, considerando al número de observaciones preliminares (n') y x el valor de las observaciones.

## **El MRP**

Mediante el sistema MRP se establece la planificación de materiales y la gestión de stocks como respuesta a cuánto y cuando aprovisionar los materiales necesarios. A través de este sistema se generan órdenes de compra de los materiales necesarios, lo cual garantiza prevenir y solucionar los problemas de provisión de materias primas, controlar la producción y la gestión de stocks. [13]

Incorporar el sistema MRP significa tener que planificar la producción de cierta forma, la misma que se caracteriza por la anticipación, intentando definir qué se desea a futuro y cuáles son los materiales disponibles, o son necesarios para determinar de manera sistemática cuánto demora en responder una empresa para cada producto.

## **Materiales y métodos**

El tipo de investigación aplicada se utiliza para encontrar soluciones a los problemas identificados a través de la implementación de propuestas.

Esta investigación se clasifica como descriptiva, ya que se basa en observar y describir el comportamiento de las variables.

El diseño de la investigación tiene un propósito cuantitativo, ya que busca cuantificar numéricamente los resultados de las mejoras implementadas para lograr los objetivos mencionados anteriormente. Estos resultados se subdividen de acuerdo con los objetivos establecidos.

El enfoque es no experimental, ya que no hay manipulación de variables, y solo se estudia el sistema existente.

La población en estudio corresponde al proceso productivo de la empresa JB Señalizaciones, que consta de un total de 10 personas, incluyendo 2 en el área de diseño gráfico y 7 en el área operativa. Estas personas se dedican a la fabricación de señalizaciones y gigantografías según las especificaciones de los clientes. No se utilizó una técnica de muestreo para seleccionar una muestra, ya que se investigó a la población en su totalidad debido a su tamaño reducido.

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron las siguientes:

**Observación:** Esta técnica permitió obtener datos específicos del proceso productivo de la empresa al percibir los escenarios considerados estratégicos para identificar problemas. Los datos recopilados mediante esta técnica se registraron en un formato que facilitó el análisis posterior de los datos.

**Análisis de documentos:** A través del análisis de documentos se obtuvo información sobre las mejoras aplicables al proceso productivo según su situación actual. Además, se utilizaron registros históricos de la empresa para identificar deficiencias experimentadas en los últimos 5 años.

**Consultas bibliográficas:** Se realizaron consultas a tesis anteriores, libros especializados y revistas científicas, tanto en formato digital como físico. Estos recursos bibliográficos ayudaron a analizar la información obtenida por la empresa.

En resumen, se utilizaron las técnicas de observación, análisis de documentos y consultas bibliográficas para recolectar datos relevantes del proceso productivo de la empresa y poder analizarlos en profundidad.

Para la recolección de datos, se siguieron los siguientes pasos: primero se identificó la causa del problema a analizar, y luego se determinaron los datos necesarios para justificar, definir y resolver dicho problema. Todos los datos recopilados fueron presentados a expertos en el tema para su validación.

El plan de viabilidad para el primer objetivo de la investigación consistió en realizar un diagnóstico de la situación actual de los pedidos no atendidos en la empresa JB Señalizaciones. Se tuvieron en cuenta las horas-hombre trabajadas, los costos de producción incurridos y los resultados obtenidos, que se basaron en proyectos analizados anualmente durante el año 2019. También se examinaron los métodos de trabajo utilizados por los operarios. Estos datos fueron analizados siguiendo la metodología aprobada por la OIT.

En el segundo objetivo, se propuso mejorar la planificación y el control de la producción en la empresa JB Señalizaciones, basándose en los resultados obtenidos en la primera fase. Para ello, se revisaron fuentes bibliográficas normadas por el Organismo Internacional del Trabajo y se adaptaron al área donde el personal de procesos productivos llevaba a cabo sus tareas.

En el tercer objetivo, se evaluó la viabilidad económica de las propuestas de mejora de los procesos. Esto implicó realizar un análisis comparativo entre los beneficios económicos que brindaban las propuestas y los costos económicos asociados a las mismas. Para este análisis, se utilizaron indicadores como el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno, la Tasa de Recuperación y el Beneficio Costo.

La recopilación de datos se realizó utilizando las técnicas mencionadas anteriormente, los cuales se obtuvieron de la población mencionada anteriormente. Los datos recopilados fueron procesados utilizando hojas de cálculo del programa Microsoft Excel y se presentaron de forma gráfica para facilitar una visualización rápida y comprensible.

## **Resultados y discusión**

### **Diagnosticar la situación actual del proceso productivo de las señalizaciones en la empresa JB Señalizaciones**

La empresa JB señalizaciones, inició sus actividades en abril del 2004, dichas actividades las viene realizando en su local comercial de 90 m<sup>2</sup>, el cual está ubicado en la Av. Pedro Ruiz 1129 - Chiclayo. Actualmente, la empresa se dedica a la producción y comercialización de señalizaciones de seguridad en vinil, fotoluminiscente, PVC, acrílico, fibra de vidrio y en plancha galvanizada, cabe recalcar que la empresa trabaja bajo pedido puesto que todas las unidades producidas son vendidas a los clientes que solicitaron la producción de un determinado producto.

Con el fin de identificar el cuello de botella, se realizaron mediciones de los tiempos de producción para una unidad de señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup>, que es la unidad de venta. Los resultados de estas mediciones se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Tiempos operativos promedios de cada etapa de producción

PROCESOS	TIEMPO (seg/unidad)
Recepción del pedido	242
Diseño gráfico	1 463
Calado de la información	3 272
Cortado de la base	568
Cortado del vinil	439
Limpiado de la base de la señal	48
Aplicación del fondo adhesivo	176
Aplicación de la información de la señal	62
Embalaje	107
TOTAL	6 378

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 1, se observa que el proceso de calado de la información es el que requiere más tiempo de operación, lo que indica que es el cuello de botella en el proceso, esto se debe a que se pasa el vinil fotoluminiscente por la misma máquina y solo un operario se encarga de las máquinas de corte, y no se cuenta con material predeterminado para la agilización del proceso.

### Cursograma Analítico del Proceso

En la tabla 2 se observa el cursograma analítico de la producción de una señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup>.

**Tabla 2.** Cursograma analítico

PLANTA INDUSTRIAL			Resumen				
			Actividad			Cantidad	
Empresa	JB Señalizaciones		Operación	○	11		
Proceso	Señal fotoluminiscente de 1 m <sup>2</sup>		Transporte	➡	11		
Descripción	Todo el proceso productivo		Espera	D	2		
			Inspección	◻	3		
			<b>TOTAL</b>		27		
Descripción General de Actividades	Distancias (metros)	Tiempos (segundo)	Símbolos				
			○	➡	D	◻	▽
<b>Recepción del pedido</b>							
El encargado atiende al cliente						X	
El encargado llama al diseñador				X			
El diseñador atiende al cliente						X	
<b>Diseño gráfico</b>							
El diseñador se dirige al ordenador				X			
Abre el programa de diseño					X		

Realiza el diseño de la señal	-	1,409	X				
<b>Calado de la información</b>							
El operario coloca el vinil en el plotter	9,0	150		X			
El diseñador envía la solicitud	-	56			X		
Corta la información de la señal	-	2,490	X				
El operario lleva el vinil a la mesa de trabajo	9,0	32		X			
Retira manualmente el vinil que no se utiliza	-	543	X				
<b>Cortado de la base</b>							
El operario coloca la base en la cortadora	7,3	87		X			
Ingresa las dimensiones de la base	-	72	X				
Corta la base	-	315	X				
Retira la base de la cortadora	7,3	94		X			
<b>Cortado del vinil</b>							
El operario coloca el vinil fotoluminiscente en la cortadora	5,5	23		X			
Ingresa las dimensiones del vinil fotoluminiscente	-	22	X				
Corta el vinil fotoluminiscente	-	311	X				
Retira el vinil de la cortadora	3,5	84		X			
<b>Limpiado de la base de la señal</b>							
El operario lleva la base a la mesa de trabajo	9,0	25		X			
Limpia la base	-	23				X	
<b>Aplicación del fondo adhesivo</b>							
El operario lleva el vinil fotoluminiscente a la mesa de trabajo	9,0	92		X			
El operario coloca el fondo luminiscente en la base	-	85	X				
<b>Aplicación de la información de la señal</b>							
El operario coloca la información de la señal en la base	-	37	X				
El operario coloca cinta doble contacto en la base	-	25	X				
<b>Embalaje</b>							
El operario lleva las bolsas a la mesa de trabajo	9,0	64		X			
Colocan las señales en la bolsa	-	43	X				
<b>RESUMEN</b>	<b>83,2</b>	<b>6 378</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia

### Indicadores actuales de producción y pedidos no atendidos Capacidad de diseño

Viene marcada por el cuello de botella, en el caso de las señalizaciones fotoluminiscentes el cuello de botella es de 3 272 segundos por señal fotoluminiscentes de producto terminado, para lo cual en un día se producen 14 señales.

