

ISSN 2521-8093



REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen IX- N° 27 Noviembre 2025

ISSN 2521-8093

2



Aplicación de Lean Manufacturing (VSM y SMED) en el sector automotriz para reducir el tiempo de lavado de autos en la empresa D' ROCCE

Ing. Jasmira Milagros Romero Ccente

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Correo Electrónico: jasmira.romeroc@unmsm.edu.pe

Recibido: 27 Agosto 2025

Aceptado: 22 Octubre 2025



Resumen: Este artículo tiene como objetivo principal la reducción de tiempos de lavado de autos, a través del takt time se establece que el tiempo para cada lavado debe durar máximo 43 minutos para generar rentabilidad en la empresa y satisfacción a los clientes. Realizándose el estudio al autolavado D' ROCCE ubicado en Villa el Salvador cada lavado dura 57 minutos en promedio y con la aplicación de Lean Manufacturing (VSM, SMED) se reduce los tiempos a 40.5 minutos promedio avalándose la aplicación de las metodologías por la prueba de hipótesis T pareada y cumpliéndose el objetivo principal de la empresa.

Palabras claves: Lean manufacturing/ VSM/ SMED/ Takt time/ T- pareada.

stract: The main objective of this article is to reduce car wash times. Through takt time, it is established that the time for each wash should last a maximum of 43 minutes to generate profitability for the company and customer satisfaction. The study was carried out at the D' ROCCE car wash located in Villa el Salvador, each wash lasts 57 minutes on average, and with the application of Lean Manufacturing (VSM, SMED), times are reduced to 40.5 minutes on average, endorsing the application of the methodologies by the paired T hypothesis test and meeting the main objective of the company.

Keywords: Lean manufacturing/ VSM/ SMED/ Takt time/ Pairing.

Résumé : L'objectif principal de cet article est de réduire les temps de lavage des voitures. Grâce au takt time, il est établi que chaque lavage doit durer au maximum 43 minutes pour générer de la rentabilité pour l'entreprise et satisfaire les clients. L'étude a été menée dans la station de lavage D'ROCCE, située à Villa el Salvador. Chaque lavage dure en moyenne 57 minutes. Grâce à l'application du Lean Manufacturing (VSM, SMED), les temps sont réduits à 40,5 minutes en moyenne, ce qui confirme l'application des méthodologies par le test d'hypothèse T apparié et atteint l'objectif principal de l'entreprise.

Mots-clés: Fabrication lean/ VSM/ SMED/ Temps de réponse/ T appariée

1. Introducción

En los últimos años, el incremento progresivo del parque automotor ha generado una mayor demanda de servicios relacionados con el mantenimiento vehicular, entre ellos el lavado de autos. Este aumento conlleva, además, una expectativa creciente por parte de los clientes respecto al tiempo de atención y la calidad del servicio, factores estrechamente vinculados a su satisfacción. Según cifras de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (Sunarp),

la comercialización de vehículos livianos entre enero y marzo del 2025 alcanzó las 45,237 unidades, superando en un 14% el volumen registrado en el mismo periodo del 2024. Las ventas de minibuses y ómnibus también reflejaron un alza del 45.3 %, en línea con la recuperación de los sectores de transporte y turismo (Gerencia de Estudios Económicos y Estadísticas, 2025).

A nivel internacional, el sector de autolavados también ha mostrado una notable expansión. En América del Norte, existen más de 80,000 establecimientos profesionales de lavado de autos, donde se atienden más de 8 millones de vehículos por día (Grand View Research, 2024). Este crecimiento está vinculado a un cambio en las preferencias del consumidor, que ha migrado del lavado manual a instalaciones automatizadas en más del 70% de los casos en la última década (Grand View Research, 2024). Asimismo, Estados Unidos reporta una de las mayores tasas de propiedad vehicular a nivel mundial, con 837 vehículos por cada 1000 personas, lo que evidencia un mercado altamente desarrollado (Mordor Inteligencia, 2024).

En el contexto nacional, esta tendencia plantea la necesidad de reducir el tiempo operativo en los servicios de lavado de autos, especialmente en microempresas que no han incorporado prácticas de reducción de tiempos. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Manrique, Mejía, Chucuya y Mariños (2022), quienes aplicaron herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Carwash María José (Chimbote), logrando una reducción significativa en el tiempo de ciclo en un 20%, un incremento de la eficiencia del proceso y un ahorro en el consumo de agua por vehículo. Estos resultados demostraron que la implementación de Lean Manufacturing impacta positivamente en la productividad del servicio.

Asimismo, en Villa El Salvador existe autolavados que requieren reducir su tiempo en las operaciones a través del estudio de la empresa D' ROCCE se evaluará la viabilidad de las metodologías lean manufacturing en el sector automotriz.

El problema general que guía esta investigación es:

¿La implementación de Lean Manufacturing incidirá significativamente en la reducción de tiempo del lavado de autos?

Frente a esta problemática, se propone como objetivo principal del presente estudio del proceso mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing del autolavado ROCCE ubicado en Villa El Salvador. La elección de estas herramientas responde a su capacidad para identificar desperdicios en el flujo del proceso, reducir tiempos y mantener un entorno de trabajo ordenado, limpio y eficiente.

A partir de ello, se plantea la siguiente hipótesis:

Ante los antecedentes descritos, se establece como hipótesis que una de las principales preocupaciones a la hora de llevar el auto al lavado es el tiempo y con la aplicación de las diferentes herramientas de Lean Manufacturing (SMED, KANBAN, TPM, VSM y 5S) se obtendrá reducción de tiempos de los procesos en los cuellos de botella detectados disminuyendo el tiempo de atención al cliente, para reducir tiempo y rentabilidad en la empresa.

La presente investigación se justifica en la necesidad de reducir tiempos en el proceso de lavado de autos de la empresa D'ROCCE de Villa El Salvador, un rubro en constante crecimiento debido al incremento del parque automotor y la demanda creciente de servicios rápidos y de calidad. La implementación de herramientas Lean Manufacturing, ha demostrado en estudios previos su efectividad para identificar y eliminar desperdicios, optimizar procesos y el entorno laboral.

Si bien existen investigaciones que aplican Lean Manufacturing en sectores industriales o en empresas de mayor tamaño, son limitados los estudios enfocados en microempresas de servicios, como los autolavados en contextos locales. Por ello, este estudio aporta un análisis aplicado y contextualizado que puede servir como modelo replicable para pequeñas empresas que buscan reducir el tiempo y competitividad.

Además, la investigación contribuye al cuerpo académico al validar la eficacia de Lean Manufacturing en un sector no tradicional, promoviendo la adopción de metodologías que generan beneficios tangibles tanto en la reducción de tiempos como en la calidad del servicio, impactando positivamente en la satisfacción del cliente y la sostenibilidad del negocio.

