



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN PRINTER COLOMBIANA S.A.S.

*Development of lean manufacturing tools for
the production line at Printer Colombiana S.A.S.*

MBA EVER ÁNGEL FUENTES¹, IVAN CAMILO PARRA C.², OLIVER NICOLÁS CAÑÓN³

Recibido:03 de diciembre de 2021. Aceptado:20 de enero de 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n17.a110>

RESUMEN

Printer Colombiana S.A.S. es una empresa con 40 años en la industria de las artes gráficas que ha visto como este sector día a día se hace más competitivo y se enfrenta a la incertidumbre que le propicia la situación actual, en donde la producción se ve amenazada básicamente por la incursión de ambientes digitales, para lo cual se debe establecer cómo impulsar el crecimiento en las ventas de la compañía, sin reducir el margen de utilidades que a esto se debe atribuir, implementando estrategias que fortalezcan el negocio y generen una ventaja competitiva en el mercado. La diferenciación en los servicios ofrecidos está bien definida, lo que el cliente requiere es garantizar el cumplimiento de los pedidos en los tiempos acordados, costos bajos, y excelente calidad, para esto en PRINTER COLOMBIANA S.A.S, se propuso una serie de herramientas Lean Manufacturing en las que se plantea la creación de almacenes estacionales y reubicación de pre-prensa, lo que arroja una disminución promedio del 75% en los tiempos de recorrido, reduciendo el tiempo de alistamiento de la máquina en 18 minutos, mejorando el tiempo de ciclo VSM; además se aportan formatos de control en el proceso de impresión los cuales ayudarán a tener un orden en la planta, se prevengan errores en el ciclo productivo y se puedan disminuir los fallos en calidad haciendo que el producto terminado se entregue a satisfacción del cliente.

Palabras clave. Manufactura esbelta; procesos; artes gráficas; producción; reorganización.

ABSTRACT

Printer Colombiana S.A.S. is a company with 40 years in the graphic arts industry that has seen this sector become more competitive day by day and faces the uncertainty caused by the current situation, where production is basically threatened by incursion of digital environments, for which it must be established how to promote growth in the company's sales, without reducing the profit margin that must be attributed to this, implementing strategies that strengthen the business and generate a competitive advantage in the market. The differentiation in the services offered is well defined, what the client requires is to guarantee the fulfillment of the orders in the agreed times, low costs, and excellent quality, for this in PRINTER COLOMBIANA SAS, a series of Lean Manufacturing tools is determined in those that consider the creation of seasonal warehouses and relocation of pre-press, which yields an average decrease of 75% in travel times, reduces the setup time of the machine by 18 minutes, improving the VSM cycle time; In addition, control formats are provided in the printing process which help to have an order in the plant, errors are prevented in the production cycle and quality failures can be reduced by ensuring that the finished product is delivered to the customer's satisfaction.

Keywords. Lean manufacturing; process; graphics art's; production; reorganization.

1 MBA., profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Bogotá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7504-5164>. Correo electrónico: ever.fuentes@unilivre.edu.co

2 Ingeniería Industrial, Universidad Libre. Bogotá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7706-0894>. Correo electrónico: ivanc-parrac@unilivre.edu.co

3 Ingeniería Industrial, Universidad Libre. Bogotá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3581-6101>. Correo electrónico: olivern-canonc@unilivre.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

EL DESARROLLO de la presente investigación contempla un nivel de complejidad robusto del analista del sistema, en el caso del ingeniero industrial se deben evidenciar las competencias profesionales adquiridas a lo largo de la carrera bajo un estructurado esquema que permita generar un mejoramiento conforme con la necesidad de la organización. Generar un sistema eficiente de producción bajo demanda de medios impresos es de gran importancia en la época actual, ya que el avance tecnológico ha llevado a la industria gráfica a una considerable disminución en la elaboración de libros y material impreso, por lo cual se hace necesario enfocarse en una respuesta de fabricación ágil, con los principales estándares de calidad que requiere el producto y el cliente.

Conociendo la distribución de los recursos en el sistema o línea de producción se espera mejorar en cuanto a calidad, costos, tiempo y de esta manera traer beneficios tanto a la organización como a los clientes.

En el caso de PRINTER COLOMBIANA S.A.S. que es una compañía de gran prestigio en el sector gráfico, es muy importante explotar la inversión que ha hecho en equipos de última tecnología, ya que se es consciente de que la competencia es fuerte y los clientes cuentan con más alternativas de servicio de imprenta, es por esto que el proyecto va de la mano con los intereses de la organización, dado que se realiza no solo con el fin de optimizar los recursos operativos sino también de fidelizar al cliente, por ello se busca que la mala calidad y demoras en producción se puedan reducir por medio de las herramientas Lean Manufacturing, esto permitirá una mayor competitividad en el mercado, puesto que uno de los mayores intereses de los clientes es poder realizar sus servicios en el menor tiempo posible.

II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto se decide realizar una investigación mixta permitiendo que por medio de datos cuantitativos se llegue a conclusiones de tipo cualitativo brindando las herramientas necesarias en la toma de decisiones convenientes para el funcionamiento y crecimiento de Printer Colombiana S.A.S.[1].

Se inicia el proceso realizando un diagnóstico que coloque en evidencia el funcionamiento real de la planta y ayude a detectar errores; posteriormente, se hace un análisis de las herramientas de Lean Manufacturing que contribuyan a mitigar los fallos detectados. Finalmente, y como complemento de lo anterior, se proponen indicadores que ayuden a tener un control específicos de las actividades.

Se decide realizar el análisis solo en el área de impresión con el fin de centrar la atención en lo que pueda estar ocasionando cuellos de botella y ralentizando la producción, además, de ser este el proceso clave dentro de la organización.

Diagnóstico

Lean es un concepto que se utiliza para eliminar todo tipo de desperdicio que no agregue valor al proceso, mediante el diagnóstico y análisis de la cadena productiva, de esta manera se podrán corregir los fallos o errores que se encuentren[2].

- *Layout*

Para comenzar a realizar un diagnóstico se requiere conocer las áreas que intervienen en los procesos productivos de Printer Colombiana S.A.S. es por esto que se realiza un diseño de layout con la metodología SLP (Systematic Layout Planning), en dónde se evidencia la organización que debería tener la planta según el flujo productivo[3] (ver Fig. 1).

Se propone un diagrama relacional dónde se unen las áreas que más concurren de allí se puede ver que el almacén, la producción en rotativas (impresión) y la zona de encuadernación se convierte en la columna vertebral de la planta, determinando además que estas áreas sean las que estén lo más próximas entre sí.

- *VSM*

Otra herramienta utilizada que sirve como diagnóstico es la elaboración de un diagrama VSM el cual trata de explicar cuál es el flujo de información y material que entran a los procesos en un ciclo productivo, evidenciando cuales son los tiempos que se dedican a agregar valor y cuales son aquellos que no agregan valor a la cadena productiva y se conocen como “mudas”[4].

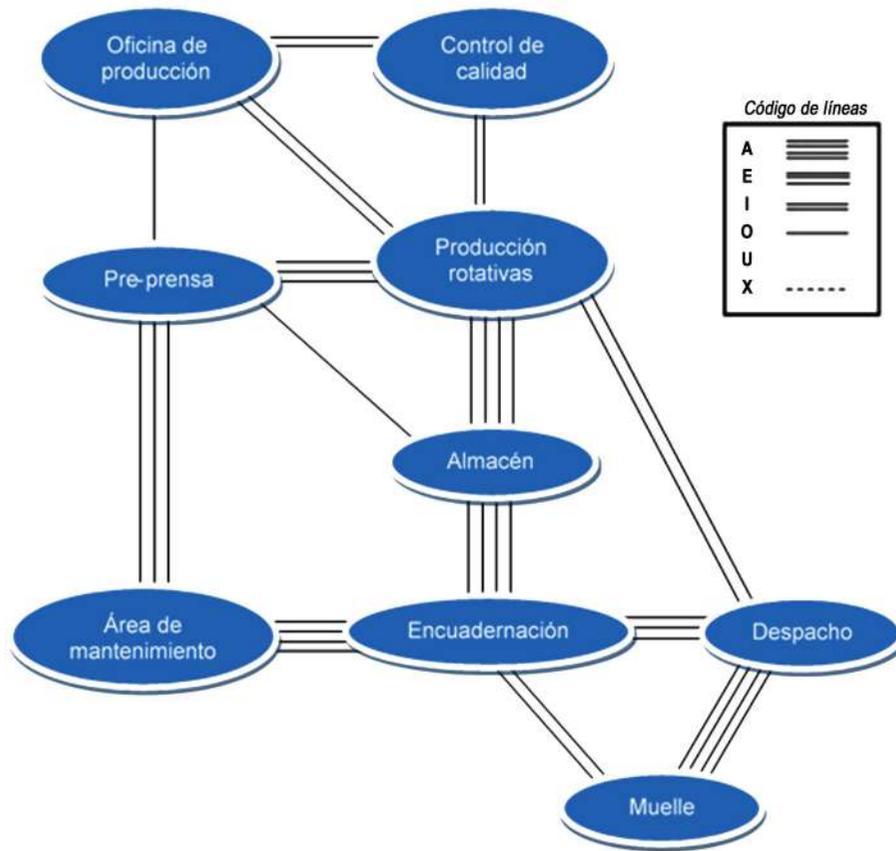


Fig. 1. Diagrama de relaciones. Fuente: Los autores. 2021.