**Tabla 3.** Producción real de las señales fotoluminiscentes

N°	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	Producción real		
		Tiempo de producción	N° trabajadores	Tasa de producción por unidad
1	Diseño gráfico	1 463	2	732
2	Calado de la información	3 272	2	1 636
3	Cortado de la base	568	1	568
4	Cortado del vinil	439	1	487
5	Limpiado de la base de la señal	48		
6	Aplicación del fondo adhesivo	176	1	346
7	Aplicación de la información de la señal	62		
8	Embalaje	107		
<b>Tiempo total por unidad</b>		6 136	seg/señal	
<b>Cuello de botella</b>		1 636	seg/señal	
<b>N° de operarios</b>		7		
<b>Ciclo de producción</b>		0,03667	Señal/minuto	
<b>Tasa de producción diaria</b>		14	Señal/día	
<b>Costo de mano de obra</b>		28	Soles/señal	

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la capacidad de diseño es de 14 señales por día.

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{1 \text{ señal}}{1636 \text{ segundos}} * \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 14 \frac{\text{señales}}{\text{día}}$$

### Capacidad real

La capacidad real de la producción es el mes donde se ha producido en mayor cantidad, en la tabla 4 se detalla la producción en los meses del 2019.

**Tabla 4.** Producción detallada del año 2019

MESES	DÍAS DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN REAL (Señales)	PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO (Señales/día)
Enero	2	15	8
Febrero	2	21	11
Marzo	2	19	10
Abril	1	12	12
Mayo	2	18	9
Junio	2	19	10
Julio	2	18	9
Agosto	2	15	8
Setiembre	2	18	9
Octubre	2	17	9
Noviembre	2	18	9
Diciembre	2	24	12
PROMEDIO	2	18	10

Fuente: Elaboración propia

La capacidad real de las señales fotoluminiscentes es de 12 señales por día.

$$Capacidad\ de\ real = 12 \frac{Señales}{día}$$

### Capacidad utilizada

Es el promedio de la producción del año 2019, el cual se detalla en la tabla 5.

$$Capacidad\ utilizada = 10 \frac{Señales}{día}$$

### Capacidad ociosa

Es lo que la empresa deja de producir por demoras y tiempos improductivos producidos en la empresa.

$$Capacidad\ ociosa = Capacidad\ de\ diseño - Capacidad\ útil = 14 \frac{señales}{día} - 12 \frac{señales}{día}$$

$$Capacidad\ ociosa = 2 \frac{Señales}{día}$$

### Eficiencia

Es el indicador donde se determina la producción promedio sobre la producción diseñada, siendo esta el 71%.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{Capacidad\ utilizada}{Capacidad\ de\ diseño} - \frac{10 \frac{Señales}{día}}{14 \frac{Señales}{día}} * 100 = 71\%$$

### Ciclo

Resultado de la inversa del cuello de botella:

$$Ciclo = \frac{1}{\frac{Cuello\ de\ botella}{segundos}} = \frac{1}{1636\ señal * \frac{1}{3600\ segundos}} = 2,2 \frac{señal}{hora}$$

Por tanto, se necesitan de una hora de trabajo para procesar 2,2 unidades de producto terminado.

### Tasa de índice de rotura

La empresa JB señalizaciones trabaja bajo pedido, esto quiere decir que todas las unidades producidas son vendidas a los clientes que solicitaron la producción de determinado producto.

Para ello, analizamos la siguiente información sobre cumplimiento de pedidos atendidos.

**Tabla 5.** Tasa de índice de rotura en la empresa JB Señalizaciones del año 2019

MES	Pedidos requeridos	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Tasa de nivel de servicio	Tasa de índice de rotura
Enero	155	121	34	78,1%	21,9%
Febrero	146	113	33	77,4%	22,6%
Marzo	208	180	28	86,5%	13,5%
Abril	175	142	33	81,1%	18,9%
Mayo	196	157	39	80,1%	19,9%
Junio	212	175	37	82,5%	17,5%
Julio	246	219	27	89,0%	11,0%
Agosto	235	207	28	88,1%	11,9%
Setiembre	243	209	34	86,0%	14,0%
Octubre	253	215	38	85,0%	15,0%
Noviembre	243	216	27	88,9%	11,1%
Diciembre	253	211	42	83,4%	16,6%
<b>TOTAL</b>	<b>2 565</b>	<b>2 165</b>	<b>400</b>	<b>84,4%</b>	<b>15,6%</b>

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al nivel de servicio se observa que de 2 565 pedidos anuales requeridos se atienden 2 165 pedidos según la tabla 5 con la siguiente tasa anual de servicio:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Total de pedidos atendidos}}{\text{Total de pedidos requeridos}} = \frac{2165}{2565} = 84.4\%$$

$$\text{Índice de rotura} = \frac{\text{Total de pedidos no atendidos}}{\text{Total de pedidos requeridos}} = \frac{400}{2565} = 15.6\%$$

La empresa tiene un nivel de servicio del 84,4% y un índice de rotura del 15,6% en el periodo 2019.

### **Pedidos no atendidos**

El problema principal que enfrenta la empresa se relaciona con los pedidos no atendidos. Las causas frecuentes de esta situación se deben a la falta de planificación en cuanto a la materia prima y los insumos necesarios, así como a la ausencia de métodos de trabajo adecuados. Estos factores generan retrasos en la producción. Además, la distribución inadecuada de las áreas productivas también contribuye a este problema, lo cual se debe al desorden existente en la empresa. En la tabla 6 se proporciona un desglose detallado de los productos que no se pudieron completar debido a la falta de materia prima e insumos, demoras en la entrega de productos y errores en las especificaciones proporcionadas por los clientes.

**Tabla 6.** Detalle de pedidos no atendidos por la empresa JB Señalizaciones del año 2019

PRODUCTOS	FALTA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS		DEMORA EN LA ENTREGA DE PRODUCTOS		EQUIVOCACIÓN DE ESPECIFICACIONES	
	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL
Señalizaciones en vinil	27	S/ 810,00	31	S/ 930,00	19	S/ 570,00
Señalizaciones en fotoluminiscentes	10	S/ 1 500,00	30	S/ 4 500,00	21	S/ 3 150,00
Señalizaciones en fibra de vidrio	5	S/ 3 500,00	17	S/ 11 900,00	18	S/ 12 600,00
Señalizaciones en plancha galvanizada	13	S/ 9 100,00	18	S/ 12 600,00	13	S/ 9 100,00
Gigantografías en banner grueso	13	S/ 117,00	23	S/ 207,00	16	S/ 144,00
Gigantografías en banner fino	21	S/ 210,00	13	S/ 130,00	21	S/ 210,00
Gigantografías en lona	17	S/ 221,00	25	S/ 325,00	28	S/ 364,00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 15 458,00</b>		<b>S/ 30 592,00</b>		<b>S/ 26 138,00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se resume la tabla 7 donde se detallan los productos no atendidos representando el 14,09% de las ventas realizadas del año 2019 ascendiendo a un monto de 46 050,00 soles debido a la falta de materia primas e insumos, y a las demoras en la entrega de productos. Y los pedidos reprocesados debido a la equivocación de especiaciones representan el 8,00% de las ventas del año 2019 ascendiendo a un monto de 26 138,00 soles.

**Tabla 7.** Valor económico no percibido por la empresa JB Señalizaciones del año 2019

		VALOR ECONÓMICO	PORCENTAJE
VENTAS		S/ 326 811,00	-
PEDIDOS NO ATENDIDOS	FALTA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS	S/ 15 458,00	4,73%
	DEMORA EN LA ENTREGA DE PRODUCTOS	S/ 30 592,00	9,36%
	<b>TOTAL</b>	<b>S/ 46 050,00</b>	<b>14,09%</b>
PEDIDOS REPROCESADOS	EQUIVOCACIÓN DE ESPECIFICACIONES	S/ 26 138,00	8,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>S/ 26 138,00</b>	<b>8,00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Esta investigación beneficiará al personal de producción de la empresa JB Señalizaciones otorgando la oportunidad de que los empleados puedan enfocarse en tareas que logren obtener más y mejores productos.

### **Análisis y evaluación de la información del proceso**

La empresa buscará mejorar su capacidad de producción y reducir los pedidos no atendidos de sus clientes, lo que resultará en un aumento de las ganancias por cada unidad monetaria invertida en el proceso productivo y, en consecuencia, un aumento en sus ganancias económicas. Las principales razones por las cuales los pedidos no se atienden son las siguientes:

### Falta de planificación de la MP e insumos

La falta de planificación de las materias primas e insumos afectó de manera directa a la producción de los productos, debido a que no se produjeron los pedidos requeridos por los clientes. En la tabla 8 se detalla un cuadro donde se tiene que 106 pedidos no se lograron producir en el año 2019 debido a la escasez de la materia prima e insumos.

