

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



JIT Y KANBAN: UNA EVOLUCIÓN EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

BRENDA LISBETH REQUEJO FERNANDEZ

ASESOR

EDWIN ARTURO JUAREZ MARCHENA

<https://orcid.org/0000-0002-2407-4683>

Chiclayo, 2021

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
V. CONCLUSIONES.....	11
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12

RESUMEN

AYC PLAST E.I.R.L es una empresa del departamento de Lambayeque dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos usando como materia prima polietileno reciclado. Mijahuanca [1] indica que el principal problema de la empresa radica en la pérdida económica generada por el bajo nivel de servicio, el cual se ve reflejado en que el 22% de la demanda de los clientes no es satisfecha, evidenciando pérdidas de S/. 49 205,65 durante el año 2018. Se determinó que las principales causas que conllevan a este bajo nivel de servicio, son la existencia de un 12% de actividades improductivas, el inventario en proceso equivalente a 257,5 kg equivalentes a 5 unidades, el cual es ocasionado por la etapa de extrusión con un cuello de botella de 44,63 min, seguido de un takt time de 88,9 min/unid a comparación del tiempo de ciclo de 98,6 min. Se planteó la mejora a través del uso de herramientas de manufactura esbelta como Jit y kanban, lo cual permitió producir bajo el enfoque pull además de disminuir el stock en proceso en un 40% y por ende poder satisfacer la demanda e incrementar su nivel de servicio al 100% siendo así una propuesta rentable para la empresa.

Palabras clave: Jit, Kanban, Stock en proceso.

ABSTRACT

YC PLAST E.I.R.L is a company in the department of Lambayeque dedicated to the manufacture and marketing of plastic products using recycled polyethylene as raw material. Mijahuanca [1] indicates that the main problem of the company lies in the economic loss generated by the low level of service, which is reflected in that 22% of customer demand is not satisfied, showing losses of S / . 49 205.65 during the year 2018. It was determined that the main causes that lead to this low level of service are the existence of 12% of unproductive activities, inventory in process equivalent to 257,5 kg equivalent to 5 units, which is caused by the extrusion stage with a bottle neck of 44,63 min, followed by a takt time of 88,9 min/unit compared to the cycle time of 98,6 min. The improvement was proposed through the use of lean manufacturing tools such as Jit and kanban, which allowed to produce under the pull approach in addition to reducing the stock in process by 40% and therefore being able to satisfy demand and increase its service level 100% being thus a profitable proposal for the company.

Keywords: Jit, Kanban, Stock in process.

I. INTRODUCCIÓN

En toda empresa existen actividades que ocasionan pérdidas económicas que por lo general son conocidas como desperdicios, es decir actividades que no agregan valor y que por lo contrario generan reprocesos, acumulación de inventarios, transportes innecesarios, etc. Ante ello Tapia *et al.* [2] nos dicen que mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing se pueden desarrollar estrategias que permitan a las empresas adaptarse a las necesidades del cliente, eliminar desperdicios y costos de operación.

Tapia *et al.* [2] ponen de nuestro conocimiento que dentro de Lean Manufacturing se encuentra la metodología Justo a Tiempo (JIT) que de la mano con Kanban han permitido a las empresas obtener resultados satisfactorios en cuanto a su aplicación, ya que se trabaja bajo el enfoque de tener todo en el sitio adecuado cuando se necesite, comúnmente conocido como sistema pull.

Bajo este contexto, se presenta a la empresa AYC PLAST E.I.R.L, dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos usando como materia prima polietileno reciclado. El principal problema de la empresa radica en la pérdida económica generada por el bajo nivel de servicio, el cual se ve reflejado en que el 22% de la demanda de los clientes no es satisfecha, evidenciando pérdidas de S/. 49 205,65 durante el año 2018. Se determinó que las principales causas que conllevan a este bajo nivel de servicio, son la existencia de un 12% de actividades improductivas generadas en su mayoría por transportes equivalentes a 73,32 metros. De igual manera el inventario en proceso equivalente a 5 unidades que hacen un total de 257,5 kg de materia prima, el cual es ocasionado por la etapa de extrusión con un cuello de botella de 44,63 min, seguido de un takt time de 88,9 min/unid a comparación del tiempo de ciclo de 98,6 min. Es por ello que se planteó la siguiente interrogante ¿En qué medida la metodología JIT incrementará el nivel de servicio de la empresa AYC PLAST E.I.R.L?

