

# Proposal to optimize the flow of preparation and delivery of vehicles to dealers based on the Lean methodology

Angel Mercado<sup>1</sup>, Hervin Vargas<sup>1</sup>, Edgardo Carvallo<sup>1</sup> and Carlos Raymundo, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú U911684@upc.edu.pe, u201412772@upc.edu.pe and [edgardo.carvallo@upc.pe](mailto:edgardo.carvallo@upc.pe)

<sup>2</sup>Dirección de Investigación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú [carlos.raymundo@upc.edu.pe](mailto:carlos.raymundo@upc.edu.pe)

*Abstract– Currently, there is a monthly breach with its vehicle delivery policy. This policy refers to said company, it refers to a minimum of 92% of units towards the points of sale. However, in the last quarter of 2017 and the semester of 2018, it has only been met from 82% to 90%. These are 5% -10% that have not come to meet in each month, but also directly to the profitability of the company. On the one hand, storage costs are increased by each car that does not arrive or dissatisfaction is generated by the customer, this is the problem of 3 main causes, which is the installation time of radios, installation of alarms and more vehicles that are not served in the damage assessment area. As a root cause, we have the first, since, on the one hand, a bottleneck is generated by the lack of car attention and, on the other hand, represents 20% of the monthly sales of the case study, For what needs to be done to reduce this bottleneck and increase the capacity of the vehicles in this area, the damage is detailed, two lines of evaluation are carried out. This type of triage, we ensure a standardized work, since there was a group of vehicles waiting with different types of damage in the same operating line. Also, the delivery of vehicles on time is improved to 95% and the times of the areas of installation of radios, installation of alarms and damage assessment are reduced by 42.85%, 51.42% and 50% respectively.*

*Keywords– Value Stream Mapping, Takt Time, Visual Control, Lean Tools, Standard Work, Operator Balance Chart.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.143>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Propuesta de optimización del flujo de preparación y entrega de vehículos a los concesionarios basado en la metodología Lean

Angel Mercado<sup>1</sup>, Hervin Vargas<sup>1</sup>, Edgardo Carvallo<sup>1</sup> and Carlos Raymundo, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú

U911684@upc.edu.pe, u201412772@upc.edu.pe and edgardo.carvallo@upc.pe

<sup>2</sup>Dirección de Investigación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú

carlos.raymundo@upc.edu.pe

**Resumen**– En la actualidad, en el caso de estudio se presenta un incumplimiento mensual con su política de entrega de vehículos en el tiempo requerido hacia sus respectivos concesionarios. Esta política propuesta, se refiere a que como mínimo debe entregar el 92% de unidades hacia los puntos de venta. Sin embargo, en el último trimestre del 2017 y semestre del 2018, solo se ha notado cumplimientos desde el 82% hasta un 90%. Estos 5%-10% que no se ha llegado a cumplir en cada mes, afecta directamente a la rentabilidad de la empresa. Por un lado, los costos de almacenamiento incrementan por cada auto que no se llega a entregar generando una insatisfacción por parte del cliente. Dicho problema se da por 3 principales causas, las cuales son la elevada cantidad de vehículos que no son atendidos en el área de evaluación de daños, el alto tiempo de instalación de accesorios y alto tiempo de reparación de unidades. Como causa principal, se tiene la primera ya que, por un lado, se genera un cuello de botella por la falta atención de autos y, por otro lado, representa en un 20% de las ventas mensual del caso de estudio, por lo tanto, para reducir este cuello de botella y aumentar la capacidad de vehículos en esta área, se tipificarán los daños, realizando un Triage. Mediante dos líneas de evaluación, nos asegurará un trabajo estandarizado, ya que no existirá un grupo de vehículos en espera con diferentes tipos de daños en una misma línea operativa. Para la segunda causa principal, se desarrollará un balance de cargas de producción para nivelar los tiempos de instalación al talk time. Así mismo, la entrega de vehículos a tiempo se mejora hasta el 95% y los tiempos de las áreas de instalación de radios, instalación de alarmas y evaluación de daños se reducen en 42.85%, 51.42% y 50 % respectivamente.

