

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



**JIT PARA INCREMENTAR LA SATISFACCIÓN DE LA DEMANDA  
NO ATENDIDA EN UNA EMPRESA ENVASADORA DE BIDONES DE  
AGUA DE MESA**

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

**AUTOR**

**ADRIANA DEL ROSARIO GOMEZ MARTINEZ**

**ASESOR**

**MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA**

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

**Chiclayo, 2021**

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>II. Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
<b>III. Materiales Y Métodos .....</b>	<b>7</b>
<b>IV. Resultados Y Discusión.....</b>	<b>8</b>
<b>V. Conclusiones .....</b>	<b>11</b>
<b>VI. Referencias.....</b>	<b>12</b>

## **Resumen**

La empresa que se estudió se dedica a la producción de bidones de agua de mesa de 20 litros, en ella se pudo determinar que su nivel de servicio de venta era de solo 52,08% y que el 24,60% era por pedidos no atendidos debido a la falta de stock, esto se debió al excesivo porcentaje de actividades improductivas que representaban un 27,7% del total, además de tener una eficiencia de solo 70,48%, el problema principal eran las actividades improductivas ocasionadas por la carga de trabajo desequilibrada que se tenía en la empresa, la cual le restaba la capacidad de producir más pues habían excesos en los transportes, ante ello se realizó la herramienta Just In Time junto con la estandarización de las actividades, llegándose a calcular el número de tarjetas Kanban adecuado y proponiendo una nueva distribución de los puestos de trabajo, con ello finalmente se obtuvo que la eficiencia de la planta aumentó a 80%, su producción aumentó un 65% y su nivel de servicio al 90%, como también los tiempos que no agregaban valor se redujeron a 3,1 segundos.

**Palabras Clave:** Kanban, Just In Time, Takt time

**Abstract**

The company that was studied is dedicated to the production of 20 liters of table water drums, in it it was possible to determine that its level of sales service was only 52.08% and that 24.60% was for orders not attended due to the lack of stock, this was due to the excessive percentage of unproductive activities that represented 27.7% of the total , in addition to having an efficiency of only 70.48%, the main problem were the unproductive activities caused by the unbalanced workload that was had in the company, which subtracted the capacity to produce more because there were excesses in transport, before this the Just In Time tool was made together with the standardization of the activities , getting to calculate the appropriate number of Kanban cards and proposing a new distribution of jobs, with this it was finally obtained that the efficiency of the plant increased to 80%, its production increased by 65% and its level of service to 90%, as well as the times that did not add value were reduced to 3.1 seconds.

**Keywords:** Kanban, Just In Time, Takt time

## I. Introducción

En la empresa del presente trabajo de investigación, que se dedica a la producción de bidones de agua de mesa brinda dos servicios los cuales son ventas y recarga de bidones, pero el enfoque está centrado en el servicio de ventas ya que el 52,08% de la producción le pertenece al servicio mencionado. Asimismo, se observó que el 24,60% representa a los pedidos solicitados por venta que no fueron atendidos. Esto, debido a que no se establece un correcto balance de línea y sus procesos no están estandarizados. En consecuencia, se identificó que el 27,27 % son actividades improductivas, es decir existe un tiempo que no agrega valor al proceso que es 27,68 segundos y esto se debe a los transportes que se ejecutan, el cual tiene una distancia de 11,7m (ubicados en las áreas de pre-lavado con 6 segundos y 2 metros de distancia; en el área de lavado con una distancia de 2,2 metros y 7,3 segundos de demora, en el envasado con 2,5 metros y 5,5 segundos de tiempo y finalmente en el almacenamiento con 5 metros y 8,88 segundos de tiempo) y 15 segundos de retraso. Asimismo, la carga de trabajo en la empresa no está equilibrada pues hay operarios que como se ve en la tabla 1 poseen más tiempo de trabajo que otros, en función a ello su carga presenta una variación y por lo tanto la producción varía.

**Tabla 1.** Carga de Trabajo por operario (%)

Operario	Tiempo total (s)*	Carga de Trabajo
1	41,41	8,01 %
2	180,58	34,92%
3	183,54	35,49 %
4	81,06	17,67%
5	30,59	5,91%
<b>Total</b>	<b>517,18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Cieza [1]

Al existir una excesiva carga de trabajo los operarios no pueden producir las cantidades necesarias a un ritmo de producción constante, es decir no se encuentra estandarizado, ya que como se señala en la tabla 1 los operarios 2 y 3 son aquellos que más carga de trabajo poseen con 34,92% y 35,49%; cuyos datos fueron extraídos de la tesis en la que se basó la investigación, entonces la empresa se identificó que trabajaba a un ritmo de takt time de 297s/unidad que no era el adecuado pues no se cumplía con la demanda.