**Tabla 8.** Motivos de los pedidos no producidos

MESES	N° PEDIDOS	DETALLE
Enero	6	3 Pedidos por falta de MP y 3 Pedidos por falta de insumos
Febrero	12	7 Pedidos por falta de MP y 5 Pedidos por falta de insumos
Marzo	9	8 Pedidos por falta de MP y 1 Pedidos por falta de insumos
Abril	10	4 Pedidos por falta de MP y 6 Pedidos por falta de insumos
Mayo	9	5 Pedidos por falta de MP y 4 Pedidos por falta de insumos
Junio	7	6 Pedidos por falta de MP y 1 Pedidos por falta de insumos
Julio	11	5 Pedidos por falta de MP y 6 Pedidos por falta de insumos
Agosto	7	3 Pedidos por falta de MP y 4 Pedidos por falta de insumos
Septiembre	8	7 Pedidos por falta de MP y 2 Pedidos por falta de insumos
Octubre	10	5 Pedidos por falta de MP y 5 Pedidos por falta de insumos
Noviembre	9	7 Pedidos por falta de MP y 2 Pedidos por falta de insumos
Diciembre	8	4 Pedidos por falta de MP y 4 Pedidos por falta de insumos
TOTAL	106	62 Pedidos por falta de MP y 44 Pedidos por falta de insumos

Fuente: Elaboración propia

### Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción PROBLEMA 1: TIEMPO DE CUELLO DE BOTELLA ALTO

En el diagnóstico realizado, se identificó que el cuello de botella presenta una duración considerablemente más alta en comparación con el segundo proceso que tiene el tiempo más largo. Al reducir el cuello de botella, se incrementaría la tasa de producción.

Causa 1: Demoras en las entregas de productos:

La principal causa de este problema se debe a un bajo porcentaje de equilibrio en la línea de producción, ocasionado por la falta de planificación de los recursos de mano de obra y maquinaria, así como la ausencia de registros de estudios de tiempos en cada proceso.

Solución 1: Reducción de tiempos improductivos y estandarización de tiempos:

Se propone abordar esta situación mediante la reducción de los tiempos improductivos en el transporte y, posteriormente, la estandarización de los tiempos de los procesos. Esto se logrará aplicando el método de equilibrio de línea a través de la simulación de interacciones, dividiendo las estaciones de trabajo y asignando un operario a cada proceso de producción.

### PROBLEMA 2: FALTA DE MATERIA PRIMA

Descripción del problema: Durante el diagnóstico se identificó que existe una falta de materia prima debido a la falta de realización de compras a tiempo.

Causa 2: Falta de planificación de requerimiento de materiales:

La principal causa de este problema es la falta de planificación en cuanto a los requerimientos de materiales. La producción no organiza su lista de materiales y carece de un plan de producción adecuado.

Solución 2: Plan de requerimiento de materiales (MRP):

Para resolver esta situación, se propone la implementación de estrategias de planificación de requerimiento de materiales (MRP) con el fin de satisfacer los pedidos de los clientes de manera eficiente. Esto implica establecer un plan detallado de los materiales necesarios para la producción, optimizando el tiempo de compra y asegurando la disponibilidad de la materia prima requerida.

### **PROBLEMA 3: NO EXISTE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN**

Descripción del problema:

Este es el principal problema que genera como consecuencia el alto nivel de pedidos no atendidos generando un índice de rotura del 15,6%. Las consecuencias de este problema derivan en demanda insatisfecha y posible pérdida de posicionamiento de mercado.

Causa 3: Inexistencia del sistema de planificación

La causa principal es la inexistencia de un pronóstico de venta que permita definir la tasa de producción óptima para cubrir los pedidos requeridos de los clientes. Además, la empresa no realiza estrategias con sus recursos para incrementar el nivel de servicio.

Solución 3: Planeación agregada:

Se sugiere desarrollar un plan de producción a mediano plazo que incluya un pronóstico de ventas y tenga en cuenta los recursos disponibles. Esto permitirá tomar medidas adecuadas para equilibrar la capacidad de producción con la demanda esperada.

### **Propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa**

Después de llevar a cabo el diagnóstico de la empresa, identificar los problemas y determinar sus causas, se procedió a plantear las soluciones correspondientes junto con la metodología para implementarlas.

#### **Mejora 1: Reducción de tiempos improductivos**

El objetivo de esta propuesta de mejora es reducir los tiempos improductivos mediante la disminución de los transportes. Para lograrlo, se realizará una redistribución de la planta utilizando la metodología Systematic Layout Planning (SLP) y la metodología Guerchet.

#### **Systematic Layout Planning (SLP)**

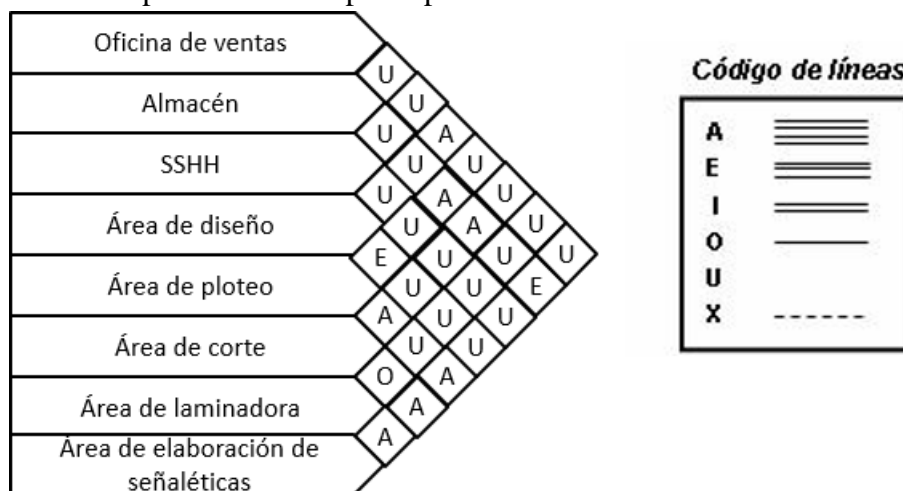
La aplicación del método SLP se basa en un código de letras que se muestra a continuación. Este código tiene en cuenta la importancia de la distancia entre áreas para evaluar y mejorar el proceso.

**Tabla 9.** Significado letras de cercanía

<b>LETRA</b>	<b>SIGNIFICADO (CERCANÍA)</b>
<b>A</b>	Absolutamente necesario
<b>E</b>	Especialmente importante
<b>I</b>	Importante
<b>O</b>	Normal u ordinario
<b>U</b>	Poco importante
<b>X</b>	No recomendable

Utilizando el código mencionado, se llevó a cabo un análisis de las áreas tomando en cuenta la producción de una unidad de señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup> y la importancia de la ubicación para garantizar un proceso adecuado.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: las actividades dependen unas de otras y la ubicación tiene un impacto en el tiempo de producción.

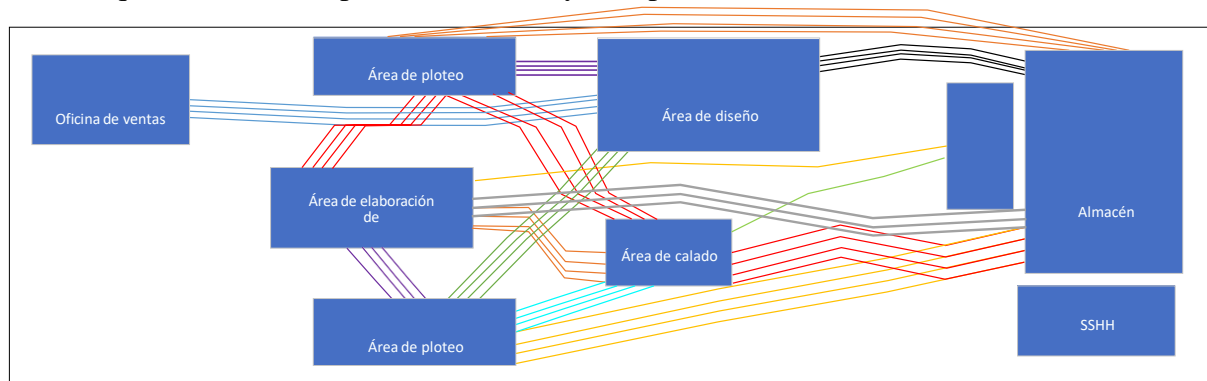


**Figura 1.** Matriz diagonal de actividades

Fuente: Elaboración propia

La matriz diagonal se ha creado para reflejar la importancia y la relación entre todas las áreas. En particular, el área de oficinas de ventas, que se encarga de interactuar con los clientes, es de vital importancia (A) que esté ubicada cerca de la entrada del local.