Lean Manufacturing

Es un enfoque sistemático para identificar y eliminar desperdicios (actividades que no agregan valor) en un proceso, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la productividad. (Womack, Jones & Roos, 1990). Según (Hernández & Vizán, 2013) El flujo del valor y el flujo de información se plasman visualmente en un mapa, haciendo evidente la correlación entre ambos. Los símbolos utilizados son simples y constituyen un lenguaje común para interpretar con facilidad cuáles son las operaciones, sus características, los transportes y la transferencia de información.

43

VSM

Una herramienta visual que ayuda a identificar y analizar el flujo que valoren un proceso, desde materia prima hasta el cliente final, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y eliminar desperdicios. (Rother & Shook, 1999). A través de (Martin & Osterling, 2013) se requieren métricas que permitan identificar cuellos de botella, desperdicios y oportunidades de mejora en los procesos como tiempo de ciclo, tiempo de espera, tiempo de procesamiento, tiempo de entrega.

SMED

Es un enfoque sistemático para reducir el tiempo necesario para realizar cambios o ajustes en los procesos de producción. Esto permite una mayor flexibilidad, menores tiempos de inactividad y una producción más eficiente (Lean, 2025).

TAKT TIME

Representa el ritmo de producción necesario para igualar la demanda del cliente. No se refiere a cuánto tiempo tarda un proceso, sino al tiempo disponible para fabricar una unidad sin generar sobreproducción o escasez (Rother & Shook, 2003)

T-PAREADA

La prueba t pareada es una prueba estadística que compara las medias de dos mediciones relacionadas (como antes y después) para determinar si existe una diferencia significativa entre ellas (Gravetter & Wallnau, 2016).

2. Material y métodos

Tipo de investigación

La investigación realizada es aplicada porque según Vara (2012) “sus resultados se usan de forma inmediata para dar solución a problemas concretos, prácticos, para la realidad cotidiana de las empresas”. Asimismo, el diseño de la investigación es del tipo explicativa, pues “busca determinar las causas de un fenómeno determinado y realizar la aclaración del por qué lo causa busca resolver los problemas en el lavado de autos”. Asimismo, la investigación es cuantitativa, ya que “involucra un conjunto de procesos y pasos que hay que seguir y probar” (Muñoz, 2011).

Diseño de investigación

La investigación es Cuasi- Experimental, pues “El diseño preexperimental más común es el de un solo grupo con preprueba y posprueba. Se aplica un tratamiento y se observa el cambio, pero sin grupo de comparación ni asignación aleatoria a condiciones.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014.).

Unidad de análisis

Autolavado D'ROCCE de Villa El Salvador.

Población de estudio

La población de estudio está conformada 01 autolavado D'ROCCE ubicado en Villa El Salvador. Se trata de una población finita, ya que es posible identificar y cuantificar el total de trabajadores que brindan este servicio en la empresa, ya sea mediante la observación.

Tamaño de muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), cuando la población es finita y conocida, se recomienda emplear una fórmula de muestreo para poblaciones finitas, la cual permite calcular con precisión el número de unidades que deben formar parte de la muestra, considerando el nivel de confianza, el margen de error y una proporción esperada.

$$n = \frac{NZ^2PQ}{e^2(N-1) + (Z^2PQ)}$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra
- N: Tamaño de la población
- Z: Valor z según el nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para 95%)
- p: Proporción esperada (si no se conoce, se usa 0.5)
- q=1-p: Proporción complementaria
- e: Margen de error permitido

Siendo así la población está conformada por 01 autolavado conformado por 4 trabajadores. Dado que se trata de una población finita y accesible, se aplicó la fórmula de muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

El cálculo determinó un tamaño de muestra de 4 operarios, Esto confirma que para poblaciones muy pequeñas (como 4 o 5 personas), la muestra representativa es igual a la población completa. Asimismo, se emplea un cronómetro para medir con exactitud el tiempo de las tareas efectuadas en el sector de lavado, garantizando un análisis detallado.

Recolección de datos

El estudio inició con la recolección de información sobre los tiempos de lavado antes del uso de las herramientas Lean, para la recolección de datos se tomó muestra por 60 días, registrando en una base de datos Excel los tiempos del proceso de lavado de autos por operario.

Se evaluó las diferentes herramientas Lean y su importancia de ser aplicadas en la presente investigación:

- **SMED:** Con esta técnica se podría reducir al máximo el tiempo de inactividad durante un proceso.
- **KANBAN:** Se podría visualizar el proceso para obtener el control y optimizar el flujo de trabajo.
- **TPM:** Lograría maximizar la efectividad de los equipos a lo largo de su ciclo de vida.
- **VSM:** Permitiría visualizar el proceso identificado dónde se pierde tiempo, como esperas, traslados innecesarios o actividades duplicadas.
- **5S:** Ayudarían a la organización con limpieza y orden del lugar de trabajo, lo que reduce tiempos perdidos, errores y aumenta la eficiencia.

Tras el análisis realizado las herramientas elegidas son VSM y SMED asimismo se realizará el diagrama de ISHIKAWA y PARETO debido a que permitirá la detección de retrasos y metodologías ineficaces, para reducir desperdicios, tiempos de espera.

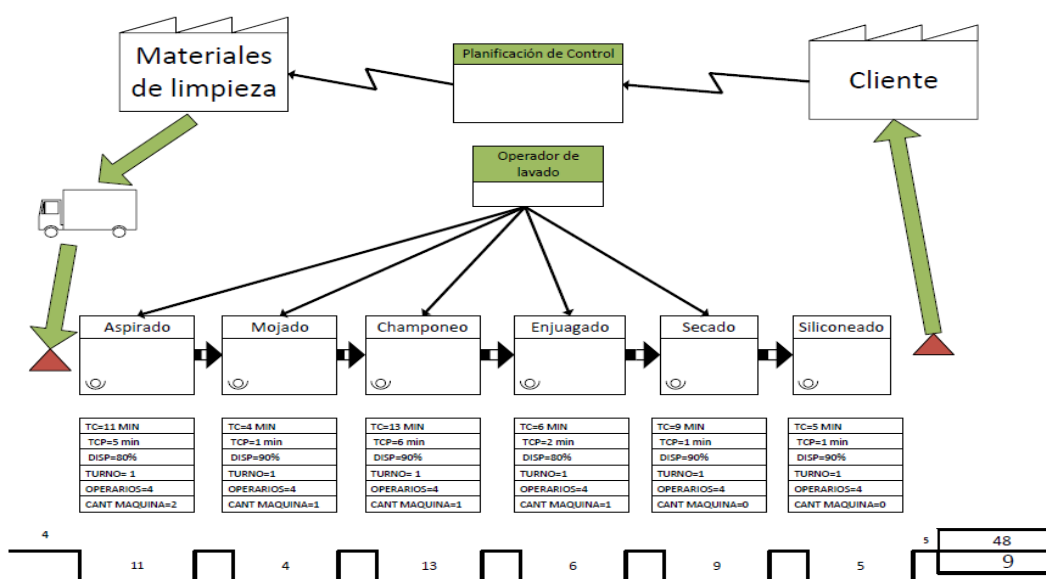
Aplicación

- Se aplicó la herramienta Value Stream Mapping (VSM) o Mapa de la Cadena de Valor, la cual permite visualizar y analizar todos los pasos involucrados en la entrega de un producto o servicio desde la perspectiva del cliente (Rother & Shook, 2003). Esta herramienta, propia de la metodología Lean, se enfoca en identificar tanto las actividades que agregan valor como aquellas que representan desperdicios (mudas), facilitando su eliminación o reducción (Ballé, M 2013).
- Para llevar a cabo el VSM se realizó primero un relevamiento detallado del proceso actual, registrando cada una de las etapas desde la llegada del vehículo hasta su entrega final. Se tomaron en cuenta tiempos de ciclo, tiempos de espera, inventarios intermedios, cantidad de operarios y recursos utilizados en cada fase (LeanManufacture.net, 2025). Con esta información se construyó el mapa del estado actual, que mostró claramente el

proceso, incluyendo tiempos muertos entre estaciones y actividades que no aportaban valor al cliente.