Cabe mencionar que esta empresa cuenta con cuatro etapas pre lavado manual, lavado y desinfección semiautomática, envasado y finalmente almacenamiento, en el cual se identificó que el cuello de botella se encuentra dentro de la primera etapa que es la operación de pre-

lavado manual de bidones con 182,73 segundos, por lo cual se tiene una capacidad de diseño mensual de 3152 bidones, además se determinó el indicador de eficiencia promedio anual siendo 70,48% significando que existe una elevada capacidad ociosa en la empresa de 30,68%, mediante el diagrama de recorrido se observó que el procedimiento para despachar los bidones al personal de distribución no es la eficiente, ya que desde el almacén de producto terminado recorre las áreas de envasado y prelavado, por tanto esta trayectoria puede afectar la inocuidad y calidad del producto. [1]

## **II. Marco Teórico**

Las herramientas de Lean Manufacturing permiten realizar mejoras en la producción de una empresa. Teniendo en cuenta que, para Rajadell y Sánchez [2, p. 2], Lean manufacturing tiene como finalidad eliminar actividades que no aporta valor al cliente, por ejemplo, actividades que consumen espacio, tiempo. Asimismo, al implementar las técnicas de lean manufacturing permiten alcanzar la mejora continúa generando actividades que agreguen valor y desechando aquellas que no lo generen. En este sentido, según Rajadell y Sánchez [2, p. 14], el tercer pilar es el Just in time (JIT), esta filosofía se basa en producir lo necesario de acuerdo a las cantidades demandadas y en los tiempos establecidos (lead time). De tal manera que se reduzcan las actividades que no agregan valor y al momento en el que el cliente solicite un pedido se planifiquen las compras para poder satisfacer la demanda antes de los plazos de entrega.

En 2019, G. Miño, J. Moyano y C. Santillán [3], en su investigación “Standard times for line balancing in model four automotive welding area” señala que uno de los principales problemas de la empresa se debe a que su productividad ha disminuido considerablemente en los últimos años, siendo esta un 75% en el año 2018, esto se debía que la empresa presentaba un excesivo cuello de botella con 57 min en una de las 7 áreas con las que se contaba, lo que se propone como objetivo en la investigación es reducir el cuello de botella y aumentar el nivel de servicio en la empresa, es por ello que se llevó a cabo primero la realización de un DAP y un cursograma para determinar claramente las actividades que eran improductivas en las etapas, luego de ello se procedió a realizar la medición de tiempos estándar para lograr un balance del línea y realizar el cálculo del takt time de la empresa, los resultados que se obtuvieron fue que la empresa logró reducir el tiempo de cuello de botella y actividades improductivas en un 30%; así mismo los tiempos de cada estación eran inferiores al takt time, lo que significó un aumento de la producción para la empresa, un y se incrementó en sus entregas y ventas en un 93%.

En el 2019. K. Bazán et. al. [4] en el artículo “*An integrated system: Lean, Six Sigma and Theory of constraints, a study applied in wooden furniture industry in Lima, Perú*” mostraron la problemática de la empresa en los tiempos de elaboración de los productos, de esta se mostró que existía una baja productividad en la empresa, es por ello que propusieron el uso de metodologías lean, entre los cuáles se evaluó el uso de los tiempos estándar, balance de línea, SMED y hojas de medición, se evaluó cada una de estas alternativas eligiéndose finalmente el balance de línea con el cual se incrementará la utilización de la empresa hasta un 96%.

En el 2019, J. Fory, E. Calderón y N. Martínez [5] en su investigación “Implementation of just in time in the process of raw material supply in an industrial refrigerators Company” se plantearon como objetivo implementar la filosofía Just in time para mejorar los tiempos de entrega desde el almacén de materia prima hasta las diversas áreas de producción. Para ello se recurrió a la implementación del JIT basándose en tres etapas las cuales fueron, el primer lugar lo que realizaron fue caracterizar y clasificar el proceso, posteriormente se analizó la situación actual del sistema productivo mediante herramientas VSM actual donde se calcularon indicadores como el takt time y lead time y finalmente en la tercera etapa se aplicó la herramienta VSM futuro con la finalidad de realizar un mapeo del estado futuro del sistema. Finalmente, se obtuvo como resultados que al implementar una nueva actividad que es el surtimiento de líneas de producción designando funciones a cada operario ya no habrá necesidad de dirigirse a solicitar los materiales, ya que los tendrán en su área de trabajo. Además, al implementar carros especializados para el transporte de materiales se mejoró la entrega y se logró minimizar materiales que no eran necesarios en las áreas de trabajo. Por otro lado, al realizar acuerdos con sus proveedores respecto a la cantidad de aprovisionamiento de recursos se logró identificar mayor confiabilidad en el inventario general de almacén

