

Application of Lean Manufacturing and its impact on the productivity of a plastic bag washing company

Roberto Encarnacion, Magíster¹, Rolando Baca, Bachiller²
¹Universidad Privada del Norte, Perú, roberto.encarnacion@upn.pe, n00050788@upn.pe

Abstract— *The present investigation was carried out in a company that offers the service of washing plastic bags for the food sector, it was possible to demonstrate the relevance of Lean Manufacturing. The objective was to determine the effect of the application of Lean on productivity. The research methodology consisted of identifying the main problem, Analysis & diagnosis of the process and application of the Lean system (elimination of waste, generation of continuous flow, balancing activities and leveling of production). The type of study was experimental and applicative, with a quantitative approach. Tools such as the VSM, Pareto diagram, cycle time, Takt Time, Manufacturing Cells, 5'S, Shojinka and Heijunka were applied. Productivity increased by 29.2%, as well as installed capacity by 12.9% and inventories minimized during washing.*

Keywords— *Value Stream Mapping, Productivity, Lean Manufacturing.*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Aplicación del Lean Manufacturing y su impacto en la productividad de una empresa de lavado de jabas plásticas

Roberto Encarnacion, Magíster¹, Rolando Baca, Bachiller²

¹Universidad Privada Del Norte, Perú, roberto.encarnacion@upn.pe, n00050788@upn.pe

Resumen— La presente investigación se realizó a una empresa que ofrece el servicio de lavado de jabas plásticas para el sector de alimentos, se logró demostrar la relevancia del Lean Manufacturing. El objetivo fue determinar el efecto de la aplicación del Lean en la productividad, La metodología de investigación consistió en identificar el problema principal, Análisis & diagnóstico del proceso y aplicación del sistema Lean (eliminación de desperdicios, generación de flujo continuo, balancear las actividades y nivelación de la producción). El tipo de estudio fue experimental y aplicativo, con enfoque cuantitativo. Se aplicaron herramientas como el VSM, diagrama de Pareto, tiempo de ciclo, Takt Time, Células de Manufactura, 5'S, Shojinka y el Heijunka. La productividad incrementó en 29.2%, así también la capacidad instalada en 12.9% y minimizar los inventarios durante el lavado.

Keywords—Mapa de Flujo de Valor, Productividad, Manufactura esbelta

I. INTRODUCCIÓN

El término Lean Manufacturing fue acuñado por Womack [1] a partir del estudio de la industria automovilística mundial y es la generalización del sistema de producción que la Toyota emplea con gran éxito competitivo desde décadas atrás [2]. El Lean busca la eliminación de desperdicios, el desarrollo de un sistema de producción flexible y la integración de la cadena de suministros. Para ello involucra un conjunto de elementos que incluyen el sistema de planificación y control basado en un sistema "Pull"; la búsqueda de un sistema flexible a través del Layout, la flexibilidad de los equipos y de los operarios; la reducción de tiempos de operación y preparación; la implementación de un sistema de círculos de calidad y de sugerencias y las relaciones de largo plazo con los proveedores [4]. Un elemento fundamental en el lean son las células de manufactura, las cuales proporcionan el Layout adecuado en partes del proceso productivo para conjugar la flexibilidad del sistema productivo con la estandarización de operaciones de acuerdo a los patrones de demanda [5] [6]. El otro elemento importante del lean es la forma de implementación, la cual ocurre a través de un proceso de mejora continua, donde todos los trabajadores de la empresa participan en círculos de calidad y sistemas de sugerencias.

La mejora continua es muy próxima a la metodología de la investigación acción desarrollada por Lewin [7], la cual

incluye elementos organizacionales que pueden aplicarse en diferentes ámbitos y en particular enriquecer el proceso de mejora continua.

El principio del Lean Manufacturing es que el producto o servicio debe ajustarse a las necesidades del cliente y para satisfacer estas condiciones es importante la eliminación de desperdicios. Por lo tanto, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1 % del total del proceso productivo, es decir, el 99 % de las actividades restantes no aportan valor y entonces constituyen desperdicios [8].

Para utilizar la metodología Lean en esta investigación se debe tener en cuenta que existen tres fases para implementar el Lean Manufacturing, [9]; conocer la demanda del cliente, establecer flujo continuo y nivelar la producción. Se debe establecer un flujo continuo para asegurar que las unidades de trabajo correctas lleguen en el momento correcto. Los sistemas de flujo jalar o PULL son una manera eficaz de controlar la producción entre procesos que no se pueden unir en flujo continuo [10].

Los diagramas de flujo VSM permiten la detección de las actividades que no agregan valor al proceso, además, considera que las 5S debe representar el inicio de un sistema de mejora [11]. Así también, la manufactura celular permite reducir el lead time, reduce inventarios y permite identificar previamente problemas de calidad [12].

El aporte de este estudio queda demostrado al obtenerse mejoras en el tiempo de ciclo y la productividad, generando flujo continuo en el lavado de jabas, inventarios mínimos y controlados, eliminación de horas extras, acumulación de jabas en el puesto de trabajo y malestares músculo esquelético por parte del personal, por ser un proceso casi el 80% manual, logrando que los operarios realicen sus actividades de manera más eficiente y eficaz.

II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

2.1. Distribución Física

Se describe la situación actual del área donde se realizan los lavados de jabas, siendo necesario abordar las siguientes consideraciones:

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Las jabas son de un material de plástico fabricado de polipropileno (PP) del tipo canasta rectangular con medidas de 40 x 30 x 25 cm color negro, con un peso promedio de 800 gramos, se utiliza para el embalaje de todo tipo de producto. Estos provienen de los clientes de consumo masivo que empaacan sus productos refrigerados y en condiciones normales de temperatura, para el caso de la investigación se utiliza para la manufactura de alimentos lácteos, finalizando su proceso de transformación, las jabas retornan a la empresa de diferente grado de suciedad.