- A través consultas directas a los operarios, informaron tomar un tiempo de 50 min-70 min el lavado de autos básico, considerando ello como punto de partida para el análisis de cuellos de botella en el proceso.
- Con el VSM se permitió visualizar con más detalle cómo se realiza el proceso (aspirado, mojado, enjuagado, secado, siliconado) identificándose los procesos críticos y cierta información relevante, como los retrasos y el tiempo total del ciclo del autolavado D' ROCCE.

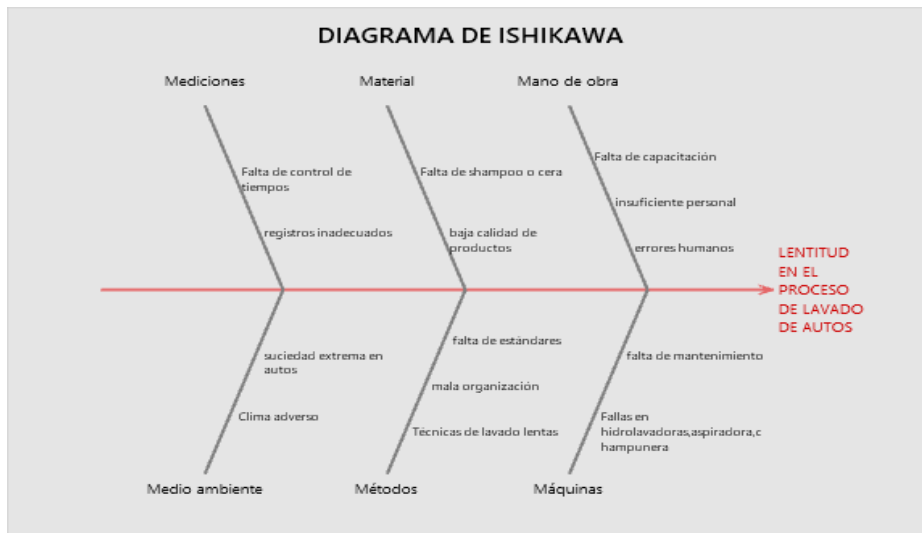
Gráfico N° 01: Diagrama VSM del proceso



Fuente: Elaboración propia

- Como parte del análisis de calidad y del proceso de lavado de autos, se implementó el diagrama de Ishikawa con el objetivo de identificar las causas raíz de los principales problemas observados en la operación. Esta herramienta, desarrollada por Kaoru Ishikawa, permite representar gráficamente las posibles causas de una situación no deseada agrupándolas por categorías, lo cual facilita una visión estructurada del problema (Ishikawa, 1986).
- El problema central identificado fue el exceso de tiempo total del servicio. Para analizar este desvío, se construyó un diagrama de causa y efecto, clasificando los posibles factores en seis categorías clásicas del método Ishikawa: Mano de obra, Métodos, Maquinaria, Materiales, Medio ambiente y Medición (Ishikawa, 1986).
- Durante sesiones de trabajo en equipo, se recopilaron y validaron observaciones de operarios y encargado.

Gráfico N° 02: Diagrama ISHIKAWA

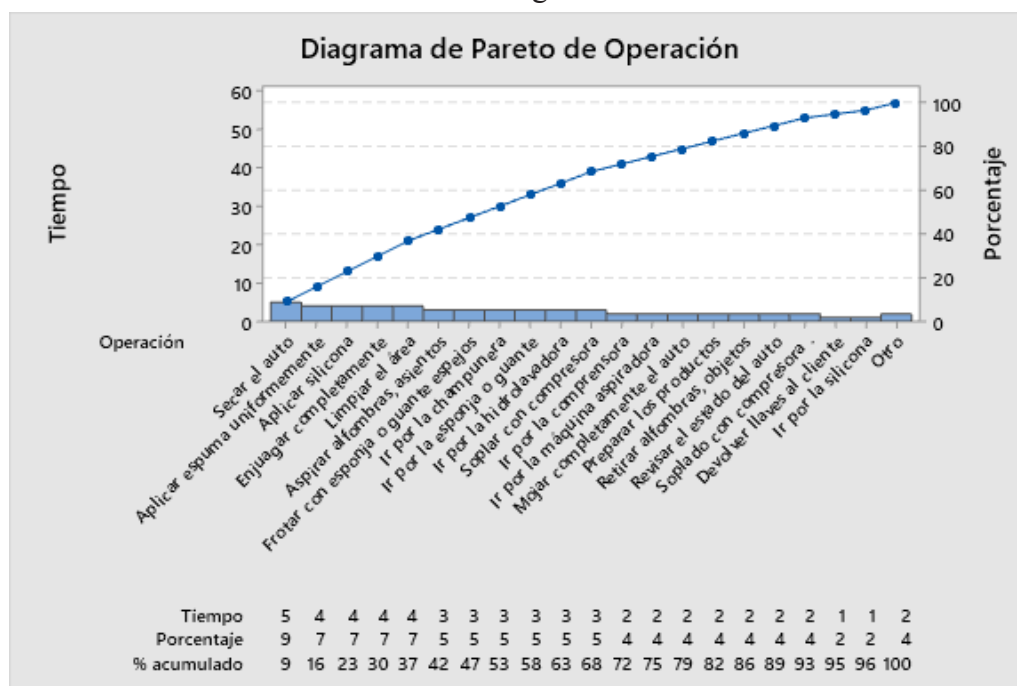


Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de enfocar los esfuerzos en los problemas más significativos del proceso de lavado de autos, se aplicó el diagrama de Pareto, una herramienta clave de análisis en la gestión de calidad. Basado en el principio 80/20, este enfoque sostiene que aproximadamente el 80% de los efectos negativos provienen del 20% de las causas (Juran, 2019). Este principio, desarrollado a partir del trabajo del economista Vilfredo Pareto, fue adaptado al control de calidad por Joseph M. Juran para priorizar acciones sobre las causas más impactantes (Juran & Godfrey, 1998).

Para construir el diagrama, se recopilaron datos durante un período de observación por 60 días, registrando todas las incidencias que afectaban la eficiencia del proceso. Las causas se clasificaron y cuantificaron según su frecuencia de aparición.