### III. Materiales Y Métodos

Por otra parte, la presente investigación, en primera instancia guarda relación con la empresa donde se vieron reflejados los resultados generados respecto a los procesos calculados: Primeramente, con el número de estaciones, donde se abarca el tiempo total del ciclo, así como takt time, aplicados en ecuación: [6]

$$N^{\circ} \text{ de estaciones} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total}}{\text{Takt time}} \dots\dots\dots(1)$$

Donde siendo el cálculo de número de operarios ha sido en base a:

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}} \dots\dots\dots(2)$$

Para calcular WIP que viene a ser stock en proceso, se ha tenido en cuenta a Q siendo demanda, Ci ciclo en proceso, CM ciclo máximo de proceso, C1 ciclo del primer proceso y N dígito de transferencia. [7]

$$WIP = Qx \left[ 1 - \frac{1}{CM} x \left( C_1 - \frac{1}{n} x \sum_1^N Ci \right) \right] \dots\dots\dots(3)$$

En efecto, para el cálculo de no valor agregado se tomó en cuenta el lote en proceso y el tiempo que se ha realizado:

$$NVA = \frac{\text{Inventario o lote en proceso} x \text{Tiempo de ciclo de la siguiente operación}}{\text{Tiempo de operación disponible}} \dots\dots\dots(4)$$

Sin embargo, Kanban adoptó una forma de poder controlar errores en el sistema de la empresa por medio de la producción y el tiempo operado. [8]

$$N^{\circ} \text{ kanban} = \frac{\text{Producción diaria} x \text{Tiempo de flujo equilibrado}}{\text{Tiempo de operación disponible}} \dots\dots\dots(5)$$

Tanto que, para calcular el porcentaje variable de la demanda es.

$$\%VD = 1 + \left( \frac{\text{Desviación de la demanda diaria}}{\text{Demanda diaria promedio}} \right) \dots\dots\dots(6)$$

Así como también se conoce el cálculo de piezas mediante Kanban, donde D es la demanda generada a diario, L plazo, U la ubicación y %VD la demanda variable.  $N^{\circ} \text{ de piezas por kanban} = DxLxUx\%VD \dots\dots\dots(7)$

Se detalla que la capacidad del contenedor refiere de las piezas Kanban y los números de contenedores.

$$\text{Capacidad del contenedor} = \frac{\text{Cantidad de piezas por kanban}}{\text{Cantidad de contenedores}} \dots\dots\dots(8)$$

Al finalizar se puede realizar un breve balanceo estadístico referente a los resultados obtenidos en cada uno de los pasos mostrados, con la finalidad de estudiar el nuevo impacto, siendo así una manera eficaz de buscar la mejoría del sistema de la empresa.

#### **IV. Resultados Y Discusión**

En la figura 1 se muestra una ficha de trabajo estandarizado en la empresa, ante ello se determinó que la empresa realiza 4 actividades principalmente al realizar sus actividades de elaboración de los bidones de agua de 20L, para ello se tuvo en bien realizar una estandarización de dichas actividades con la finalidad de que se desarrollen con un tiempo definido, además se realizó el cálculo del tiempo equilibrado promedio al que debe trabajar el sistema para evitar escasez de bidones y el incumplimiento de la demanda, así se tuvo que los tiempos de no valor agregado se redujeron a 3,21 segundos en las actividades, ahora se procede a contrastar con la información de los autores, K. Bazán et. Al [4] hace referencia a que luego de aplicar las herramientas lean necesarias se obtuvo una mejora en la productividad, así como un incremento

de la utilización de la planta, para la empresa de bidones de agua se determinó que su producción va a aumentar debido a que los tiempos se estandarizaron, tal es el caso de producir 109 bidones al día. La empresa podrá tener una producción de 192 bidones aproximadamente, es decir un porcentaje de 65% más en relación con la producción que se tenía antes de la propuesta de mejora, con ello su porcentaje de capacidad ociosa también se reducirá hasta un 20% pues se podrán fabricar más bidones de agua.