Ante lo expuesto se planteó como objetivo general mejorar el proceso productivo de la empresa AYC PLAST E.I.R.L, para incrementar el nivel de servicio. De la misma manera se plantearon objetivos específicos, para que estos ayuden al logro de este proyecto: Calcular el número de tarjetas kanban del proceso productivo de la empresa y realizar un análisis con respecto al flujo del proceso mejorado.

II. MARCO TEÓRICO

Krajewski y Ritzman [3] hacen mención que el balance de línea es la repartición de trabajo a diferentes estaciones dentro una línea, con la finalidad de alcanzar la producción deseada con la menor cantidad de estaciones de trabajo posible. Por su parte Lopez *et al.* [4] en su investigación “Balance de líneas utilizando herramientas de Manufactura Esbelta” tuvieron como objetivo balancear una nueva línea de producción con la finalidad de establecer la cantidad necesaria de operadores y consolidando las actividades del proceso para reducir los tiempos y actividades improductivas. Para dicho fin se calcularon los tiempos promedio de cada operación, seguidamente se halló el takt time para conocer el ritmo de la producción y separar las operaciones en base a este tiempo calculado. Se obtuvo un tiempo estándar de cada operación y se comparó con el valor del takt time dando como resultado un aumento de la productividad en 161% puesto que hay una mayor producción usando menos recursos de mano de obra, así mismo se logró disminuir en un 30% el tiempo de actividades improductivas, las entregas de los pedidos mejoraron en 93% y se aumentó la producción en 78%.

En 2019, Socconini [5] nos dice que el sistema pull o también conocido como el sistema jalar es aquel sistema que logra controlar la producción y que uniformiza la demanda de los clientes con los diferentes procesos de manufactura, obteniendo una producción programada. Ante ello Titto [6], en su investigación “Propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitarios y accesorios de baño en Lima Metropolitana” hace mención que en base a la problemática que presentaba la empresa tales como 20% de los pedidos eran no atendidos, merma para reprocesos con aproximadamente 1 594,11 kg y 80 % en lo que respecta a stock en procesos. Como solución en primera instancia se diseñaron dispositivos tanto para el área de colaje como de pulido y de esta forma se disminuya o elimine la probabilidad de generación de reprocesos. En segunda instancia se implementó la herramienta kanban al grupo de productos que representan el 80% de las ventas totales, para ellos se realizó una clasificación ABC de toda la gama de los productos de la empresa, de los cuales 8 fueron los productos seleccionados. Se calculó el número de kanban necesarios para el proceso, el número de contenedores y se trabajó con una “pizarra kanban”, finalmente se obtuvieron como resultado que después de haber implementado la herramienta kanban se logró reducir el WIP al 35%, permitiendo a la empresa nivelar su nivel de inventario, sus costos de almacenamiento y por ende satisfacer la demanda de sus clientes. Por su parte Cimorelli [7] nos dice que kanban es una herramienta que tiene por finalidad gestionar la producción de flujo y el material en un proceso de producción JIT que trabaja bajo el enfoque “pull”, teniendo como objetivo brindar un equilibrio al flujo de trabajo, a través de