Nótese que las actividades están ordenadas de mayor a menor problemas de los autolavados para evidenciar porcentualmente los errores de las actividades. Los cuellos de botella es una restricción interna que se da dentro del proceso siendo identificada según gráfico

Gráfico N° 03: Diagrama PARETO

Fuente: Elaboración propia

- En el proceso de lavado de autos, se implementó la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die), desarrollada por Shigeo Shingo. Esta técnica tiene como objetivo reducir el tiempo de cambio o alistamiento entre tareas o servicios, permitiendo mayor flexibilidad, menor tiempo muerto y mayor aprovechamiento de los recursos (Shingo, 1985).
- Aunque SMED fue originalmente diseñado para entornos industriales con maquinaria de cambio de moldes, su aplicación en procesos de servicio como el lavado de autos resulta especialmente útil para reducir los tiempos entre vehículos, es decir, el tiempo muerto que transcurre desde que un auto termina su proceso hasta que el siguiente puede comenzar. Esta brecha se identificó como una fuente importante de desperdicio durante las observaciones de campo.
- La aplicación del enfoque SMED se desarrolló en cuatro fases principales:
 1. Identificación del tiempo total de cambio: Se midió el tiempo desde que un vehículo salía del área de lavado hasta que el siguiente comenzaba su proceso. Se determinó un promedio de 5 a 7 minutos de inactividad.
 2. Separación de actividades internas y externas: Se clasificaron las tareas necesarias antes de iniciar un nuevo lavado. Por ejemplo, algunas actividades como preparar los materiales, llenar los baldes o reubicar herramientas se hacían mientras el vehículo ya estaba en el área, lo cual se podía transformar en tareas externas realizadas antes del cambio.
 3. Conversión de actividades internas en externas: Muchas tareas que antes se hacían mientras el vehículo ya estaba en la zona de lavado fueron adelantadas. Se estableció un sistema de preparación paralela, con kits de lavado prearmados que los operarios podían tener listos antes de finalizar el servicio anterior.

4. Estandarización: Se rediseñó la secuencia de acciones para garantizar fluidez entre ciclos. Además, se colocaron marcas visuales y espacios definidos para el equipo y materiales, reduciendo pérdidas de tiempo por búsqueda o desplazamientos innecesarios (Lean, 2025).
- Como resultado, el tiempo de alistamiento entre vehículos se busca reducir el tiempo lo que permitió aumentar la cantidad de vehículos atendidos por jornada sin comprometer la calidad del servicio. Además, se redujo la carga física sobre los operarios, al evitar movimientos innecesarios o tareas improvisadas.
 - La metodología SMED, aplicada correctamente, demostró ser adaptable y eficaz incluso en procesos de servicio, permitiendo la eficiencia operacional (Shingo, 1985).
 - A través de la recopilación de datos de los 04 operarios se establece un tiempo promedio por actividad (inicio-fin) del proceso de lavado de autos, obteniendo 57 minutos el tiempo promedio.

Tabla N° 01: Reporte promedio de lavado de autos

49

N°	Operación	Inicio promedio	Fin promedio
1	Preparar los productos (shampoo, silicona, microfibras)	00:00	02:00
2	Revisar el estado del auto antes de ingresarlo	02:00	04:00
3	Retirar alfombras, objetos personales y basura.	04:00	06:00
4	Ir por la máquina aspiradora industrial	06:00	08:00
5	Aspirar alfombras, asientos y maletero, rianuras	08:00	11:00
6	Ir por la compresora	11:00	13:00
7	Soplado con compresora en zonas de difícil acceso.	13:00	15:00
8	Ir por la hidrolavadora	16:00	17:00
9	Verificar que las ventanas estén cerradas.	17:00	18:00
10	Mojar completamente el auto (llantas, pasos de ruidos, bajos)	18:00	20:00
11	Ir por la champunera	20:00	23:00
12	Aplicar espuma uniformemente sobre el auto	23:00	26:00
13	Ir por la esponja o guante de microfibra	26:00	27:00
14	Frotar con esponja o guante de microfibra Limpiar a detalle espejos, vidrios y molduras.	27:00	30:00
15	Ir por la hidrolavadora	30:00	32:00
16	Enjuagar completamente la espuma y residuos.	32:00	36:00
17	Ir por los paños de macrofibra fibra	36:00	37:00
18	Secar el auto con paños de microfibra limpios.	37:00	42:00
19	Soplar con compresora espejos, molduras y llantas.	42:00	45:00
20	Ir por la silicona	45:00	46:00
21	Aplicar silicona a plásticos interiores (tablero, puertas), molduras externas, llantas para brillo	46:00	50:00
22	Devolver llaves al cliente	50:00	51:00
23	Limpiar el área y dejar todo listo para el próximo auto	51:00	55:00
TOTAL DE TIEMPO		57 minutos	

Fuente: Elaboración propia

- Para analizar y determinar el tiempo del proceso de lavado de autos, se aplicó la herramienta de gestión conocida como Takt Time, la cual permite sincronizar la producción con la demanda del cliente. El Takt Time se calcula dividiendo el tiempo disponible para trabajar en un turno por la cantidad de unidades que deben entregarse en ese mismo período. En este caso, se tomó como base el tiempo promedio necesario para atender a un cliente en condiciones normales de operación.
- El análisis arrojó que el Takt Time del proceso es de 43 minutos por vehículo, lo que significa que, para cumplir con la demanda actual, el sistema debe completar el lavado de un auto cada 43 minutos. Este dato no solo sirve para establecer un ritmo de trabajo estándar, sino también como referencia para identificar cuellos de botella, tiempos muertos o actividades que no agregan valor.
- Además, el Takt Time permite alinear los recursos humanos y materiales de forma que cada estación del proceso se mantenga dentro de los tiempos definidos, evitando tanto la sobreproducción como los retrasos. De esta manera, se promueve una utilización más eficiente del tiempo operativo y se garantiza una respuesta más equilibrada a la demanda de los clientes.
- Asimismo, los trabajadores deberán cumplir con ello, para determinar el tiempo se tomó en cuenta el turno de 8 horas y la demanda de cada turno es de 45 autos diarias. Las paradas en las actividades son en la preparación de insumos y habilitación de máquinas. Con el Takt Time se determinó el tiempo límite referencial para el lavado de autos según la cantidad de trabajadores y los objetivos de la empresa D'ROCCE para la obtención de utilidades.

TAKT TIKE

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ para\ la\ producción}{Demanda\ del\ cliente}$$

Tiempo
disponible:

Actividad	Descripción
N° de horas laborales	8 horas = 480 minutos
N° de trabajadores	4 operarios
Total tiempo disponible	1920 minutos

Es decir:

$$Takt\ Time = \frac{1920}{45} = 43\ min/ auto\ (tiempo\ objetivo)$$

3. Resultados

Tras la implementación de la metodología SMED, se logró una reducción significativa en el tiempo total del proceso de lavado de autos. El tiempo promedio inicial, antes de aplicar las acciones, era de 57 minutos por vehículo, lo que incluía tanto el tiempo de lavado como los tiempos improductivos entre servicios (cambio o alistamiento).