La elaboración de un VSM actual se inicia determinando el proceso concreto a analizar, delimitando desde donde inicia con el proveedor que suministra las herramientas necesarias para que se lleve a cabo la elaboración del producto en la fase analizada, pasando por cada uno de los procesos que intervienen en el producto que le será entregado a un cliente externo o interno que es el encargado de continuar con la producción del producto hasta que llegue al cliente final, la última fase del ciclo del VSM es la encargada de rendir un informe a control de producción sobre el producto elaborado en el proceso analizado (ver Fig. 2).

Es de anotar que en el detalle de cada proceso es esencial la toma de los tiempos y recorridos lo que permite detectar posibles cuellos de botella.

Dada la volatilidad de las cantidades y características a imprimir, se decide tomar como referencia lotes promedio de 50.000 revistas que contienen 3 pliegos cada una, es decir, impresión de 150.000

pliegos en la rotativa lithonman 3 que imprime 17000 pliegos por hora.

La información sobre cuanto papel se requiere llega a almacén que traslada las bobinas requeridas a la máquina impresora que realizará el trabajo por medio de un montacargas que retira el papel sobrante del proceso anterior y deja en el sitio las nuevas bobinas a utilizar.

El proceso de alistamiento hace referencia al tiempo que se tardan los operarios en poner a punto una máquina para que pueda iniciar el proceso de impresión, es decir, mientras el bobinero realiza el montaje de la bobina con su respectivo empalme, 3 operarios se encargan del montaje de las nuevas planchas en cada color de los rodillos con el arte a imprimir y posteriormente, comienzan las pruebas de impresión, donde se calibra el color según la muestra dada por el cliente y se imprimen pliegos de prueba, detectando descases en la dobladora y verificando que todo esté correctamente configurado para que se pueda comenzar a imprimir el lote.

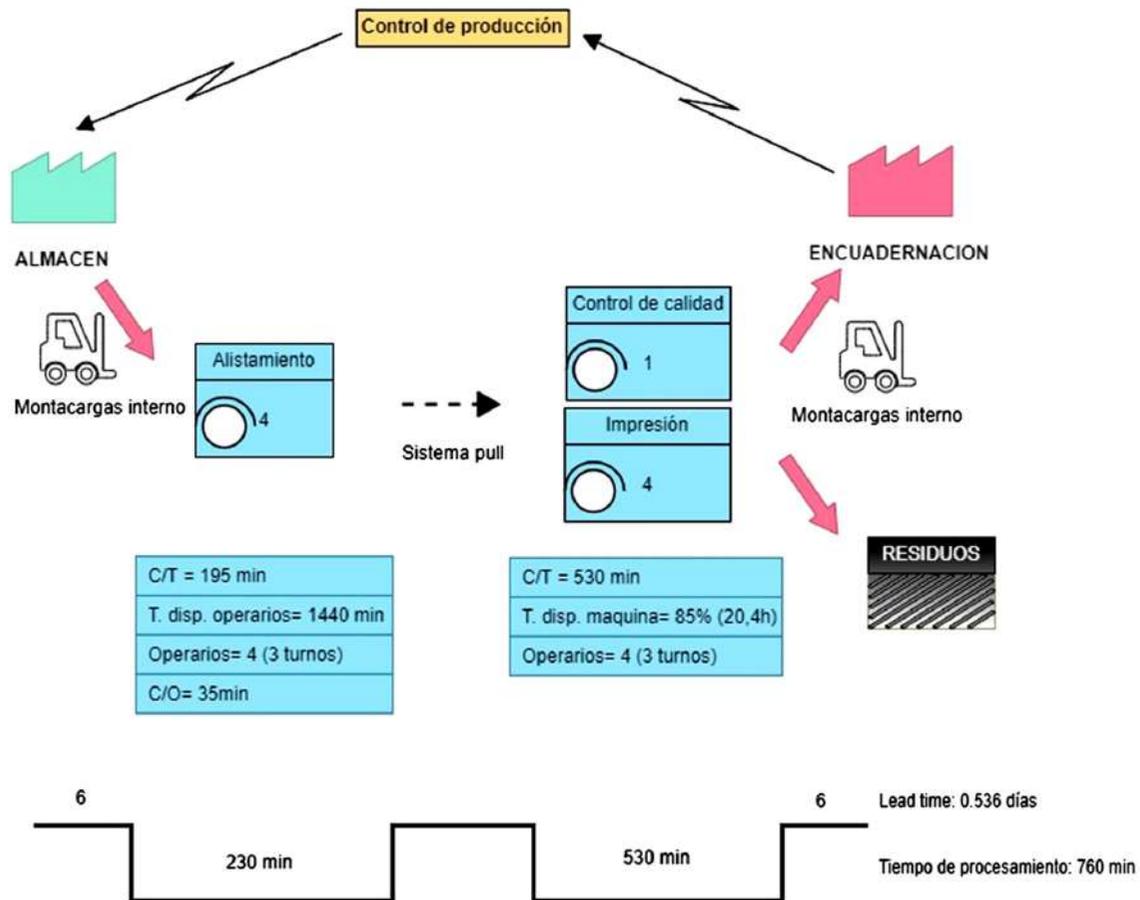


Fig. 2. VSM actual proceso de impresión. Fuente: Los autores basados en información de Printer Colombiana S.A.S. 2021.

Con la impresora a punto, un operario le da la orden a la máquina y comienza el proceso de impresión, el cual hala el papel de la bobina y lo hace pasar por rodillos impregnados de tinta que atraviesa los poros de las planchas que contienen el arte y lo plasman en el papel, posteriormente, se pasa por un horno de 5 metros de largo que hace que la tinta seque inmediatamente en el papel, al final de este horno se encuentra la dobladora que es la que finalmente corta el papel y lo convierte en pliegos doblados de 32 páginas cada uno, el pliego doblado llega al estaquero que según la programación de la máquina va sacando lotes de determinado número de pliegos doblados para ser apilados y enviados a encuadernación a seguir el proceso de formado de la revista.

Finalmente, la información sobre el producto elaborado que fue entregado a encuadernación es enviada al área de producción para su seguimiento y control.

• 8 Desperdicios

Luego del VSM se procede a realizar un análisis de “8 desperdicios”. Esta herramienta diagnóstica de filosofía Lean busca identificar los recursos que no están siendo utilizados o toda aquella actividad que no genere valor dentro de la cadena productiva, esto con el fin de tomar medidas posteriores para su corrección, para ello se analizan cada una de las actividades que se llevan a cabo en el proceso elegido[5] (ver Tabla I).

- SIPOC

Herramienta que ayuda a identificar y establecer los factores clave al momento de llegar a satisfacer al cliente, comenzando desde que este radica su solicitud de compra hasta que se le entrega el producto terminado, sirve para tener una trazabilidad de los responsables de los procesos y las actividades que se ejecutan[6] (ver Tabla II).

Tabla 1. Herramienta 8 desperdicios.

