

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA CONTINUA Y
CALIDAD EN UN TALLER DE CONVERSIÓN A GAS
MEDIANTE LA METODOLOGÍA PDCA**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Roland Edgard Santos Santos

ASESOR:

Dr. Jorge Vargas Florez

Lima, abril, 2022

RESUMEN

El presente informe narra el diagnóstico en una empresa que realiza la conversión a gas de vehículos, donde se identifican quejas por parte de sus clientes debido al incumplimiento con las entregas, mala calidad del servicio y generación de daños ocasionados en el taller a sus vehículos. A partir de esto, se procede a crear propuestas de mejora empleando la metodología PDCA y el uso de otras herramientas como las 5S, estandarización de procesos, mejora continua a través de la tecnología e implementación de indicadores de gestión que aseguren las medidas implementadas al cierre del proyecto. Las principales causas que se detectan en la etapa de análisis y diagnóstico es la ausencia de un protocolo de montaje de componentes en el proceso de conversión, falta de seguimiento en las entregas e insuficiencia en la inspección post – conversión. El proyecto obtiene resultados exitosos con la implementación de las propuestas de mejora, se aumenta el cumplimiento de 85% a 97% a tiempo de las entregas. Además, se incrementa la productividad en un 10.7%, lo cual aumenta la cantidad de conversiones mensuales. Asimismo, se incrementa la calidad del servicio de 90% a 99% y se genera un ahorro de S/ 7,900 al mes en la corrección de daños asumidos ocasionados en los vehículos durante la estadía en el taller. También, se crea una cultura de mejora continua en la empresa tanto para el área operativa y administrativa lo cual promueve una gestión más eficiente. Por último, en la evaluación económica del proyecto se obtuvo un VAN de S/. 938,113 en los próximos 5 años, lo cual indica que el proyecto garantizando la continuidad del servicio y rentable su implementación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEORÍCO	2
1.1. MEJORA CONTINUA	2
1.2. METODOLOGÍA PDCA	3
1.3. ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	4
1.4. INDICADORES DE GESTIÓN	5
1.5. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO	7
1.6. LAS 5S	7
1.7. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	8
1.8. CICLO DE CALIDAD	9
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
2.1. LA ORGANIZACIÓN	11
2.2. CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA	12
2.3. SERVICIO DE CONVERSIÓN A GAS	13
2.3.1. CLIENTES B2B	19
2.3.2. SUBSERVICIOS DE CONVERSIÓN A GAS	19
2.3.3. MAQUINARIA Y EQUIPOS	20
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	21
3.1. FASE PLAN	21
3.1.1. EQUIPO DE TRABAJO	21
3.1.2. ANÁLISIS DE INDICADORES	22
3.1.3. ANÁLISIS DE CAUSAS	25
3.1.4. SELECCIÓN DE CAUSAS VITALES	28
CAPÍTULO 4: CASOS DE APLICACIÓN DEL CICLO PDCA	30
4.1. CASO 1	30

4.1.1. ALCANCE	30
4.1.2. PROBLEMA	30
4.1.3. SOLUCIÓN.....	31
4.1.4. RESULTADOS.....	32
4.2. CASO 2.....	33
4.2.1. ALCANCE	33
4.2.2. PROBLEMA	33
4.2.3. SOLUCIÓN.....	35
4.2.4. RESULTADOS.....	35
CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL PROYECTO	36
5.1. FASE DO	36
5.1.2. CATEGORÍA: MEDIDA.....	49
5.1.3. CATEGORÍA: HOMBRE.....	53
5.1.4. CATEGORÍA: ENTORNO.....	58
5.1.5. CATEGORÍA: MATERIAL.....	67
5.2. FASE CHECK.....	68
5.3. FASE ACT	71
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA	81
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
7.1. CONCLUSIONES.....	89
7.2. RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo PDCA.....	3
Figura 2: Cadena de suministro para producir cerveza	5
Figura 3: Atributos de los indicadores de gestión	6
Figura 4: Factores de éxito para la toma de decisiones	6
Figura 5: Ejemplo de diagrama de causa – efecto	7
Figura 6: Pilares de las 5S.....	8
Figura 7: Ciclo de la calidad	10
Figura 8: Imagen de un almacén de la empresa	11
Figura 9: Cartera de servicios de la empresa	12
Figura 10: Cadena de suministro	12
Figura 11: Ubicación de Taller.....	13
Figura 12: Publicidad del servicio.....	14
Figura 13: Flujoograma actual de Conversión a gas	18
Figura 14: Clientes de la empresa.....	19
Figura 15: Flujoograma del equipo de trabajo	22
Figura 16: Evolución de indicador de productividad	23
Figura 17: Evolución de indicador de cumplimiento	24
Figura 18: Evolución de indicador de calidad del servicio	24
Figura 19: Evolución de indicador de reparaciones asumidas	25
Figura 20: Diagrama de Ishikawa – Productividad	26
Figura 21: Diagrama de Ishikawa – Cumplimiento	27
Figura 22: Diagrama de Ishikawa – Calidad del servicio.....	27
Figura 23: Diagrama de Ishikawa – Reparaciones asumidas	28
Figura 24: Diagrama de Ishikawa del caso 1	31
Figura 25: Causas del almacén principal	31
Figura 26: Propuestas de mejora del caso 1	32
Figura 27: Diagrama de Pareto de causas en el Caso 2.....	34
Figura 28: Diagrama de Pareto de modelos en el Caso 2.....	34

Figura 29: Homologación de Conversión a Gas	37
Figura 30: Estándar de corte de mangueras.....	38
Figura 31: Corte de pernos de sujeción	39
Figura 32: Ramal eléctrico.....	39
Figura 33: Estándar de ramal eléctrico	40
Figura 34: Comunicación de daños.....	44
Figura 35: Inspección virtual de daños.....	45
Figura 36: Seguimiento de servicios en tiempo real.....	47
Figura 37: Cañerías de gas	48
Figura 38: Contenedor de metales para cobre	48
Figura 39: Registro de defectos virtual.....	50
Figura 40: Proyección de indicadores en el taller	52
Figura 41: Vestimenta del personal.....	53
Figura 42: Equipos de protección.....	53
Figura 43: Carrito de herramientas	54
Figura 44: Proceso de selección de personal.....	55
Figura 45: Estructura de pago.....	56
Figura 46: Mural del éxito	57
Figura 47: Diagrama de recorrido actual.....	58
Figura 48: Diagrama de recorrido propuesto	59
Figura 49: Imágenes del taller	60
Figura 50: Comité de 5S.....	61
Figura 51: Procedimiento de selección de las 5S.....	62
Figura 52: Carrito de herramientas	62
Figura 53: Orden de tuercas y pernos.....	63
Figura 54: Puntos de limpieza en el taller	63
Figura 55: Imagen del taller aplicando la tercera S	64
Figura 56: Estandarización de residuos	65
Figura 57: Formato de auditoría interna de 5S	66

Figura 58: Carrito de transporte de tanque	67
Figura 59: Imagen de apilamiento de tanques.....	68
Figura 60: Gráfico de cumplimiento	69
Figura 61: Gráfico de productividad	70
Figura 62: Gráfica de calidad del servicio	70
Figura 63: Gráfico de reparaciones asumidas	71
Figura 64: E-Learning de homologaciones	72
Figura 65: Sistema de gestión de la calidad en el taller	73
Figura 66: Flujograma actualizado de Conversión a Gas.....	77
Figura 67: Dashboard de control.....	79
Figura 68: Dashboard de cliente Toyota	80
Figura 69: Impacto económico por aumento de cumplimiento.....	81
Figura 70: Impacto económico por aumento de productividad.....	82
Figura 71: Impacto económico por aumento de calidad del servicio.....	84
Figura 72: Impacto económico por reducción de reparaciones asumidas	85
Figura 73: Flujo de caja del proyecto	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pasos del PDCA.....	4
Tabla 2: Subservicios de Conversión a Gas.....	19
Tabla 3: Equipo del proyecto.....	21
Tabla 4: Indicadores de control.....	23
Tabla 5: Valores actuales y metas.....	26
Tabla 6: Criterios de evaluación de causas.....	28
Tabla 7: Valorización de causas.....	29
Tabla 8: Tipos de prioridades.....	29
Tabla 9: Resumen de causas contra soluciones propuestas.....	36
Tabla 10: Cuadro comparativo de defectos y su impacto.....	40
Tabla 11: Buenas prácticas del proceso.....	41
Tabla 12: Actividades de selección de personal.....	55
Tabla 13: Niveles de técnicos.....	56
Tabla 14: Metas de producción.....	57
Tabla 15: Diagrama de Gantt para 5S.....	61
Tabla 16: Cronograma de limpieza.....	65
Tabla 17: Inversión requerida para aumento de cumplimiento.....	82
Tabla 18: Inversión requerida para aumento de productividad.....	83
Tabla 19: Inversión requerida para aumento de calidad del servicio.....	84
Tabla 20: Inversión requerida para reducir las reparaciones asumidas.....	85
Tabla 21: Ahorros del proyecto.....	86
Tabla 22: Costos anuales del proyecto.....	87
Tabla 23: Inversiones del proyecto.....	87

INTRODUCCIÓN

El presente informe describe como se desarrolló un proyecto de mejora continua y calidad en un taller automotriz que brinda el servicio de conversión a gas, principalmente a vehículos nuevos. El proyecto inició en setiembre del 2020 el cual fui asignado como líder ocupando el puesto de Analista de Mejora Continua y Calidad, donde mi principal función fue asegurar la efectividad del proyecto, seguimiento en la implementación de acciones, monitoreo de los cambios y presentación de avances a la alta dirección.

La estructura del presente documento inicia con el capítulo 1, donde se explica la metodología utilizada en el proyecto y los pasos a seguir para llevar un orden en la toma de decisiones.

Luego, en el capítulo 2, se describe a la empresa donde se realizó el proyecto enfocándose en el servicio de conversión a gas y su evolución a través del tiempo. En este punto, también se menciona a sus clientes principales y las máquinas que se utilizan para el desarrollo del proceso.

Posteriormente, en el capítulo 3, se detalla la primera fase del ciclo PDCA donde se organiza el equipo de trabajo, se realiza un diagnóstico de la situación actual y se identifican causas que afectan el problema para su posterior jerarquización.