Luego de aplicar las etapas del SMED especialmente la separación de tareas internas y externas, y la preparación previa de materiales y herramientas el tiempo promedio se redujo a 40,5 minutos por vehículo, lo que representa una disminución de 16,5 minutos por ciclo.

La implementación permitió no solo un aumento en la productividad (mayor cantidad de autos por turno), sino también una mayor fluidez y menor desgaste operativo para el personal. Además, al estandarizar las tareas de preparación, se redujo la variabilidad entre operarios y se mejoró la calidad del servicio de manera indirecta, al disminuir los errores por improvisación.

Este tipo de resultado demuestra que el enfoque SMED puede ser altamente efectivo incluso en servicios manuales y repetitivos como el lavado de autos, donde es un impacto directo en la rentabilidad del negocio.

Tabla N° 02: Diagrama SMED

N°	Operación	Inicio promedio	Fin promedio	Tiempo antes del SMED	Interno / Externo	Tiempo después del SMED	Total de tiempo reducido	% de reducción
1	Preparar los productos (shampoo, silicona, microfibras)	00:00	02:00	02:00	I	01:30	00:30	2%
2	Revisar el estado del auto antes de ingresarlo	02:00	04:00	02:00	I	01:40	00:20	1%
3	Retirar alfombras, objetos personales y basura.	04:00	06:00	02:00	I	01:40	00:20	1%
4	Ir por la máquina aspiradora industrial	06:00	08:00	02:00	I	01:00	01:00	4%
5	Aspirar alfombras, asientos y maletero, rianuras	08:00	11:00	03:00	I	02:30	00:30	2%
6	Ir por la compresora	11:00	13:00	02:00	I	01:00	01:00	4%
7	Soplado con compresora en zonas de difícil acceso.	13:00	15:00	02:00	I	01:30	00:30	2%
8	Ir por la hidrolavadora	16:00	17:00	01:00	I	00:50	00:10	1%
9	Verificar que las ventanas estén cerradas.	17:00	18:00	01:00	E	00:50	00:10	1%
10	Mojar completamente el auto (llantas, pasos de ruidas, bajos)	18:00	20:00	02:00	I	01:40	00:20	1%
11	Ir por la champunera	20:00	23:00	03:00	I	02:30	00:30	2%
12	Aplicar espuma uniformemente sobre el auto	23:00	26:00	04:00	I	03:40	00:20	1%
13	Ir por la esponja o guante de microfibra	26:00	27:00	03:00	I	02:50	00:10	1%
14	Frotar con esponja o guante de microfibra Limpiar a detalle espejos, vidrios y molduras.	27:00	30:00	03:00	I	02:50	00:10	1%
15	Ir por la hidrolavadora	30:00	32:00	02:00	I	01:00	01:00	4%
16	Enjuagar completamente la espuma y residuos.	32:00	36:00	04:00	I	03:30	00:30	2%
17	Ir por los paños de macrofibra fibra	36:00	37:00	01:00	I	00:50	00:10	1%
18	Secar el auto con paños de microfibra limpios.	37:00	42:00	05:00	I	04:30	00:30	2%
19	Soplar con compresora espejos, molduras y llantas.	42:00	45:00	03:00	I	01:00	02:00	8%
20	Ir por la silicona	45:00	46:00	01:00	I	00:50	00:10	1%
21	Aplicar silicona a plásticos interiores (tablero, puertas), molduras externas, llantas para brillo	46:00	50:00	04:00	I	03:30	00:30	2%
22	Devolver llaves al cliente	50:00	51:00	01:00	I	00:50	00:10	1%
23	Limpiar el área y dejar todo listo para el próximo auto	51:00	55:00	04:00	I	03:30	00:30	2%
TOTAL DE TIEMPO SIN SMED		57 minutos		TOTAL DE TIEMPO CON SMED		40.5 minutos		