Exceso de producción	Tiempos de espera	Transporte	Reprocesos	Inventario	Movimientos	Defectos	Talento humano
Se imprime más pliegos de lo requerido	Tiempo de espera por falta de recurso humano	Tiempo de espera por traslado de producto terminado	Reimpresión por Impresión en papel que no corresponde a lo solicitado por el cliente	Exceso de inventario de bobinas	Desplazamiento que realizar el operario al ajustar color, en la máquina que no tiene perreta	Inconsistencia en color de impresión vs muestra (Tonalidad)	La labor realizada por el estaquero, no está bien remunerada, tiene mucha rotación el cargo
	Tiempo de espera por falta de experiencia de los operarios	Tiempo de espera por traslado de material impreso por el ajuste de máquina "Maculatura"	Re calibración de maquinaria por ruptura del papel en impresión			Defectos en el plegado	
	Tiempo de espera por preparación de máquina		Re calibración de maquinaria por ruptura del papel en impresión			Arrugas en el pliego	
	Tiempo de espera por demoras en abastecimiento					Fallo en la información que contiene las planchas	
	Tiempo de espera por retraso en el suministro de la orden de producción					Reimpresión por papel defectuoso. "Remosqueo"	
	Tiempo de espera por retraso en el suministro de las pruebas a color					Mala calidad de la materia prima	
	Tiempo de espera por retraso en el suministro de las planchas para la impresión					Registro incorrecto de las planchas	
	Tiempo de espera por errores en la orden de producción					Control erróneo de temperatura	
	Retraso debido a la aprobación en máquina por parte del jefe de impresión					Defecto generado por mal apilado de los pliegos	
	Retraso debido a la aprobación en máquina por parte del cliente						
	Retraso debido a la falta de personal de mantenimiento						

Fuente: Los autores basados en información de Printer Colombiana S.A.S. 2021.

Tabla II. Herramienta SIPOC con ciclo PHVA.

S	I	P	O	C	
Proveedor	Entrada	Actividades (phva)	Controles	Salidas	Cliente
Aseguramiento de calidad	Direccionamiento estratégico del SGC	Revisar programa de producción asignado a cada máquina	Controlar los parámetros de sistemas de humectación, conductividad, pH, temperatura, contenido de alcohol, aprobar pliego de referencia	RTM	Encuadernación
Planeación y programación	Hoja de ruta	Consultar hoja de ruta en cada máquina	Controlar temperatura del horno	Minutas por operario	Planeación y programación
Almacén general y conversión	Modificaciones hoja de ruta	Revisar el tipo de papel, tipo de plegado, tamaño final, número de páginas, especificaciones del cliente, cantidades	Aprobar pliego de referencia	Seguimiento del estado del producto	Aseguramiento de calidad
CTP	Estado de producto en planta	Realizar el alistamiento de materia prima, planchas originales o en su defecto pruebas de color, papel, tipo de tinta según material a imprimir	Realizar control del proceso y sacar ejemplares de control de tiro según máquina	Consumos de papel	
	Materiales e insumos	Aplicar tinta a los tinteros en planas y rotativas	Realizar reuniones de seguimiento, para el análisis de los indicadores	Listado de pendientes	
	Información reuniones de producción diarias	Suministrar tinta a través de las tuberías según orden de producción			
	Reporte de productividad	Realizar el montaje de planchas en máquina			
	Indicadores por operario, máquina	Montar papel en la máquina impresora			
	Informes de desperdicios	Ajustar la máquina según características del producto - empalmado y plegadora			
		Verificar el registro de imágenes			
		Realizar revisión contra prueba de imposición, libro muestra o prueba de color, compaginación, mugres, velos y fallas de copiado de las planchas			
		Verificar densidades preestablecidas a través del densitómetro, temperatura del horno y controlar secado de la tinta			
		Reponer y reprocesar material en caso de ser necesario			
		Implementar acciones correctivas de mejora, vía análisis de indicadores, reuniones, juntas de seguimiento, quejas y reclamos de clientes cuya responsabilidad de manejo sea del proceso			
		Implementar acciones para abordar los riesgos y oportunidades del proceso			

Fuente: Los autores basados en información de Printer Colombiana S.A.S. 2021.

- **AMFE**

Finalmente, se realiza un AMFE (Análisis modal de fallos) el cual permite identificar todas las operaciones que son susceptibles de sufrir algún tipo de fallo en su operación y para ello se le asigna una valoración de 1 a 10 en nivel gravedad, nivel de ocurrencia y de cuan es probable que ese fallo no se detecte, con ello las valoraciones se multiplican para identificar cuáles son los de mayor número de prioridad de riesgos (NPR)[7].

Todos los fallos identificados y plasmados en el AMFE se califican en cuanto a gravedad, ocurrencia y la posibilidad de no ser detectados; se observa cómo después de calificar cada uno de los fallos que puedan llegar a suceder en el proceso de impresión en Printer Colombiana S.A.S, el fallo que más significa riesgo es que el color de impresión no coincida con la muestra original, lo que implicaría unos sobre costos al tener que desechar el material defectuoso y tener que reimprimir; seguido por el incumplimiento a los clientes internos en cuanto a plazos de entrega, lo que genera que estos comiencen tarde la realización de sus procesos y también se le esté incumpliendo al cliente final. Para poder disminuir la Probabilidad de Riesgo se dan algunas acciones recomendadas, pero cabe destacar que al no existir un nivel alto de NPR se deduce que, aunque existen posibles fallos la gravedad de estos, no es suficiente para repercutir negativamente en el ciclo productivo y como tal en el funcionamiento de Printer Colombiana S.A.S.

- **Elección de herramienta LEAN**

Luego de realizar un análisis detallado a cada uno de los hallazgos en la fase de diagnóstico sobresale que en el área de impresión exista un alto grado de desorden y que la producción muchas veces se vea retrasada por temas de pre-impresión, es decir, en el alistamiento de la máquina, por ello se opta por elegir la metodología de 5's como estrategia que ayude a mitigar esta problemática, así como la elaboración de una matriz QFD que permita tener presente las exigencias de calidad del cliente y la calidad que ofrece Printer Colombiana S.A.S.

- **5'S**

Para trabajar las 5's en Printer Colombiana S.A.S. se requiere capacitar a los funcionarios en

cada una de las "S" de la metodología (Selección, Orden, Limpieza, Estandarización, Autodisciplina), se genera un plan de trabajo partiendo de un recorrido por toda la planta detectando las falencias, posteriormente, se realiza un paso a paso así como un cronograma, con cada una de las actividades a desarrollar y para finalizar, se proponen algunos formatos que ayudan a tener un mejor control de los objetos y procesos que se hacen en la cadena productiva de la empresa[8].

- **QFD - HOQ**

Se realiza un análisis de la metodología QFD (Quality Function Deployment) que hace referencia a aquellos estándares de calidad que el cliente solicita y que la entidad debe tener en cuenta a la hora de hacer la producción de un producto o prestar un servicio, para ello, se utiliza la matriz HOQ (House of Quality) en donde se destacan las características que el cliente requiere para poder ser aceptado, se relaciona los "qué" necesita el cliente y los "cómo" se logra eso que quiere el cliente, además de poner en comparación a la empresa con otras organizaciones que desarrollan la misma labor y así poder detectar las posibles fortalezas y debilidades[9] (ver Fig. 3).



Fig. 3. Matriz HOQ. Fuente: Los autores. 2021.

- **Sistema de indicadores**

En toda actividad organizacional es necesario medir su desempeño, sin distinguir a qué tipo de actividad se dedique. Una empresa como un sistema necesita saber cómo está trabajando cada uno de sus subsistemas frente a un entorno altamente competitivo y agresivo[10].

Printer Colombiana S.A.S. viene manejando indicadores en casi todas sus áreas, pero para efectos del presente proyecto destacan los siguientes por ser concernientes al área de estudio (Producción en rotativas):

- Paradas de máquina: Determina la cantidad de tiempo que la máquina rotativa dura detenida y propende por disminuir este tiempo con el fin de que la máquina esté la mayor cantidad de tiempo posible en estado disponible.
- Quejas y reclamos: Mide la cantidad de reclamos conformes e inconformes con el fin de que la producción mantenga un estándar de calidad lo más óptimo posible y en caso de necesitarse corregir las falencias que se estén presentando en la línea de producción.
- Control de riesgos: Se tiene un listado con la cantidad y valoración de riesgos detectados en lo concerniente a las rotativas y para ello es necesario que los riesgos con una valoración elevada o errores graves, pasen a un nivel de moderados o leves por medio de la intervención que en ellos se haga y por medio de este indicador se busca medir el comportamiento de estos riesgos.

- Desperdicios: La planeación de la producción siempre va a considerar un porcentaje de desperdicio normal por el alistamiento de la máquina rotativa; lo que busca este indicador es que el margen que se tiene previsto no se supere si no que por el contrario se logre disminuir al mínimo posible.