**Palabras Clave**-- Value Stream Mapping, Takt Time, Visual Control, Lean Tools, Standard Work, Operator Balance Chart, Triage

**Abstract**– Currently, in the case of the study, there is a monthly breach with its policy of delivering vehicles in the required time to their respective dealers. This proposed policy refers to that at least 92% of units must be delivered to the points of sale. However, in the last quarter of 2017 and the semester of 2018, only compliance has been noted from 82% to 90%. These 5% -10% that has not been met in each month, directly affects the profitability of the company. On the one hand, storage costs increase for each car that is not delivered, generating dissatisfaction on the part of the customer. This problem is due to 3 main causes, which are the high number of vehicles that are not served in the area of damage

*assessment, the high installation time of accessories and high repair time of units. As a main cause, we have the first because, on the one hand, there is a bottleneck due to lack of attention to cars and, on the other hand, it represents 20% of the monthly sales of the case study, therefore To reduce this bottleneck and increase the capacity of vehicles in this area, the damage will be typified, performing a Triage. Through two lines of evaluation, we will ensure a standardized work, since there will be a group of vehicles waiting with different types of damage in the same line of operation. For the second main cause, a balance of production loads will be developed to level the installation times to the talk time. Likewise, the delivery of vehicles on time is improved up to 95% and the times of the areas of installation of radios, installation of alarms and evaluation of damages are reduced by 42.85%, 51.42% and 50% respectively.*

**Keywords**-- Value Stream Mapping, Takt Time, Visual Control, Lean Tools, Standard Work, Operator Balance Chart, Triage

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones de la industria automotriz se esfuerzan en mejorar sus procesos para brindar una mejor calidad de servicio hacia su cartera de clientes. Es por esta razón, de que se busca solucionar las variables que afectan para la satisfacción. Las variables más representativas son por no cumplir con la fecha indicada para la entrega del vehículo hacia el concesionario, donde se generan retrasos y días extras por una inadecuada gestión, insatisfaciendo a sus clientes y perjudicando a la marca de la entidad.[1] Se mencionan que la satisfacción de las necesidades de los clientes es la clave de los intercambios entre empresas como el mercado, y desde los orígenes del marketing la satisfacción ha sido considerada como el factor más importante y determinante del éxito. Asimismo, la norma ISO, detalla que una organización que se orienta a la calidad, promueve a una cultura con actitudes, comportamientos y procesos que proporcionan un valor significativo para el cumplimiento de las expectativas y necesidades de los clientes.

El siguiente proyecto se encuentra conformada por 4 capítulos. En el primer capítulo, se presenta el marco teórico investigado de fuentes con revistas indexados y respaldadas por autores especialistas con los temas de procesos, restricciones y herramientas Lean.

En el segundo capítulo, se analiza el diagnóstico actual del caso de estudio del sector automotriz, mapeando sus procesos, analizando el Árbol de Problemas y evaluando sus causas raíces de la problemática principal.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.143>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

En el tercer capítulo, se muestra la propuesta de solución con respecto al diagnóstico que se realizó y al marco teórico investigado. Se aplicarán herramientas Lean, como el Value Stream Mapping, Operator Balance Chart (OBC), donde se calcularán los tiempos de ciclos, el takt time y serán evaluados con todas las áreas de trabajo, para así poder obtener un trabajo estandarizado.

Por último, en el capítulo 4, se realizará una simulación para validar la propuesta de Triage y se mostrarán las conclusiones y recomendaciones, a partir de la propuesta de solución.

## II. ESTADO DEL ARTE

### A. Herramientas Lean

Según la filosofía Lean Manufacturing presenta como objetivo principal la eliminación del desperdicio, es decir, todas aquellas actividades que no agregan un valor significativo al producto, empleando diversas herramientas [2].

Las empresas manufactureras que operan en el mercado rápidamente cambiante y altamente competitivo de las últimas dos décadas han adoptado los principios del pensamiento Lean [3]. Al hacerlo, se reorganizan flujos de valores para mejorar prioridades competitivas como la calidad, la flexibilidad y el tiempo de respuesta del cliente de sus procesos de fabricación. Las decisiones realizadas previamente por los gerentes las toman los equipos cercanos a los procesos de trabajo, es decir, si la organización está basada en la gestión por procesos, obtendrá una mayor eficiencia y efectividad operativa, lo que impacta positivamente el desempeño de la empresa. [4]

### B. Takt Time

En primer lugar, la palabra alemana 'Takt' significa ciclo preciso de ritmo o tiempo, donde se introdujo por primera vez en la industria aeronáutica de dicho país y posteriormente fue llevado a Japón por los ingenieros que formaban a los fabricantes de aviones japoneses antes de la Segunda Guerra Mundial, y más tarde se convirtió en un elemento integrado de producción ajustada [5]. Dicho lo anterior, el Takt-time se usa para sincronizar la demanda del cliente con la velocidad del proceso operativo, con el fin de evitar el desperdicio de la sobreproducción. [6]