En cuarto lugar, en el capítulo 4, se describen las siguientes tres fases del ciclo PDCA donde se efectúan medidas alineadas con la primera fase, se valida que estos tengan un efecto positivo al problema y se asegura su continuidad en el tiempo.

Después, en el capítulo 5, se realiza un cálculo del impacto económico del proyecto para la empresa. En este punto se verifica que, al finalizar el proyecto, se superó las metas planteadas por la alta dirección y como sus indicadores siguen aumentando los siguientes meses.

Por último, en el capítulo 6, se expone las conclusiones del proyecto y su efecto en el taller de conversión, así como en la cultura de la empresa. Finalmente, se brinda recomendaciones adicionales.

CAPÍTULO 1: MARCO TEORÍCO

Las empresas están en constante competencia para aumentar su participación en el mercado del sector al que pertenecen, por ello una de las alternativas que emplean para generar este aumento es optimizar sus procesos o procedimientos eliminando todas aquellas actividades que no agregan valor para el cliente; así como asegurar la calidad de sus productos o servicios evitando reclamos los cuales generan costos adicionales en reprocesos internos o la reducción de ventas de sus clientes.

Según Porter, el valor que crea una empresa se mide por el precio que los compradores están dispuestos a pagar por su producto o servicio. Para que una compañía alcance ventaja competitiva respecto a sus competidores, ha de ofrecer un valor comparable al comprador; llevar a cabo las actividades de forma más eficiente que sus competidores obteniendo un coste inferior, o realizar las actividades de forma peculiar que cree mayor valor para el comprador y permita obtener una diferenciación en el mercado (1947: 72).

En este capítulo se procederá a explicar la filosofía de mejora continua y la metodología empleada en el proyecto, lo cual permitirá comprender paso a paso el despliegue del presente trabajo.

1.1. MEJORA CONTINUA

La mejora continua es una filosofía de trabajo que permite optimizar los recursos de una organización mediante la identificación de actividades que no agregan valor y garantizando la calidad del producto o servicio a lo largo del proceso. Esta estrategia no solo involucra cambios en el proceso, también debe insertarse en la actitud de las personas con la idea de “siempre hay un método mejor”.

Según la Escuela Organizacional Industrial (EOI), la constante puesta en práctica de proyectos de mejora continua donde participan todos los empleados, incluido los directivos, conducen a una garantía de calidad, reducción de costos y la entrega al cliente en el plazo establecido, generando crecimientos sostenidos superiores al 10% anual. Cuando aparece un problema, el proceso productivo debe analizarse para identificar causas y tomar medidas correctivas permitiendo la eficiencia del sistema. (2013: 28).

Asimismo, la EOI indica que la búsqueda de soluciones ante un problema en cada tipo de industrial no es sencilla y en muchas ocasiones depende de la creatividad de las personas involucradas en los procesos de diseño, ejecución y control para alcanzar la satisfacción de los clientes, tanto internos como externos.

Para lograr estos objetivos, se utilizan técnicas de Calidad TQM (Total Quality Management), destacando entre todas ellas los chequeos de autocontrol, la Matriz de Autocalidad, 6 Sigma, el análisis PDCA y la implantación de cero defectos. Asimismo, indica que el ciclo de PDCA es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir defectos en el proceso productivo. (2013: 58 – 61).

Por otro lado, Cuatrecasas indica que la mejora continua puede gestionarse a través del ciclo de Deming o su versión mejorada, el ciclo PDCA. Para llevar a cabo se utilizarán herramientas que usualmente se emplean para identificar problemas, así como las causas que lo generan y aportar soluciones (2017: 34)

1.2. METODOLOGÍA PDCA

La metodología PDCA, también llamado ciclo Deming, es una técnica que permite realizar la gestión de proyectos de mejora en una organización promoviendo el cambio cultural de sus trabajadores introduciendo el concepto de mejoramiento permanente para elevar la competitividad de la empresa. En la figura 1 se muestra las etapas del ciclo PDCA.

“El ciclo Deming o ciclo de mejora actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas” (Cuatrecasas 2017: 34).

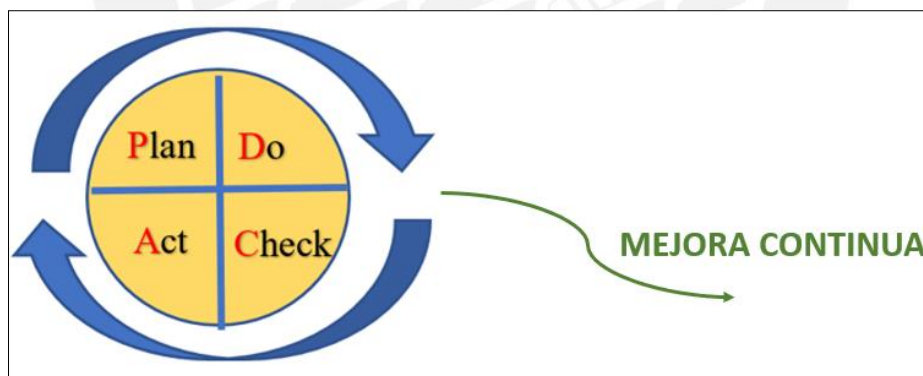


Figura 1: Ciclo PDCA
Elaboración propia

- **Plan:** consiste en identificar situaciones de la empresa que pueden mejorarse. En esta etapa es donde se debe comprender el problema a detalle.
- **Do:** diseñar y estructurar un plan de acción para eliminar la causa del problema y evitar que el proceso sea afectado nuevamente.
- **Check:** asegura que las soluciones sean permanentes, comparar resultados parciales y finales.
- **Act:** establecer procedimientos estándares de operación y así evitar que problema vuelva a surgir.

Las etapas del ciclo PDCA pueden dividirse en pasos que permiten implementar de una forma más adecuada esta metodología en una organización. Según Gómez, implementar una metodología en pasos permite que cada uno tenga un foco de atención propio y no mezclado con los otros, como suele ocurrir al tener menos pasos, promoviendo el orden y un plan de trabajo (2011: 48).

Por esta razón, se dividirá cada fase del ciclo PDCA en pasos. Para esto, se empleará los siete pasos del mejoramiento continuo y las herramientas que pueden emplearse, según Gómez (2011: 47 – 79). A continuación, la tabla 1 muestra la estructura de la metodología empleada en el proyecto.

Tabla 1: Pasos del PDCA

FASE	PASO	HERRAMIENTA
PLAN	Paso 1. Selección del problema: consiste en identificar los problemas relacionados a eficiencia, efectividad, calidad, productividad, entre otros.	Tormenta de ideas
		Matriz de selección de problemas
		Diagrama de caracterización de la unidad
	Paso 2. Comprender y cuantificar el problema: definir la situación actual, observar y recolectar información.	Indicadores
		Histogramas de frecuencia
		Flujogramas, DOP, DAP
		Gráficos de control
	Paso 3. Análisis de causas raíz: hallar causas que son la razón para que el problema ocurra.	Diagrama de Ishikawa
		Hoja de verificación
		Diagrama de Pareto
		5Why
	Paso 4. Definir metas y causas a atacar: seleccionar el orden con que deben tratarse de acuerdo al impacto, frecuencia y beneficios.	Matriz de selección
		Factibilidad
Indicadores esperados		
DO	Paso 5. Implementar soluciones: consiste en determinar y ejecutar acciones preventivas para evitar que el proceso se vea afectado nuevamente por la causa raíz.	Diagramas de Gantt
		Técnicas de Lean Manufacturing
		KAIZEN
		Tormenta de ideas
CHECK	Paso 6. Verificación y control: asegurarse que las soluciones sean efectivas y permanentes.	KPI's
		Check List de verificación
ACT	Paso 7. Establecer acciones de garantía: incorporar acciones que se han estructurado y han dado resultado a cada puesto de trabajo, estandarizando el nuevo método.	Estandarización
		Análisis de funciones - MOF
		Instructivos, manuales
		Auditorías de procesos
		Plan de contingencia

Elaboración propia

1.3. ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

En la actualidad, la mayoría de las organizaciones no solo velan por la eficiencia y calidad de sus procesos; también comparten su filosofía de mejora con las otras partes interesadas que intervienen en el suministro de productos o servicios a los clientes finales. Esto permite que se creen alianzas

estratégicas aumentando la participación conjunta en el mercado y su ventaja competitiva frente a sus competidores.

Heizer, define la administración de la cadena de suministro como la integración de actividades que transforman materiales e insumos en bienes intermedios o productos terminados para el cliente final. El objetivo es construir una cadena de suministro que se enfoque en maximizar el valor del cliente final; es decir, la competencia ya no es entre empresas, sino entre cadenas de suministros. Adicionalmente, menciona que esto se logra mediante la personalización del producto, alta calidad, reducción de costos, rápida entrada al mercado, reacción inmediata ante cambios repentinos de disponibilidad de materiales o canales de distribución y uso de tecnología adecuada para programar y administrar los pedidos que entran y productos que salen (2009: 434 – 435). La figura 2 muestra la cadena de suministro de la producción de cerveza desde la obtención de materia prima y entrega al cliente final.