En la figura 2, se muestra el diagrama de hilos basado en el diagrama relacional, donde se destaca que las 4 líneas representan una mayor importancia.

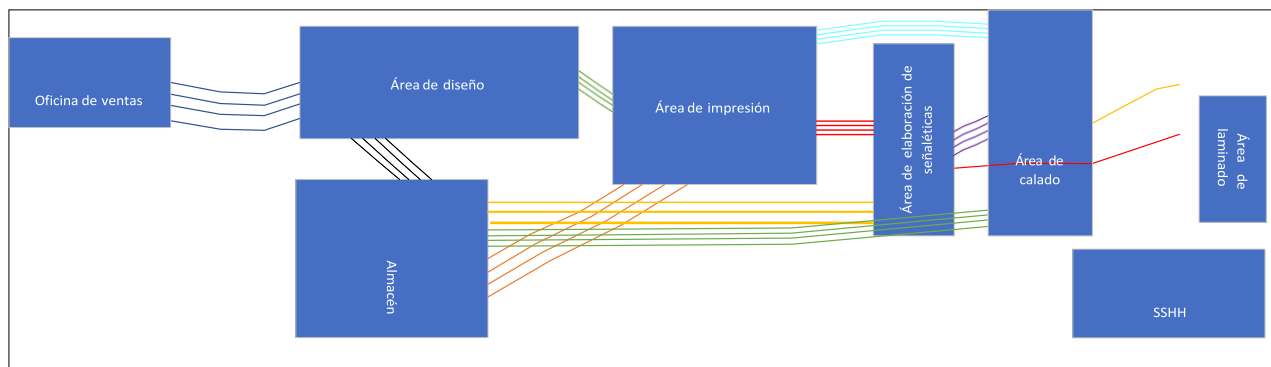


**Figura 2:** Diagrama de líneas actual de señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Como resultado, se ha obtenido el diagrama de áreas mostrado en la figura 3, el cual representa una nueva distribución de la planta con un diseño óptimo. En esta nueva distribución, podemos observar que todas las áreas que tienen una secuencia inmediata en el proceso productivo están conectadas, siguiendo un orden más preciso. Además, las áreas de producción están ubicadas cerca del almacén y de la oficina de ventas, ya que requieren una interacción constante.

Además, se ha priorizado la cercanía de las áreas que tienen un proceso más importante. De esta manera, se reduce la distancia recorrida de un área a otra.



**Figura 3:** Diagrama de líneas propuesto de señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración propia

El método de Guerchet establece que la superficie total se compone de tres superficies parciales distintas:

a) Área estática (S<sub>s</sub>):

Esta área se refiere al espacio ocupado por la maquinaria y se calcula de la siguiente manera:

$$S_s = \text{Largo} * \text{Ancho}$$

El largo y ancho se determinan según las dimensiones de la maquinaria utilizada.

b) Área de gravitación (S<sub>g</sub>):

Esta área se refiere al espacio necesario para que el operario pueda moverse alrededor de la maquinaria.

$$S_g = S_s * N$$

El valor de S<sub>s</sub> representa el área estática que se calculó previamente, y N es el número de lados desde los cuales se puede acceder y operar la maquinaria.

c) Área de evolución (S<sub>e</sub>):

Esta área se refiere al espacio necesario para permitir el movimiento y acceso del personal al almacén.

$$S_e = k * (S_s + S_g)$$

$$k = \frac{hEM}{2 * HEE} = \frac{\sum (L * a * n * h)}{\sum (L * a * n)}$$

Donde:

HEE = altura promedio de los elementos estáticos

hEM = altura promedio de los elementos móviles

L = largo de los elementos

a = ancho de los elementos

h = altura de los elementos

n = número de elementos

k = coeficiente

## d) Área total:

Esta área se refiere al espacio necesario para cada proceso y se calcula como la suma de las áreas estática, de gravitación y de evolución:

$$St = Ss + Sg + Se$$

En la tabla 10 se puede observar que el área total requerida es de aproximadamente 49,3 m<sup>2</sup>. Esto significa que esa cantidad es el mínimo necesario en el área de producción, que incluye el espacio necesario para la maquinaria, el acceso a ella y el desplazamiento de los operarios dentro de esa área. Es importante destacar que esta área mínima requerida se encuentra dentro del área real del local, que es de 56 m<sup>2</sup>.

**Tabla 10.** Superficie total requerida por áreas

Áreas	Superf, Estát,(m <sup>2</sup> )	Superf, Gravit, (m <sup>2</sup> )	Superf, Evol, (m <sup>2</sup> )	Superf, Total (m <sup>2</sup> )
Producción	8,4	12,9	13,5	34,8
Almacén	3,0	0,0	1,2	8,5
Oficinas	1,0	1,0	1,6	3,5
SSHH	0,7	0,7	1,1	2,5
Superficie Total (m <sup>2</sup> )				49,3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se observa una mejora en las distancias recorridas con la redistribución de la planta, en donde se tiene una mejora total del 55,4%.

**Tabla 11.** Mejoras de distancias recorridas

Descripción General de Actividades	Distancia actual (m)	Distancia propuesta (m)	Mejora (%)
<b>Recepción del pedido</b>			
El encargado llama al diseñador	7,3	3,5	47,9%
<b>Diseño gráfico</b>			
El diseñador se dirige al ordenador	7,3	3,5	47,9%
<b>Calado de la información</b>			
El operario coloca el vinil en el plotter	9	7	77,8%
El operario lleva el vinil a la mesa de trabajo	9	5,4	60,0%
<b>Cortado de la base</b>			
El operario coloca la base en la cortadora	7,3	3,5	47,9%
Retira la base de la cortadora	7,3	3,5	47,9%
<b>Cortado del vinil</b>			
El operario coloca el vinil fotoluminiscente en la cortadora	5,5	3,5	63,6%
Retira el vinil de la cortadora	3,5	1,9	54,3%
<b>Limpiado de la base de la señal</b>			
El operario lleva la base a la mesa de trabajo	9	3,5	38,9%
<b>Aplicación del fondo adhesivo</b>			
El operario lleva el vinil fotoluminiscente a la mesa de trabajo	9	5,4	60,0%
<b>Embalaje</b>			
El operario lleva las bolsas a la mesa de trabajo	9	5,4	60,0%
TOTAL	83,2	46,1	55,4%

Fuente: Elaboración propia

## Mejora 2: Estandarización de tiempos

En esta propuesta se realizó el cálculo del tiempo estándar las actividades manuales, por lo que se tomó observaciones preliminares las cuales se observan en la tabla 2 y al realizar las mejoras en las actividades se encuentra en a tabla 11. Después, se aplicó la metodología en base a la metodología de la OIT, y se aplicaron los factores de valoración y los tiempos suplementarios de acuerdo con la normativa. Esta investigación se realizó en base al tiempo necesario para producir una señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup>.

### Cálculo del tiempo estándar

La fórmula del cálculo del tiempo estándar que estableció la OIT es:

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) * ((1 + \text{valoración}) * \text{Tiempo promedio})$$

En la tabla 12 se presenta un resumen de los tiempos estándar para cada proceso, donde se destaca que el proceso de Calado de la información continúa siendo el cuello de botella, con un tiempo de 2,550 segundos requeridos para procesar una unidad de señal fotoluminiscente de 1 m<sup>2</sup>.

**Tabla 12.** Cálculo del tiempo estándar propuesto por actividades

PROCESOS	Tiempo estándar (seg/unidad)	Tiempo estándar (seg/unidad)
<b>Recepción del pedido</b>		
El encargado atiende al cliente	45	294
El encargado llama al diseñador	12	
El diseñador atiende al cliente	238	
<b>Diseño gráfico</b>		
El diseñador se dirige al ordenador	21	1 857
Abre el programa de diseño	23	
Realiza el diseño de la señal	1812	
<b>Calado de la información</b>		
El operario coloca el vinil en el plotter	152	2 550
El diseñador envía la solicitud	73	
Corta la información de la señal	1605	
El operario lleva el vinil a la mesa de trabajo	25	
Retira manualmente el vinil que no se utiliza	694	
<b>Cortado de la base</b>		
El operario coloca la base en la cortadora	89	669
Ingresa las dimensiones de la base	99	
Corta la base	419	
Retira la base de la cortadora	62	
<b>Cortado del vinil</b>		
El operario coloca el vinil fotoluminiscente en lacortadora	20	508
Ingresa las dimensiones del vinil fotoluminiscente	30	
Corta el vinil fotoluminiscente	397	
Retira el vinil de la cortadora	62	
<b>Limpiado de la base de la señal</b>		
El operario lleva la base a la mesa de trabajo	13	42
Limpia la base	30	

<b>Aplicación del fondo adhesivo</b>		
El operario lleva el vinil fotoluminiscente a la mesa de trabajo	72	190
El operario coloca el fondo luminiscente en la base	117	
<b>Aplicación de la información de la señal</b>		
El operario coloca la información de la señal en la base	51	83
El operario coloca cinta doble contacto en la base	32	
<b>Embalaje</b>		
El operario lleva las bolsas a la mesa de trabajo	51	109
Colocan las señales en la bolsa	58	

Fuente: Elaboración propia

### Mejora 3: Planeación agregada de la producción

Para el producto señalizaciones fotoluminiscentes de 1  $m^2$  se analizó la demanda de los años anteriores y de acuerdo con el modelo de promedio móvil ponderado con un periodo de 6 meses, se proyectó la demanda del siguiente año, teniendo un Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) del 6%, como se observa en la tabla 13.