La fuente más importante de la “muda” (desperdicio) es la sobreproducción, es decir, producir más rápido de lo que requiere el proceso. Esta sobreproducción significa que los recursos están atados en la existencia, que en lugar de dedicarse directamente a los procesos operativos. Asimismo, los inventarios de almacenamiento son a menudo costosos al ser manipulados, ya que impiden el paso de un diseño de producto a otra estación de trabajo, ocurriendo ciertos defectos o errores. Por lo tanto, al evitar la sobreproducción, el Takt Time es fundamental para la producción ajustada. [7]

Takt-time se calcula dividiendo la demanda del cliente en tiempo de trabajo disponible por turno.

### C. Operator Balanceo Chart (OBC)

El balance de la producción tiene como objetivo principal crear estabilidad entre la etapa de proceso previa y la siguiente, permitiendo un flujo continuo en la producción [8]. Utilizando esto como premisa, OBC presenta una gran utilidad en la distribución de los operadores involucrados en procesos con múltiples etapas, lo que permite la creación de flujo continuo en el proceso y la distribución de las tareas basadas en el takt time [9].

Un OBC, utiliza barras verticales, la cual representa la cantidad total de trabajo que cada operador debe realizar en comparación con el Takt Time. Por otro lado, la barra vertical para cada operador se construye apilando barras pequeñas que representan elementos de trabajo individuales, con la altura de cada elemento proporcional al tiempo requerido. La creación de una tabla de equilibrio del operador ayuda con la tarea crítica de redistribuir los elementos de trabajo entre los operadores. Esto es esencial para minimizar el número de operadores necesarios al realizar su trabajo respectivo, con el fin de mantenerlos todos con el tiempo del takt.

### D. Value Stream Mapping (VSM)

El VSM ha sido aclamado como una técnica muy útil para identificar oportunidades para los esfuerzos kaizen para eliminar los desechos en un sistema. El beneficio radica en poder presentar visualmente (y claramente) el estado de rendimiento de una línea de producción o cualquier otro sistema estudiado. Para preservar su valor como herramienta útil y fácil de usar, estas características deben mantenerse durante su extensión y adaptación para VSM sostenible.

El mapeo del flujo de los procesos permitirá identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto o servicio, con la finalidad de encontrar oportunidades de mejora que cuenten con un impacto sobre la cadena y los procesos aislados. [10].

El rendimiento económico de un sistema, en términos de valor agregado y costos incurridos, se puede evaluar con el VSM convencional utilizando parámetros tales como los tiempos de ciclo, tiempos de cambio, tiempos de actividad, número de operadores involucrados, nivel de inventario de trabajo en progreso, ya están incluidos.

### E. Trabajo Estandarizado

Es una de las herramientas lean más poderosas, pero menos utilizadas, donde forma la línea de base para la mejora continua. Esta línea base, es el punto de referencia para que el equipo de producción mida la eficiencia de los trabajadores en la realización de tareas [11].

### III. CASOS DE ESTUDIO

Un estudio detallado y adecuado de un trabajo estandarizado, permite a los empleados a seguir la tarea por completo, mientras se mantiene la productividad y la eficiencia al garantizar la uniformidad para que la tasa de producción sea constante. Asimismo, al documentar las mejores prácticas actuales, la estandarización forma la línea base para el Kaizen o la mejora continua. A medida que se mejora el estándar, el nuevo estándar se convierte en la línea de base para nuevas mejoras [12].

Cuando el tiempo de ciclo de una celda de trabajo excede el tiempo de takt para la celda, se producirán envíos retrasados, faltantes o exceso de horas extraordinarias. Si el tiempo de ciclo de la celda de trabajo es menor que el tiempo de takt, se producirá una sobreproducción o reducción de la eficiencia [13]

Para poder desarrollar un adecuado trabajo estandarizado, lo definen en 8 pasos.

- Establecer equipos de mejora.
- Determinar el tiempo del Takt Time.
- Determinar el tiempo de ciclo.
- Determinar la secuencia de trabajo.
- Determinar la cantidad estándar de su trabajo.
- Realizar un diagrama de flujo de trabajo estándar.
- Llenar la información requerida dentro de una hoja.
- Mejorar continuamente sus operaciones estándar.