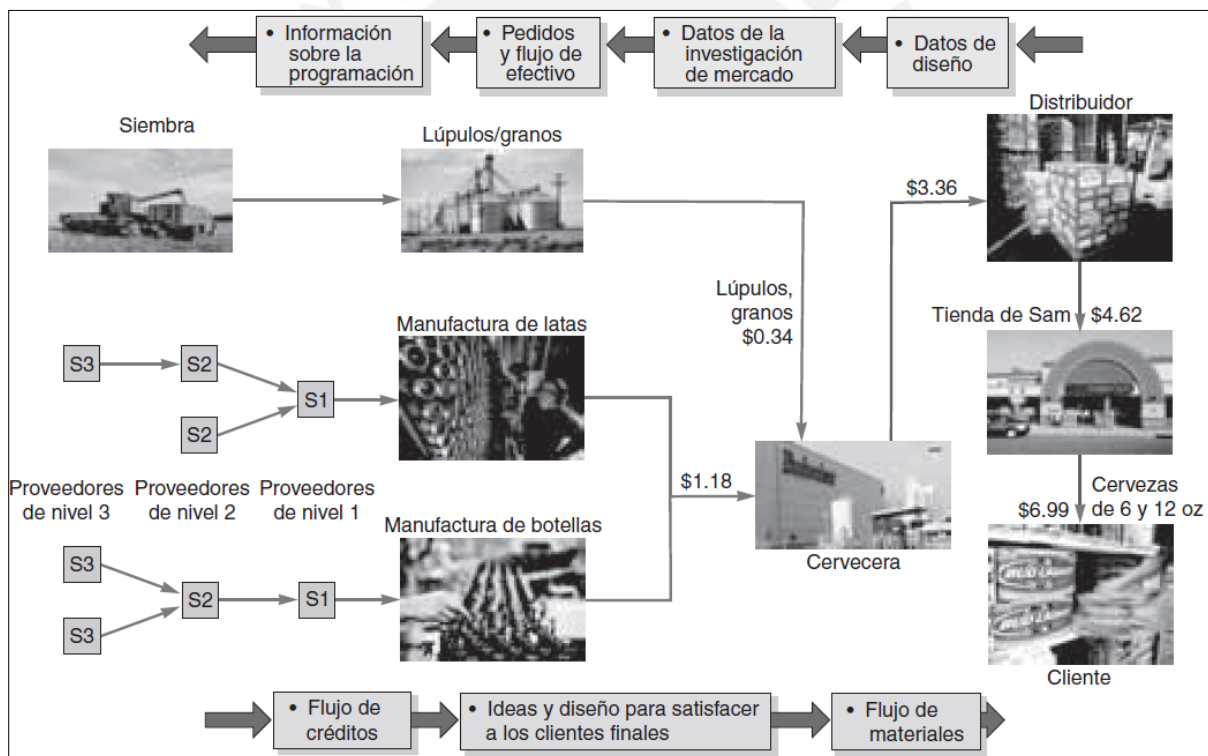


Figura 2: Cadena de suministro para producir cerveza
Fuente: Heizer (2009)

1.4. INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son puntos de referencia para comparar la situación actual y calificar el progreso en el desarrollo de medidas propuestas para lograr el cambio de mejora, alineadas con la estrategia de la organización.

Según Beltrán, se define como indicador a la relación entre variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio obtenidas en el objeto de evaluación, respecto a las metas esperadas; son factores para establecer el cumplimiento de la misión y metas de un determinado proceso. Asimismo, un indicador de gestión es información que agrega valor, por lo cual deben cumplir con los atributos que se muestra en la figura 3 (2005: 35 – 37).



Figura 3: Atributos de los indicadores de gestión
Elaboración propia

Por otro lado, se pueden clasificar a los indicadores por su naturaleza: efectividad, eficacia, eficiencia y productividad. Según Beltrán, si la organización cuenta con los factores anteriormente mencionados, se garantiza el apoyo para la toma de decisiones (2005: 42). La figura 4 muestra la relación de los factores que son clave para el éxito para la gestión en la toma de decisiones.

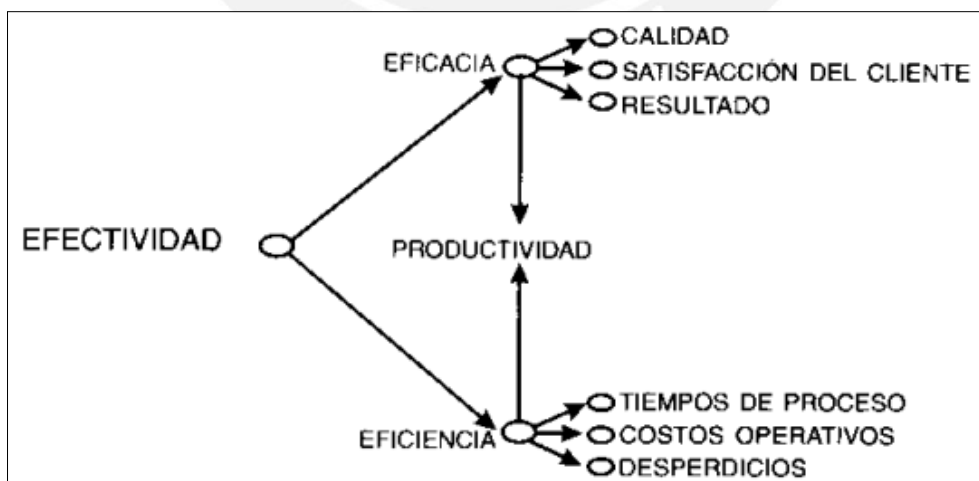


Figura 4: Factores de éxito para la toma de decisiones
Fuente: Beltrán (2005)

1.5. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO

El diagrama de causa – efecto o también conocido como diagrama de Ishikawa es uno de los siete instrumentos de la calidad que permite afrontar un problema de una forma más simple obteniendo un adecuado diagnóstico de la situación actual.

Según Galgano, el diagrama causa – efecto es la representación gráfica de todas las posibles causas que originan un fenómeno o problema constituyendo una utilísima base de trabajo para la posterior búsqueda de sus verdaderas causas; es decir, las causas raíz que crean el problema. La construcción del diagrama tiene más utilidad cuando se realiza con el método de clasificación de causas agrupándolas en categorías como las cuatro M: máquinas, mano de obra, método, materiales; esto sirve para organizar las ideas y para estimular la creatividad. Asimismo, Galgano menciona que existen causas más importantes que otras, esto se consigue a través de una valorización considerando factores de probabilidad, importancia y efecto que tiene en el problema (1995: 99 – 112). En la figura 5 se muestra un ejemplo de aplicación del diagrama de causa – efecto.



Figura 5: Ejemplo de diagrama de causa – efecto
Fuente: Galgano (1995)

1.6. LAS 5S

Rey define las 5S como un programa de trabajo empleado en talleres y oficinas que consiste en implementar actividades de orden, limpieza y detección de anomalías en los puestos de trabajo permitiendo la mejora en el ambiente de trabajo, seguridad del personal y aumentar la productividad (2005: 17 – 22). La metodología de las 5S consiste en cinco principios direccionados a conseguir un ambiente limpio y ordenado, estos consisten en:

1. **Seiri (Organizar y seleccionar):** identificar los objetos y herramientas que son verdaderamente necesarios en el puesto de trabajo; además, separar los elementos innecesarios.
2. **Seiton (Ordenar):** los elementos necesarios deben estar ordenados de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso “cada cosa en su lugar”.
3. **Seiso (Limpiar):** realizar una limpieza inicial donde se identifique los lugares y procedimientos que generan suciedad, se deben implementar medidas que eliminen estas fuentes de suciedad.
4. **Seiketsu (Mantener la limpieza):** establecer procedimientos que permitan identificar situaciones de desorden y suciedad como controles visuales.
5. **Shitsuke (Aplicación de consignas y tareas):** realizar auditorías internas de control mediante hojas de control que aseguren y mantengan los anteriores pasos ejecutados, generando una filosofía de mejora continua con disciplina y autonomía en toda la organización.

En la figura 6 se muestra los principios de la metodología de las 5S.

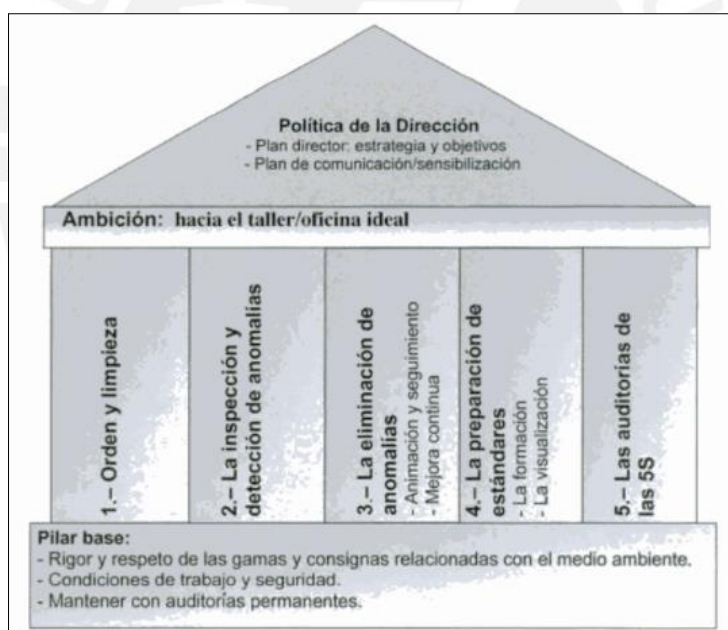


Figura 6: Pilares de las 5S
Fuente: Rey (2005)

1.7. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

La estandarización es una de las herramientas que se aplica en la mejora de procesos para reducir la variabilidad de la calidad en la fabricación de un producto o realización de un servicio. Según Niebel, los estándares son el resultado de un estudio del trabajo que establece un tiempo estándar de un método establecido, considerando la fatiga y retrasos inevitables del personal. Asimismo, los estándares se

pueden utilizar para implantar un esquema de pago de salarios, para ello el cálculo de pago de salarios debe ser realizado por el mismo grupo responsable en establecer el método y estándar de trabajo para que funcione correctamente. (2009: 7)

Por otro lado, según Heizer, entre menos variabilidad exista en un sistema, menor será el desperdicio. Entre las causas de la variabilidad más comunes son las siguientes (2009: 643).

- Especificaciones incompletos o imprecisos.
- Procesos de producción deficientes que permite que los empleados y proveedores no cumplan con los estándares establecidos.
- Demanda de clientes desconocidas.

Los objetivos principales de los métodos, estándares y diseño del trabajo, según Niebel son los siguientes (2009: 7):

1. Minimizar el tiempo requerido de las actividades.
2. Mejora continua de la calidad: productos y servicios confiables.
3. Minimizar costos mediante la especificación de los materiales.
4. Costos de energía eléctrica.
5. Maximizar la seguridad y salud de los empleados.
6. Proteger al medio ambiente.
7. Programa de administración de personal para satisfacer y generar interés en los empleados.

1.8. CICLO DE CALIDAD

Promover la mejora continua en la calidad de procesos en una organización asegura que los productos fabricados o servicios brindados cumplan con las expectativas de los clientes. También, reducir errores o defectos en el proceso, promueve la reducción de los costos del negocio; ya que disminuye los reprocesos que se traducen en tiempo para producir más cantidades (costos de producción) y la generación de mermas en los insumos utilizados.