**Tabla 13.** Proyección de la demanda de las señalizaciones fotoluminiscentes de 1  $m^2$

Periodo	Mes	D(t)	y (t)	MAPE
2019	1	20		
2019	2	20		
2019	3	26		
2019	4	21		
2019	5	25		
2019	6	23		
2019	7	22		2%
2019	8	24		5%
2019	9	23		2%
2019	10	24		4%
2019	11	21		12%
2019	12	26		12%
2020	1		23	
2020	2		24	
2020	3		23	
2020	4		24	
2020	5		23	
2020	6		24	
2020	7		24	
2020	8		24	
2020	9		24	
2020	10		24	
2020	11		24	
2020	12		24	
PROMEDIO			24	6%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se realiza variaciones en la producción para determinar el menor costo con el mano de obra. En el supuesto 4 se obtiene el menor costo con 7 operarios en la línea.

**Tabla 14.** Variantes de producción para las señalizaciones fotoluminiscentes de 1 m<sup>2</sup>

N°	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	Producción propuesta			Supuesto 1		Supuesto 2		Supuesto 3		Supuesto 4	
		Tiempo de producción	N° trabajadores	Tasa de prod. por unidad	N° trabajadores	Tasa de prod. por unidad	N° trabajadores	Tasa de prod. por unidad	N° trabajadores	Tasa de prod. por unidad	N° trabajadores	Tasa de prod. por unidad
1	Diseño gráfico	1 857	2	928	1	1 857	2	928	2	928	2	928
2	Calado de la información	2 550	2	1 275	1	2 550	2	1 275	3	850	3	850
3	Cortado de la base	669	1	669	1	669	1	1 178	1	1 601	1	1 178
4	Cortado del vinil	508	1	551	1	508					1	424
5	Limpieza de la base de la señal	42			1	381	1	232	1	192		
6	Aplicación del fondo adhesivo	190	1	381			1	192			1	192
7	Aplicación de la información de la señal	83			1	381	1	192	1	192		
8	Embalaje	109	1	381			1	192			1	192
<b>Tiempo total por unidad</b>					6 008	seg/señal	3 804	seg/señal	6 008	seg/señal		
<b>Cuello de botella</b>			1 275	seg/señal	2 550	seg/señal	1 275	seg/señal	1 601	seg/señal	1 178	seg/señal
<b>N° de operarios</b>			7		6		6		6		7	
<b>Ciclo de producción</b>			0,04706	Señal/minuto	0,02353	Señal/minuto	0,04706	Señal/minuto	0,03747	Señal/minuto	0,05095	Señal/minuto
<b>Tasa de producción diaria</b>			18	Señal/día	10	Señal/día	18	Señal/día	16	Señal/día	22	Señal/día
<b>Costo de mano de obra</b>			22	Soles/señal	40	Soles/señal	22	Soles/señal	25	Soles/señal	18	Soles/señal

Fuente: Elaboración propia

#### Mejora 4: Planificación de materiales (MRP)

El método seleccionado es el modelo de cantidad económica a producir. Esta elección se basa en el hecho de que las unidades se producen y venden de manera continua. Además, es importante tener en cuenta que el inventario fluye de forma continua o se acumula durante un período después de realizar un pedido.

**Tabla 15.** Cantidad a pedir de los materiales

Materiales	Demanda anual (unidades/año)	Demanda diaria (unidades/día)	Tasa de producción diaria (unidades/día)	Costo de preparación (soles)	Costo de mantener (soles/unidad)	Q
Base PVC	283	0,9	22	8,13	40,00	11
Vinil fotoluminiscente	283	0,9	22	8,13	50,00	10
Vinil base	283	0,9	22	8,13	50,00	10
Cinta doble contacto	85	0,3	7	8,13	10,00	12

Fuente: Elaboración propia

Con la lista completa de cada material y la información de producción disponible, se desarrolló un plan de requerimiento de materiales que abarca un horizonte de tiempo. Este plan tiene la capacidad de combinar el plan maestro de producción con la programación escalonada de tareas a lo largo del tiempo. De esta manera, se determina el momento adecuado para realizar pedidos de materiales o insumos a los proveedores, asegurando que se realicen con la anticipación necesaria para garantizar un suministro oportuno y satisfacer la demanda del mercado.

**Tabla 16.** MRP de la base PVC de enero a marzo

Base PVC	ENERO					FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades brutas (m <sup>2</sup> )	9	9	9	9	9	6	6	6	6	6	6	6	6
Inventario inicial (m <sup>2</sup> )	0	22	12	34	24	14	40	33	27	20	14	39	32
Stock de seguridad (m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Necesidades netas (m <sup>2</sup> )	10	-12	-2	-24	-14	-8	-33	-27	-20	-14	-7	-32	-26
Emisión de pedidos planificados (m <sup>2</sup> )	32	0	32	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0
Emisión de pedidos planificados (planchas de 2,88 m <sup>2</sup> )	11		11	0		11	0	0	0	11	0	0	0
Inventario final (m <sup>2</sup> )		22	12	34	24	14	40	33	27	20	14	39	32

Fuente: Elaboración propia

#### Indicadores propuestos de producción y pedidos no atendidos

##### Capacidad de producción pronosticada

La capacidad de diseño viene marcada por el cuello de botella, en el caso de las señalizaciones fotoluminiscentes el cuello de botella es de 1 178 segundos por señal fotoluminiscentes de producto terminado, para lo cual en un día se producen 22 señales.

**Tabla 17.** Producción pronosticada de las señales fotoluminiscentes

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	Supuesto 4		
		Tiempo de producción	Nº trabajadores	Tasa de prod. por unidad
1	Diseño gráfico	1 857	2	928
2	Calado de la información	2 550	3	850
3	Cortado de la base	669	1	1 178
4	Cortado del vinil	508		
5	Limpiado de la base de la señal	42	1	424
6	Aplicación del fondo adhesivo	190		
7	Aplicación de la información de la señal	83		
8	Embalaje	109		
Tiempo total por unidad			3 380	seg/señal
Cuello de botella			1 178	seg/señal
Nº de operarios			7	
Ciclo de producción			0,05095	Señal/minuto
Tasa de producción diaria			22	Señal/día
Costo de mano de obra			18	Soles/señal

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la capacidad de producción pronosticada es de 22 señales por día.

$$Capacidad\ pronosticada = \frac{1\ señal}{1178\ segundos} * \frac{3600\ segundos}{1\ hora} * \frac{8\ horas}{1\ día}$$

$$Capacidad\ pronosticada = 22 \frac{señales}{día}$$

### Tasa de índice de rotura

Se pronosticó la demanda del año siguiente, en base a ello se realizó la simulación de la tasa de índice de rotura, teniendo un Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) del 6%, como se observa en la tabla 18.

**Tabla 18.** Tasa de índice de rotura en la empresa JB Señalizaciones del año 2019

MES	Pedidos requeridos	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Tasa de nivel de servicio	Tasa de índice de rotura
Enero	23	22	1	95,7%	4,3%
Febrero	24	22	2	91,7%	8,3%
Marzo	23	22	1	95,7%	4,3%
Abril	24	22	2	91,7%	8,3%
Mayo	23	22	1	95,7%	4,3%
Junio	24	22	2	91,7%	8,3%
Julio	24	22	2	91,7%	8,3%
Agosto	24	22	2	91,7%	8,3%
Setiembre	24	22	2	91,7%	8,3%
Octubre	24	22	2	91,7%	8,3%
Noviembre	24	22	2	91,7%	8,3%
Diciembre	24	22	2	91,7%	8,3%
<b>TOTAL</b>	285	264	21	92,6%	7,4%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al nivel de servicio se observa que de 285 pedidos anuales requeridos se atienden 264 pedidos según la tabla 18 con la siguiente tasa anual de servicio:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Total de pedidos atendidos}}{\text{Total de pedidos requeridos}} = \frac{264}{285} = 92,6\%$$

$$\text{Índice de rotura} = \frac{\text{Total de pedidos no atendidos}}{\text{Total de pedidos requeridos}} = \frac{264}{285} = 7,4\%$$

La empresa tiene un nivel de servicio propuesto del 92,6% y un índice de rotura propuesto del 7,4%.