Por lo tanto, un trabajo de estandarización será capaz de minimizar y controlar la variación en los niveles de inventario de salida, WIP (Work in Process), calidad y el costo, para así, mejor productivamente los procesos. Cabe resaltar que, mediante una hoja de trabajo estándar, se puede registrar las etapas de la estandarización del proceso de una empresa, ya que puede mostrar si la organización se está moviendo o no en la dirección correcta.

#### F. Visual Control (Triage)

El control visual orientado a la filosofía Lean, son señales simples que proporcionan una comprensión inmediata y fácilmente aparente de una condición o situación. Los controles visuales permiten que alguien camine al lugar de trabajo y sepa en un corto período de tiempo (generalmente treinta segundos) lo que está sucediendo con respecto al cronograma de producción, retraso, flujo de trabajo, niveles de inventario, utilización de recursos y calidad. Estos controles deben ser eficientes, autorregulados y administrados por los trabajadores, e incluyen tarjetas kanban, luces, herramientas codificadas por colores, líneas que delimitan las áreas de trabajo y flujo de productos. [13]

#### A. Caso I.

ThyssenKrupp es uno de los mayores grupos tecnológicos mundiales que presenta inversiones en Europa, Asia, América del Norte, América Central y América del Sur. Uno de ellos que está situado en Campo Limpo Paulista - São Paulo, Brasil (TKMCL), implementaron un trabajo estandarizado, en la cual obtuvieron una reducción del trabajo en proceso (WIP) en un 40%, la disminución del movimiento del operador en 1.500 metros / día, la mejora de la productividad en un 9%. Además, la mejora en la satisfacción del operador y condiciones de seguridad.

#### B. Caso II

Un caso de estudio dado en la revista ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, consistió en reducir el tiempo de ciclo del proceso de configuración de la bobina a través del trabajo estándar en la industria cerámica. Se diagnosticó que el tiempo de ciclo del proceso de configuración en un proceso de prensado es inconsistente, debido a la ausencia de instrucción del trabajo adecuado y en diferentes procedimientos.

Por tanto, se desarrolló y estandarizó un nuevo método mediante el OBC, SWC y el CDC, reduciéndolo en un 16% (de 78 a 65.5 segundos), se aumentó la producción de 45 a 54 piezas por trabajador mejorando la eficiencia y disminuyendo el plomo en el tiempo del proceso.

#### C. Caso III

Un proyecto realizado en una organización de fabricación de bombas en la India en University of Kentucky (Lexington, USA), evaluaron una gestión por procesos, realizando un VSM actual de la empresa, calculando el tiempo de ciclo, el takt time y graficando el OBC y así poder compararlos con las demás estaciones de trabajo. Para ellos, implementaron un plan de mejora continua (Kaizen), donde tuvo como prioridad la eliminación de desechos.

Los resultados de indicadores de productividad, calidad y flexibilidad fueron un incremento de 12%, 13% y 19% respectivamente.

### IV. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

Como se mencionó en líneas anteriores, en el presente caso de estudio, no se cumple con la política del 92% de entrega de vehículos a tiempo a los concesionarios respectivos, en la cual genera como principal problema actual de la organización.



Fig. 1 Número y porcentaje de vehículos no entregados a tiempo a los concesionarios

Por otro lado, se grafica el Value Stream Mapping, con la finalidad de detallar los tiempos de ciclo de los procesos, la capacidad que requiere cada uno y los posibles cuellos de botella que se identifican.

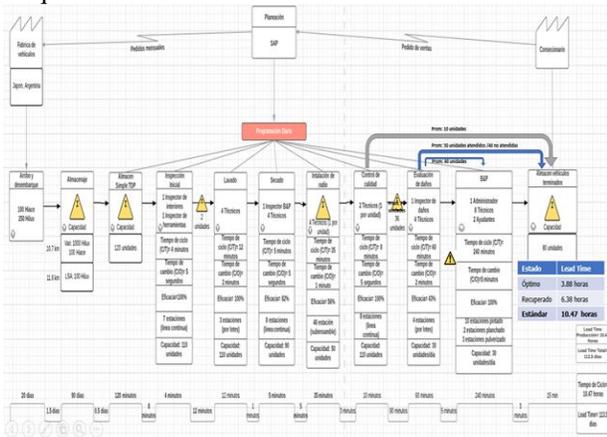


Fig. 2 Value Stream Mapping (VSM)

Mediante el análisis de nuestra herramienta del árbol de problemas, se ha podido identificar tres principales causas, las cuales son la alta cantidad de vehículos no atendidos en el área de evaluación de daños, el alto tiempo en la instalación de accesorios y el alto tiempo en la reparación de vehículos. En la Figura 1, se detalla lo analizado.