Según Colunga, el ciclo de calidad o también llamado reacción en cadena de la calidad describe que mejorar la calidad reducen costos de retraso, horas hombre, empleo de maquinaria y materiales. Esto quiere decir que el tiempo antes dedicado a la corrección de defectos, ahora se emplea para la fabricación de más productos o servicios aumentando la capacidad de producción, sin ejecutar

inversiones ni aumento de la mano de obra. Asimismo, reducir los costos podría bajar los precios, ya que la productividad aumenta. En consecuencia, si los precios de los productos bajan aumenta el posicionamiento de la organización frente a sus competidores; por lo cual, la empresa se mantiene en el negocio y proporciona más empleos a la sociedad. Es importante mencionar que el ciclo de calidad garantiza el éxito permanente de una organización en el mercado, ya que las necesidades de los clientes varían a lo largo del tiempo; por lo cual es necesario que este ciclo se mantenga reiniciándose continuamente enfocada a las expectativas de sus clientes actuales y futuros (1994: 35 – 36). La figura 7 muestra el ciclo de calidad explicado anteriormente.

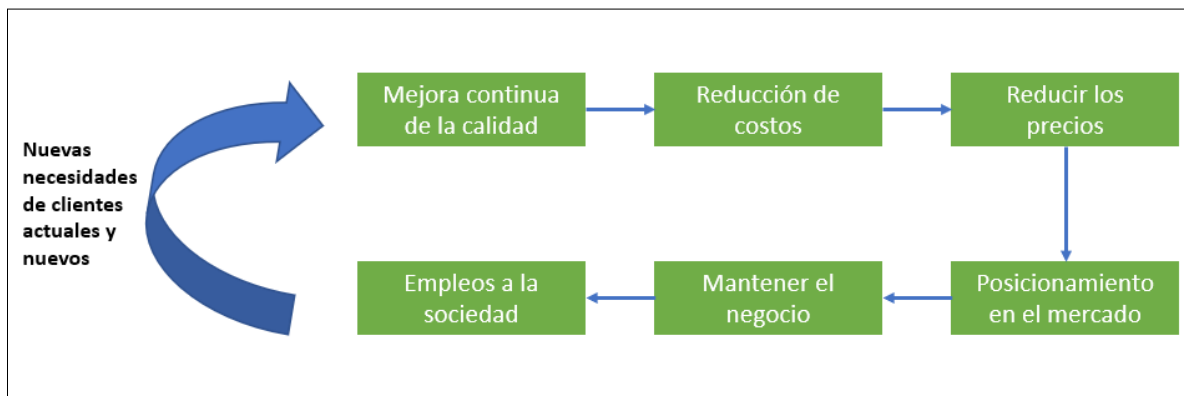


Figura 7: Ciclo de la calidad
Fuente: Colunga (1994)

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo se describe los servicios que realiza la empresa, así como sus intermediarios en la cadena de suministro del negocio. Además, se detalla el servicio en estudio, sus clientes principales y la maquinaria requerida para su ejecución.

2.1. LA ORGANIZACIÓN

La empresa donde se desarrolla el proyecto es un almacén – taller que brinda servicios logísticos para el sector automotriz, siendo su principal actividad económica es el servicio de almacenamiento aduanero de carga vehicular con CIU 5210 y servicios de mantenimiento de vehículos con CIU 4520; según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU). La empresa fue fundada en el año 2014 en el Perú, a pesar de su corto tiempo en el medio, es la empresa con mayor participación en su rubro.

Visión: “Ser el mejor socio estratégico de servicios para marcas automotrices del país”.

Misión: “Ofrecer soluciones integrales a la medida de las necesidades de nuestros clientes, enfocada en la calidad y seguridad de las unidades vehiculares”.

La empresa cuenta con cuatro almacenes ubicados en el Callao, brindando a sus clientes un área total de 169000 m² con capacidad para 9500 espacios de almacenamiento para vehículos. En la figura 8 se muestra una imagen del almacén de vehículos.



Figura 8: Imagen de un almacén de la empresa
Fuente: La empresa

La compañía se encuentra en constante crecimiento en el sector automotor y a la fecha ha logrado ampliar su cartera de servicios de pre – venta a sus clientes. La figura 9 muestra los servicios que ofrece la empresa.

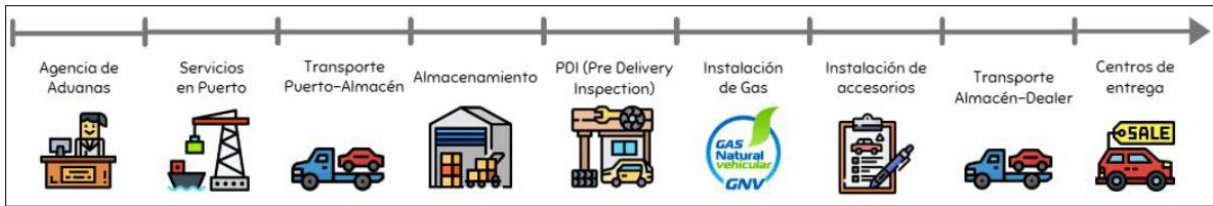


Figura 9: Cartera de servicios de la empresa
Fuente: La empresa

2.2. CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA

La cadena de suministro de la empresa comienza con la fabricación de vehículos en países como Alemania, Japón, China, USA, etc. Luego son trasladados mediante buques con sus respectivos documentos aduaneros para su posterior trámite de nacionalización en el país de destino. Luego, las unidades son descargadas en el puerto de APM Terminals y son trasladadas hacia el depósito aduanero mediante cigüeñas o por sus propios medios. En esta parte, empieza las actividades de la empresa, las unidades con régimen aduanero son almacenadas hasta que cliente solicite su despacho. Cuando el cliente solicita el despacho de una unidad del almacén, también contrata servicios adicionales que brinda la empresa tales como lavado, PDI, instalación de accesorios, pintura o conversión a gas. Finalmente, la unidad se traslada mediante cigüeñas hacia los concesionarios para su venta al cliente final. La figura 10 muestra la cadena de suministro de la empresa.



Figura 10: Cadena de suministro
Elaboración propia

2.3. SERVICIO DE CONVERSIÓN A GAS

La empresa abrió este servicio a mediados del año 2019 luego de cumplir con todas las normas que impone el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para poder ejecutar sus actividades. El valor agregado de la empresa hacia sus clientes era su ubicación, ya que se encuentra a 30 minutos del puerto y lo suficientemente lejos del mar para evitar daños graves de corrosión por la brisa marina. Por otro lado, como la empresa ya brindaba el servicio de almacenamiento de las unidades a sus clientes, realizar la conversión a gas de sus vehículos con la misma empresa permitía reducir la manipulación que generaban posibles daños y un ahorro hacia el cliente por el traslado que realizaban hacia otros talleres de conversión.

Durante sus inicios en el mismo año, el Estado logró eliminar el Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) del 10% para unidades que se convertían a gas tanto para GLP como para GNV. Esto permitió que la venta de vehículos en el país aumente progresivamente, lo cual generó un aumento en la rentabilidad de la empresa en un 30% lo cual se convirtió en el segundo servicio con mayor margen de contribución luego del almacenamiento aduanero.

El servicio consiste en la instalación de componentes, ver Anexo 1, para poder convertir vehículos a un sistema dual de combustible (gasolina y gas). Además, el servicio también incluye el certificado de conversión que genera una certificadora autorizada por MTC. La figura 11 muestra la ubicación del taller de conversión.