Dentro del área de lavado trabajan 8 operadores, 1 almacenero, 1 supervisor de turno y 1 operador de montacarguista. La limpieza es semiautomática y de forma manual. A la hora del refrigerio se detienen todas las operaciones, se tiene un suplemento del 17%.

2.2. Proceso de Lavado de Jabas plásticas

A. Segregación de Jabas

Se aprovisionan desde el almacén y llegan en pallets de madera con una cantidad de 72 unidades, se retira el plástico y se verifica el grado de suciedad (con etiquetas, con manchas de producto y/o rotas) que provienen del cliente, desde el inicio del turno se forman rumas cada 5 unidades de jabas y separadas por el nivel de suciedad, si están rotas se traslada a un espacio de materiales destinados a la basura.

B. Pre – Lavado

Consiste en retirar la suciedad mediante 2 métodos de trabajo, el primero para las jabas no muy sucias, mediante el uso de la hidrolavadora o agua a presión, el operario gira la jaba de los 4 lados y asegurando su limpieza, va formando rumas de 5 unidades. Y para las jabas muy sucias se usan cepillos o espátulas, en lo cual, toma mayor tiempo. Luego se aplica agua de red, en ambos casos se forma inventario para el siguiente proceso.

C. Lavado Automático

Antes de iniciar el lavado automático se acumulan rumas de jabas plásticas previamente lavadas, un operario alimenta las jabas a una faja transportadora, para el lavado automático se usa agua caliente, el operario se encarga de revisar y separar las jabas mal lavadas. Posteriormente se sigue seleccionando y lavando previamente las jabas.

D. Empacado

A la salida del lavadero automático, se reciben las jabas con agua y que son escurridas, se agrupan en 3 jabas, son apiladas en un pallet y forradas con stretch film. Finalmente son trasladados al almacén de jabas limpias.



Figura 1 lavado de jabas plásticas.

Se genera la facturación de los pedidos, y despacho. Son destinados a centros regionales del Sur, Norte y Centro de la capital, no cuentan con racks en sus almacenes. Se cuenta con una plataforma de 18 ocupaciones, cada ocupación contiene 72 jabas limpias, esto equivale a 1296 jabas limpias que se distribuyen y entregan al cliente.

2.3. Problemática del Sistema Productivo

Explicaremos los problemas que se identificaron en la empresa durante el lavado de jabas de plástico, como se muestra en la figura 2, se obtuvo a partir de la tabla de calificación y selección del problema principal [13], se ponderaron los principales problemas en 4 criterios: satisfacción al cliente, impacto en costos, complejidad de solución y cumplimiento de los objetivos de la dirección. En lo cual, se evidencia que la causa raíz es un mal diseño del sistema de trabajo.

- Baja productividad del personal, el cálculo se presenta en la ecuación 1, se lavan menos jabas al día, como antecedente se tiene el análisis de movimientos, se evidencia constante inclinación del personal, reduciendo las horas hombre y no cumplir con las metas establecidas, en ocasiones se debe programar horas extras, esto genera inasistencias y/o descansos médicos.
- Devoluciones de etiquetas de papel por defectos en su impresión, el impacto fue que se contaba con poco stock para colocarlos en las jabas lavadas.
- Sobre costo por el mal lavado de jabas, esto fue parte de los reclamos del cliente, y que tenían que ser reprocesadas o relavadas.
- Jabas de otros clientes, son las jabas que no pertenecen a la empresa y se tuvieron que ser devueltas, restando stock de jabas para el cliente interno
- Finalmente falla del flujómetros de agua, de impacto menor y poca frecuencia, aunque en ocasiones no se podía lavar las jabas.

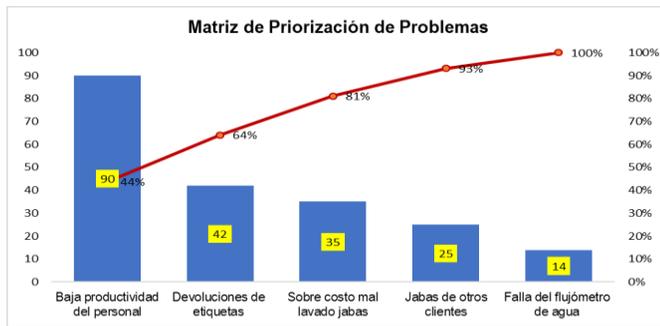


Fig. 2 Gráfico Selección del problema principal

Ante los problemas mencionados se tuvo la necesidad de aplicar la metodología Lean Manufacturing para dar una solución y permita el incremento de la productividad.

El problema planteado en la investigación es ¿En qué medida la implementación de un sistema Lean Manufacturing permite incrementar la productividad en el proceso de lavado?

Objetivo General

Determinar el efecto de la aplicación del Lean para incrementar la productividad en el proceso de lavado de jabas plásticas.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema productivo en el servicio de lavado de jabas plásticas
- Eliminar los desperdicios del proceso de lavado de jabas mediante la metodología del Lean Manufacturing
- Evaluar el impacto económico de la implementación de la mejora en el proceso de lavado de jabas

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, ya que se encarga de resolver problemas prácticos en base a hallazgos, observaciones y toma de tiempos en el puesto de trabajo del sistema productivo para la obtención de la información, analizarla e implementar el Lean Manufacturing. La investigación fue de diseño experimental, se ha estructurado considerando la descripción del proceso, la implementación del VSM, 5'S y Manufactura Celular, por mencionar algunos.