FICHA DE LA EMPRESA		Takt time	NVA	Operarios	Estaciones	Tiempo equilibrado
<b>Producto:</b>	Bidón 20L de agua	1,5	3,21	5	1	1,91
<b>N° Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo estándar (min)</b>				
1	Pre-lavado	3,58				
2	Lavado	2,65				
3	Envasado	1,24				
4	Almacén	0,2				
<b>Total</b>		<b>7,67</b>				

**Figura 1.** Ficha de Elaboración de Bidones de agua de 20L

Fuente: Elaboración Propia

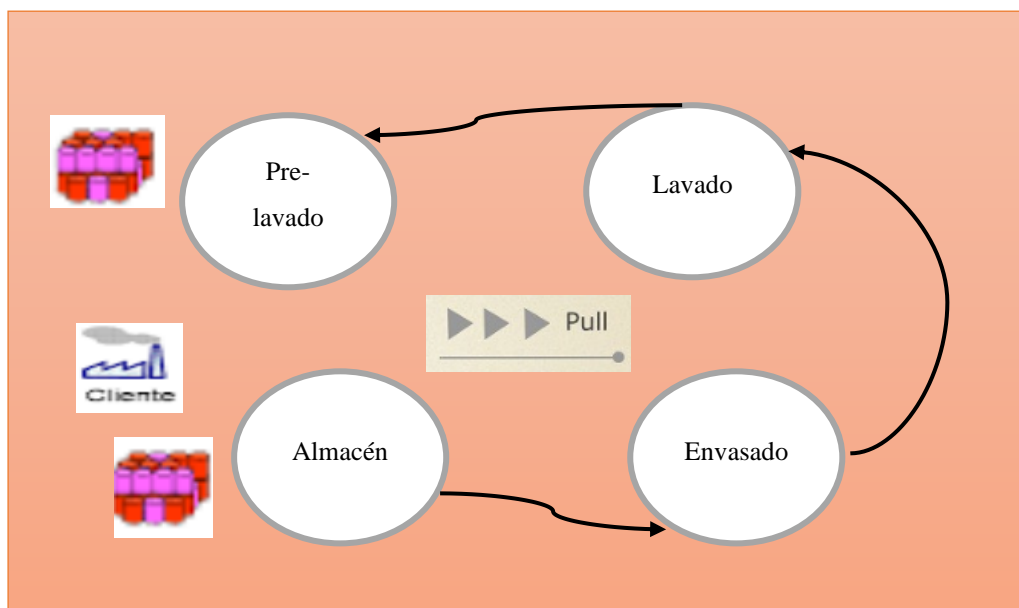
Según como se observa en la tabla 2, se han tomado los datos para proceder a determinar el Kanban de la producción en la empresa de bidones de agua, por ello se tuvo como resultados, que de acuerdo a la empresa, la demanda estimada diaria era de 200 unidades, el tiempo de entrega o lead time que se tiene es de 0,30, así como la variabilidad de la demanda que está en función a la desviación estándar de la misma, se obtuvo por lo tanto que el número de piezas por Kanban estimado era de 189, que gracias a que el sistema será pull, la producción va a aumentar hasta 192 bidones por día, ello se logrará gracias a que se determinó el número exacto de contenedores Kanban al igual que las tarjetas Kanban para evitar faltantes de materia prima.

**Tabla 2.** Cálculos Realizados

Información necesaria	Bidones de 20L
Demanda diaria	200
Tiempo de entrega	0,30
Número de ubicaciones	2
% Variabilidad de demanda	1,23
Piezas x Kanban	189
Takt Time	1,5
Unidades de Seguridad	25
N° Kanban	4
Contenedores	4
Capacidad de contenedores	48

Fuente: Cieza [1]

En la figura 2 se observa un gráfico del sistema pull tomando en cuenta que anteriormente se graficó cómo el Kanban ayudará a que el sistema tenga un flujo continuo sin faltantes de materia prima u otros, y sin un excesivo trabajo para los operarios, se muestra que el sistema estará en equilibrio, por ello al ser el sistema pull se puede observar que la demanda proviene desde afuera tomando en consideración lo que el cliente requiere, ante ello como se identificó habrán 4 tarjetas Kanban mediante las cuales se tendrán las señales para conocer los requerimientos de productos, de esa forma se asegurará un flujo constante.