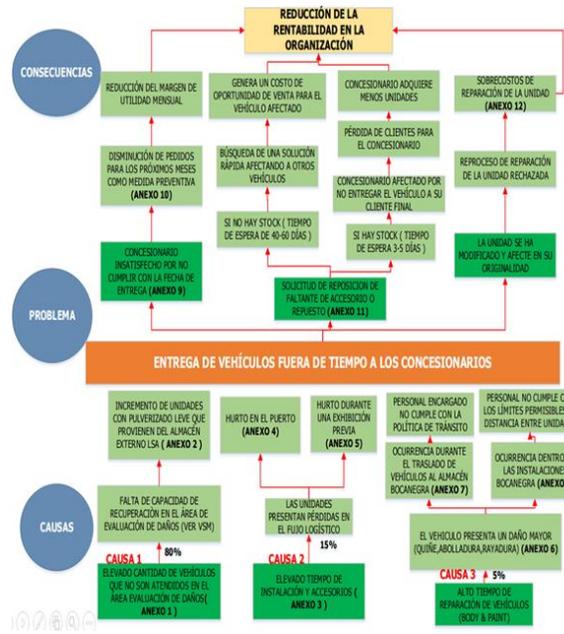


Fig. 3 Árbol de Problemas

Las tres causas principales identificadas, representan un nivel de importancia para la problemática. Sin embargo, la causa P1, representa el 80% en conjunto. Asimismo, forma parte del 20% de las pérdidas, es decir, como la empresa automotriz vende aproximadamente 2000 vehículos mensual, no se llegan a entregar a tiempo 293- 442 unidades a los concesionarios respectivos.

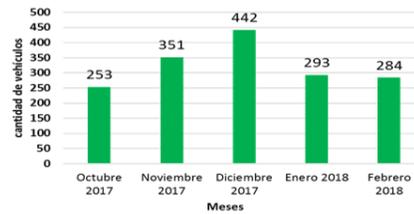


Fig. 4 Número de vehículos no atendidos en el área de evaluación de daños

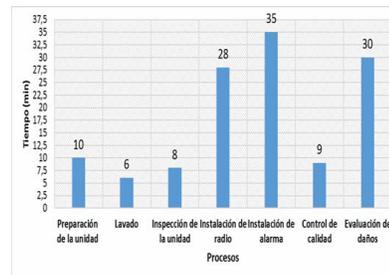


Fig. 5 Alto tiempo en la instalación de accesorios

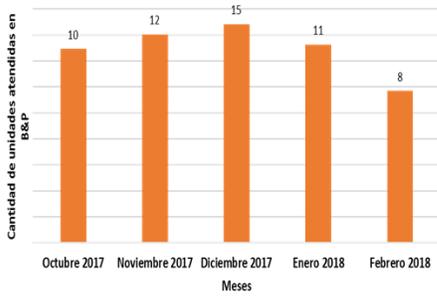


Fig. 6 Alto tiempo en el área de reparación de vehículos

## V. MODELO PROPUESTO

Se propone este modelo en la cual permitirá poder reducir los tiempos en las áreas más demandantes y así poder estandarizar el flujo, equilibrando los tiempos de los procesos con el takt time.

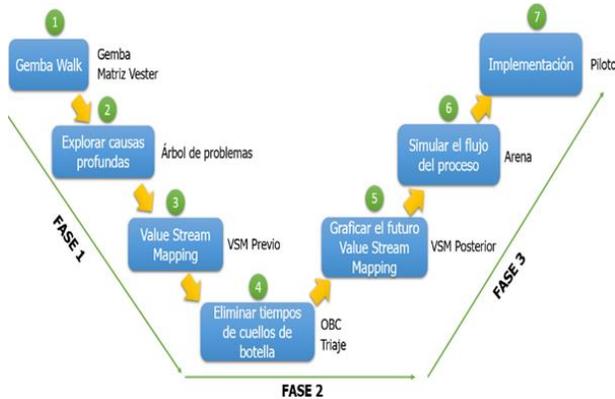


Fig. 7 Modelo propuesto de estandarización

Los pasos 1, 2 y 3 forman parte del diagnóstico realizado previamente, por lo tanto, se inicia explicando a partir de la del paso 4.