Las variables dependiente e independiente son la Productividad (X) y el Lean Manufacturing (Y).

$$\begin{aligned} X &\rightarrow \text{N}^\circ \text{ Jabas limpias/Horas Hombre} \\ Y &\rightarrow \text{Aplicación de Herramientas Lean} \end{aligned} \quad (1)$$

Para el área de lavado se utilizó técnicas de observación directa, el estudio se realizó en un lapso de 6 meses, en donde consistió en mapear el proceso, entrevistas al personal, levantamiento de la información sacados de los registros de la producción diaria de lavado de jabas y seguimiento en planta,

de este último se realizó estudio de tiempos y movimientos (se identificaron 20 actividades y con una frecuencia de 10 tomas por cada actividad) y con ello se calculó el tiempo de ciclo.

La metodología Lean es un modelo de gestión enfocado en un flujo creado para entregar a los clientes de una compañía el máximo valor añadido respecto a un producto o servicio [9]

TABLE I
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

ETAPA	HERRAMIENTA	DESCRIPCION
Problemática	Diagrama de Pareto	Prioriza los tipos de problemas que presentan y de mayor impacto
Análisis y Diagnóstico	Cycle Time	Diagnóstica el tiempo de proceso que demora en lavar una jaba plástica
	Capacity Planning Resource	Mide el volumen de producción máximo de lavado de jabas plásticas que se realiza diariamente
	Takt Time	El ritmo de la demanda del cliente, tiempo de atención por lavar una jaba
	VSM	Mapeo del proceso de lavado de jabas, desde el proveedor hasta el cliente, identificando variables de proceso
	Análisis 5 Porqué	Identifica las causas raíz potenciales, a partir de ello se realiza un plan de acción
Sistema Lean Manufacturing	5'S	Aplicación de las Herramientas Lean Manufacturing para eliminar desperdicios, generar flujo continuo, balanceando actividades, polivalente al personal y Nivelación
	Célula de Manufactura	
	Shojinka	
	Heijunka	

Según la tabla I se desarrolla la metodología de investigación, en cada etapa se menciona las herramientas a utilizar, y describiendo el objetivo de cada una de ellas, al final se presenta la metodología de mejora bajo el Lean Manufacturing.

• Cycle time

Es el tiempo que demora en lavar la cantidad de jabas sucias en un tiempo disponible de 561 minutos al día, se descuenta el refrigerio ya que las operaciones se detienen, considerando que es sólo turno diurno y el cálculo se obtiene sumando los 4 tiempos por una jaba y es de 133.7 segundos, esto se obtuvo realizando el estudio de tiempos y movimientos al proceso de lavado, mediante uso de cronometro, formato impreso de diagrama de actividades de proceso.

- Capacity

Una vez calculado el tiempo de ciclo, se mide la capacidad diaria, que es el máximo volumen de producción en este caso la cantidad de jabas que se pueden lavar, realizando el cálculo se tiene un total de 2014 jabas, esto se obtiene multiplicando la disponibilidad de días al mes (sin contar domingos), finalmente la capacidad mensual es de 44,309 jabas.

Este valor se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad} = \text{Disponibilidad} \times \text{MO} / \text{Cycle Time} \quad (2)$$

$$= \frac{60 \text{ seg} \times 561 \text{ min.} \times 22 \text{ día} \times 8 \text{ MO} \times 1 \text{ jaba}}{1 \text{ min.} \text{ día} - \text{MO} \text{ 1 mes} \quad 133.7 \text{ seg.}} = 44,309 \text{ jabas/mes} \quad (3)$$

- Takt Time

Es el tiempo que permite que el sistema de producción conserve un ritmo estable bajo el dictado de la demanda, con una disponibilidad de 561 minutos y una demanda de 2243 jabas por lavar al día, se tiene un takt time 15 seg/jaba limpia.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Disponibilidad}}{\text{Demanda}} = \frac{561 \text{ minutos}}{2243 \text{ jabas}} = \frac{15 \text{ seg}}{\text{jaba}} \quad (4)$$

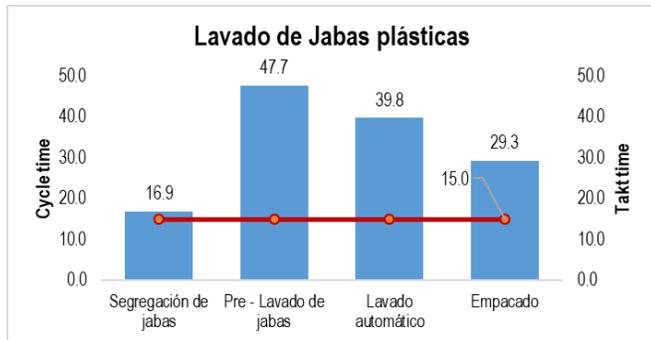


Fig. 3 Gráfico de barras del tiempo de ciclo vs el takt time

Por lo tanto, si analiza ambas variables, se puede mencionar que el proceso no cumple con la demanda diaria, ya que el tiempo de ciclo es mayor que el takt time. Y eso se puede visualizar en la figura 3, donde el estado actual muestra claramente que hay actividades del proceso de lavado que se encuentran desbalanceadas, inclusive unos presentan mayor carga de trabajo que otros.

- Mapeo Flujo Valor – VSM actual

En la figura 4, se muestra el mapeo de proceso con los problemas mencionados, con un total de 8 trabajadores, tiempo de ciclo, tiempo total de la producción, abastecimiento diario, salvo en inicios de semana que se acumulan 2 días de inventario, y sucesivamente en cada proceso. Trabajan 22 días al mes, la idea es generar rotación, alineado al plan de la producción mediante la planeación maestra de la producción (MPS) para definir las cantidades a lavar a mediano plazo,

plan de requerimiento de materiales (MRP I) para gestionar la lista de materiales (BOM) y planeación de requerimiento de capacidad (CRP) para proyectar la capacidad en el tiempo y si se tiene holgura ante un incremento de nuevas necesidades por parte de las áreas productivas.