III. RESULTADOS

• Layout

Cada etapa del diagnóstico arroja unos hallazgos que son de gran importancia a la hora de tomar decisiones y es por esto que luego de realizar las adecuaciones necesarias se propone un layout con una distribución en planta que se ajusta más a las necesidades de la empresa pero que a su vez reduce la probabilidad de ocurrencia de errores al encontrar espacios de trabajo mejor organizados. Por otra parte, se contempla la creación de almacenes estacionales cercanos que alimenten de papel a las impresoras rotativas, así como del traslado de la zona de pre prensa y con ello reducir la distancia recorrida (ver Fig. 4).

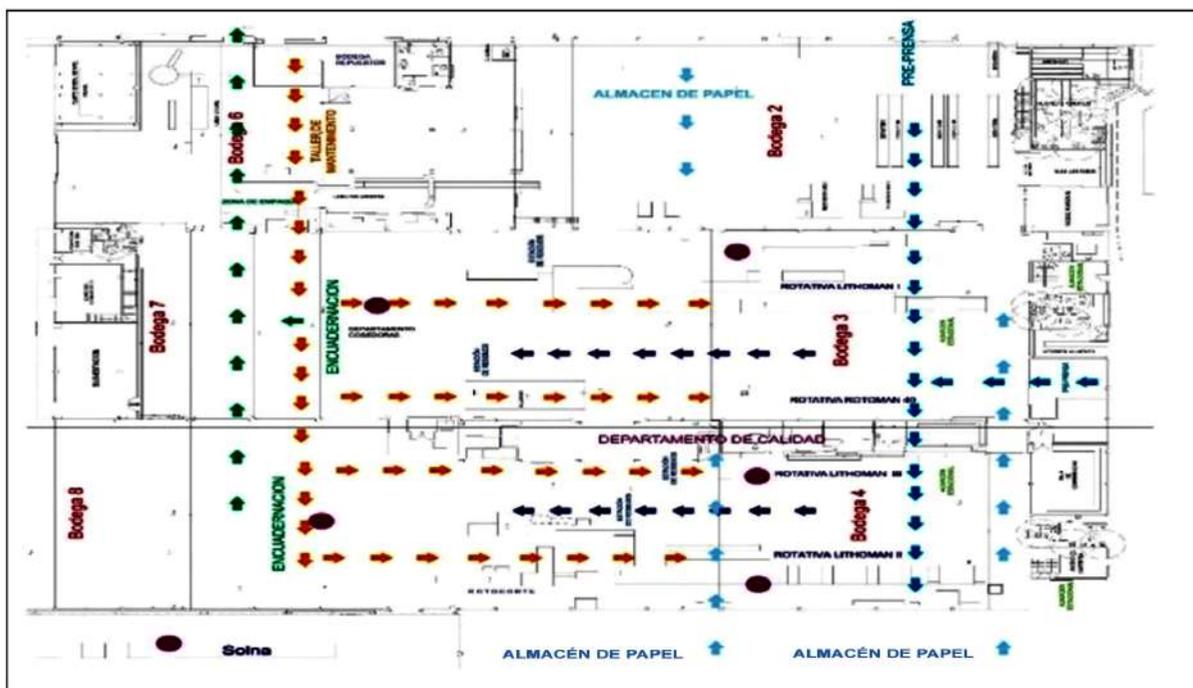


Fig. 4. Layout pos. Fuente: Printer Colombiana S.A.S. 2021.

- **8 Desperdicios**

Luego de identificar los procesos, áreas o recursos desaprovechados se detecta que en Printer colombiana existe una alta cantidad de desperdicios en cuanto a tiempos de espera por diversos factores, pero que se resumen en tiempos de espera en la parte de pre impresión, es decir, factores que retrasan el ciclo productivo antes de poner a rodar la máquina. En la parte de transporte, no sufre mayores desperdicios, aunque si hay que tener en cuenta el tiempo que se pierde en el transporte de la maculatura, es decir, el papel que se desecha por ajuste de máquina.

Existen reprocesos que pueden llegar a suceder en la etapa de impresión y tienen que ver con daños que pueda sufrir la máquina o calidad incorrecta del producto terminado, lo que conlleva a tener que volver a realizar la impresión del producto defectuoso.

Aunque en el área de impresión no se tienen mayores problemas en cuanto a inventario dado que se trabaja por pedido si cabe destacar que la acumulación excesiva de bobinas de papel tanto en bodega, como en el área anexa a la impresora rotativa, puede ser un foco de desperdicio.

La realización manual del ajuste de color y la calibración de la máquina supone un desperdicio de tiempo al tener que hacer demasiados desplazamientos que de evitarse podrían traer una disminución en el tiempo de alistamiento de máquina, repercutiendo en el tiempo de ciclo productivo.

En cuanto a defectos se evidencia que la mayoría de estos son cometidos por errores humanos al ajustar partes de la impresora o bien sea por materia prima en mala calidad que entra a producción.

Aunque Printer Colombiana S.A.S. se caracteriza por tener alto nivel de estabilidad laboral al ser buen patrón y remunerar bien a sus empleados, el Stacker que se encarga de apilar el producto terminado que se entrega a encuadernación, al no ser un cargo bien remunerado económicamente, presenta una alta rotación.

- **SIPOC**

SIPOC es una herramienta que consiste en un diagrama, que permite visualizar al proceso de

manera sencilla y general. Este esquema puede ser aplicado a procesos de todos los tamaños y a todos los niveles[11].

En el diagnóstico realizado por medio del SIPOC se identifican los proveedores que suministran todo lo requerido dentro del flujo de producción, es decir, lo que se denomina entradas, estas a su vez, se convierten en aportes que funcionan como insumo para la correcta puesta en marcha de producción.

Para la realización de las actividades se comienza por la caracterización utilizando el ciclo PHVA (lo que permite aplicar la mejora continua)[12], estas van relacionadas con la transformación de las entradas obtenidas de los proveedores para posteriormente ser convertidos en productos terminados, anidada a estas actividades se deben hacer los controles correspondientes y es allí cuando se generan las reuniones entre las partes involucradas y todo lo necesario para lograr obtener el producto tal cual se planeó.

Las salidas que se presentan en el proceso analizado son aquellos productos, informes, actas y demás resultados obtenidos del proceso productivo, lo que finalmente se le entrega al cliente, que en este caso es el área de encuadernación, así como los informes que se generan al área de planeación y calidad.

- **AMFE**

El “Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), es una metodología Lean Manufacturing que sirve para analizar los potenciales fallos que puedan llegar a ocurrir a la hora de producir un producto, en este caso, en la imprenta Printer Colombiana S.A.S. se adaptó para predecir los fallos que puedan ocurrir en el área de impresoras rotativas, dado que desde la simple puesta en marcha de la máquina hasta la entrega del producto terminado al cliente interno (encuadernación), pueden llegar a ocurrir errores que retrasen la producción y además acarree sobrecostos para la empresa.

El AMFE está pensado para ser aplicado tanto al diseño del producto como de su proceso de fabricación, puesto que el origen de los fallos puede estar tanto en uno como en el otro. Las peculiaridades de cada tipo de aplicación hacen que se traten por separado[13].

Después de aplicar las acciones recomendadas se encuentra una mejoría en los siguientes fallos:

- Planeación de la producción: Al elaborar un orden de producción es posible que se digite mal la cantidad de orden a producir ocasionando una sobreproducción a la solicitud del cliente, lo que generaría exceso de desperdicio, esto puede darse por errores humanos en el área de "planeación de la producción", actualmente, el departamento de impresión realiza la verificación de los datos después de lanzada la orden de producción, es por eso que, aunque se considera grave este fallo, para disminuirlo, se recomienda realizar lo que dicta el "plan de continuidad del negocio" que consiste en detener la producción y validar los datos con el planeador de producción, se lograría disminuir el número de prioridad de riesgo (NPR) de 140 a 36.
- Otro fallo que actualmente tiene un número elevado de prioridad de riesgo es al momento de realizar el ajuste de color para la impresión, que el color que se esté imprimiendo no coincida con la muestra original, ocasionando que el lote impreso hasta el momento se descarte y se tenga que desechar el material, esto puede ocurrir bien sea por un taponamiento en las planchas o que exista un fallo en el control de la densidad, actualmente, se tiene como control la verificación de las planchas así como de las pruebas de color por parte de los operarios, se recomienda también tener en cuenta que en caso de ocurrir este fallo se detenga la operación y se reemplacen las pruebas de color y las planchas por unas nuevas, logrando reducir con esto el NPR de un 160 a un 96.
- Por último, se halla un fallo potencial al momento de que una impresora rotativa se encuentre averiada o que simplemente se retrase la impresión, esta puede generar incumplimiento con los clientes internos que a su vez retrasaría la entrega del producto terminado al cliente final dañando con esto la imagen de la empresa haciendo que se pierdan clientes y peor aún que se llegue a pagar multas por incumplimiento; actualmente, se cuenta con la verificación de la planeación de la producción, pero se propo-

ne como acción recomendada ante este eventual suceso se redistribuyan las cargas de trabajo en otras rotativas, logrando que el número potencial de riesgo se vea disminuido de 150 a 18 (ver tabla III).