Fuente: Elaboración propia

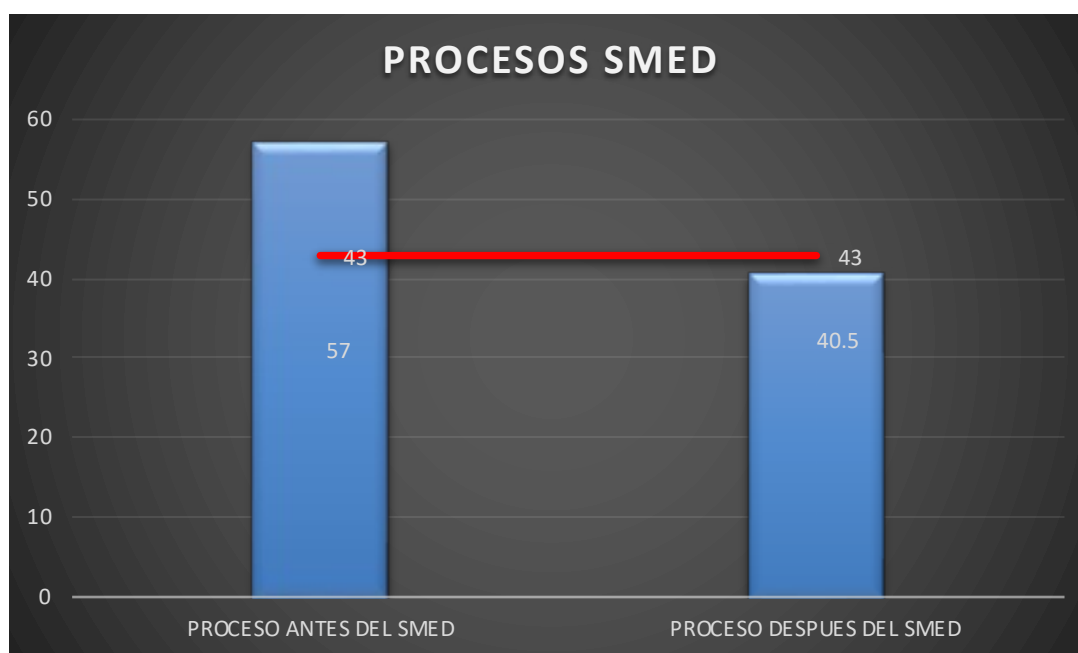
Tabla N° 03: Cuadro comparativo SMED

DESCRIPCION	TIEMPO (MIN)	LÍMITE
PROCESO ANTES DEL SMED	57	43
PROCESO DESPUES DEL SMED	40.5	43

Fuente: Elaboración propia

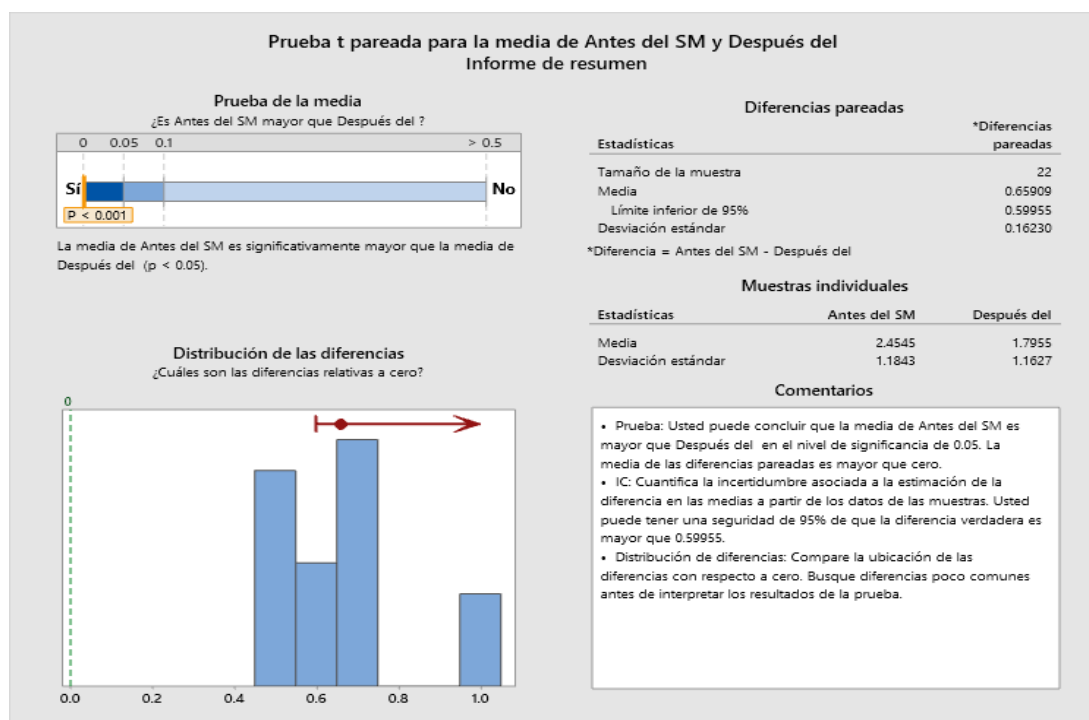
La implementación de la metodología SMED tuvo un impacto directo en la reducción del tiempo total del ciclo de lavado de autos. Inicialmente, el tiempo promedio por vehículo era de 57 minutos, lo cual superaba ampliamente el Takt Time definido de 43 minutos por auto. Esta situación evidenciaba un desbalance entre la capacidad del proceso y la demanda esperada, generando acumulación de vehículos, tiempos muertos y una baja utilización del recurso humano.

Luego de aplicar el enfoque SMED a través de la preparación externa de materiales, estandarización de tareas y reducción del tiempo de alistamiento entre vehículos el tiempo promedio por auto se redujo a 40,5 minutos, ubicándose por debajo del Takt Time establecido.

Gráfico N° 04: Diseño de barras SMED

Fuente: Elaboración propia

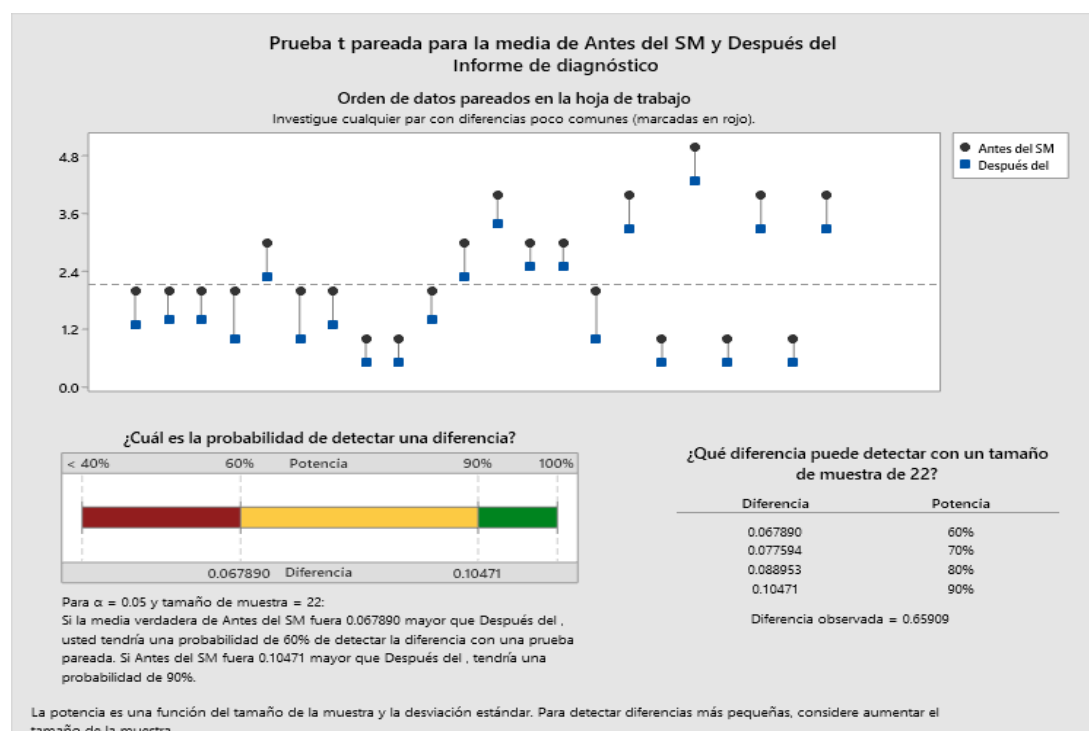
Gráfico N° 05: Prueba T pareada



53

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 06: Orden de datos pareados



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 07: Tarjeta de informe

Prueba t pareada para la media de Antes del SM y Después del Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Datos poco comunes		No hay diferencias pareadas poco comunes. Los datos poco comunes pueden tener una fuerte influencia sobre los resultados.
Normalidad		Debido a que el tamaño de su muestra es de por lo menos 20, la normalidad no es un problema. La prueba es exacta con datos no normales cuando el tamaño de la muestra es suficientemente grande.
Tamaño de la muestra		La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las medias.

Fuente: Elaboración propia

54

Con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo un valor p significativamente menor que 0,05, lo cual indica que la reducción en el tiempo de proceso es estadísticamente significativa. Por lo tanto, se puede afirmar con evidencia cuantitativa que la aplicación de SMED generó una reducción real y no atribuible al azar. Esta validación estadística respalda los beneficios observados empíricamente y complementa el análisis de eficiencia alineado al Takt Time. Además, refuerza la viabilidad de extender estas acciones al resto de los turnos u operaciones similares, ya que los resultados pueden considerarse consistentes y reproducibles.

La prueba t pareada arrojó un valor p de 0.01, lo que indica una diferencia significativa en los tiempos de lavado antes y después de aplicar SMED ($p < 0.05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la metodología SMED contribuyó efectivamente a la reducción del tiempo de lavado en el sector automotriz de la empresa D' ROCCE.

Impacto económico

De acuerdo a los resultados obtenidos en la implementación de la herramienta SMED se obtuvo una reducción de 16.5 min que impactó financieramente en la empresa.