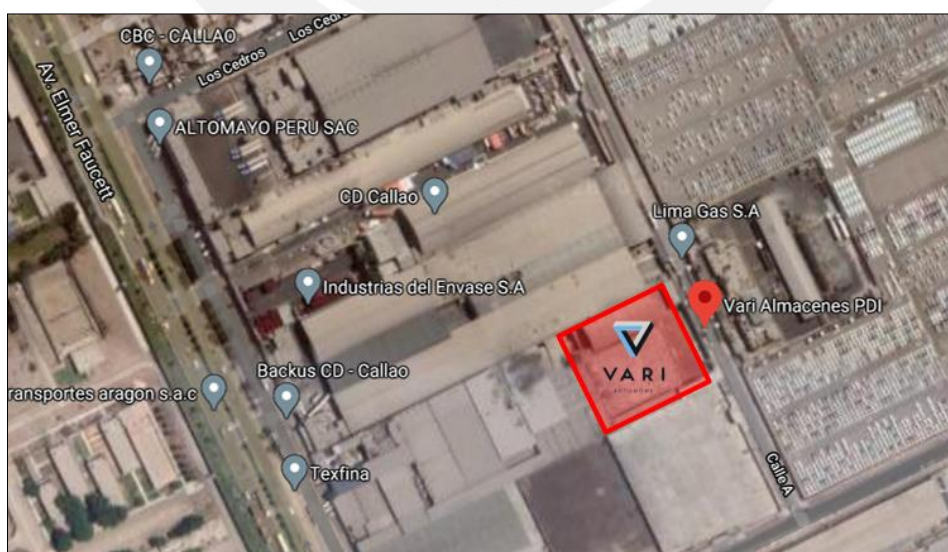


Figura 11: Ubicación de Taller
Fuente: Google Maps – 2021

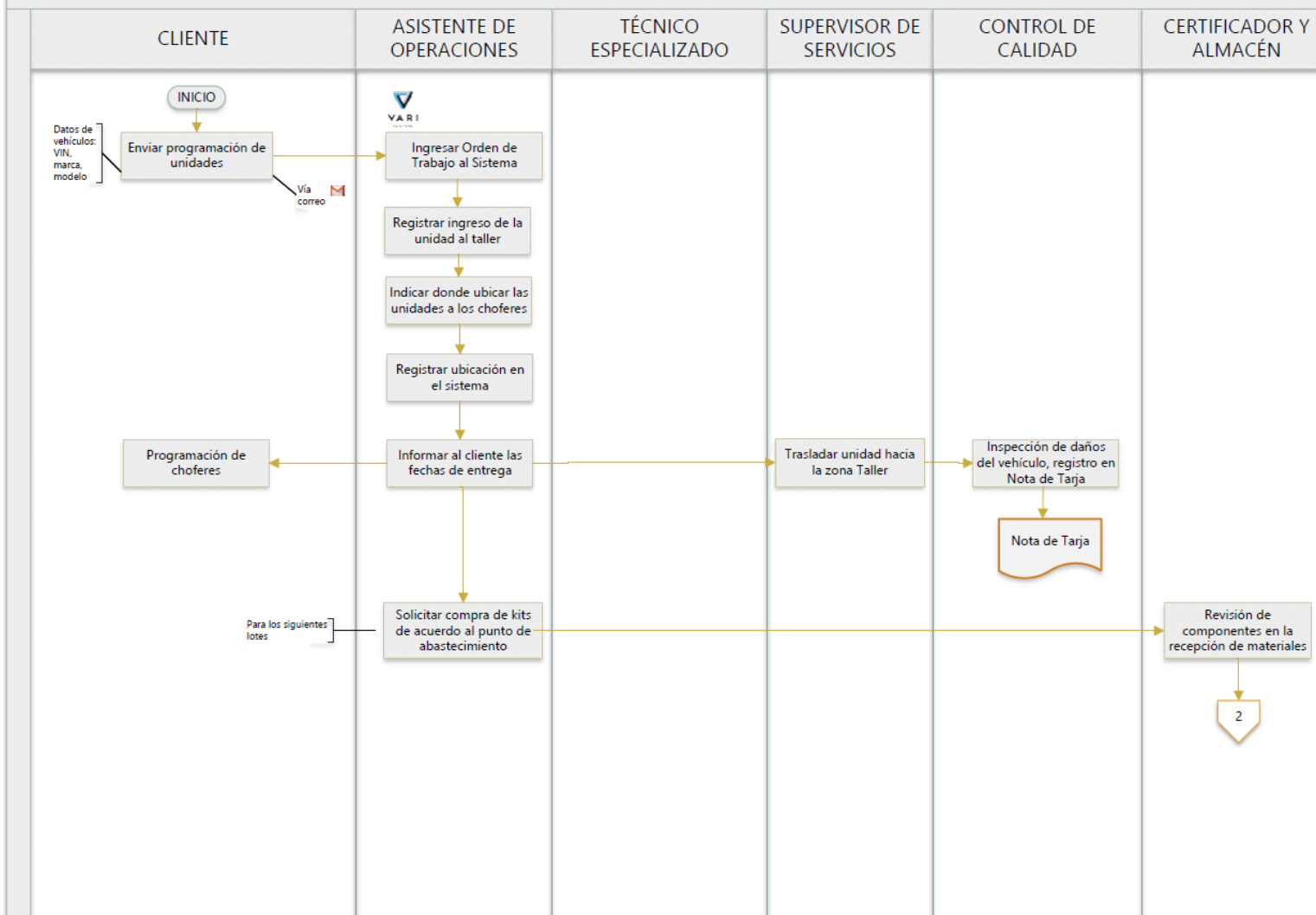
A mediados del año 2020, la empresa intensificó sus gastos de publicidad para poder atraer a todos los clientes que deseaban convertir su vehículo a gas. Los principales medios fue la impresión de propaganda, publicidad en Facebook, etc. Esto generó un aumento en las utilidades de la empresa en un 5% con una proyección del 15% para fines del 2021. La figura 12 muestra una publicidad de la empresa a través de Facebook.

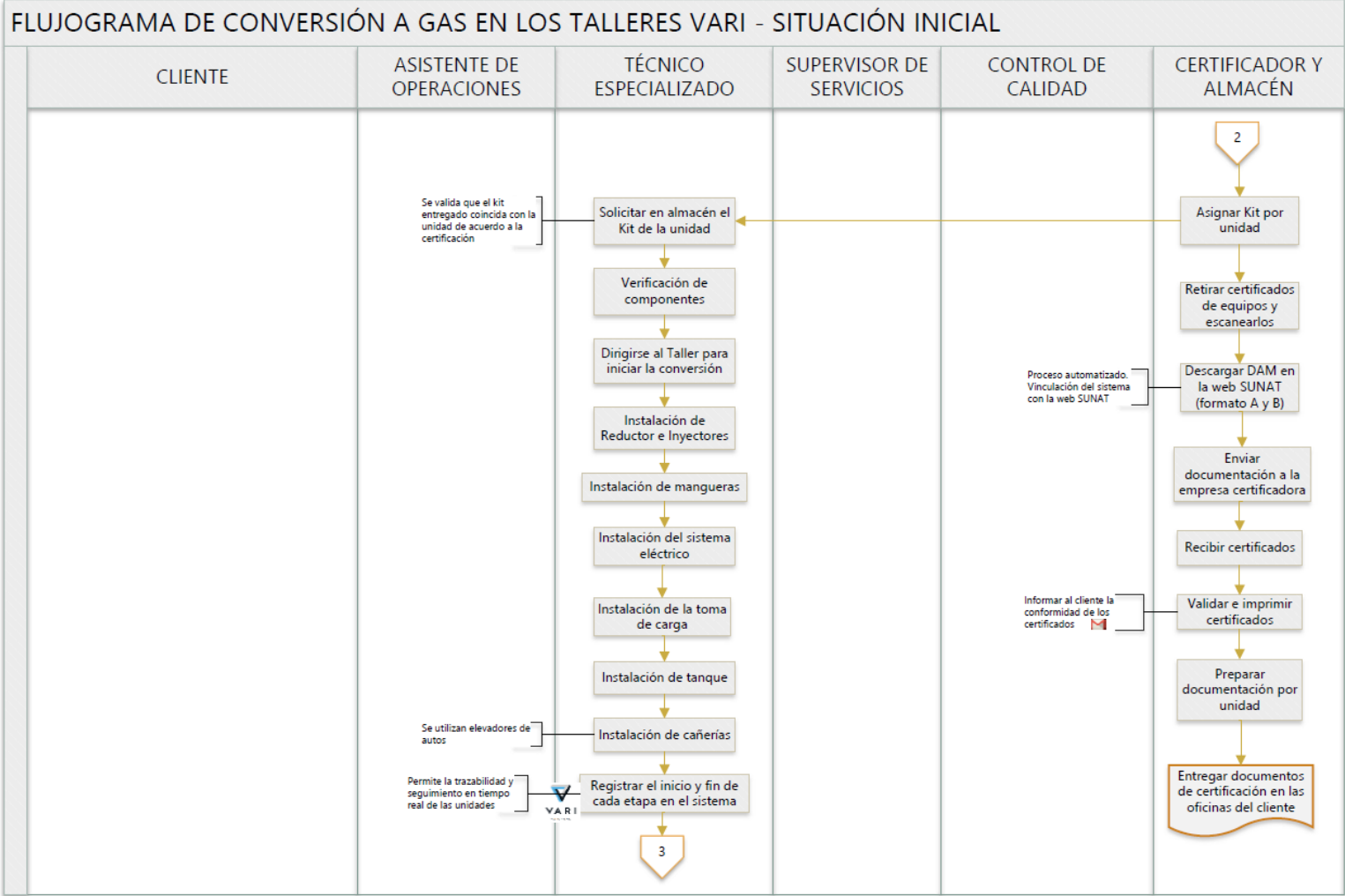


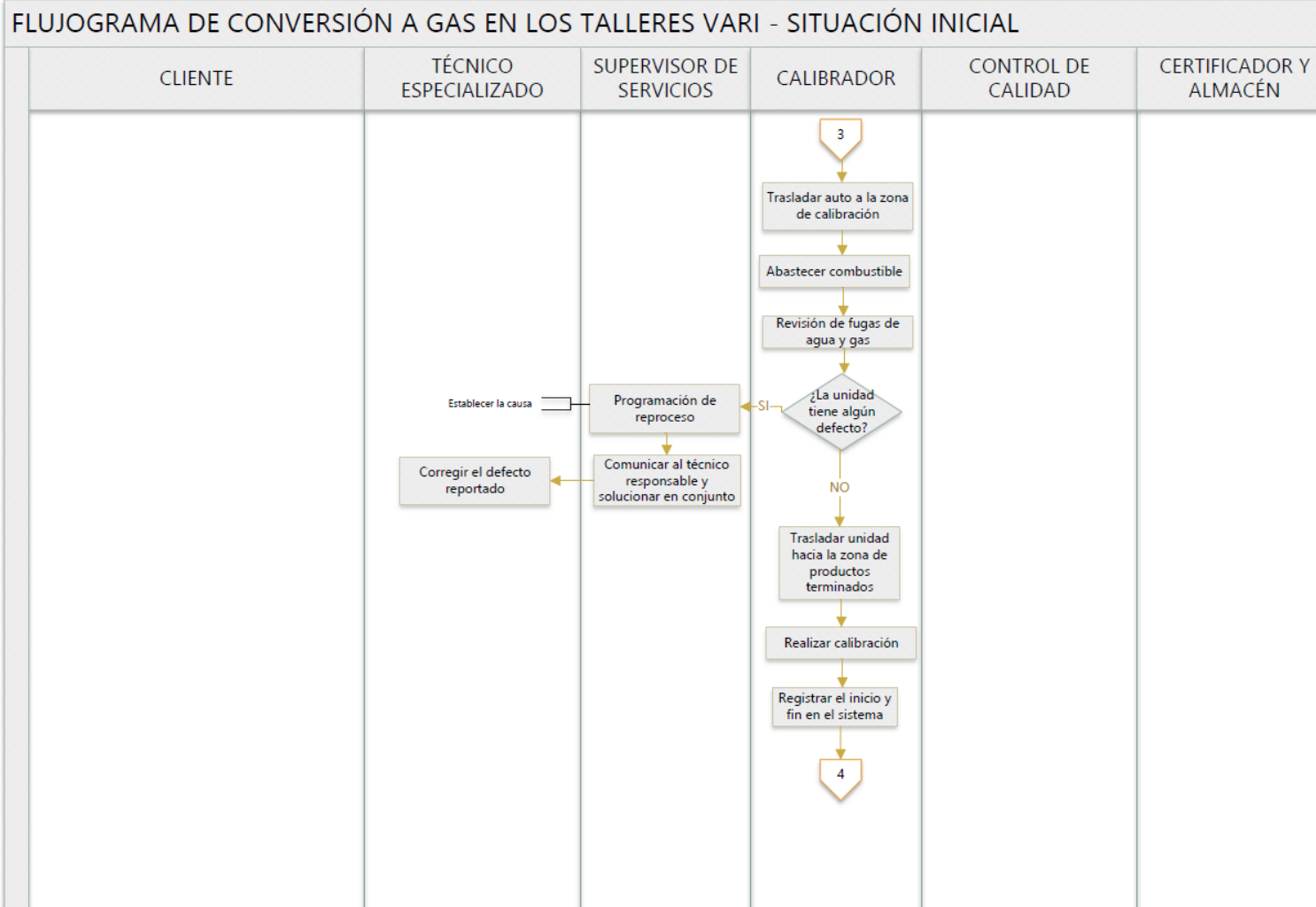
Figura 12: Publicidad del servicio
Fuente: La empresa

La figura 13 muestra el flujograma del servicio de conversión a gas, levantando durante el desarrollo del proyecto, con las actividades que realizada cada área funcional en el proceso.