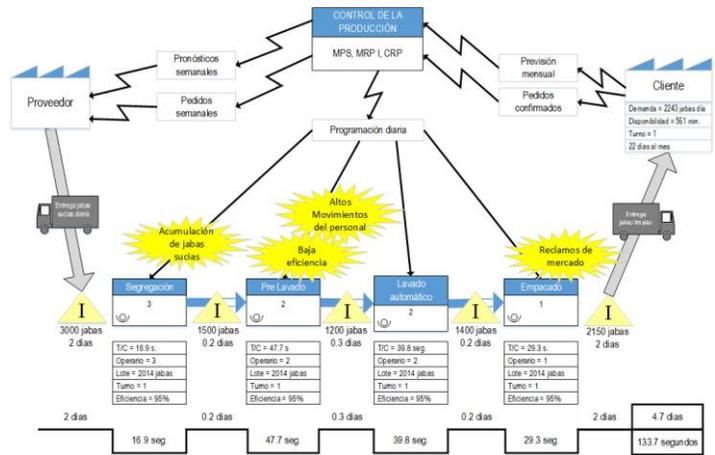


Fig. 4 Mapeo Flujo Valor del lavado de jabas

La metodología lleva a definir lo siguiente, identificar la situación actual en todos los aspectos que sea conveniente, para lo cual podrá realizarse el Mapa Flujo de Valor o Value Stream Mapping (VSM) mostrado en la figura 4, importante y potente herramienta del Lean Manufacturing.

La importancia de eliminar despilfarros a medida que vaya siendo posible, con esto se permitirá ir abordando eficientemente las etapas que seguirán. La implantación del proceso en flujo, de forma que se cumplan todas las exigencias de la gestión Lean:

- Establecer el flujo de actividades del proceso, acercándolas al máximo y conectándolas en modo pull.
- Mover el producto dentro de este flujo en pequeños lotes o unidad
- Establecer el stock necesario, manteniéndolo en el mínimo posible, para que, en caso de interrumpirse el flujo, el resto del proceso pueda continuar.
- Determinar el takt time correspondiente al ritmo de trabajo preciso para la producción a efectuar, y que se calculó en la ecuación 4.
- Distribuir la carga de trabajo entre los puestos necesarios, equilibrándolas y de forma que se ajustan al takt time

Programar la secuencia de órdenes de producción para enviar al proceso, en pequeños lotes y con el máximo nivelado, lo que permitirá un flujo regular de producto e incluso de aprovisionamientos. En la figura 5 se observa la metodología a trabajar bajo un sistema Lean, mediante ciclos de mejora continua y con ello asegurar la sostenibilidad de iniciativas para la eliminar las actividades que no agregan valor al servicio de lavado de jabas plástica.

3.1. Análisis Causa Raíz

A partir del diagrama de Pareto de la figura 2, se analiza el problema mediante la herramienta de los 5 porqués, obteniéndose 3 causas principales, como son la inexistencia de un programa de orden y limpieza, mal diseño del puesto de trabajo y falta de capacitación al personal, mal diseño del puesto de trabajo y falta de capacitación al personal.

TABLE II
HERRAMIENTA DE LOS 5 PORQUÉ

PROB	PORQUE 1	PORQUE 2	PORQUE 3	PORQUE 4	CAUSA RAIZ
Baja Productividad en el proceso de lavado de jabas plásticas	Personal no completa su cuota diaria	Personal demora en lavar las jabas plásticas	No se identifica espacio para colocar los tipos de cepillos por el grado de suciedad		Inexistencia de un programa de orden y limpieza
			Altos movimientos del personal para el lavado de jabas	Personal demora en ubicar los útiles de limpieza	
	Descanso médico	Malestar músculo esquelético		Personal demora en abastecer las jabas sucias	Falta de capacitación al personal
			Jabas rechazadas	Jabas con presencia de suciedad	

Se inicia con 2 frentes en la tabla II, personal no completa su cuota diaria, y de las jabas que se envían un % son rechazadas por encontrarse mal lavadas.

- Reclamos por Jabas sucias, el operador de lavado no diferencia el grado de suciedad de las jabas, los que tienen alto grado de suciedad son lavados como si fueran de grado menor, o lavan de forma superficial sin uso de detergente.
- Acumulación de jabas plásticas al momento de lavarse en varias partes del área, se espera un lote de jabas equivalente a 3 horas y recién encender el lavadero automático, esto nos genera espacio confinado y dificultad para moverse.
- Alto movimiento del personal en el área de segregación, pre lavado, y empaçado, para cumplir con las actividades diarias, esto es debido por el diseño del puesto de trabajo. Esto ocurre por no contar con un check list de trabajo y disponer de todos los recursos necesarios para iniciar la producción.