**Figura 2** Gráfico del Proceso

En 2019, G. Miño, J. Moyano y C. Santillán [3] demostraron que luego de hacer una estandarización de procesos, determinar el cálculo del takt time en sus actividades, obtuvieron una reducción del 30% en actividades que no agregan valor y un incremento de 93% de pedidos entregados a tiempo, es por ello que se tomó en cuenta que el nivel de servicio de la empresa que era bajo y solo representaba un 52,08% porque tenía pedidos que no se atendían, con la propuesta de mejora se podrá tener un aumento hasta del 90% en nivel de atención o nivel de servicio y podrá aumentar sus ingresos en un 60%

J. Fory, E. Calderón y N. Martínez [5] en su investigación aplicaron JIT y VSM, que son herramientas lean, esas herramientas les permitieron minimizar materiales que no eran necesarios en las áreas de trabajo. Por otro lado, al realizar acuerdos con sus proveedores respecto a la cantidad de aprovisionamiento de recursos se logró identificar mayor confiabilidad en el inventario general de almacén, para la empresa se ha considerado una disminución de actividades que no agregan valor al producto, de esa forma se mostró una disminución de tiempos en 178 segundos que ya no se van a requerir usar porque el proceso se encuentra

dividido en 2 estaciones donde a cada una se le asignó un número de operarios, ahora posee una eficiencia del 80% gracias al aumento de la producción y se aumentaron sus ingresos.

## **V. Conclusiones**

Se determinó que el impacto del Just In Time en la demanda le permitieron aumentar en un 80% más que lo que ya se producía con el sistema que la empresa tenía.

El nivel de servicio aumentó en más del 40%, y con ello el porcentaje de pedidos no atendidos se redujo.

Gracias al balance de línea y la estandarización de tiempos se logró disminuir el tiempo del cuello de botella y aumentar la producción a 192 unidades al día para poder satisfacer la demanda en un porcentaje más elevado

## VI. Referencias

- [1] C. C. Carrasco, «Propuesta De Mejora Del Proceso Productivo Para Satisfacer La Demanda En La Empresa Agua Y Servicios Y,» Universidad Catolica Santo Toribio De Mogrovejo, Chiclayo , 2019.
- [2] M. Rajadell Y J. L. Sanchez , «Lean Manufacturing La Evidencia De Una Necesidad,» España, Diaz De Santos , 2010, Pp. 1-2.
- [3] J. M. Y. C. S. Gloria Miño, «Standard Times For Line Balancing In Model Four Automotive Welding Area,» 2019. [En Línea]. Available: [Http://Scielo.Sld.Cu/Scielo.Php?Script=Sci\\_Arttext&Pid=S1815-59362019000200110](Http://Scielo.Sld.Cu/Scielo.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S1815-59362019000200110). [Último Acceso: 1 Julio 2021].
- [4] C. C. E. R. Y. R. M. Karla Bazán, «“An Integrated System: Lean, Six Sigma And Theory Of Constrains, A Study Applied In Wooden Furniture Industry In Lima, Peru”,» 2019. [En Línea]. Available: <File:///C:/Users/A/Downloads/Bazan-Rios2019.Pdf>mostraron . [Último Acceso: 8 Mayo 2021].
- [5] J. E. Fory Lucumi, C. E. Calderón Rosero Y N. Martinez Escobar, M., «Implementación De Justo A Tiempo En El Proceso De Abastecimiento De Materia Prima En Una Empresa De Refrigeradores Industriales,» *Universidad Santiago De Cali*, P. 16, 2019.
- [6] C. Digital, «Balanceo De La Línea De Ensamble De M4 De Great Wall Mediante Manufactura Esbelta,» 2018.
- [7] Researchgate, «El WIP Como Objetivo Estratégico En La Distribución De Planta,» 2018.
- [8] Repositorioacademico, «Propuesta De Mejora Para La Reducción De Tiempos En El Proceso Productivo Para Uvas De Mesa Variedad Redglobe Aplicando Herramientas Lean Manufacturing,» 2021.
- [9] SNI, «Estudios Economicos, Reporte Sectorial De Agua Embotellada,» Lima, 2017.
- [10] M. A. M. Guzman, «Tecnologías Para El Uso Sostenible Del Agua,» Fao, Tegucigalpa, Honduras, 2013.
- [11] A. L. Távara Chupillón, «Propuesta De Mejora Del Proceso Productivo En Una Linea De Confecciones En La Empresa Empercon S.A.C. Mediante El Uso De Herramientas De Manufactura Esbelta,» *Universidad Santo Toribio De Mogrovejo* , P. 110, 2017.