señalizaciones de producción para una pieza, ensamble o componente, siempre y cuando la operación siguiente del proceso productivo haya iniciado a trabajar en la unidad previamente producida. Ante ello Arango *et al.* [8] en su investigación “Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando kanban” hacen mención que dicho estudio se llevó a cabo en una empresa dedicada a la fabricación de transformadores de distribución, la cual presentaba como principal inconveniente el alto volumen de productos procesos en las etapas de bobinado y fabricación de núcleos. Para ello se planteó como solución la simulación del proceso productivo de transformadores aplicando la metodología kanban y luego compararla con el funcionamiento actual del proceso productivo, dando como resultado que gracias a la metodología kanban se logró disminuir la cantidad de stock en proceso en un 33,8% sincronizando la producción de núcleos y bobinas con 42 y 45 unidades respectivamente a diferencia de la situación anterior en la que se producían 147 núcleos y 183 bobinas la cual originaba una mayor cantidad de stock en proceso.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para poder trabajar bajo el enfoque Pull a través de tarjetas Kanban, se seleccionó la línea de las mangas plásticas que funcionan con la extrusora N° 80, es decir la línea de Mangas plásticas de 40 pulgadas y de esta manera identificar los ajustes que debemos realizar antes de la aplicación de dicha metodología. En primer lugar, se revisó el proceso productivo de mangas para identificar nuestro cuello botella y se procedió a calcular el stock en proceso (WIP), siguiendo la metodología de Cuatrecasas [9] y aplicando la fórmula (1) con la finalidad de tener un indicador sobre la cantidad de producto en proceso que existía ente cada estación de trabajo.

$$WIP = Qx \left[1 - \frac{1}{CM} x \left(C_1 - \frac{1}{n} x \sum_1^N Ci \right) \right] \quad (1)$$

Dónde: Q es la demanda a producir, CM representa el cuello de botella o ciclo máximo, C1 es el tiempo de ciclo de la operación 1, n es el número de veces que pasa el lote y $\sum_1^N Ci$ es la sumatoria acumulada de los tiempos de las operaciones.

Como segundo paso, se realizó el balance de línea siguiendo la metodología aplicada por López *et al.* [4] en donde se toman los tiempos promedio de cada operación, posteriormente se aplican las tolerancias ya sea por necesidades personales, retrasos o fatigas. Una vez completado lo antes mencionado se procedió a calcular el tiempo estándar, para lo cual se utilizó la fórmula (2).

$$Tiempo\ estándar = \frac{Tiempo\ Normal}{(1 - \%Tolerancia)} \quad (2)$$

Posteriormente se procedió a calcular el takt time siguiendo la metodología de Rajadell [10] para lo cual se utilizó la fórmula (3), permitiendo así conocer el ritmo de la producción y separar las operaciones en base a este tiempo calculado. Se obtuvo el tiempo estándar de cada operación y se comparó con el valor del takt time obteniendo así el balance de la línea.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ del\ turno - Tiempo\ no\ productivo}{Producción\ Requerida} \quad (3)$$

Una vez que se obtuvo el balance se realizó el cálculo de tarjetas kanban siguiendo la metodología de Socconini [5], quien nos dice que como primer paso debemos calcular el número de piezas por kanban para lo cual se utilizó la fórmula (4).

$$Piezas\ por\ kanban = D \times TE \times U \times \%VD \quad (4)$$

Dónde: D es la demanda semanal, TE el tiempo de entrega, U el número de ubicaciones y %VD es el nivel de variación de la demanda; teniendo en cuenta que este último representa a la división de la desviación estándar de la demanda del periodo entre el promedio de la demanda en el mismo periodo.

Como segundo paso y luego de hallar el número de piezas por kanban se procede a calcular el número de tarjetas kanban aplicando la fórmula (5).

$$N^{\circ}\ kanban = \left(\frac{TE}{Takt\ time} \div N^{\circ}\ de\ piezas\ por\ kanban \right) + Stock \quad (5)$$

Una vez calculado el número de tarjetas kanban, se calcula el número de contenedores que serán necesarios utilizando la fórmula (6).

$$N^{\circ}\ de\ contenedores = \frac{Número\ de\ piezas\ por\ kanban}{Capacidad\ del\ contenedor} \quad (6)$$

Por último, después de realizar las mejoras en el proceso productivo se dio seguimiento al WIP utilizando la fórmula (1) para poder verificar la reducción del stock en proceso y la disposición en flujo de unidad a unidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se realizó una revisión al proceso productivo en donde se identificó que el cuello de botella se encontraba en la etapa de extruido con un tiempo de 44,63 min y un tiempo de ciclo de 98,96 min. Se calculó el stock en proceso teniendo en cuenta que la empresa trabaja con un lote de 2 unidades equivalentes a 103 kg de materia prima, debido a que el tiempo de proceso es elevado. Para ello se procedió a calcular el WIP, y se obtuvo como resultado 5 unidades de stock en proceso.