### Eliminar desechos y cuellos de botella

Para la eliminación del cuello de botella presentado en el área de instalación de accesorios se aplicará, por un lado, el Operator Balanceo Chart (OBC), con la finalidad de equilibrar los tiempos de los procesos con el takt time. Por otro lado, para disminuir el tiempo en el área de evaluación de daños, se aplicará la herramienta Lean acerca de triaje, es decir, del control visual para tipificar los tipos daños que presentan las unidades.

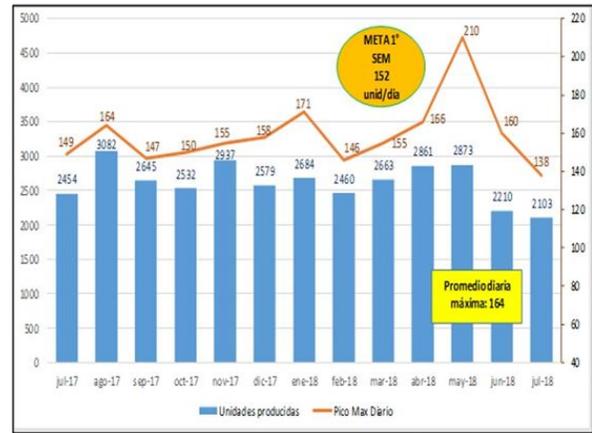


Fig. 8 Balanceo en línea de producción de unidades

TABLE I  
NÚMERO DE UNIDADES PRODUCIDAS EN EL ÚLTIMO TRIMESTRE

Tipos	Junio	Julio	Agosto	
Hilux, Hiace	864	866	796	
Corolla, Etios, Yaris	412	857	881	
Total	1276	1723	1677	1559 vehículos

En la Tabla 1, el promedio de unidades producidas son 1559 mensual. Cabe resaltar que solos se consideran los de tipo sedanes y comerciales, ya que presentan los mismos accesorios.

Por otro lado, se cuenta con 26 días laborales al mes, entonces, la producción diaria sería de 60 unidades.

Por lo tanto, el takt time se calculará dividiendo la jornada laboral diaria de 450min entre la producción diaria de 60 unidades, dando como resultado un takt time de 7.5 min/u.

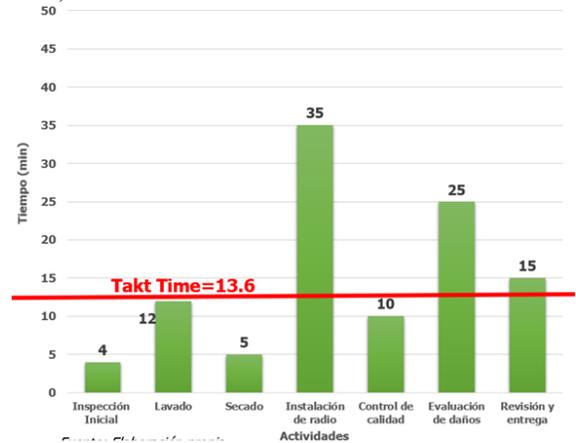


Fig. 9 OBC Actual

Ahora con respecto al área de evaluación de daños, se aplicará el triaje para tipificar los daños. Esto permitirá que se reduzca los vehículos almacenados y los tiempos muertos. En la figura 9, se visualiza el layout actual.



Fig. 10 Layout actual en el área de evaluación de daños

Tipo de daños	Observación	¿Dónde llevarlo?
Leve	Pulverizado leve, carachas	Evaluación
Moderado	Excremento, rayas leves y grumos	Evaluación
Grave	Quiñes, abolladuras, rayones, roturas/faltantes	Pre taller

Fig. 11 Tipificación de daños

## VI. VALIDACIÓN

Para la validación de la propuesta, se llega a simular en el software Arena.

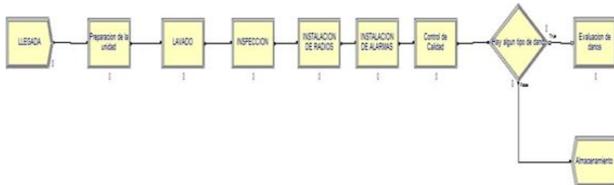


Fig. 12 Simulación de la propuesta

Los resultados son los tiempos reducidos en los procesos de instalación de alarmas e instalación de radios.