• Metodología 5'S

Con la metodología de las 5's se coloca en evidencia las falencias por cada "S" que se detallan a continuación:

- *SEIRI (Selección)*: Falta de selección real de los elementos útiles en las áreas de trabajo, se disponen rollos de papel en exceso alrededor de las impresoras rotativas lo que vuelve inútiles las bobinas de papel que no serán utilizadas en la producción que esté en curso.
- *SEITON (Orden)*: Falta imprimir consciencia en los equipos de trabajo sobre el lugar que deben tener las herramientas que se usan.
- *SEISO (Limpieza)*: Falta crear un instructivo con indicaciones sobre qué es lo que se va a limpiar, como hacerlo y con que realizarlo por medio de una tabla con las instrucciones especiales que existan para cada área, logrando con ello que cualquier trabajador que llegue al sitio pueda realizar la labor de limpieza sin problema, además el personal de aseo de Printer Colombiana S.A.S. debe registrar las fechas y el tiempo que toma en realizar cada una de las labores de limpieza creando un cronograma de aseo periódico detallando cada una de las actividades.
- *SEIKETSU (Estandarización)*: Falta evaluar con el departamento de mantenimiento y el almacén la frecuencia de mantenimiento necesario y sugerir una verificación periódica.
- *SHITSUKE (Disciplina)*: Falta crear los hábitos necesarios entre los trabajadores para que las mejoras propuestas se sigan aplicando y así se genere una nueva cultura organizacional[14].

Se proponen formatos como el que se verá a continuación, con el fin de realizar una verificación periódica y que los errores detectados no se sigan cometiendo (ver fig. 5).

Tabla III. Herramienta AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										Código: -				
<input type="checkbox"/> DISEÑO <input checked="" type="checkbox"/> PROCESO <input type="checkbox"/> MEDIOS										Edición: -				
Cliente: Encuademación				Denominación producto:				Fecha: 13 de agosto de 2021						
Planta: Printer colombiana S.A.S				Referencia/s:				Preparado por: Ivam Camilo Parra						
Proveedores involucrados: CTP, Almacén				cliente:				Revisado por: Ever Angel Fuentes						
								Aprobado O.T.:						
Descripción de la fase	Operación o función	Modo/s potencia/ es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Gravedad	Causa(s) potencia(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	No Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Gravedad	Ocurrencia	No Detección	NPR
PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN	Creación y envío de orden a producir	Se digita mal la cantidad en la orden producción	Producción por encima de la solicitud del cliente, genera desperdicio	7	Error humano de planeación de producción	4	Verificación de datos después de lanzada la orden de producción, por el departamento de impresión	5	140	Detener la producción y validar datos con el planeador de producción, o telatura a cargo.	3	4	3	36
ALISTAMIENTO	Montaje de bobinas	Bobina de papel en mal estado.	Ruptura en el proceso de impresión	8	Mal calidad del material	5	Muestreo	3	120	Detener operación y retirar papel en mal estado	4	3	3	36
ALISTAMIENTO	Empalme	Mal alistamiento del empalme.	Ruptura en la bobina en el proceso de impresión	8	Error de operario	2	Verificación del empalme por parte del bobinero	2	32	Verificación por parte del operario del siguiente alistamiento para el empalme	8	1	1	8
IMPRESIÓN	Ajuste de color	Color de impresión no coincide con muestra original	Lote descartado por calidad tonal.	8	Taponamiento de las planchas, tonos oscuros. Fallo en el control de	4	Verificación de las planchas y pruebas de color por parte de los operarios	5	160	Detener operación y retirar las pruebas de color y generar las nuevas,regar planchas	6	4	4	96
IMPRESIÓN	Secado de papel	Temperatura inadecuada en el horno	Lote descartado por calidad Exceso de residuo	9	Alta o baja temperatura para el tipo de papel	4	Verificación de la temperatura según tipo de papel	3	108	Detener operación y retirar papel en mal estado - verificar papel y temperatura configurada antes del inicio de la operación	9	3	1	27
IMPRESIÓN	Funcionamiento de la impresora	Cortes de energía por estado del clima	Daño en maquina Suspensión de impresión	10	Fortale	3	Alertas, Plan de Continuidad del Negocio	1	30	Suspensión de operación Verificación del estado del clima	10	1	1	10
ALISTAMIENTO E IMPRESIÓN	Funcionamiento de la impresora	Falta de personal para ejecutar la operación de la maquina	Entregas extemporáneas Insatisfacción del cliente	9	Inasistencia del operario Falta personal capacitado de manera transversal o multifuncional	4	Plan de continuidad del negocio	2	72	Tener en cuenta personal multifuncional	4	2	2	16
IMPRESIÓN	Funcionamiento de la impresora	Avería de una impresora rotativa	Incumplimiento con los dientes interiores. Retrasos en la entrega de producto terminado al cliente final	6	Retraso en la impresión	5	Verificación de planeación de la producción	5	150	Redistribuir cargas de trabajo en otras rotativas	2	3	3	18
ALISTAMIENTO E IMPRESIÓN	Alistamiento o impresión	Mal estado de las planchas copiadas en CTP	Daño en el papel y/o calidad de la impresión Suspensión de la impresión, generando pérdida de materia prima y tiempo.	8	Error de revelado en CTP	2	Verificación de las planchas entregadas por CTP	3	48	Reinducción y capacitación del personal para el control y producción de planchas;revisión de los equipos de copiado (CTP)	3	2	3	18
IMPRESIÓN	Stacker	Dstrucción de sobrante de producto terminado en realizar despacho del total de la producción	Faltante en volumen de entrega final de producto terminado al cliente	7	Error de comunicación entre áreas y operario	2	Revisión "4 ojos" de orden de producción	2	28	Ampliar el plazo para destruir producción sobrante hasta no tener el visto bueno del area de despachos	3	1	1	3
ALISTAMIENTO E IMPRESIÓN	Montaje de planchas	Mal ajuste de las planchas en los rodillos	Error tonal y exceso de residuo	7	Mal ajuste de las planchas en rodillos	3	Verificación en alistamiento	4	84	Detener funcionamiento y ajustar planchas	5	3	3	45

Fuente: Los autores basados en información de Printer Colombiana S.A.S. 2021.

PRINTER COLOMBIANA S.A.S		
FICHA ESTÁNDAR 5S		
MÁQUINA	CONTROLAR	ÁREA
Lithoman 3	Ubicación de materia prima (Rollos)	Rotativas
PROCESO		
		ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN
		1. Rollos de papel
		2. Demarcación piso
		3. Almacenamiento distancias entre el rollo y la máquina
PUNTOS QUE SE DEBEN ASEGURAR		CUMPLIMIENTO
1, El área de ubicación de los rollos se encuentra demarcada?		
2, El área de ubicación de los rollos (piso) esta limpio, libre de derrames u otros elementos?		
3, Se cumple con el stock de rollos máximo para el área? (14 rollos)		
4, Se respeta la distancia de 1 m entre los rollos de papel y la máquina?		

Fig. 5. Ejemplo formato de control 5´s propuesto.

Fuente: Los autores basados en información de Printer Colombiana S.A.S. 2021.

Aplicando el formato de auditoría sobre cada una de las S se encuentran los hallazgos presentados en la Fig. 6.

Se observa que, aunque el proceso de impresión tiene un buen nivel de cumplimiento con respecto a las 5's, se debe hacer énfasis en la "S" de Seiri (Clasificar) dado que además de la mala disposición de las bobinas de papel alrededor de la rotativa, existen elementos ajenos al proceso de impresión y/o sin demarcación que obstaculizan el flujo de material o impiden encontrar fácilmente las herramientas adecuadas.