$$WIP = 2 \times \left(1 - \frac{1}{44,63} \left(2,74 - \frac{1}{2} \times 98,96 \right) \right) = 5 \text{ unid} \quad (1)$$

Luego de haber calculado el WIP inicial, se procedió a calcular el takt time, es decir el tiempo requerido para poder satisfacer la demanda, teniendo en cuenta que se tomará un día de trabajo equivalente a 2 turnos de 11,25 horas con una de manda de 16 unidades.

$$Takt \ Time = \frac{(11,25 \times 2 \times 60) \text{ min}}{16 \text{ unid}} = 84,38 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \quad (3)$$

Una vez calculado el takt time se procedió a comparar dicha cantidad con el tiempo de ciclo, obteniéndose que el takt time es menor, lo cual indica que se requiere realizar ajustes al proceso productivo de mangas plásticas de 40 pulgadas para que se pueda satisfacer la demanda.

$$Takt \ Time < \text{Tiempo de ciclo}$$

$$84,38 \frac{\text{min}}{\text{unid}} < 98,96 \frac{\text{min}}{\text{unid}}$$

Para ajustar el proceso productivo se trabajará en base al tiempo obtenido en el takt time, ya que este indica el ritmo que debe seguir la producción. Para ello se calculó el tiempo estándar siguiendo la metodología de López *et al.* [4], utilizando como base el tiempo promedio brindado por la tesis, la cual es tomada como base para la presente investigación. De igual forma se calculó las tolerancias, las cuales equivalen a 3,21% y el factor de calificación; para este último se toma una calificación de 0,84 obtenida del Sistema Westinghouse. En la tabla 1 se muestra el tiempo estándar calculado para el proceso productivo de mangas plásticas.

Tabla 1. Cálculo de tiempo estándar

N°	Actividad	Tiempo promedio (min)	Factor de Calificación	Tiempo Normal	Tolerancia (%)	Tiempo estándar
1	Pesado 1	2,74	0,84	2,30	3,21	2,38
2	Transporte a Paletizadora	2,42	0,84	2,04	3,21	2,10
3	Paletizado	30,18	0,84	25,35	3,21	26,19
4	Transporte a Pesado	1,15	0,84	0,96	3,21	1,00
5	Pesado 2	3,17	0,84	2,66	3,21	2,75
6	Transporte a Mezcladora	2,12	0,84	1,78	3,21	1,84
7	Mezclado	2,13	0,84	1,79	3,21	1,85
8	Transporte a Extrusora	1,02	0,84	0,85	3,21	0,88
9	Extrusión y enrollado	44,63	0,84	37,49	3,21	38,73
10	Pesado final	1,50	0,84	1,26	3,21	1,30
11	Corte y sellado	2,85	0,84	2,39	3,21	2,47
12	Transporte a almacén	5,05	0,84	4,24	3,21	4,38
Total		98,96				85,88

Fuente: Elaboración Propia.

Luego del cálculo del tiempo estándar se ajustó el proceso productivo en base al tiempo obtenido en el takt time, ya que este indica el ritmo que debe seguir la producción. Para ello se agruparán o separarán las actividades del proceso con la finalidad de nivelar la producción, luego se cambiaron algunas ubicaciones de maquinarias con la finalidad de disponer de un flujo continuo a través de una distribución en “u” y así reducir tiempos improductivos de transporte, por ejemplo el área de paletizado, se agrupó junto a los pesados tanto de materia prima como de pellets y la máquina de mezclado se ubicó al costado del área de extruido, ya que la empresa dispone de espacios libres sin usar. En la tabla 2 se muestra el nuevo tiempo de ciclo, el cual equivale a 81,9 min que al compararlo con los 84,38 min del takt time, resulta ser menor, indicándonos que la línea ya está balanceada y podemos proceder al cálculo de tarjetas kanban.

Tabla 2. Resumen de actividades

N°	ACTIVIDAD	Tiempo (min)
1	Pesado 1	2,38
2	Paletizado	26,19
3	Pesado 2	2,75
4	Transporte a Mezcladora	1,84
5	Mezclado	1,85
6	Extrusión y enrollado	38,73
7	Pesado final	1,30
8	Corte y sellado	2,47
9	Transporte a almacén	4,38
Total		81,90

Fuente: Elaboración Propia.