FLUJOGRAMA DE CONVERSIÓN A GAS EN LOS TALLERES VARI - SITUACIÓN INICIAL







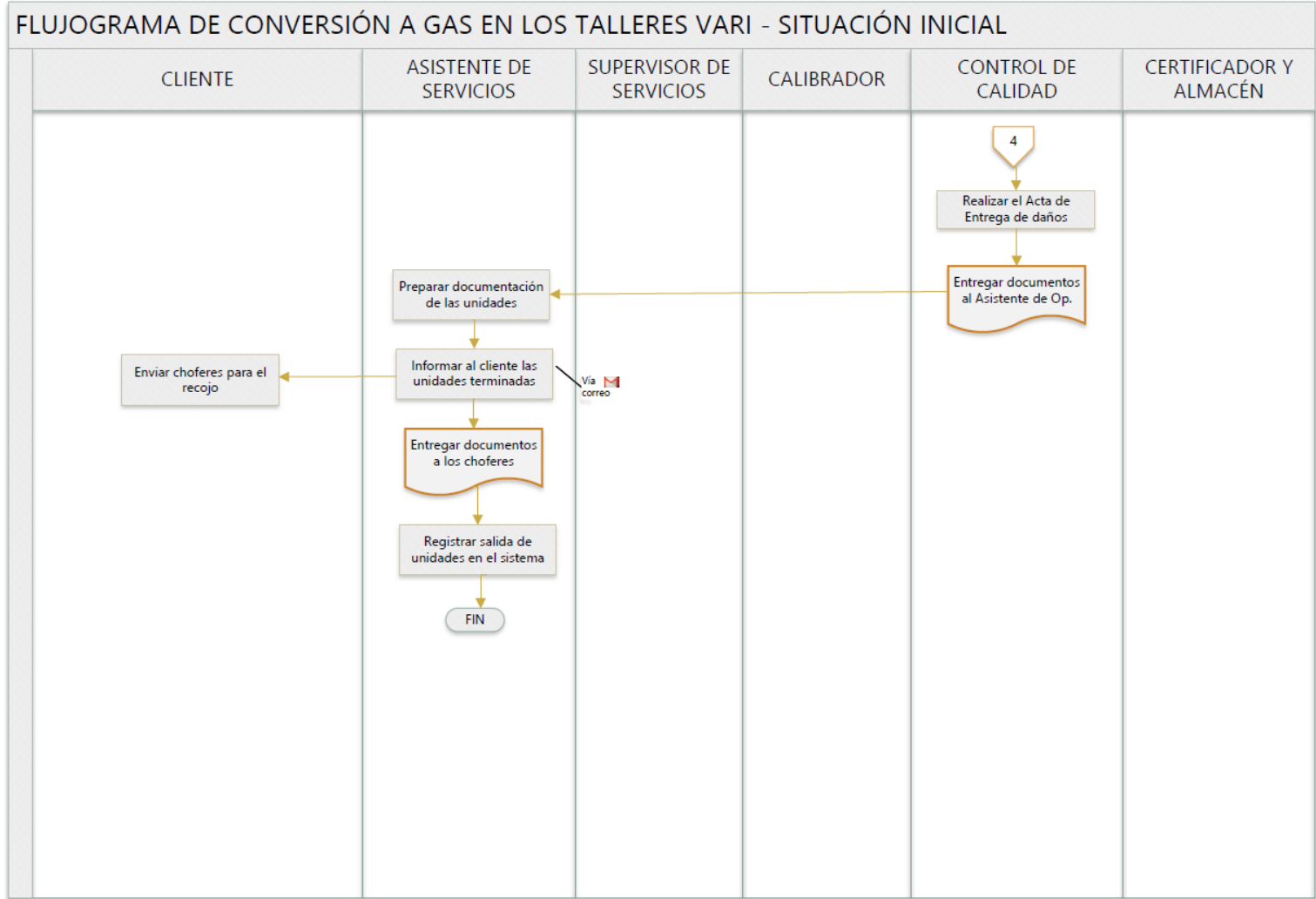


Figura 13: Flujoگرامa actual de Conversión a gas
Elaboración propia

2.3.1. CLIENTES B2B

Los principales clientes de la empresa son aquellas organizaciones dedicadas a la comercialización y venta de vehículos nuevos en el Perú y que contratan el servicio de conversión a gas de sus unidades. Actualmente, la empresa tiene a clientes grandes en el mercado como Toyota del Perú, Derco Center, Autoniza y Dongfeng. La figura 14 muestra los clientes de la empresa a la cual brinda el servicio de conversión a gas.



Figura 14: Clientes de la empresa
Elaboración propia

2.3.2. SUBSERVICIOS DE CONVERSIÓN A GAS

El servicio de Conversión a Gas es una agrupación de subservicios agregados según el flujo de sus operaciones; es decir, estas circulan a través de procedimientos similares durante su producción con los mismos recursos y materiales. La tabla 2 muestra la lista de subservicios que brinda la empresa al público en general.

Tabla 2: Subsistemas de Conversión a Gas

Grupo	Subservicio
Conversión a gas	Conversión a Gas GLP
	Conversión a Gas GNV
Mantenimiento de gas	Mantenimiento de 1500 km
	Mantenimiento de 15000 km
	Mantenimiento de 20000 km
	Mantenimiento de 40000 km
	Mantenimiento general
Otros	Activación de chip
	Calibración de gas
	Inspección anual del vehículo
	Inspección quinquenal de tanque

Elaboración propia

2.3.3. MAQUINARIA Y EQUIPOS

A continuación, se describirán las principales máquinas y equipos necesarios para la ejecución del servicio adecuadamente.

- Hidro lavadora: esta máquina es necesaria para el proceso de lavado, ya que rocía agua a alta presión y permite el 80% de ahorro en gasto de agua.
- Equipo de aire a presión: este equipo es necesario para el proceso de secado, ya que permite secar áreas del motor donde no se puede aplicar fácilmente los paños absorbentes. Además, también se utiliza para inflar los neumáticos de las unidades.
- Aspiradora: sirve para aspirar el polvo u otras partículas ubicadas en el piso, asientos y maletera del vehículo donde se manipula durante el servicio.
- Elevadores de autos: este equipo es necesario para la instalación de cañerías, ya que se localiza debajo de la carrocería.
- Escáner automotriz: tiene por finalidad identificar posibles errores memorizados en la UCE de gasolina.
- Compresoras: esta máquina es necesaria para generar aire a presión utilizada para los neumáticos.
- Analizador de gases: permite detectar alguna fuga de gas en post – conversión.
- Tornillos de banco: permite la sujeción de pernos para su posterior corte.
- Taladros: permite realizar agujeros en la carrocería para la fijación de componentes.
- Herramientas de mecánica: llaves de boca, taladros, limas, cortador de mangueras, etc.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El proyecto inició a mediados de setiembre del 2020, esto debido a los reclamos y quejas constantes por parte de los clientes al área Comercial de los servicios brindados por la empresa. Los incidentes más frecuentes eran los retrasos en la entrega, defectos del servicio y daños en la carrocería de sus unidades; todo esto generaba que los clientes no programen todas sus unidades al taller de la empresa sino hacia otros proveedores, lo cual se veía reflejado en los EERR obteniendo utilidades muy por debajo de lo esperado.

Estos problemas alcanzaron la gerencia general lo cual dieron prioridad a este proyecto para evitar perder a sus clientes y el servicio al mercado. En este capítulo, se explicará la primera fase del ciclo PDCA la cual consiste en entender los problemas mencionados, conocer el proceso e identificar causas.

3.1. FASE PLAN

En esta fase se realiza el análisis de indicadores que permiten el diagnóstico de la situación actual para identificar problemas específicos que se resuelven en la ejecución del proyecto. Además, se identifican y priorizan causas que afectan los problemas, para luego establecer contramedidas en la siguiente fase.

3.1.1. EQUIPO DE TRABAJO

En primer lugar, se estableció el equipo interno de la empresa que participará en la ejecución del proyecto, donde se asignó la función que desempeña cada uno. La tabla 3 muestra el equipo de trabajo conformado por personas con sus respectivos cargos y roles.

Tabla 3: Equipo del proyecto

N°	CARGO	GRUPO	ROL
1	Analista de Mejora Continua	Equipo de mejora	Líder del proyecto
2	Gerente de Operaciones	Sponsor	Facilitador
3	Consultor de Gas	Área funcional	Experto técnico del proceso
4	Jefe de Servicios	Área funcional	Conocimiento del proceso
5	Supervisor de servicios	Área funcional	Conocimiento del proceso
6	Asistente de Calidad	Área funcional	Conocimiento del proceso
7	Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional	Área funcional	Apoyo

Elaboración propia

- Equipo de mejora: promueve el enfoque de mejoramiento continuo de procesos en la organización.

- Sponsor: líder de la operación, comprometido, dirigiendo y apoyando a las personas a contribuir con la eficacia del proyecto de mejora.
- Área funcional: actores del proceso, aseguran el cumplimiento de la mejora haciendo compatible con sus actividades.

La figura 15 muestra la secuencia de actividades que realiza cada grupo durante la ejecución del proyecto.