- **QFD - HOQ**

Para llevar a cabo la metodología QFD se tomaron en cuenta los factores que el cliente interno del proceso de impresión (encuadernación) exige para poder aceptar el producto y que continúe en la línea de producción para que, finalmente, llegue a ser producto terminado; varios de

estos factores se refieren a la calidad en cuanto a su diseño y condiciones físicas del producto, las cuales se denominan los "Qué" haciendo referencia a las exigencias del cliente; por otro lado, se enlistan los factores técnicos que inciden en la manera en que se logra cumplir con esos "qué" del cliente, a estos se les denominan los "cómo", es decir cómo se va a lograr satisfacer lo que pide el cliente, realizando una relación entre estas dos listas y mirando que tanto tiene que ver el "qué" con el "cómo"[15].

Se analiza la competencia tanto en los "qué" como en los "cómo" para poder determinar el nivel de eficiencia de otras empresas y establecer el nivel técnico que están desarrollando en sus organizaciones al momento de satisfacer las necesidades del cliente. Finalmente, se analiza la correlación que existe entre los "cómo" para evidenciar si existen características técnicas en común que puedan afectar la mejora de un requisito del cliente y prestar mayor atención a ellos.

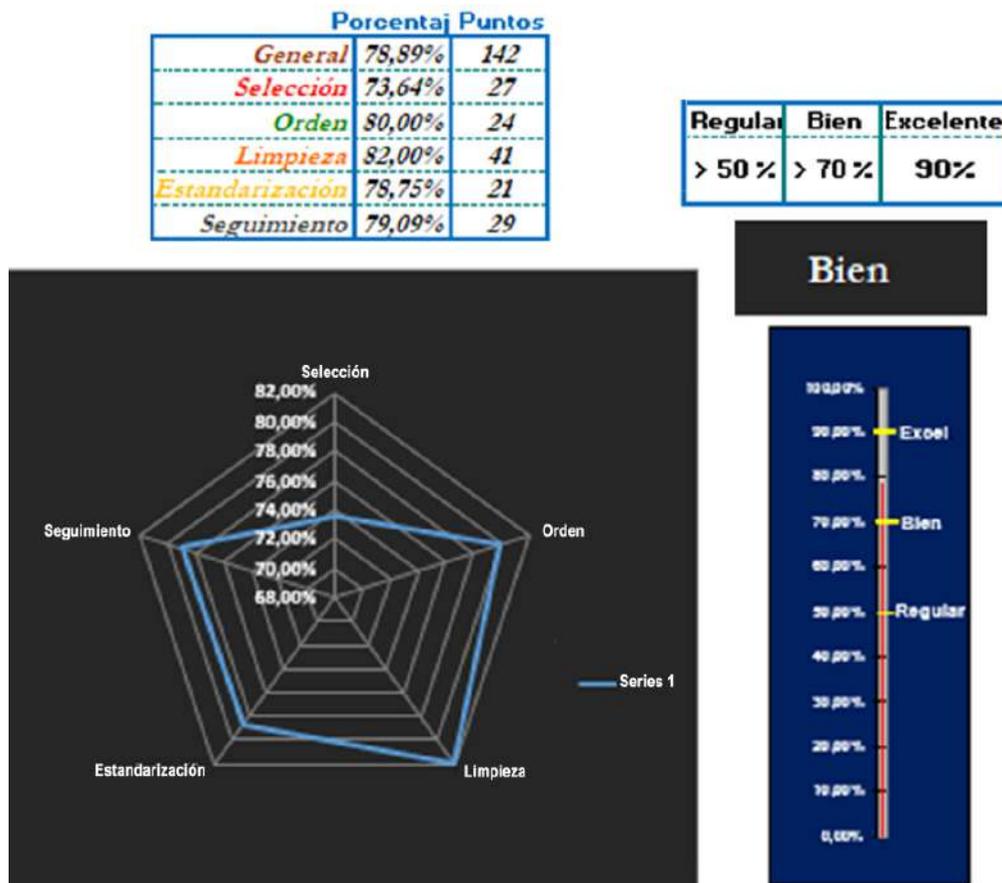


Fig. 6. Resultados auditoría 5's Printer Colombiana S.A.S.

Fuente: Los autores basados en información de Printer Colombiana S.A.S. 2021.

Se priorizan los requisitos del cliente (encuadernación) de la siguiente manera:

- Que las cantidades se encuentren completas y coincidan con la orden de producción, teniendo personal calificado que cometa el mínimo de errores en la lectura e interpretación de las órdenes de producción.
- Que la calidad de impresión sea uniforme o estándar en toda la producción, esto se logra con personal idóneo para operar las rotativas indicadas según las características del producto, así como asegurando que el papel sea de excelente calidad según el estándar, todo esto vigilado por los equipos de medición y control de calidad que además se deben encontrar en óptimas condiciones, convirtiéndose este requisito en el que más requerimientos funcionales o técnicos exige.
- Que el plegado se encuentre correcto tal como lo estipule la orden de producción, verificando esta orden se puede determinar además el tipo de papel; también es necesario tener en cuenta el uso de las máquinas que ejercen control sobre la calidad que estas se encuentren en óptimas condiciones que brinden información veraz, así como la verificación de las planchas que llegan de CTP.
- Que los pliegos se encuentren prensados sin defectos como repise, arrugas o errores de plegado, este requisito es quizás el que menos exigencia técnica tiene por nivel de importancia, aunque si exige además del personal idóneo y las rotativas indicadas, la adopción de insumos complementarios como estibas, stretch y suncho.

• *Sistema de indicadores*

Un adecuado control debe apoyarse en los objetivos de la empresa, lo que permite comparar los planes con los resultados obtenidos; debe ser flexible y mantenerse actualizado. Además, tiene como característica fundamental que no utiliza la información obtenida para lamentarse de los errores del pasado, sino para proyectarse hacia el futuro a través de planes de mejoramiento[16].

Se ve la necesidad de proponer otros indicadores como lo son:

- **Productividad:** Mide el nivel de cumplimiento de la planeación prevista y así determinar qué tan cerca está de la meta asignada, además de detectar las fallas en la línea de producción, para ello el indicador pretende mantener la productividad diaria por encima del 80%.
- **Setup rotativas:** Siempre que se va a iniciar una producción, las impresoras rotativas tienen que cumplir con un alistamiento previo a la impresión, desde el empalme del papel hasta la instalación y calibración de las planchas CTP con el fin de que el producto elaborado cumpla con los requisitos del cliente, tanto interno, como externo, pero este tiempo que tarda el setup de la máquina afecta el tiempo con el cual se deben cumplir las órdenes de producción, se busca reducir en al menos un 10% comparado con el tiempo que se tiene estándar en el Departamento de Calidad.
- **Eficiencia VSM:** Comprende el tiempo desde que se reciben las órdenes de producción hasta que se entregan al cliente, en este caso el cliente interno es encuadernación, con las mejoras propuestas se busca reducir dicho tiempo y que el ciclo productivo sea más eficiente. La meta es aumentar la eficiencia por lo menos el 5%.
- **Cumplimiento mantenimiento:** El Departamento de Mantenimiento maneja un cronograma de las revisiones periódicas que se le deben realizar a las impresoras rotativas, con el fin de que la máquina se mantenga en óptimas condiciones y evite retrasos en la producción al estar detenida o presentarse inconformidades del cliente por no cumplir con la calidad requerida, la meta es que mínimo se cumpla con el 85% de los mantenimientos programados mensualmente.
- **Cumplimiento comités 5's:** El desarrollo e implementación del programa 5's requiere de una coordinación entre las áreas y el personal involucrado, para ello se realiza una agenda anual con las reuniones y comités 5's en la que se genere la conciencia, se haga un

balance de los avances y se asignen las nuevas tareas necesarias; la meta es que se cumpla por lo menos con el 85% de los comités programados ya que de estos depende llevar a cabalidad el programa clave de las 5's.

IV. SIMULACIÓN

Se seleccionó el software Simio para realizar la simulación, fue creado por algunos de los ex trabajadores de Arena. Sus siglas significan «Simulation Modeling framework based on Intelligent Objects». El diseño se orienta al modelado de objetos, pero también es compatible con el uso orientado a procesos y a eventos, trabaja con sistemas discretos y continuos, y con la modelización basada en agentes[17].

Para modelar el proceso de impresión se deben definir los departamentos que intervienen, en los input's se encuentran las bobinas de papel que provienen de almacén y las planchas CTP, las cuales se instalan en la impresora rotativa y que es por donde circula la tinta que se imprime en el papel y después de su paso por la impresora rotativa aparecen los output's que son el papel impreso que va a encuadernación en estibas, el papel desecho que se lleva a un área de la planta donde le realizan un proceso de transformación y que se pueda recuperar algo de dinero por el papel desecho reciclado, finalmente, también existe otro output de las planchas CTP desechas (ver Fig. 7).