TABLE II

TIEMPOS MEJORADOS EN LA INSTALACIÓN DE ALARMAS

Actividades	Ciclos										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Recojo de la unidad a zona de instalación	21"	20"	18"	16"	19"	25"	18"	19"	14"	16"	18.6"
Instalación de la alarma	15'45"	15'35"	14'32"	14'45"	14'55"	14'20"	15'42"	15'45"	16'28"	14'35"	14'55"
Prueba de funcionamiento	5'42"	6'12"	7'28"	6'05"	6'14"	5'35"	6'50"	6'05"	6'45"	6'55"	6'26"
Check en la luna por la instalación ok	5"	4"	6"	5"	7"	6"	7"	5"	6"	5"	6.5"
Retiro de la unidad a siguiente proceso	15"	18"	13"	15"	16"	18"	17"	14"	15"	17"	16.5"
Total	16'20"	18'52"	18'01"	17'37"	17'50"	16'14"	17'27"	18'46"	17'18"	17'27"	17'43"

TABLE III

TIEMPOS MEJORADOS EN LA INSTALACIÓN DE RADIOS

Actividades	Ciclos										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Instalación de radio	13'35"	12'55"	13'36"	13'35"	12'17"	12'26"	13'12"	12'25"	11'38"	13'35"	12'45"
Prueba de funcionamiento	3'42"	3'12"	3'28"	3'05"	3'14"	3'35"	3'20"	3'05"	3'35"	3'18"	3'06"
Check en la luna por la instalación ok	5"	4"	6"	5"	7"	6"	7"	5"	6"	5"	6.5"
Retiro de la unidad a siguiente proceso	15"	18"	13"	15"	16"	18"	17"	14"	15"	17"	16.5"
Total	17'20"	16'52"	16'01"	17'37"	17'50"	16'14"	16'27"	17'46"	18'18"	17'27"	16'18"

Para el área de evaluación de daños, se grafica el nuevo layout, donde se aprecian 2 líneas operativas, una para los daños leves y la otra para los daños moderados y graves. Esto permitió eliminar el cuello de botella que existía y reducir en un 30% los vehículos almacenados y mejorar los tiempos en un 50%. En la Figura 12, se visualiza el nuevo layout.



Fig. 13 Nuevo layout para el área de evaluación de daños

Por último, se grafica nuevamente el Operator Balanceo Chart (OBC) mejorado.

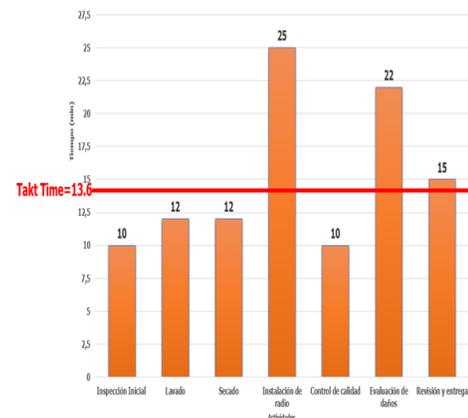


Fig. 14 OBC Mejorado

Asimismo, los tiempos mejorados de manera porcentual se muestran en la siguiente figura.

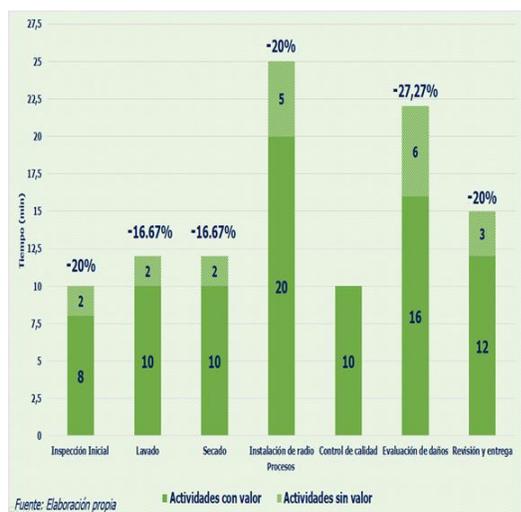


Fig. 15 Reducción de tiempos en el flujo de preparación y entrega de vehículos a concesionarios

Por otro lado, con respecto al Value Stream Mapping (VSM), se logra mejorar, reduciendo el tiempo estándar de 10.47 a 8.35 horas, es decir, en un 20.21%.

Durante la ejecución de nuestro Proyecto, se llegaron a alcanzar métricas de calidad de servicio, productividad y reducción durante 3 meses. Cabe resaltar que, continuando con la implementación, se llega a estimar en 6 meses las mejoras respectivas, vistas a continuación.