- Así también se evidenció durante el lavado que el flujo de agua por momentos es bajo. Las tuberías son ramificadas y se comparte con otras áreas, perdiendo presión. No es frecuente pero afecta en ocasiones el mal lavado de las jabas plásticas.
- Las áreas presentan papeles en el piso, acumulación de producto alimentario adherido a las jabas, stretch film que no son recogidos al momento de retirarlo de las jabas y paletas respectivamente y durante la manipulación van al piso

3.2. Diagnóstico del Sistema Productivo

- Las actividades no están balanceadas, haciendo que algunos operadores tengan mayor carga de trabajo que otros, movimientos innecesarios, el tiempo de ciclo es mayor al takt time, esto quiere decir que el proceso demora en atender la demanda de lavado de jabas. Falta de un método de trabajo estandarizado.
- Se evidencia inclinación constante y mala postura del personal para el lavado de jabas plásticas, durante las entrevistas realizadas al personal, comentan que sienten molestias músculo esquelético. Esto se midió en base a encuestas y se diagnosticó malestar leve en las muñecas y espalda. Y esto es lo que genera la baja productividad del personal
- Se evidencia un mal dimensionamiento de los puestos de trabajo, alta exposición al agua de lavado que quedan en las jabas a la salida del lavado automático y por el impacto genera salpicadura al operador y acumulación de jabas plásticas en todos los puestos de trabajo.

TABLE III
PLAN DE ACCIÓN UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN

CAUSA RAIZ	PLAN DE ACCIÓN	HERRAMIENTA LEAN
Inexistencia de un programa de orden y limpieza	Colocar 2 flujos de limpieza de jabas según el grado de suciedad	5'S
	Orden y limpieza en el puesto de trabajo	
Mal diseño del puesto de trabajo	Implementar un diseño de flujo continuo para el lavado de jabas	Célula de Manufactura
		Heijunka
Falta de capacitación al personal	Capacitar al personal en temas buenas prácticas	Shojinka

En la tabla III se muestra el plan de acción, identificando los tipos de herramientas Lean que se utilizarán para eliminar cada causa raíz.

3.3. Sistema Lean Manufacturing

En la figura 5 se observa la metodología a trabajar bajo un sistema Lean, nótese la necesidad de trabajar en ciclos de mejora continua y con ello asegurar la sostenibilidad de las propuestas e ideas de mejora para la eliminar las actividades que no agregan valor al servicio de lavado de jabs plástica



Fig. 5 Etapas de evolución para una implementación Lean.

A. Eliminación de Desperdicios

Para esta etapa, se utilizó la herramienta Lean, para la aplicación de las 5'S se trabajó con base en una evaluación de la situación actual encontrada como se describe a continuación:

TABLE IV
EVALUACIÓN DE LAS 5S ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

FICHA EVALUACIÓN 5S	
ITEM	Puntaje (1-5)
CLASIFICACIÓN	
- Se aprecian objetos innecesarios en el almacén jabas	1
- Existen materiales o maquinarias que no utilizan	3
- En los estantes existen objetos innecesarios	2
- Es difícil encontrar las herramientas de trabajo	2
Puntaje	8
ORDEN	
- Se presenta un correcto armado de las jabas sucias	1
- Se identifica la cantidad de estantes	3
- Existe orden de jabas provenientes de producción	2
- Existe correcto registro de la producción	3
Puntaje	9
LIMPIEZA	
- Existen encargados en la limpieza del área de Producción	2
- Existen ambientes sucios que impiden el paso de los operarios	1
- Hay limpieza diaria en el área de trabajo	1
- Situación de materiales almacenados	2
Puntaje	6
ESTANDARIZAR	
- Se emplean las 3 primeras "S"	
- Hay un plan de mejora	1
- Existen procedimientos de mejora a futuro	2
- Se hace mejora en los procedimientos y/o Ambiente	1
Puntaje	5
DISCIPLINA	
- Se emplean las 4 primeras "S"	1
- Cumplen las normas de la empresa	2
- Hay motivación en el área de trabajo	2
- Cumplen y/o respetan las acciones de la metodología 5S	1
Puntaje	6
TOTAL	34

En la tabla IV se observa el nivel de cumplimiento de las 5'S con un valor de 34 antes de la implementación de esta metodología. Luego de evaluar el porcentaje de cumplimiento se implementó la metodología 5'S y se planificó estrategias en cada una de las etapas:

- **Clasificar:** Se eliminaron todos los objetos que no son utilizados e innecesarios en el área de producción para tener más espacio y poder escoger fácilmente las herramientas que sison utilizados, se colocaron tarjetas rojas.
- **Organizar:** Se estableció un mejor orden en el apilado de jabas por lavar y evitar caídas de estos de igual manera manejar el buen orden en el almacenamiento de jabas limpias y dejar espacio, evitar tener jabas mal lavadas que se convierten en rechazos o no conforme por parte del cliente y de esa forma contar con un mejor registro.
- **Limpieza:** Se tuvo la participación de los operadores para hacer la limpieza frecuente en el lavadero de jabas, especialmente en el retiro de etiquetas en las jabas que suele regresar al proceso de lavado.
- **Estandarización y Disciplina:** Se estableció procedimientos y plan de mejora con el fin de cumplir las 3 primeras "S" y se conviertan en un hábito diario y se cree disciplina por parte de los miembros de la organización.

TABLE V
EVALUACIÓN DE LAS 5S DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN

FICHA EVALUACIÓN 5S	
ITEM	Puntaje (1-5)
CLASIFICACIÓN	
- Se aprecian objetos innecesarios en el área de producción	4
- Existen materiales o maquinarias que no utilizan	4
- En los estantes existen objetos innecesarios	5
- Es difícil encontrar las herramientas de trabajo	5
Puntaje	18
ORDEN	
- Se presenta un correcto armado de los ladrillos	5
- Se identifica la cantidad de estantes	5
- Existe orden de los ladrillos en el área a PT	5
- Existe correcto registro de la producción	5
Puntaje	20
LIMPIEZA	
- Existen encargados en la limpieza del área de producción	5
- Existen ambientes sucios que impiden el paso de los operarios	5
- Hay limpieza diaria en el área de trabajo	5
- Situación de materiales almacenados	4
Puntaje	19
ESTANDARIZAR	
- Se emplean las 3 primeras "S"	
- Hay un plan de mejora	4
- Existen procedimientos de mejora a futuro	4
- Se hace mejora en los procedimientos y/o ambiente	4
Puntaje	16
DISCIPLINA	
- Se emplean las 4 primeras "S"	1
- Cumplen las normas de la empresa	2
- Hay motivación en el área de trabajo	2
- Cumplen y/o respetan las acciones de la metodología 5S	1
Puntaje	6
TOTAL	89