Tabla N° 4: Impacto económico

CONCEPTO	ANTES DEL SMED	DESPUÉS DEL SMED
Tiempo por auto (min)	57	40.5
Autos posibles por día	34	45
Precio por auto (ejemplo)	S/ 17	S/ 20
Ingreso diario estimado	S/ 578	S/ 900
Costos operativos diarios	S/ 70	S/ 80
Ganancia neta diaria	S/ 508	S/ 820
Rentabilidad (%)	88%	91%

Fuente: Elaboración propia

La implementación del SMED permitió reducir significativamente los tiempos de lavado, aumentando la producción diaria y el precio unitario, lo que generó un aumento del 61.4% en la ganancia neta diaria y en la rentabilidad de 88% a 91%. Estos resultados confirman la efectividad de Lean Manufacturing para la rentabilidad del proceso.

Estos resultados evidencian cómo la aplicación de herramientas Lean, como SMED y el análisis estadístico del desempeño, pueden tener un impacto directo y medible en la salud financiera del negocio, elevando la productividad, reduciendo desperdicios y produciendo rentabilidad sostenida.

4. Discusión

Durante el desarrollo del estudio, se aplicó un análisis de causa-efecto mediante el diagrama de Ishikawa, el cual permitió identificar los principales factores que inciden en los tiempos prolongados de lavado de autos en la empresa D' ROCCE. A través de esta herramienta, se clasificaron y visualizaron las causas raíz dentro de varias categorías, destacándose como principales problemáticas: las técnicas de lavado utilizadas, que resultaban ineficientes y no estandarizadas; los errores humanos, derivados de la falta de capacitación o ejecución inconsistente del proceso y la ausencia de un control efectivo del tiempo, lo que impedía medir y gestionar correctamente la productividad. Estos hallazgos respaldaron la necesidad de aplicar las herramientas Lean Manufacturing, como el método SMED, para abordar las causas específicas detectadas.

En el diagrama de Pareto los tiempos promedio de lavado de autos según el diagrama mostrado, la operación de secado de autos es la que demora más tiempo con un porcentaje del 9% entre todas las operaciones seguida de aplicación de espuma con un porcentaje de 7%. aplicar silicona con 7%, enjuagar con 7% y limpiar el área con un 7% entre las cinco primeras operaciones tenemos un 37% acumulado. Este análisis permitió identificar los puntos críticos del proceso que se aplicaron actividades que realmente impactan la eficiencia general del sistema de lavado.

La reducción del tiempo por auto de 57 a 40.5 minutos mediante la metodología SMED el cumplimiento el resultado del Takt Time de 43 minutos máximo por lavado, permitió incrementar la capacidad productiva de 34 a 45 autos diarios, lo que a su vez incrementó los ingresos diarios en un 55.7%. Este aumento en la producción, combinado con un ajuste en el precio por lavado,

resultó en de importancia en la ganancia neta diaria (61.4%) y un aumento en la rentabilidad de 88% a 91%.

Estos resultados son consistentes con estudios previos que demuestran que la implementación de herramientas Lean Manufacturing, como SMED y VSM, impacta productivamente y financiera en procesos de servicios.

Desde una perspectiva práctica, los tiempos de proceso no solo produce la rentabilidad sino también la capacidad de atender a más clientes, lo cual puede traducirse en mayor competitividad y sostenibilidad del negocio.

Este resultado es consistente con los principios de SMED, los cuales buscan minimizar el tiempo improductivo a través de la preparación anticipada y la eliminación de actividades innecesarias, los resultados del presente estudio demuestran que puede ser eficazmente adaptada al sector automotriz como el lavado de vehículos.

Los resultados indicaron una disminución promedio en el tiempo de lavado, y el análisis estadístico mostró un valor p de 0.001, lo cual es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$). Esto permite rechazar la hipótesis nula (H_0), que planteaba que no existía diferencia significativa, y aceptar la hipótesis alternativa (H_1), confirmando que la implementación de SMED generó una reducción estadísticamente significativa en los tiempos de lavado de autos.

5. Agradecimiento

Quiero agradecer a la revista CTS CAFÉ por brindar un lugar donde se pueda publicar y dar a conocer el artículo científico.

Se agradece a la UNMSM por el respaldo académico brindado durante el desarrollo, así como a los docentes por su valiosa orientación técnica y metodológica. Se extiende también un especial agradecimiento al personal del establecimiento de lavado de autos por su colaboración activa durante la fase de implementación de la metodología SMED.

6. Conclusiones

Se concluye que la aplicación de la metodología SMED en el proceso de lavado de autos permitió reducir el tiempo de servicio en 16.5 minutos, impactando significativamente el proceso operativo del proceso. Esta reducción representa una oportunidad concreta para incrementar la productividad sin requerir inversiones significativas en infraestructura o tecnología.

El estudio demuestra que herramientas de Lean Manufacturing desarrolladas en el sector automotriz pueden ser exitosamente transferidas a contextos de servicios, aportando beneficios en términos de rapidez, organización y aprovechamiento de recursos.

Como recomendación, se sugiere implementar SMED de manera sistemática en otros procesos similares dentro del negocio, así como realizar evaluaciones periódicas para asegurar la sostenibilidad de los resultados obtenidos. Asimismo, futuras investigaciones podrían explorar el impacto de esta metodología en la satisfacción del cliente y en indicadores económicos del servicio.

Se concluye que la aplicación del método SMED contribuyó de manera efectiva a la reducción del tiempo de lavado de vehículos en el contexto del sector automotriz. Esta afirmación está

respaldada por la prueba de hipótesis ($p < 0.05$), que demostró una diferencia significativa en los tiempos antes y después de la intervención.

El precio por lavado aumentó de S/ 17 a S/ 20, reflejando un mejor valor agregado o posicionamiento. El ingreso diario aumentó de S/ 578 a S/ 900, y la ganancia neta diaria se incrementó en un 61.4%, pasando de S/ 508 a S/ 820. La rentabilidad mejoró ligeramente, de 88% a 91%, indicando que el negocio es ahora más eficiente y rentable por cada sol ingresado.

7. Literatura citada

Ballé, M. (2013). How do you apply takt time to service work?. Lean Enterprise Institute. <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/all-articles/>

Grand View Research. (2024). Car Wash Service Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Tunnels, Roll-over/In-bay, Self-Service), By Location (Standalone, Gas/Fuel Stations, Convenience Stores/Shopping Centers), By Mode Of Payment, By Region, And Segment Forecasts, 2025 – 2030.(Informe N° GVR-3-68038-850-3) <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/car-wash-service-market>.