### Cuadro Comparativo de Indicadores

En la tabla 19 se realiza una comparación de los indicadores antes y después de la implementación de la propuesta de mejora. Se observa que la capacidad de producción diaria aumentó en un 36,4%, el cuello de botella se redujo en un 38,9%, el costo de mano de obra para la producción de señales disminuyó en un 57,1%, el ciclo aumentó en un 26,9%, el nivel de servicio aumentó en un 8,9% y el índice de rotura se redujo en un 111,6% gracias a las propuestas implementadas.

**Tabla 19.** Cuadro comparativo de los indicadores

INDICADOR	UNIDADES	VALOR ACTUAL	VALOR PROPUESTO	VARIACIÓN
Capacidad de producción	Señales/día	14	22	36,4%
Cuello de botella	Segundos/señal	1 636	1 178	-38,9%
Costo de MOD	Soles/señal	28	18	-57,1%
Ciclo	Señal/hora	2,2	3,01	26,9%
Nivel de servicio	%	84,4%	92,6%	8,9%
Índice de rotura	%	15,6%	7,4%	-111,6%

Fuente: Elaboración propia

### Análisis Costo – Beneficio

Se llevó a cabo un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad de implementar las propuestas de mejora. Las mejoras propuestas incluyeron:

Incremento de la producción mediante un sistema de planificación de la producción: Los gastos asociados a esta propuesta incluyeron capacitación en las nuevas técnicas de trabajo, remuneración del asistente de producción y la adquisición de un ordenador y escritorio para llevar a cabo sus tareas.

Mejora del proceso para reducir actividades improductivas y rediseñar la distribución de planta: Los gastos relacionados con esta propuesta incluyeron la adquisición de una nueva cortadora, la capacitación de los trabajadores en el nuevo método de trabajo y los costos asociados con la redistribución de planta.

En la siguiente tabla se presenta el flujo de caja anual de las propuestas de mejora, y se observa que son económicamente viables

**Tabla 20.** Flujo de caja anual de las propuestas de mejora

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>Ingresos</b>		S/ 25 730,18	S/ 31 089,82	S/ 37 178,73	S/ 43 996,91
Aumento de la producción		S/ 25 730,18	S/ 31 089,82	S/ 37 178,73	S/ 43 996,91
<b>Egresos</b>	S/ 8 350,00	S/ 25 131,13	S/ 26 917,67	S/ 28 947,31	S/ 31 220,04
Costo de materiales	S/ 0,00	S/ 8 576,73	S/ 10 363,27	S/ 12 392,91	S/ 14 665,64
Gastos totales	S/ 0,00	S/ 16 554,40	S/ 16 554,40	S/ 16 554,40	S/ 16 554,40
Inversión fija	S/ 8 350,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
<b>Saldo bruto</b>	-S/ 8 350,00	S/ 599,05	S/ 4 172,15	S/ 8 231,42	S/ 12 776,87
Impuesto a la renta (30%)		S/ 179,72	S/ 1 251,64	S/ 2 469,43	S/ 3 833,06
Saldo (después de impuestos)	-S/ 8 350,00	S/ 419,34	S/ 2 920,50	S/ 5 761,99	S/ 8 943,81
Depreciación	S/ 0,00	S/ 83,50	S/ 83,50	S/ 83,50	S/ 83,50
<b>Flujo de caja anual</b>	-S/ 8 350,00	S/ 335,84	S/ 2 837,00	S/ 5 678,49	S/ 8 860,31
<b>Saldo final (Déficit/Superávit)</b>	-S/ 8 350,00	-S/ 8 014,16	-S/ 5 177,16	S/ 501,33	S/ 9 361,64
VAN			5 223,16		
TIR			26,3%		
B/C			1,14		
TR			2 AÑOS 11 MESES CON 4 DÍAS		

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del beneficio costo se realiza al comparar los ingresos totales generados en un período determinado con los costos totales incurridos.

$$\text{Beneficio Costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} = \frac{25730,18 + 31089,82 + 37178,73 + 43996,91}{8350,00 + 25131,13 + 26917,67 + 28947,31 + 31220,04} = 1,14$$

Se determinó que el índice de costo beneficio de la propuesta es de 1,14. Esto indica que por cada unidad monetaria invertida, la empresa obtiene un beneficio adicional de 14 céntimos de unidad monetaria.

## Discusión

Basándose en los hallazgos obtenidos en este estudio de investigación, se concluyó que existen pedidos no atendidos debido a un alto tiempo de cuello de botella, falta de materia prima y la ausencia de un sistema de planificación adecuado, lo que resulta en demoras en las actividades. Estas dificultades se reflejan en un índice de rotura del 15,6%. Estos resultados se relacionan con lo planteado por Beltrán (2018) quien también menciona la demanda insatisfecha debido al incumplimiento de pedidos, problemas en la maquinaria y la falta de materia prima. Beltrán propuso un sistema de control de la producción que incluía una planificación y caracterización del proceso, logrando aumentar la productividad en un 58% y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 80%, lo cual es mayor en comparación con los resultados de este estudio, posiblemente debido a la diferencia en la inversión requerida.

Además, se encontraron similitudes con la investigación realizada por Vides, Díaz y Gutiérrez (2016) en una industria gráfica, donde la falta de estandarización de los tiempos y una mala planificación de la producción resultaban en demanda insatisfecha. En ese estudio, realizaron un estudio de tiempos antes de implementar un balance de línea, lo cual redujo la demanda insatisfecha. Aunque no se proporciona el porcentaje de mejora en dicho estudio, en esta investigación se logró reducir el índice de rotura en un 7,4%.

Otro estudio similar realizado por Cadena (2016) en una industria gráfica menciona la demora en la entrega de productos a los clientes debido a demoras en actividades improductivas. Mediante la implementación de una planificación y programación de la producción, así como

mejoras en las técnicas de trabajo, especialmente en el cuello de botella, lograron reducir el tiempo del proceso en un 50%. En esta investigación, el tiempo del cuello de botella se redujo en un 38,9%, mostrando una mejora significativa.

En resumen, los hallazgos de este estudio se asemejan a los resultados y propuestas encontradas en investigaciones anteriores relacionadas con problemas de producción, planificación y entrega de productos, y la implementación de mejoras en los procesos.

Según la investigación de M. Barragán y E. Cardoza [9], en el año 2017 en una industria gráfica, implementaron las herramientas de calidad como 5S, checklists, estandarización de las actividades, planes de mantenimiento y estos presentaron resultados satisfactorios para la organización en su conjunto, con ello lograron aumentar su producción en 24%. Esta investigación aplicó solo estandarización de las actividades de las herramientas implementadas en dicha investigación, sin embargo, se aplicó otras metodologías de diseño de planta como el SLP y el método Guerchet, por ello que en la presente investigación la producción aumentó en 36,4%, siendo este valor mayor al de la investigación de Barragán y Cardoza.

## Conclusiones

1. La mejora del proceso productivo de señalizaciones de seguridad en vinil fotoluminiscente en la empresa JB Señalizaciones permite reducir los pedidos no atendidos en un 8,9%, disminuyendo de un 15,6% a un 7,4%.
2. Durante el diagnóstico del proceso productivo en la empresa JB Señalizaciones, se identificó el problema de los pedidos no atendidos a tiempo. Las causas frecuentes de este problema incluyen la falta de planificación de la materia prima y los insumos, la ausencia de métodos de trabajo eficientes, retrasos en la producción y una distribución inadecuada de las áreas productivas debido al desorden. Estas dificultades resultan en un alto índice de pedidos no atendidos, reflejado en un índice de rotura del 15,6%. Sin embargo, se logró reducir el nivel de rotura en un 111,6%.
3. Para abordar el desafío de los pedidos no atendidos a tiempo en JB Señalizaciones, se propusieron varias mejoras en el proceso productivo. Estas incluyeron la reducción de los tiempos de transporte mediante la aplicación de las metodologías SLP y Guerchet, la estandarización de los tiempos de producción, la implementación de una planificación agregada de la producción y la planificación de materiales mediante el método MRP. Estas mejoras permitieron simular un aumento del 36,4% en la producción, una reducción del 38,9% en el tiempo del cuello de botella, una disminución del 57,1% en el costo de la mano de obra directa (MOD) y un aumento del 8,9% en el nivel de servicio, lo que generó mayores beneficios económicos para la empresa.
4. Las propuestas de mejora del proceso productivo en JB Señalizaciones demuestran ser económicamente viables, como se evidencia en los cálculos de los indicadores financieros. Se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de 5,223.16 soles, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 26,3%, un beneficio costo de 1,14 y una tasa de recuperación de 2 años, 11 meses y 4 días.