La tabla V del nivel de cumplimiento después de la implementación de las 5S es de 89 comparado con la anterior que es 34 el incremento fue de 61%. Después de la implementación se volvió a medir para ver el nivel de cumplimiento

TABLE VI
TIEMPOS DE CICLO DEL PROCESO DEL LAVADO JABAS

N.º	Situación Actual	Seg.	valor	Propuesta Mejorada Flujo continuo	Seg.
1	Abastece pallet	1.0	SI	Abastece pallet	1.0
2	Rompe film del pallet	0.2	SI	Rompe film del pallet	0.2
3	Revisa jabas por unidad	4.9	SI	Revisión de jabas sucias	4.0
4	Coloca jabas al costado	4.1	NO	→	0.0
5	Apila jabas rumas x 5	3.7	NO	→	0.0
6	Limpia lugar de trabajo	0.8	SI	Limpia lugar de trabajo	0.8
7	Traslada jabas a zona de prelavado	2.1	NO	→	0.0
8	Hidrolavado de jabas sucias	10.3	SI	Hidrolavado de jabas sucias	8.7
9	Cepillado de jabas sucias	28.1	SI	Cepillado de jabas sucias	22
10	Gira las jabas para lavar	4.7	SI	Gira las jabas para lavar	4.7
11	Alimenta rumas a lavadora automática	4.7	NO	→	0.0
12	Coloca rumas cerca de lavadero automático	2.3	NO	→	0.0
13	Alimenta jabas a la lavadora automática	36.9	SI	Coloca jabas lavadas en faja	3.3
14	Inspección de jabas lavadas	0.6	NO	→	0.0
15	Toma jabas y separa el agua que lo contiene	4.7	SI	Coge jabas lavadas	4.7
16	agrupa jabas en 3 unid.	7.8	SI	agrupa jabas en 3 unid	7.8
17	Traslada y apila en pallet	11.7	SI	Traslada y apila en pallet	11.7
18	Forra pallet con jabas	2.7	SI	Forra pallet con jabas	2.7
19	Coge estoca y traslada pallet	1.1	SI	Coge estoca y traslada pallet	1.1
20	Traslada a almacén jabas limpias	1.3	SI	Traslada a almacén jabas limpias	1.3
Tiempo total de ciclo		133.7			74

Se definen las actividades para el lavado de jabas en la tabla VI, por un lado, se ve que las actividades en la situación actual y que algunos no agregan valor, en la otra columna están los que generan flujo continuo, en algunas inclusive sus tiempos se han reducido.

Las actividades se redujeron de 20 a 14 y los tiempos para lavar una jaba bajó de 133.7 a 74 segundos.

B. Establecer flujo continuo

Mediante el diseño de la Célula de Manufactura; se implementa un nuevo sistema de lavado de jabas plásticas para la generación de flujo, en la entrada se colocaron mesas de trabajo de material inoxidable y tener un mejor deslizamiento para la segregación y el pre lavado de jabas, y distribuirlos por el grado de suciedad (etiquetas adheridos, manchas de producto, etc.), se colocaron Mass Conveyor para el deslizamiento de las jabas e ingresen al lavadero automático, evitando inclinación, malas posturas o levantamiento de jabas.

A la salida de este se colocaron carriles metálicos para voltear las jabas mojadas y drenar el agua, con el objetivo de evitar el contacto con el trabajador. El lavadero automático inicia las operaciones desde la primera hora, con esto los procesos se encuentran alineados desde el inicio. Con este nuevo diseño se optimizó el número de trabajadores, bajando de 8 a 5 personas. Así también se realizaron simulaciones de prueba y error, reubicaciones con los trabajadores, pruebas de las mesas y Feedback por parte de ellos para mejorar la nueva distribución y mejorar los tiempos en cada proceso, con todo esto se trabaja bajo un sistema pull y stock minimizado.

El diseño de entrada de jabas sucias está cercano y a la misma distancia que la salida de las jabas limpias, esto para una mejor comunicación entre trabajadores como se muestra en la figura 6.

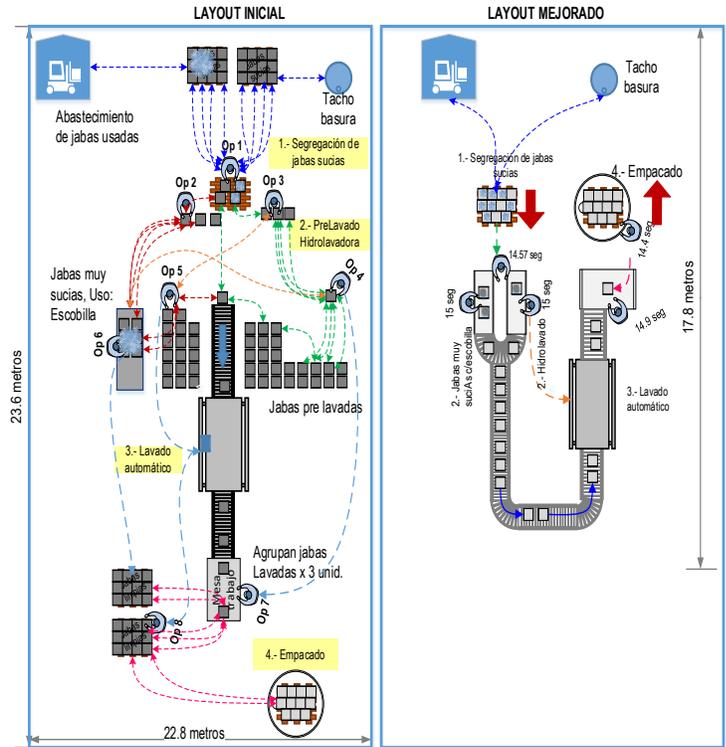


Fig. 6 Layout inicial y Diseño de una Células de Trabajo.