Para el cálculo de tarjetas kanban se siguió la metodología propuesta por Socconini [5], la cual se aplica a continuación:

- 1° Paso: Se calculó el número de piezas por kanban, dando como resultado una cantidad de 72 piezas:

Tabla 3. Cálculo de piezas por kanban

D=	105	unid
TE=	0,29	semanas
U=	2	ubicaciones
%VD=	0,19	19%
N° DE PIEZAS POR KANBAN=	71,72	

Fuente: Elaboración Propia.

- 2° Paso: Se calculó el número de tarjetas Kanban, dando como resultado 15 tarjetas.

Tabla 4. Cálculo del número de kanban

TE=	8775	min
Takt time=	84,4	min
Piezas por kanban=	72	unid
Margen de seguridad=	14	unid
N° de kanban=	15	

Fuente: Elaboración Propia.

- 3° Paso: Se calculó el número de contenedores, para lo cual se tuvo en cuenta que la capacidad de cada contenedor es de 5 unidades debido al gran tamaño y peso de las mangas plásticas.

$$N^{\circ} \text{ de contenedores} = \frac{71,72 \text{ unidades}}{5 \text{ unidades}} = 15 \text{ contenedores} \quad (6)$$

Finalmente se dio seguimiento y se calculó el WIP final para poder corroborar la disminución del stock en proceso, dando como resultado 3 unidades, logrando disminuir en un 40 % al WIP inicial, que a comparación del 35% y 33,8% que muestran en su investigación tanto Titto [6] como Arango *et al.* [8] respectivamente, se puede decir que la metodología kanban resulta factible de aplicar para la empresa lambayecana AYC PLAST E.I.R.L. y de esta manera poder aumentar su nivel de servicio y satisfacer su demanda.

$$WIP = 1x \left(1 - \frac{1}{38,73} \left(2,38 - \frac{1}{2} x 81,9 \right) \right) = 3 \text{ unid} \quad (1)$$

V. CONCLUSIONES

La propuesta de mejora permitió combinar el justo a tiempo y la metodología kanban con la finalidad de lograr incrementar el nivel de servicio de la empresa al 100% y mantener un flujo continuo en el proceso gracias a reducción del WIP.

Se calcularon el número de tarjetas kanban necesarias para poder controlar el proceso, dando como resultado 15 tarjetas, de igual manera será necesario contar con 15 contenedores.

Se realizó un análisis del flujo del proceso, en el cual se determinó que el el stock en proceso disminuyó en un 40%, indicando que se obtuvo un flujo continuo gracias al control que se realizará por medio de las tarjetas kanban.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Mijahuanca, «MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AYC,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019.
- [2] J. Tapia, T. Escobedo, E. Barrón, M. Guillermina y V. Estebané, «Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria,» *SciELO*, vol. 19, n° 60, 2017.
- [3] L. Krajewski y L. Ritzman, Administración de operaciones: estrategia y análisis, México: PERASON EDUCATION, 2000.
- [4] M. López, G. Martínez, A. Quirós y J. Sosa, «BALANCEO DE LÍNEAS UTILIZANDO,» *El Buzón de Pacioli*, n° 74, 2011.
- [5] L. Socconini, LEAN MANUFACTURING Paso a Paso, Barcelona: Marge Books, 2019.
- [6] L. Titto Porras, «PROPUESTA DE MEJORA DE UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE SANITARIOS Y,» PUCP, LIMA, 2018.
- [7] S. Cimorelli, KANBAN for the Suplay Chain: Fundamental Practices for Manufacturing Management, London: Taylor y Francis Group, 2013.
- [8] M. Arango, L. Campuzano y J. Zapata, «Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban,» *SciELO*, vol. 14, n° 27, pp. 221-234, 2015.
- [9] L. Cuatrecasa, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: Técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático, Barcelona: Bresca Editorial, 2009.
- [10] M. Rajadell y J. Sánchez, Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, España: Ediciones Díaz de Santos, 2010.