Se realiza una simulación con el estado actual de la producción para evidenciar falencias y proponer cambios que permitan mejoras en el orden y flujo de material dentro de la planta (5's).

Entre los problemas detectados en la impresora rotativa se encuentran: El desorden generado por el exceso de bobinas de papel y las largas distancias que se deben recorrer desde el almacén y pre prensa, lo que hace que el tiempo de ciclo productivo sea más extenso.

Luego de realizar algunos cambios en la simulación (ver Fig. 8) tales como acercar el almacén y la impresora de planchas CTP a las impresoras rotativas y asignar un almacén estacional justo al lado de ellas, se obtienen los siguientes resultados comparativos: (ver Tabla IV).

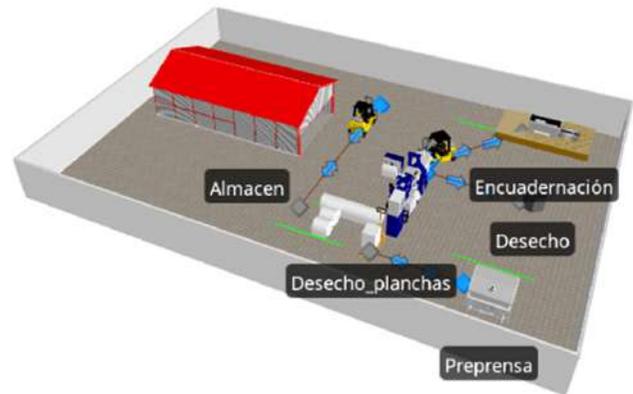


Fig. 7. Simulación Actual.

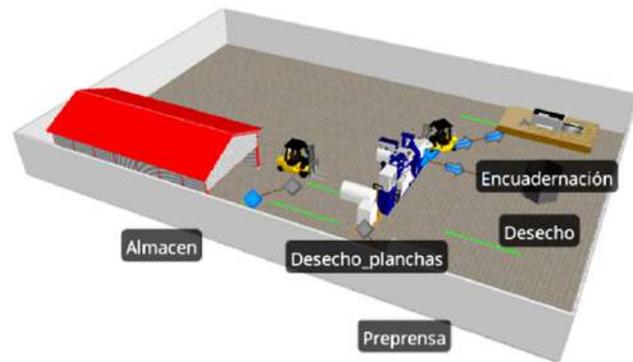


Fig. 8. Simulación propuesta.

Tabla IV. Comparativo resultados Simulación Simio.

Simio	Actual	Propuesta	Variación
Tiempo simulación	720 min	720 min	0 min
Máximo # Bobinas junto a rotativa	11	4	64%
# planchas producidas	8	8	0
Duración Recorrido Almacén-impresora	10 min	2 min	80%
Duración recorrido Pre prensa-impresora	8 min	2 min	75%

Fuente: Los autores con software SIMIO. 2021

Los tiempos de recorridos entre almacén e impresora rotativa se reduce de 10 minutos a 2 minutos, lo que permite que el stock del almacén estacional se reduzca en un 63% pasando de albergar en esa área 11 bobinas a 4 bobinas lo que a su vez reduce el desorden en el área de trabajo y permite que el flujo de los materiales se realice de manera más organizada, evitando posibles accidentes.

El número de planchas producidas se mantiene igual por el hecho de que para cada orden de pliegos siempre se utilizarán las mismas 8 planchas en la impresora rotativa, pero si se lograría liberar el espacio que actualmente utiliza pre prensa que no es de propiedad de Printer Colombiana S.A.S. y por consiguiente habría un ahorro de dinero por alquileres.

Al tener la impresora CTP más cerca de la impresora rotativa, beneficia directamente en el tiempo de alistamiento de la rotativa al tener un tiempo menor en el desplazamiento hasta la máquina.

La cantidad de pliegos producidos no sufre variación dado que la impresora rotativa trabaja a un ritmo estándar de 17.000 pliegos por hora.

• **Impacto del proyecto en Printer Colombiana**

El Protocolo de Evaluación del Impacto Cualitativo (QUIP, por sus siglas en inglés) es un enfoque de evaluación de impacto que se basa en el Análisis de Contribución. Los estudios de QUIP sirven para proporcionar una verificación independiente de la realidad de una teoría de cambio pre-determinada que ayuda a las partes interesadas a evaluar, aprender y demostrar el impacto social de su trabajo[18].

A continuación, se muestran los principales beneficios de tipo social que se pretenden obtener (ver tabla V).

Los proyectos de mejora también se pueden asimilar a los de inversión porque desde una perspectiva global se entienden como una intervención en un medio para dar solución a una problemática

Tabla V. Beneficios.

<p>BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING A LA EMPRESA PRINTER COLOMBIANA S.A.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Organización y limpieza de la planta • Tiempo de alistamiento • Tiempo de servicio • Clima organizacional mejorado por las nuevas prácticas lean Manufacturing
--	---

Fuente: Los autores 2021

existente y lograr un cambio deseado. Permite justificar la intervención desde diferentes puntos de vista para dar solución a una problemática, incluso es un enfoque donde se pueden estimar ventajas y desventajas que se derivan de asignar recursos para la producción de un bien o servicio[19].

Costos cuantificables

Dentro de los costos cuantificables se pueden resaltar todas aquellos cambios y mejoras que se realizarían al momento de implementar la metodología lean Manufacturing, esta inversión es variable dependiendo de las adecuaciones y herramientas que sean viables.

1. Estructura técnica y de adecuación

- Re-señalización
- Adecuaciones de espacio para la CTP cercano a la rotativa
- Adecuaciones del almacén temporal cercano a la rotativa
- Basureros
- Estibas
- Muebles archivadores

2. Estructura administrativa

- Equipos de cómputo
- Tarjetas de etiquetado
- Reinducciones corporativas

3. Estructura comercial

- Publicidad de Lean Manufacturing

4. Rubros y requerimientos iniciales

- Aprobación de gerencia
- Reuniones informativas
- Reuniones de capacitación
- Refrigerios para las reuniones

Costos no cuantificables

Aquellos sucesos a los que se encuentra expuesta la empresa como causa de su funcionamiento cotidiano que pueden llegar a generar pérdidas.

Entre los costos no cuantificables se encuentran:

- La cantidad de combustible que se requiere para el funcionamiento del montacargas.
- Traslado de la maquinaria CTP.

- Posible pérdida de clientes por incumplimiento.
- Pérdida de entusiasmo por parte de los trabajadores.

Se realiza un análisis multi-criterio para poder dar un resultado de impacto más completo.

En su dimensión más básica, un proceso de toma de decisión puede concebirse como la elección por parte de un centro decisor (un individuo o un grupo de individuos) de «lo mejor» entre «lo posible». Los problemas analíticos surgen a la hora de definir «lo mejor» y «lo posible» en un determinado contexto decisional[20]. Tablas VI, VII y VIII.

Se presentará la ponderación del método (ver tabla VIII).

Tabla VI. Escala de calificación.

Escala de Calificación	
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: Los autores. 2021

Tabla VII. Evaluación de criterios.

Criterio de evaluación	Variable de Evaluación	Descripción
Organizacional	Compromiso	Aumento en el conocimiento técnico del personal
	Clima laboral	Mejora en las relaciones laborales
Económico	Beneficios posventa	Aumento de la satisfacción del cliente
Empresarial	Aumento de eficiencia	Aumento en el tiempo de respuesta
	Participación	Porcentaje de participación en el mercado de la industria gráfica

Fuente: Los autores. 2021

Tabla VIII. Resultados del método.