Se trabajó en pequeños lotes, eliminando la formación de rumas equivalentes a 5 jabas plásticas, sino que un lote sea la jaba, con esto los inventarios se redujeron de manera considerable, también el nuevo diseño optimizó el espacio físico del área de lavado, se evidencia una reducción de movimientos bajo un diagrama de espagueti.

C. Balanceo de Actividades por Puesto

A partir de la eliminación de desperdicios se obtiene la tabla VII, así también la combinación de actividades en el tiempo de ciclo, se obtiene que el proceso de pre lavado tiene un tiempo de 30 segundos, y como el takt time es de 15 seg. Por lo tanto, se necesitará 2 personas para cubrir el pre lavado.

TABLE VII
TIEMPOS DE CICLO DEL PROCESO DEL LAVADO JABAS

Proceso	Tiempo Ciclo	Takt Time	Personas
Segregación	14.8	15.0	0.98
Pre Lavado	30.0	15.0	2.00
Armado	14.6	15.0	0.97
Estibado	15.0	15.0	1.00
	74.3		5.0

Como se muestra en la figura 7, se puede apreciar que la carga de trabajo está nivelada, sobre esto el tiempo de ciclo se aproxima al takt time, teniendo una necesidad de 5 personas para el servicio de lavado de jabas.

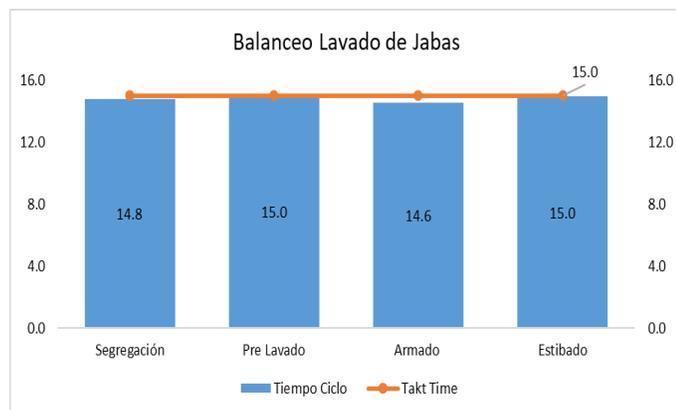


Fig. 7 Balance de actividades de lavado jabas.

Flexibilidad

Para la célula de trabajo se implementó también a prevenir riesgos ergonómicos y posibles enfermedades ocupacionales. Se puede apreciar que los hombres tienen en promedio la misma capacidad y habilidad para realizar los trabajos de estiba, carga y traslado de jabas de plástico, pero en los trabajos de retiro de etiquetas y acumulación de residuos, necesitan mayor destreza y rapidez.

D. Producción Nivelada

En la figura 8 se muestra un mejor desempeño en la atención de la producción, cuya capacidad instalada se incrementó de 44,309 a 50,028 jabas/mes y se puede cumplir con el incremento de la producción sin necesidad de gestionar horas extras, donde los costos se incrementaban, nótese que a partir del noviembre 21 la demanda se incrementa y se cumple dentro durante el jornal de trabajo. Así también ayudará a ordenar los stocks de seguridad, evitando acumulación y teniendo un proceso dinámico.



Fig. 8 Nivelación de la producción.

El sistema Lean, ayudó a tener una mayor disponibilidad de lavar jabas, mejorando los tiempos de ciclo y ayudando al cumplimiento del plan maestro, a la ampliación de la capacidad instalada en un 13%. Y como se aprecia que la demanda incrementó para el año 2022, para ello la empresa ya había realizado proyecciones de mercado.

A continuación, se observa el VSM futuro, que representa un sistema pull en lugar del sistema de empuje que se grafica en el VSM actual, la figura 9 representa el plan de inicio para la construcción del nuevo sistema de trabajo, que incluye, flujo de movimientos de lavado de jabas como pequeños lotes, método de control de trabajo utilizado.

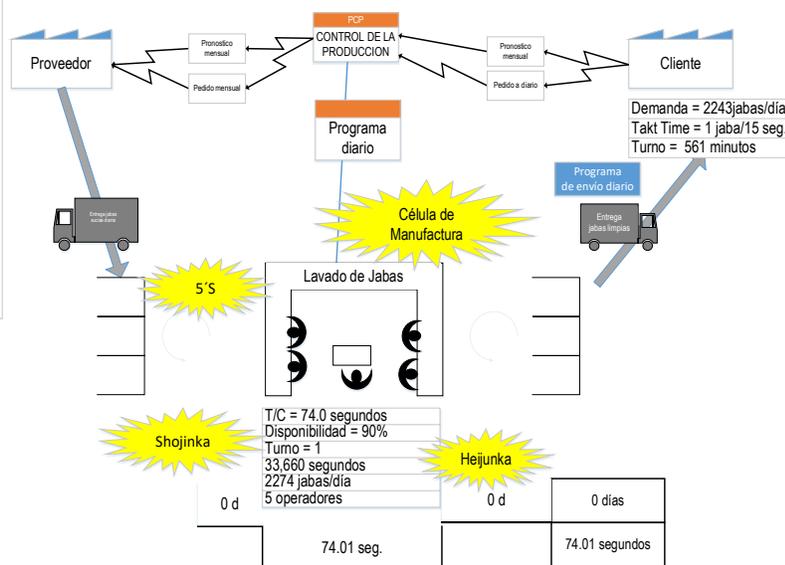


Fig. 9 Balance de actividades de lavado jabas.