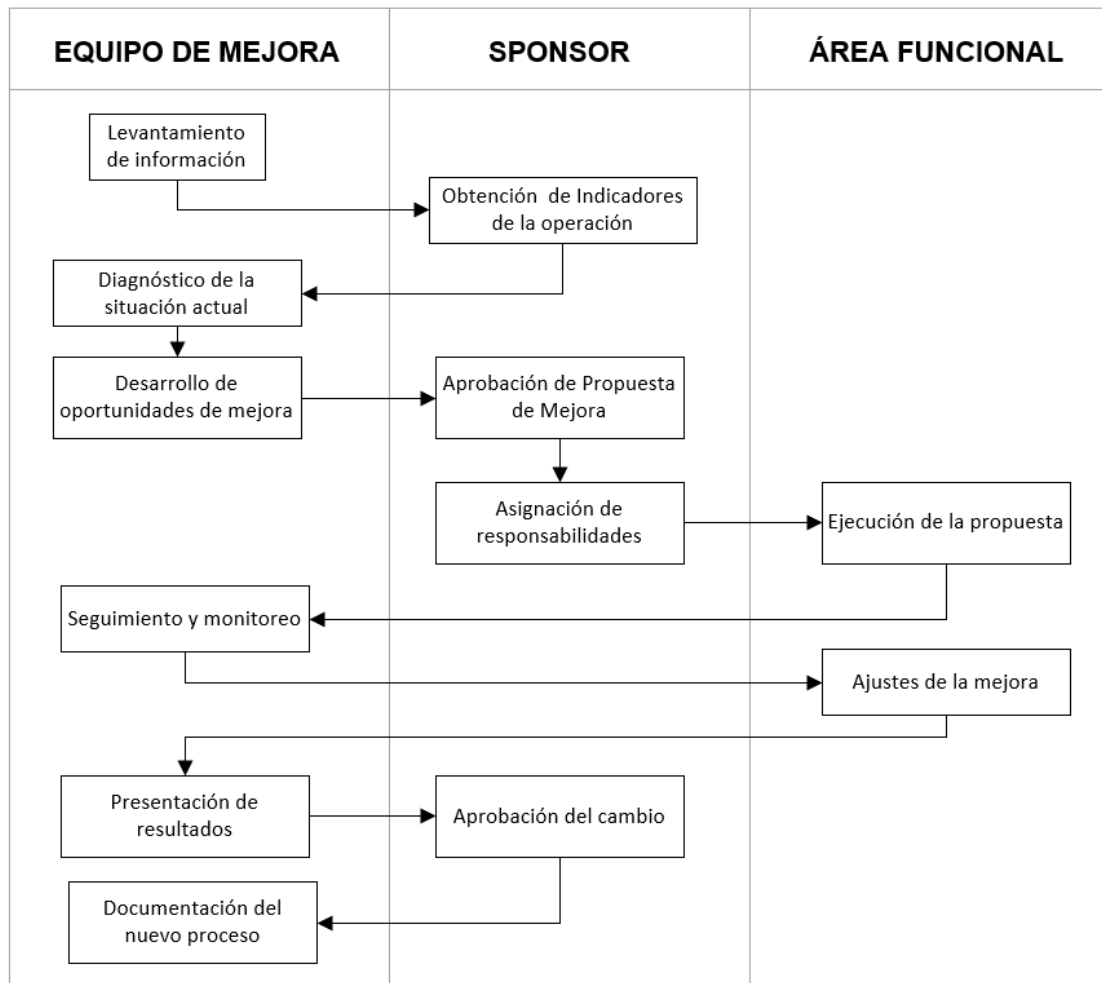


Figura 15: Flujograma del equipo de trabajo
Elaboración propia

3.1.2. ANÁLISIS DE INDICADORES

Para obtener un panorama más preciso de la situación actual se analizaron los indicadores con los que cuenta la empresa. Asimismo, con esta información se iniciará la primera parte del ciclo PDCA. La siguiente tabla muestra los indicadores del área de operaciones, su descripción y el método de cálculo.

Tabla 4: Indicadores de control

Indicador	Descripción	Cálculo
Productividad	Mide la cantidad de servicios ejecutados real respecto al ideal	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} * 100$
Cumplimiento	Mide el plazo de entrega a tiempo de las unidades	$\frac{\text{Entregas a tiempo}}{\text{total entregas}} * 100$
Calidad del servicio	Indica el porcentaje de unidades reportadas por el cliente con algún defecto	$\frac{\text{Unidades conformes}}{\text{total entregas}} * 100$
Reparaciones asumidas	Indica la cantidad de gastos asumidos por la empresa por corregir daños en las unidades como rayaduras, abolladuras, etc.	Reparaciones asumidas (soles)

Elaboración propia

A continuación, se muestra los indicadores anteriormente descritos y su evolución mensual desde el inicio del servicio hasta la actualidad. Adicionalmente, se solicitó la meta que propone la alta dirección al finalizar el proyecto. Cabe mencionar que la producción mensual es casi constante en todos los meses, por lo que no será necesario analizar este indicador por cantidad.

La figura 16 muestra la evolución del indicador de productividad, en el cual se evidencia que la empresa no logra alcanzar su meta establecida del 90% de la producción teórica del taller, considerando un 10% de ineficiencias; por lo cual, se puede concluir que las ineficiencias del taller son mayores.

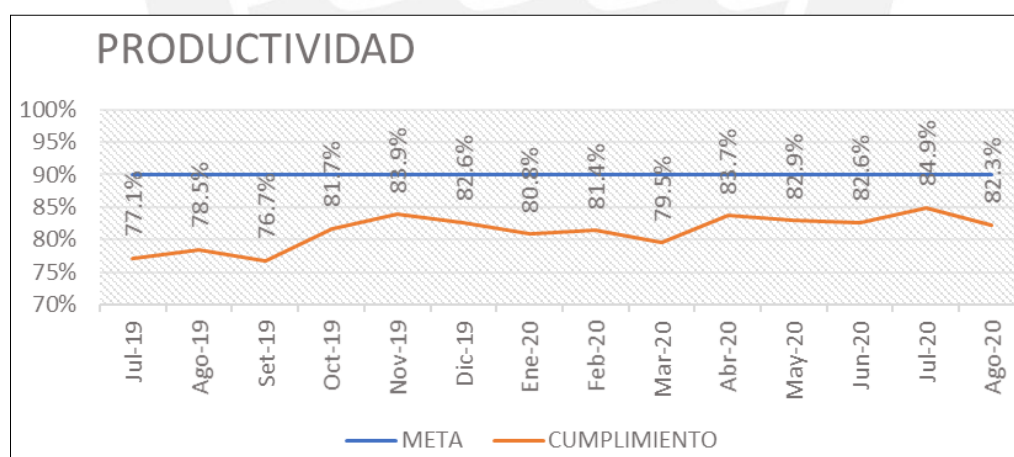


Figura 16: Evolución de indicador de productividad
Fuente: La empresa

La figura 17 muestra la evolución del indicador de cumplimiento, en el cual no muestra una tendencia creciente de mejora y se mantiene casi constante durante el año 2020. Asimismo, la empresa no logra alcanzar su meta del 95% de entregas a tiempo.

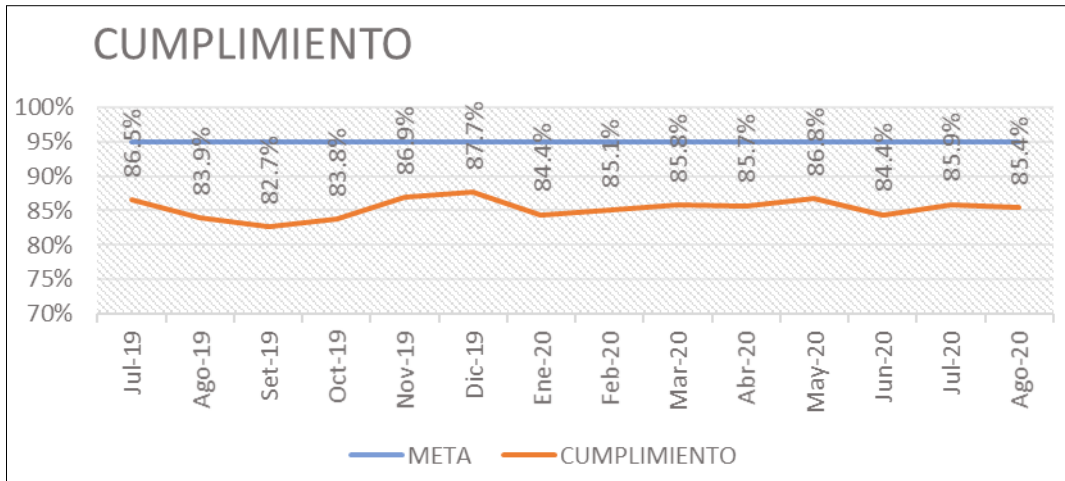


Figura 17: Evolución de indicador de cumplimiento
Fuente: La empresa

La figura 18 muestra la evolución del indicador de calidad del servicio, el cual muestra una ligera tendencia creciente durante el periodo del 2019 al 2020. Sin embargo, no se logra alcanzar la meta establecida del 98% de entregas sin defectos. Cabe mencionar que el Área de Operaciones indico que la calidad mejoró debido a que empezaron a contratar personal con experiencia en conversiones a gas a partir del año 2020.

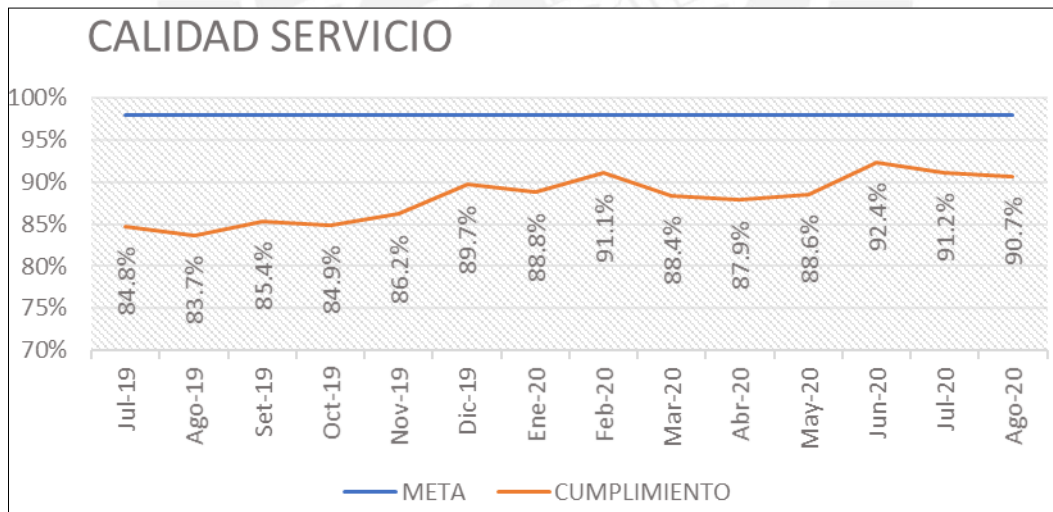


Figura 18: Evolución de indicador de calidad del servicio
Fuente: La empresa

La figura 19 muestra la evolución de los gastos asumidos por reparaciones en los vehículos, el cual muestra una tendencia horizontal cercana a los S/. 12,500 (el doble de meta) sin proyección de mejorar representando el 10% de la estructura de costos del servicio.