## Recomendaciones

Se sugiere considerar mejoras en el proceso productivo mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa. Aunque el estudio actual ha logrado incrementar la producción, es importante que las acciones futuras se enfoquen en la optimización de costos y el aumento de la rentabilidad.

Además, se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria utilizada en el proceso productivo, con el objetivo de evitar interrupciones no planificadas que puedan detener la producción.

Es recomendable realizar estudios sobre los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores en sus puestos de trabajo, ya que esto puede afectar su salud. De esta manera, la empresa podría prevenir demandas laborales ante la SUNAFIL u otras entidades competentes.

## Referencias

- [1] EFI Productivity Suite, «Un fenómeno digital: la impresión está por todas partes,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.efi.com/library/efi/documents/833/efi\\_select\\_nr\\_17\\_es\\_es.pdf](https://www.efi.com/library/efi/documents/833/efi_select_nr_17_es_es.pdf). [Último acceso: 21 octubre 2019].
- [2] Alborum, «La industria gráfica latinoamericana da signos de recuperación,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.efi.com/library/efi/documents/833/efi\\_select\\_nr\\_17\\_es\\_es.pdf](https://www.efi.com/library/efi/documents/833/efi_select_nr_17_es_es.pdf) . [Último acceso: 15 Octubre 2019].
- [3] Channel News Perú, «IDC: tendencias tecnológicas para 2019 en América Latina,» 2019. [En línea]. Available: <https://channelnewsperu.com/index.php/2019/01/03/idc-tendencias-tecnologicas-para-2019-en-america-latina/>. [Último acceso: 21 Noviembre 2020].
- [4] A. Cadena, «Diseño De Un Sistema De Logística De Despachos De La Imprenta Nacional De Colombia, Para Optimizar Productividad Y Eficiencia Operativa,» 2016. [En línea]. Available: <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/873/Dise%c3%b1o%20de%20un%20sistema%20de%20log%c3%adstica.%20Imprenta%20Nacional.pdf?sequence=2&isAllowed=y> . [Último acceso: 02 Noviembre 2019].

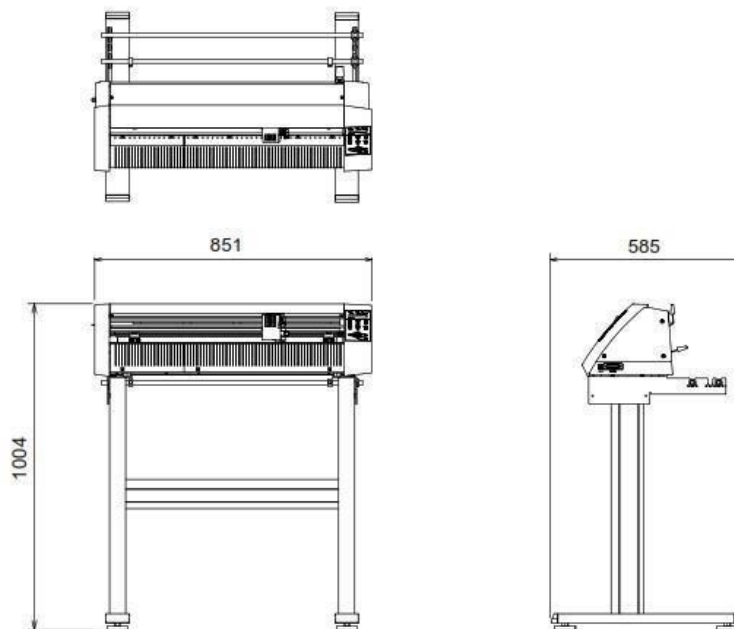
- [5] E. Chon, «Estandarización de los procesos de producción para la mejora de la productividad en la sección de entrega de una empresa del sector gráfico,» 2019. [En línea]. Available: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/10601/Chon\\_te.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/10601/Chon_te.pdf?sequence=1&isAllowed=y) . [Último acceso: 17 Noviembre 2019].
- [6] E. X. Vides Polanco, L. A. Díaz Jiménez y J. J. Gutiérrez Rodríguez, «Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos,» *Investigación y Desarrollo en TIC* , vol. 8, n° 1, pp. 3-10, 2017.
- [7] A. Beltrán, «Mejoramiento del cumplimiento de pedidos mediante un sistema de control de la producción en la Imprenta Gráfica Ediecuatoria,» 2018. [En línea]. Available: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9469/1/UDLA-EC-TMDOP-2018-18.pdf> . [Último acceso: 04 Noviembre 2019].
- [8] Z. Ainul, V. Pulakanam y D. Pons, «Success factors and barriers to implementing lean in the printing industry: A case study and theoretical framework,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 28, n° 4, p. 27, 2017.
- [9] M. Barragán y E. Cardoza, «Eventos kaizen como metodologia para a implementação de ferramentas da qualidade em uma indústria gráfica,» *Engenharia de Produção – UEM*, 2017.
- [10] C. Fúnuque, *Producción Limpia, Contaminación y Gestión Ambiental*, Lima: Pontificia Universidad Javeriana, 2007.
- [11] G. Goyas y G. Guerrero, «Propuesta de Mejora en los Procesos en una Empresa de Construcción de Obras Hidráulicas,» *Revista Sinerg. Innov* , vol. I, n° 1, 2013.
- [12] A. F. y B. Niebel, «Calificación del desempeño y holguras,» de *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, México, McGraw-Hill, 2009, pp. 358-360.
- [13] J. Silva, «Planificación de la producción,» 2019.
- [14] K. Gamarra y J. Jiménez, «Análisis de dos metodologías para identificar el cuello de botella en los procesos productivos,» 2012]. [En línea]. Available: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/143199.pdf>. [Último acceso: 03 Noviembre 2019].
- [15] J. Propokenko, *La gestión de la productividad,* Ginebra: Organización Internacional de Trabajo, 1991.

- [16] Universidad de las Américas, «Diagrama Causa-Efecto,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.udla.cl/portales/tp6c6191b55q52/uploadImg/File/autoaprendizaje/Ficha%205%20Diagrama%20de%20causa-efecto.pdf> . [Último acceso: 03 Noviembre 2019].
- [17] Universidad de Vigo, «Gestión de la calidad, la seguridad y el medio ambiente-Diagrama de Ishikawa,» 2014. [En línea]. Available: <http://gio.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaCausaEfecto.pdf> . [Último acceso: 04 Noviembre 2019].
- [18] G. Kanawati, Introducción al estudio del trabajo, Ginebra: Oficina internacional del trabajo, 1996.
- [19] Universidad de Vigo, «Gestión de la calidad, la seguridad y el medio ambiente-Diagrama de Pareto,» 2014. [En línea]. Available: <http://gio.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaPareto.pdf> . [Último acceso: 13 Noviembre 2019].
- [20] J. Cruelles, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua, México: Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [21] A. Muhammad, «Increasing efficiency of line M123 through th application of time study and line balancing method (case study at pt xy),» 2016.
- [22] M. Ikhwan, M. Sugarindra y M. Suryoputro, «Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry,» de IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019.
- [23] K. L. Proaño Campaña y L. X. Sandoval Almeida, «Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos,» Quito, 2017.