A continuación, con base a la información que se estuvo trabajando, seguimiento diario del proceso de lavado, se pudo obtener y calcular la productividad del proceso, con base a la producción de jabas y cantidad de horas hombre.

TABLE VIII
MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAVADO DE JABAS

N°	Producción (jabas)	Horas Hombre	N° Operario	Productividad (jabas lavadas/HH)
1	38,226	2832	10	13.5
2	32,943	2431	9	13.6
3	37,779	2357	10	16.0
4	32,550	2330	8	14.0
5	39,372	2376	9	16.6
6	35,798	2292	8	15.6
7	34,409	2425	11	14.2
8	29,136	1478	8	19.7
9	30,235	1979	8	15.3
10	42,908	2020	8	21.2
11	37,117	2058	7	18.0
12	46,320	2149	5	21.6
13	42,732	2345	6	18.2
14	43,155	2338	5	18.5
15	45,362	2218	6	20.5
16	49,470	2443	5	20.2
17	47,991	2449	5	19.6
18	48,490	2235	5	21.7
19	46,800	2376	5	19.7

Al realizar una comparación entre la situación inicial con la situación posterior (tabla VIII), se observan las mejoras alcanzadas para iguales o similares niveles de producción del lavado de jabas plásticas.

Por ejemplo, para una producción total de 49,470 unidades, se obtuvo una productividad de 20.2 jabas lavadas/Horas Hombre con cinco operarios, es decir, antes se requerían hasta nueve operarios (un operario adicional provenía de otro proceso para realizar horas extras y culminar la producción); luego, con la mejora implementada, se requieren cinco operarios, lo que representa una reducción de 60 % en las horas de trabajo.

IV. CONCLUSIONES

Mediante el mapeo y los estudios de tiempos de ciclo en cada puesto se identificaron qué actividades agregan valor y no al proceso.

Se eliminaron los desperdicios en el proceso de lavado de jabas, como la reducción de los movimientos e inclinaciones del personal, inventarios mínimos, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Mediante la herramienta Lean como es la Manufactura Celular, generó flujo continuo, lo cual permitió reducir las distancias entre estaciones de trabajo respecto de la situación inicial, la cual era variable e indeterminada.

Ayudó al cumplimiento del plan maestro de la producción, a proyectar la planeación de capacidad e incrementarlo mediante la optimización de sus recursos.

Se incrementó la productividad en promedio de 15.4 a 19.9 jabas/H. Hombre. Así también la capacidad instalada: una célula con 5 operarios para el lavado de jabas plásticas.

Durante el desarrollo de la investigación se observó la predisposición de los trabajadores por conocer y aprender sobre nuevos métodos de mejora, por lo cual no existen motivos para suponer que la implementación de herramientas Lean tenga resistencia en ellos. Con una buena difusión y amplio respaldo por parte de la gerencia se puede concluir que la aplicación de las herramientas es beneficioso dentro de la organización.

El empleo de las encuestas para la evaluación músculo esquelético al personal ayudaron a tener información más certera respecto a que zonas o partes del cuerpo presentan malestar, en donde la columna, espalda y muñecas presentan eventos durante la jornada laboral. Por ello, el diseño y la implementación de una encuesta constituye un instrumento importante en el análisis de riesgos ergonómicos en empresas donde las operaciones son el 90% manual.

Así también se obtuvo un impacto económico en la reducción de personal, que ascendió a la suma S/ 144,000 anual.

REFERENCIAS

- [1] Womack, J.P (1991). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*, Harper Business
- [2] Hirano, H. (1991). *Manual para la implementación del JIT*, Tomo II. Copyright: Productivity Press, pp. 375-454.
- [3] Liker, J. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- [4] Cuatrecasas, L.I. (2015). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*. Séptima edición Barcelona: PROFIT editorial, pp. 77-90 and 107-169.
- [5] Sekini, K. (1993). *Diseño de Células de fabricación: Transformación de las fábricas para la producción en flujo*. Cambridge: Productivity Press, pp. 93-142.
- [6] Suzuki, K. (1987). *Competitividad en fabricación en la década de los 90: Técnicas para la mejora continua*. Madrid: The Free Press, pp. 9-95.
- [7] Lewin, K. (1946). *La investigación-acción y los problemas de las minorías*. Salazar, M.C. (1992). *La Investigación - acción participativa*.

- Inicios y Desarrollos, pp. 13-25. Colombia: Editorial Popular. OEI, Quinto Centenario.
- [8] Rajadell, M. & Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. España: Díaz de Santos.
- [9] Tapping, D. y Shuker, T. (2003). Value Stream Management for the Lean Office. Eight steps to planning, mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative areas. USA: Productivity Press
- [10] Rother, M. y Shook, J. (1999). Observar para crear valor. Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar “muda” (versión 1.2). USA: The Lean Enterprise Institute.
- [11] Socconini, L. (2017). Lean Manufacturing paso a paso. 1° edición. México: Pandora, pp147-148
- [12] Bicheno, J. J. y Holweg, M. (2016). The Lean Toolbox the Essential Guide to Lean Transformartion. Fifth edition. Buckingham, England.
- [13] Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. y Noriega, M. (2020). Mejora continua de los procesos, Herramientas y técnicas. Fondo editorial Universidad de Lima, pp 157