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2016). Statistics for the behavioral sciences (10ª ed.). Cengage Learning. https://archive.org/details/statisticsforbeh0000grav_s3u5/page/n7/mode/2up

Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Escuela de Organización Industrial. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw Hill. Recuperado de https://recursos.ucol.mx/tesis/disenio_experimental.php

Ishikawa, K. (1986). What is Total Quality Control? The Japanese way. Prentice Hall. <https://archive.org/details/whatistotalquali00ishi/page/n7/mode/2up>

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). Juran's Quality Handbook (5ª ed.). McGraw Hill Professional. <https://gmpua.com/QM/Book/quality%20handbook.pdf>

Juran Institute. (2019).Pareto Principle (80/20 Rule) & Pareto Analysis Guide.<https://www.juran.com/blog/a-guide-to-the-pareto-principle-80-20-rule-pareto-analysis/>

Manrique, V. Mejía, C.Chucuya,R.Mariños,D.(2022). Influencia del uso del Lean Manufacturing en la productividad: caso empresa lavado de vehículos Carwash, Chimbote - Perú.

- Martin, K., & Osterling, M.** (2013). Metrics-Based Process Mapping: Identifying and Eliminating Waste in Office and Service Processes (2.^a ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group. Recuperado de https://www.tkmg.com/wp-content/files/MBPM_Sample_Download.pdf
- Mordor Intelligence** (2024). Análisis del tamaño y la participación del mercado de lavado de autos - Tendencias y pronósticos de crecimiento (2024 - 2029). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/car-wash-market>.
- Muñoz Razo, C.** (2011). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (2.^a ed.). Pearson Educación. <https://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-Mu%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf>
- Rother, M., & Shook, J.** (1999). Learning to See: Value stream mapping to create value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute. Recuperado de https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TME159/Mike%20Rother%20-%20Learning%20to%20See%20Version%201.2%20%28kanban%29_value%20stream%20lean.pdf
- Rother, M., & Shook, J.** (2003). Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate MUDA (2nd ed.). Lean Enterpris
- Shingo, S.** (1985). A revolution in manufacturing: The SMED system (1^a ed.). Productivity Press. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315136479/revolution-manufacturing-shigeo-shingo>
- Sunarp** (2025). Informe del sector automotor. Resultados primer trimestre 2025. <https://aap.org.pe/informes-estadisticos/marzo-2025/Informe-Marzo-2025.pdf>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D.** (1990). The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. Free Press. Recuperado de <https://web.mit.edu/esd.83/www/notebook/machine.pdf>

ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Ostos, Atuncar (2025)
2. Ostos, Atuncar (2025)
3. Ostos, Atuncar (2025)
4. <https://www.lahuertinagarden.com.ar/plantas-nativas/planta-de-yacon>
5. <https://www.bioecoactual.com/2025/08/21/yacon-raiz-dulce-nutritiva-andes/>
6. <https://nutrydiaperu.com/tienda/yacon-pulpa-en-pollo-x-500g/>
7. <https://vitallanosperu.com/producto/yacon-deshidratado-en-hojuelas-y-harina-de-yacon/>
8. https://tiendakarcher.pe/blog/consejos-limpieza-carros/?srsltid=AfmBOoog3kw8QlyNH_GO-CL5Jnbj18Key0sra1kawi3k-tQId09Kr2h_H
9. <https://pimentel.com.pe/carwash/>
10. <https://lavaderodeautoscarwash.com/los-carwash-crecen-en-lima/>
11. <https://www.ascensoresorbit.pe/>
12. <https://www.schindler.pe/es/ascensores/modernizacion/componentes/cabinas.html>
13. <https://facara.com.ar/seguiridad-en-ascensores-consejos-para-elegir-a-una-empresa-de-mantenimiento/>
14. <https://www.expreso.com.pe/politica/vacancia-de-dina-boluarte-advierten-que-decision-del-congreso-no-respeto-debido-proceso-tribunal-constitucional-juan-carlos-portugal-noticia/1230597/>
15. <https://diarioelpueblo.com.pe/2023/07/25/las-elecciones-en-el-congreso/>
16. <http://www.spanish.xinhuanet.com/20251010/f5b-f10d7f507468c9e59a04577a6ba4f/c.html>
17. <https://larepublica.pe/sociedad/2025/10/28/parade-transporte-el-4-de-noviembre-estas-son-las-rutas-y-lineas-que-suspenderan-sus-servicios-en-lima-y-callao-ntpe-2053520>
18. <http://eldiario24.com/mundo/2025/10/16/peru-heridos-jose-geri/>
19. <https://www.eltiempo.com/mundo/latinoamerica/un-muerto-y-mas-de-100-heridos-en-lima-peru-durante-protestas-contras-el-nuevo-gobierno-de-jose-geri-3500349>
20. <https://oem.com.mx/elsoldemexico/gossip/jovenes-rinden-homenaje-a-truko-el-rapero-muerto-a-manos-de-la-policia-en-protesta-en-lima-peru-26325154>
21. <https://galvezmonteagudo.pe/mineria-ilegal-vs-mineria-informal-un-problema-vigente/>
22. <https://cooperacion.org.pe/gobierno-alistaria-ley-sobre-mineria-informal/>
23. <https://convoca.pe/investigacion/arequipa-epicentro-de-la-guerra-del-oro>
24. <https://portal.jne.gob.pe/portal/Pagina/Nota/17603>
25. <http://ceramicdictionary.com/es/a/4360/clay-0-making-clay-in-constructionhttps://es.pinterest.com/hippieflower1969/the-french-revolution/>
26. <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/ladrillos-piramide-invertira-us-800-millones-2021-235206-noticia/>
27. https://www.freepik.com/premium-ai-image/red-truck-with-lot-bricks-front-word-g-front_187626342.htm
28. https://www.linkedin.com/posts/yapeoficial_feliz-d%C3%ADa-del-trabajador-gracias-a-actividad-7191529441297125377-gCio/?originalSubdomain=es
29. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-38974595>
30. <https://www.realinstitutoelcano.org/comentarios/como-se-ha-vivido-en-china-la-victoria-de-trump-y-que-implicaciones-tiene-para-las-relaciones-sino-europeas/>
31. https://www.theguardian.com/world/2019/sep/16/kim-jong-un-invites-donald-trump-to-visit-pyongyang-report?CMP=gu_com



De izquierda a derecha

32. <https://www.elmundo.es/cultura/literatura/2021/07/10/60e83bab21efa0cc3c8b45de.html>
33. https://www.facebook.com/ejercitodelperuoficial?locale=es_LA
34. <https://www.miraflores.gob.pe/miraflores-a-30-anos-de-la-captura-del-cabecilla-terrorista-senderista-abimael-guzman/>
35. https://es.pngtree.com/freepng/stressed-office-worker-struggles-with-project-deadline-fatigue-anxiety-vector_12877338.html
36. <https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/19775582-dibujos-animados-profesional-agotamiento-ilustracion>
37. <https://www.drahumbert-psiquiatria.es/galeotes-y-galeas-el-estres-laboral/>
38. <https://www.elperuano.pe/noticia/157101-archivo-general-de-la-nacion-la-institucion-que-salvaguarda-los-documentos-del-peru>
39. <https://www.archivonacional.go.cr/index.php/institucional/content-component-4/archivo-historico>

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen IX- N° 27 Noviembre 2025

210

Contáctenos en nuestro correo electrónico

revistactscafe@ctscafe.pe

Página Web:

<http://ctscafe.pe>