## Anexos

### Anexo A: Ficha técnica de la máquina cortadora

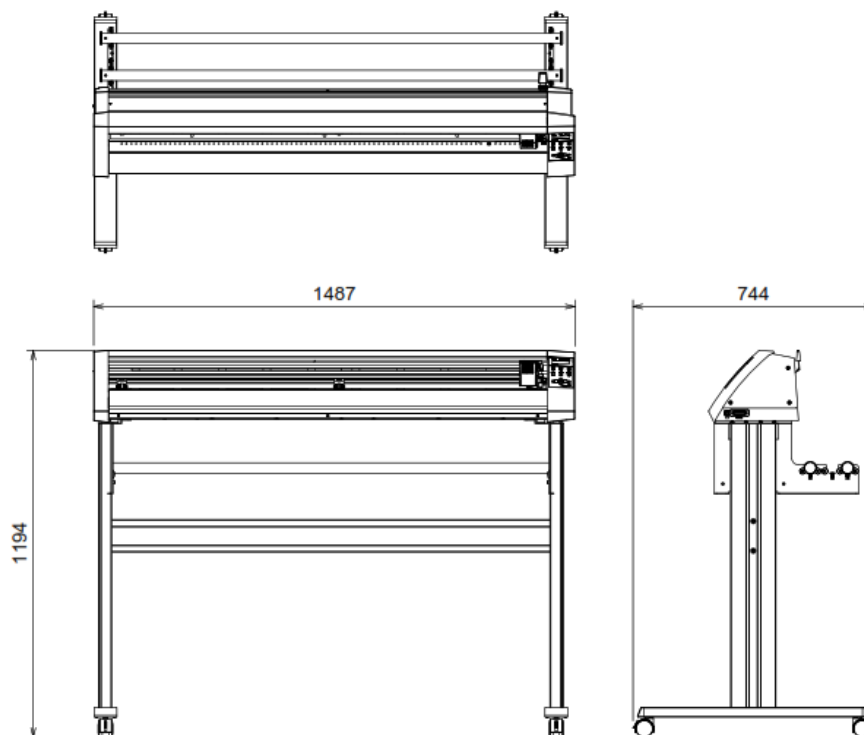
#### CE5000-60



Unidades: mm

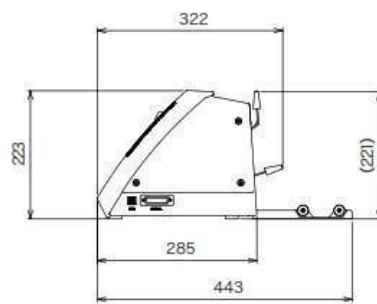
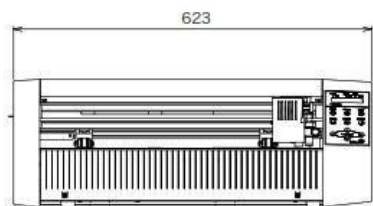
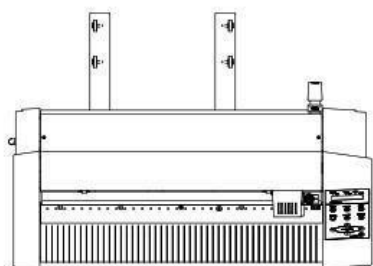
Precisión dimensional:  $\pm 5$  mm

#### CE5000-120



Unidades: mm

Precisión dimensional:  $\pm 5$  mm

**CE5000-40CRP**

Unidades: mm

Precisión dimensional:  $\pm 5$  mm

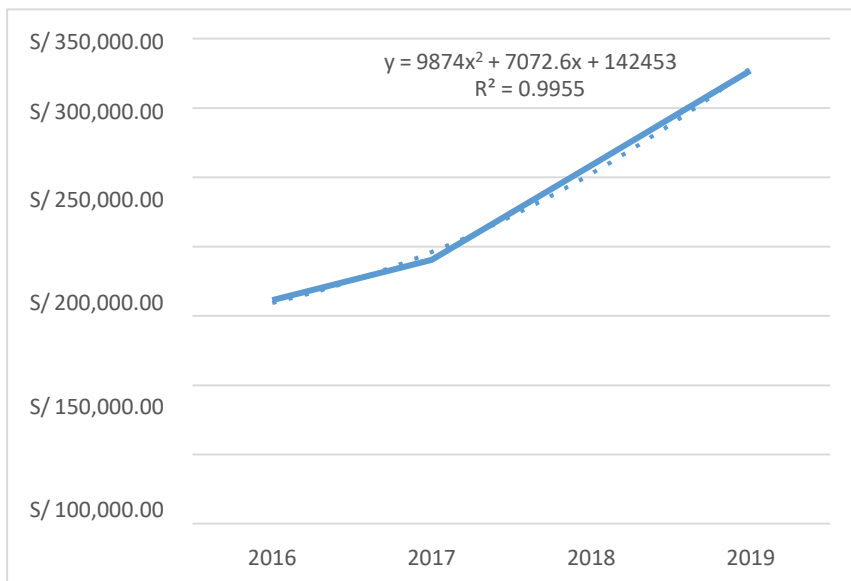
## 1.1 Especificaciones principales

### CE5000-40CRP/60/120

Elemento	CE5000-40CRP	CE5000-60	CE5000-120
CPU	CPU de 32 bits		
Configuración	Rodillos de arrastre		
Sistema de transmisión	Servo digital		
Área de corte máxima	375 mm x 50 m	603 mm x 50 m	1.213 mm x 50 m
Rango de precisión garantizado	356 mm x 5 m <sup>1</sup>	584 mm x 5 m <sup>1</sup>	1.194 mm x 5 m <sup>1</sup>
Anchos de soporte compatibles	Mínimo: 50 mm Máximo: 482 mm (19 pulgadas)	Mínimo: 50 mm Máximo: 712 mm (28 pulgadas)	Mínimo: 85 mm Máximo: 1.346 mm (52 pulgadas)
Grosor de soporte máximo	0,25 mm		
Velocidad de corte máxima	60 cm/s (en todas las direcciones)		100 cm/s (dirección 45°)
Velocidades de corte seleccionables	1-10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 cm/s		1-10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, * cm/s
Fuerza de corte	Entre 0,2 y 2,3 N (entre 20 gf y 300 gf) (31 niveles)		Entre 0,2 y 4,4 N (entre 20 gf y 450 gf) (38 niveles)
Tamaño de caracteres mínimo	Aproximadamente 5 mm para caracteres alfanuméricos (varía en función del soporte, la fuente, etc.)		
Resolución mecánica	0,005 mm		
Resolución programable	GP-GL: 0,1/0,05/0,025/0,01 mm; HP-GL <sup>10/12</sup> : 0,025 mm		
Precisión repetible	0,1 mm o menos por 2 m <sup>1</sup>		
Número de plumas montables	1 pluma		
Tipo de cuchilla compatible	Cuchillas de corte de superacero		
Tipo de pluma compatible	Plumas con punta de fibra de base acuosa		
Película de corte compatible	Película de marcado (película de PVC, fluorescente o reflectiva) de hasta 0,25 mm de grosor (salvo la película reflectiva de alta luminosidad)		
Interfaces	RS-232C/USB (a toda velocidad)		
Capacidad del buffer	2 MB		
Modos de comando	GP-GL, HP-GL <sup>10/12</sup> (seleccionado en el panel de control)		
Pantalla	Pantalla de cristal líquido (16 caracteres x 1 fila)		
Suministro de energía nominal	De 100 a 240 V CA, 50/60 Hz		
Consumo de energía	100 VA		
Entorno de funcionamiento	Entre 10 °C y 35 °C, humedad relativa de entre el 35% y el 75%		
Condiciones de precisión garantizada	De 16 °C a 32 °C, humedad relativa de entre el 35% y el 70%		
Dimensiones externas (Ancho x Profundidad x Altura)	Aprox. 623 x 285 x 223 mm	Aprox. 851 x 585 x 1.004 mm <sup>3</sup>	Aprox. 1.487 x 744 x 1.194 mm <sup>3</sup>
Peso	Aprox. 9,4 kg	Aprox. 25 kg <sup>3</sup>	Aprox. 39,1 kg <sup>3</sup>

\*1: Varía según el tipo de película autorizado por Graphtec y las condiciones de corte

Anexo B: Pronóstico de ingresos anuales



AÑOS	VENTAS PRONOSTICADAS* (soles)	INCREMENTO DEL 36,4% (Soles)
AÑO 1	424 666,00	154 424,00
AÑO 2	540 352,60	196 491,85
AÑO 3	675 787,20	245 740,80
AÑO 4	830 969,80	302 170,84
AÑO 5	1 005 900,40	365 781,96

Anexo C: Cotización de la cortadora



graphtec CE5000 – 40 Craft  
 robopro cortador de vinilo

Marca: Craft ROBO Pro  
 ★★★★★ 2 calificaciones

**S/ 10,500.00**

## Anexo D: Cotización de las cotizaciones



Lima, 19 de abril del 2021

Presente

JB Señalizaciones

Chiclayo-Lambayeque

Se escribe esta presente con la finalidad de hacerle llegar nuestra propuesta económica de lo solicitado.

TEMAS	PUBLICO	COSTO (S/)	OBJETIVO	DURACION
Modificación de los procesos	8 personas	8 x 200,00 = 4 000,00	Los empleados conozcan el nuevo flujo de procesos que la empresa está implementando.	45 minutos
Actividades de cada proceso	8 personas	8 x 200,00 = 4 000,00	Los técnicos tengan conocimiento de las actividades a desarrollar en cada proceso, y de qué manera se llevará a cabo.	45 minutos
Tiempos aceptables para cada proceso	8 personas	8 x 200,00 = 4 000,00	El personal tenga definido los tiempos estándar para la realización de las actividades de cada proceso.	45 minutos
Asignación de procesos al personal	8 personas	8 x 200,00 = 4 000,00	Desarrollar criterios evaluativos para la asignación de procesos a cada técnico.	45 minutos
		16 000,00		

Validez de la cotización: 30 días

No incluye refrigerio y otros adicionales.

Atentamente,  
María Bernal Cruz  
Jefe comercial

Demostración	Definitiva	Contra Escrito
10 de febrero del 2021 al 10 de marzo del 2021	19 de abril del 2021 al 19 de mayo del 2021	19 de abril del 2021 al 19 de mayo del 2021