Fig. 16 Indicadores alcanzados a corto plazo y esperado a 6 meses

## VII. CONCLUSIONES

La metodología Lean utilizada en el presente proyecto mediante las herramientas de VSM, OBC y Triaje han permitido incrementar las entregas a tiempo de 88.20% a 94.80%, mediante una simulación, cumpliendo con los objetivos propuestos de la compañía.

El modelo propuesto de tres fases se dividió en primer lugar en encontrar la causa principal del problema establecido mediante un análisis de causas verificando el sistema actual, como segundo paso se eliminaron los desechos y cuellos de botella con las herramientas Lean y finalmente se validó la propuesta con una simulación que permita establecer conclusiones positivas.

Se estableció la herramienta de triaje y trabajo estandarizado en la causa principal que fue la elevada cantidad de vehículos que no son atendidos en el área de evaluación de daños con la finalidad de establecer dos líneas de trabajo para los daños tipificados y poder crear un flujo continuo eliminado los tiempos muertos. Se redujo el lead time del proceso de 10.47h a 8.94h, mediante una simulación.

Se estableció la herramienta OBC para la segunda causa principal que fue alto tiempo de instalación de accesorios con la finalidad de poder establecer cargas niveladas al takt time. Se redujo el tiempo entre 16.67% hasta 27.27% en los diferentes procesos de la instalación de accesorios.

Se estableció la herramienta del Value Stream Mapping (VSM) con la finalidad de poder establecer visualmente como se encontraba la compañía al inicio y como se convirtió luego de la aplicación de la metodología establecida, lográndose ver resultados positivos.

## REFERENCIAS

- [1] Borges Lopes R, Freitas F and Sousa I, (2015), "Application of lean manufacturing tools in the food and beverage industries", Journal of Technology Management and Innovation, Vol.10(3), pp. 120-130
- [2] Dos Santos, Z. G., Vieira, L., & Balbinotti, G. (2015). Lean Manufacturing and ergonomic working conditions in the automotive industry. Procedia Manufacturing 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015 (s. 5947 – 5954). Las Vegas, United States: Procedia Manufacturing
- [3] Y. Bellido, Rosa A.L., C. Torres, G. Quispe, C. Raymundo, "Waste optimization model based on Lean Manufacturing to increase productivity in micro- and small-medium enterprises of the textile sector", CICIC 2018 - Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernética, Memorias. 1, pp. 148-153
- [4] Gil, I., Sánchez, M., Berenguer, G. y González-Gallarda, M. (2015). Encuentro de servicio, valor percibido y satisfacción del cliente en la relación entre empresas. Cuadernos de Estudios Empresariales, 15, 47 -72
- [5] Halim, N. H. A., Jaffar, A., Yusof, N., Jaafar, R., Adnan, A. N., Salleh, N. A. M., & Azira, N. N. (2015). Standardized work in TPS production line. Jurnal Teknologi, 76(6), 73-78.
- [6] Hofer, Christian & Eroglu, Cuneyt & Rossiter Hofer, Adriana. (2014). The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness.

- [7] Kasava, N. K., Yusof, N. M., Khademi, A., & Zame, M. (2015). Sustainable Domain Value Stream Mapping (SdVSM) Framework Application In Aircraft Maintenance: A Case Study. *Procedia CIRP*, 418-423.
- [8] Martínez, P., Martínez, J., Nuño, J., & Cavazos, J. (2014). Process improvement in emergency units. two analysis cases. *IIE Annual Conference.Proceedings*, ,3620-3628.
- [9] Nallusamy, S., & Adil Ahamed, M.A. (2017). Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29, 175-185
- [10] Nallusamy S, (2016), "A proposed model for lead time reduction during maintenance of public passenger transport vehicles", *International Journal of Engineering Research in Africa*, Vol. 23, pp. 174-180
- [11] Paula D, Bholeb G.P and Chaudharic J.R, (2014), "A review on green manufacturing: it's important, methodology and its application", *Procedia Materials Science*, Vol. 6, pp. 1644-1649
- [12] P.V. Avinash, L.Ramesh, Enhancement in Productivity through Lean manufacturing, 'International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) - Volume4Issue5', May 2013.
- [13] R. EL-Khalil, and M. Farah, "Lean Management adoption level in Middle Eastern Manufacturing Facilities", *The Business Review, Cambridge*, Vol. 2, No 2, pp 158-167, (2013).