Criterio de evaluación	Variable de Evaluación	Ponderación	Calificación	Resultado	Justificación
Organizacional	Compromiso	15%	3	0,45	Mayor asertividad en la toma de decisiones disminuye los errores del proceso, brindándole al trabajador mayor autonomía y liderazgo
	Clima laboral	15%	3	0,45	Se logra disminución en conflictos al encontrar un área de trabajo más agradable
Económico	Beneficios posventa	20%	4	1,2	Disminución de las quejas y reclamos por producto terminado al disminuir probabilidad de errores durante el procesamiento evitando la devolución de pedidos
Empresarial	Aumento de eficiencia	30%	5	1,5	Menor tiempo de procesamiento por la disminución de las distancias recorridas entre almacén temporal y la rotativa lithoman (VSM)
	Participación	20%	4	0,8	Aumento en la participación del mercado al sobresalir comparativamente frente a otras empresas de la industria gráfica
Total		100 %	4,4		

Fuente: Los autores. 2021

V. DISCUSIÓN

Se decide tomar como referencia el proyecto titulado “Propuesta para el mejoramiento del proceso de impresión y de los canales de ventas mediante herramientas Lean en una empresa del sector de artes gráficas en la ciudad de Bogotá” por tener similitud con el trabajo realizado en Printer Colombiana S.A.S en cuanto al sector productivo de estudio y la metodología utilizada para el desarrollo de las problemáticas encontradas.

Esta investigación muestra como el avance de la tecnología ha beneficiado por una parte al poder contar con maquinaria moderna que optimiza procesos de impresión, pero por otra parte les afecta al disminuir las ventas al reemplazarse el material físico impreso por los contenidos digitales, por esto, la empresa ha tenido que realizar un análisis de sus productos y servicios con el fin de detectar falencias y posibles oportunidades de negocio.

Para poder abordar correctamente el proyecto, Prinntech realizó un análisis con matriz DOFA y se emplea la herramienta VSM con el fin de detectar los procesos que se están ejecutando que no le añaden valor, en el proyecto de Printer Colombiana S.A.S. se emplea también esta última herramienta con el fin de realizar un diagnóstico previo y detectar posibles pérdidas de tiempo en el ciclo productivo. Prinntech con la matriz DOFA encontró que no estaba dándole uso a su página online, lo cual le estaba haciendo perder clientes, por su parte Printer Colombiana S.A.S. encontró en su VSM que su mayor pérdida de tiempo la estaba teniendo en el alistamiento.

Por otra parte, Verjel Montejó[21] en su proyecto propone la utilización de la metodología Kaizen con el fin de llevar a cabo una mejora continua en su equipo de trabajo multidisciplinario y lugar de trabajo tales como la realización de un manual de funciones y un control de inventarios, adicionalmente, utilizan las 5's como se hizo en Printer Colombiana S.A.S. para lograr una mejor organización del trabajo, en ambos proyectos se desarrolló una reubicación de espacios y áreas de trabajo, además de lograr una organización de las herramientas para evitar el desorden, esto acompañado de la eliminación de desperdicios o de materiales que no corresponden al flujo de impre-

sión y finalmente, la adopción de ayudas visuales en cada uno de los espacios.

Tal como se hizo en el proyecto de Printer Colombiana S.A.S. se adoptaron indicadores de desempeño, que ayudan a tener un control sobre el cumplimiento de los procesos que se llevan a cabo en la cadena productiva.

Si bien cierto la tecnología está para mejorar y facilitar muchos procesos, las empresas del sector gráfico tienen esta como una herramienta que les trae sus pro y sus contra, por lo tanto deben tener en cuenta que si quieren ser competitivos tienen que utilizarla a su favor, con el fin de mantener sus máquinas lo más actualizadas tecnológicamente posible y también para poder realizar la oferta de sus productos y servicios por medios digitales diversificando sus productos, llegando así a la mayor cantidad de público posible.

VI. CONCLUSIÓN

Si bien es cierto, Printer Colombiana S.A.S. es una empresa grande que maneja gran variedad de productos y tiene una gran trayectoria en el mercado, esto no la exime de analizar las oportunidades de mejora que durante muchos años han venido causando errores e incumplimientos con los clientes, lo que se traduce en pérdidas económicas para la organización.

Con el proyecto se puso en evidencia varias oportunidades de mejora en su producción y para ello cabe destacar como las más relevantes al aplicar el proyecto en Printer Colombiana S.A.S. el aumento en la eficiencia al tener un menor tiempo de procesamiento desde que llega la orden hasta que se despacha a encuadernación, que es el punto final donde termina el análisis del proceso, con ello las materias primas circulan distancias menores desde el almacén y los equipos CTP hasta la máquina rotativa, por consiguiente, se puede dar inicio al alistamiento de la máquina de manera más rápida evidenciando una reducción en el ciclo del VSM.

Por otra parte, la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la industria, se encaminan a la disminución de los desperdicios, en este caso en tiempos de preparación y de materia prima sobrante.

Otro de los impactos importantes del proyecto está dado por los beneficios obtenidos al tener unas áreas de trabajo mejor organizadas, como la disminución de la probabilidad de ocurrencia de errores antes, durante y después de la impresión, lo que llevaría a tener un producto terminado con menor defecto y por consiguiente, un cliente más satisfecho y fiel con la empresa.

VII. REFERENCIAS

- [1] M. P. Sarria, G. A. Fonseca, y C. C. Bocanegra, Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, 83, PP 51 - 71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>. 2017.
- [2] H. Trejo y S. García, Aplicación de Lean Manufacturing como herramienta de diagnóstico. *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*, 11(6), 2554-2559. 2019.
- [3] B. Shubham, D. Prasad, Optimization of Plant Layout Using SLP Method, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. DOI:10.15680/IJIRSET.2016.0503046. 2016.
- [4] C. Marte, Cómo hacer un Value Stream Mapping (VSM). *Ambit*. <https://www.ambit-bst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm>. 2020.
- [5] M. Hernández, E. Arellano Mosqueda, M. de los Ángeles Colecio Dondiego, V. Miranda Cravioto & E. Nungaray Hernández, Caso práctico de implementación de los 8 desperdicios en una tortillería familiar en Celaya, Guanajuato. *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*, 10(8), 2465-2468. 2018.
- [6] R. F. Schmal y T. Y. Olave, Optimización del proceso de atención al cliente en un restaurante durante períodos de alta demanda. *Información tecnológica*, 25(4), 27-34. 2014.
- [7] L. S. Rojas, Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE). *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(1), pp. 64-75. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/64-75>. 2019.
- [8] M. Verjel, Q. Angelica, M. Ana, Propuesta para el mejoramiento del proceso de impresión y de los canales de ventas mediante herramientas Lean en una empresa del sector de artes gráficas en la ciudad de Bogotá. p.p. 31. 2012.
- [9] A. Isti, Y. Praharsi, A. Maharani y W. Hui-Ming, Supply Chain Resilience Analysis using the Quality Function Deployment (QFD) Approach in a Freight Forwarding Company. *Reliability: Theory & Applications*, 16, 15-26. 2021.
- [10] M. García, L. Ráez, M. Castro, L. Vivar y L. Oyola, Sistema de Indicadores de Calidad I. *Industrial Data*, 6(2), 63-65. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81660210>. 2003.
- [11] A. Tovar, CPIMC un modelo de administración por procesos. Alianza Editorial. 2007.
- [12] H. Moyano y D. Villamil, Análisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental. *Revista Politécnica*, 17(34), 55-69. <https://doi.org.sibulgem.unilibre.edu.co/10.33571/rpolitec.v17n34a4>. 2021.
- [13] P. Cintas y J. Tort-Martorell, Técnicas para la gestión de la calidad. Díaz de Santos. 1995.
- [14] R. Beltrán y B. Soto, Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/24. 2017.
- [15] C. Adiano y A. Roth, «Beyond the House of Quality: Dynamic QFD», *Benchmarking for Quality Management & Technology*, Vol. 1 No. 1, pp. 25-37. <https://doi.org/10.1108/14635779410056868.1994>.
- [16] R. Rincón, Los indicadores de gestión organizacional: Una guía para su definición. *Revista Universidad EAFIT*, 34, 43-59. 1998.
- [17] C. Martínez, Estudio comparativo de diferentes modelos de simulación de producción con "Simio" y "Arena". 2015.
- [18] F. Remnant y R. Avar, Protocolo de Evaluación del Impacto Cualitativo (QUIP). *Better Evaluation*. Recuperado de <http://betterevaluation.org/approach/QUIP>. 2016.
- [19] W. Andia, Proyectos de inversión: Un enfoque diferente de análisis. *Industrial Data*. 13(1):28-31. ISSN 1810-9993. 2010.
- [20] C. Romero, Análisis de las decisiones multicriterio (Vol. 14). Madrid: Isdefe. 1996.
- [21] A. Verjel, Propuesta para el mejoramiento del proceso de impresión y de los canales de ventas mediante herramientas Lean en una empresa del sector de artes gráficas en la ciudad de Bogotá. *Pregrado de Ingeniería Industrial*. Bogotá Colombia. Universidad Javeriana. 162p. 2012.