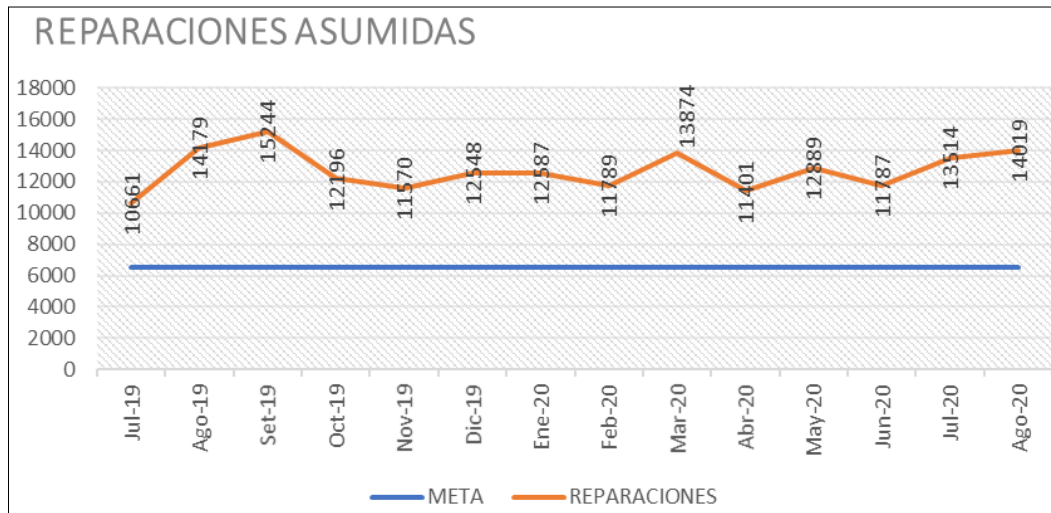


Figura 19: Evolución de indicador de reparaciones asumidas
Fuente: La empresa

Ante esta situación, fui asignado como Analista de Mejora Continua y Calidad, encargado de llevar a cabo este proyecto. Por lo cual, decidí emplear la metodología PDCA y solicitar a un Practicante de Mejora Continua como apoyo en el levantamiento de información.

3.1.3. ANÁLISIS DE CAUSAS

En primer lugar, se define los problemas más principales de la empresa. Estos fueron verificados con la información de los indicadores de la situación actual durante el inicio de operaciones hasta agosto del 2020.

La tabla 5 muestra el resumen de los indicadores mensuales analizados anteriormente, con sus respectivas metas establecidas por la alta dirección y el motivo por el cual la organización las considera como más relevantes.

Tabla 5: Valores actuales y metas

Problema	Actual	Meta	Diferencia	Motivo de elección
Baja productividad	81%	90%	(-9%)	Sobrecosto de personal, horas extras
Bajo cumplimiento	85%	95%	(-10%)	Costo de transporte asumidos, reducción de ventas
Baja calidad del servicio	88%	98%	(-10%)	Imagen de la empresa, reprocesos, pérdida de ventas
Altas reparaciones asumidas	S/. 12,733	S/. 6,500	(95%)	Afecta la rentabilidad de la empresa, retrasos en la entrega

Elaboración propia

Luego, para identificar las posibles causas que afectan los problemas se realizó un brainstorming con el equipo de trabajo; el resultado del método se muestra en los siguientes diagramas de Ishikawa.

La figura 20 evidencia que las causas relacionadas a la baja productividad se encuentran en los factores de hombre, máquina, entorno, material, método y medida.

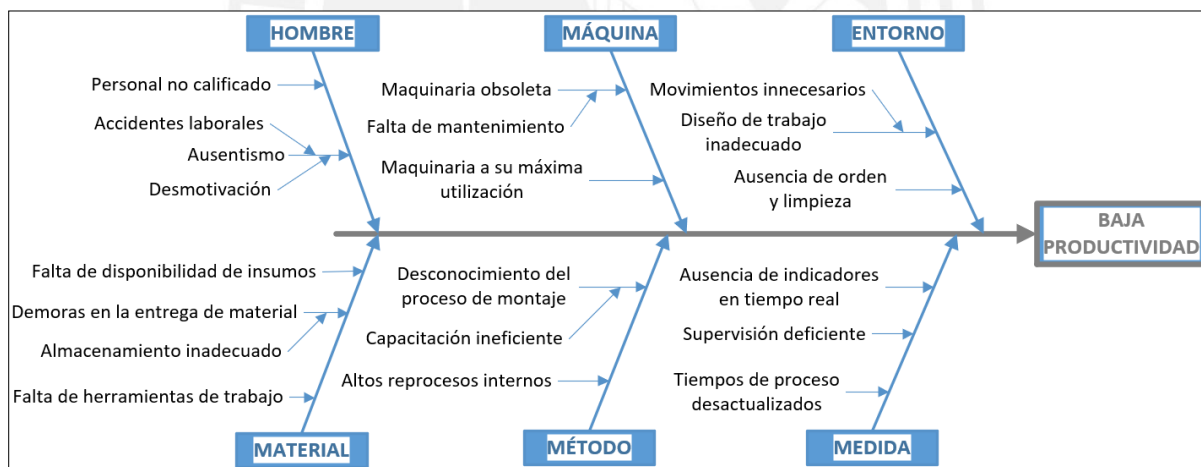


Figura 20: Diagrama de Ishikawa – Productividad

Elaboración propia

La figura 21 evidencia que las causas relacionadas al bajo cumplimiento se encuentran en los factores de hombre, máquina, material y método.

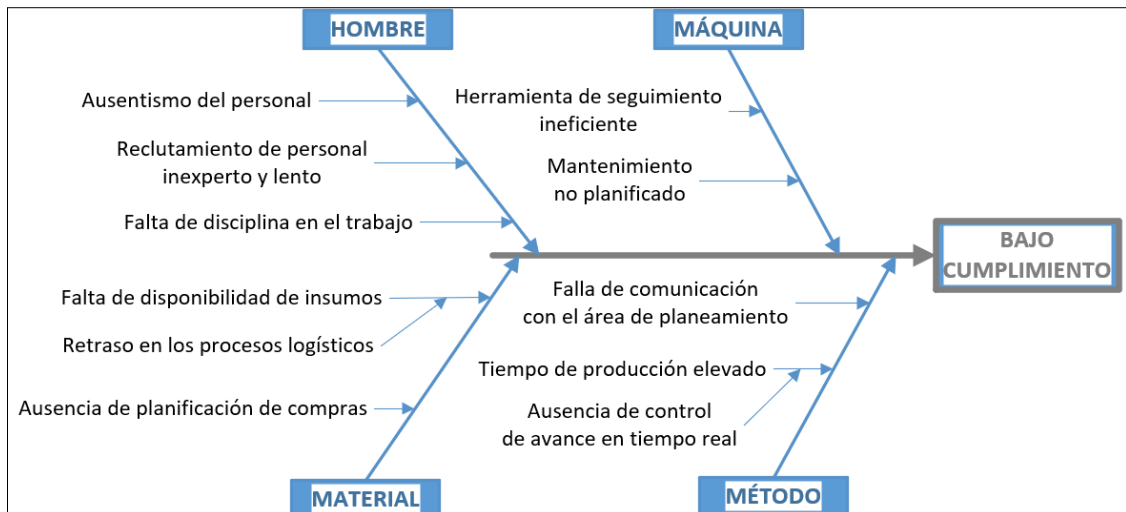


Figura 21: Diagrama de Ishikawa – Cumplimiento
Elaboración propia

La figura 22 evidencia que las causas relacionadas a la baja calidad del servicio se encuentran en los factores de hombre, entorno, material, método y medida.

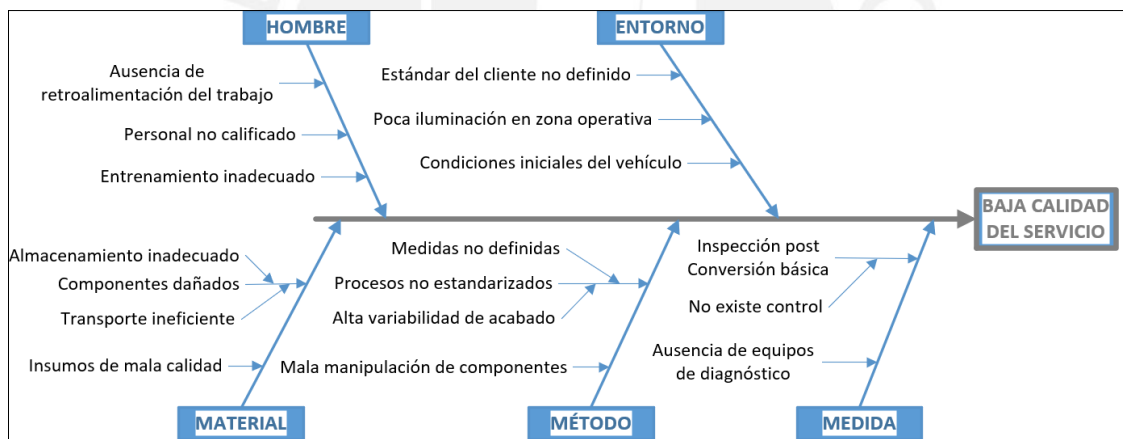


Figura 22: Diagrama de Ishikawa – Calidad del servicio
Elaboración propia

La figura 23 muestra que las causas relacionadas a las reparaciones se encuentran en los factores de hombre, entorno, método y medida.

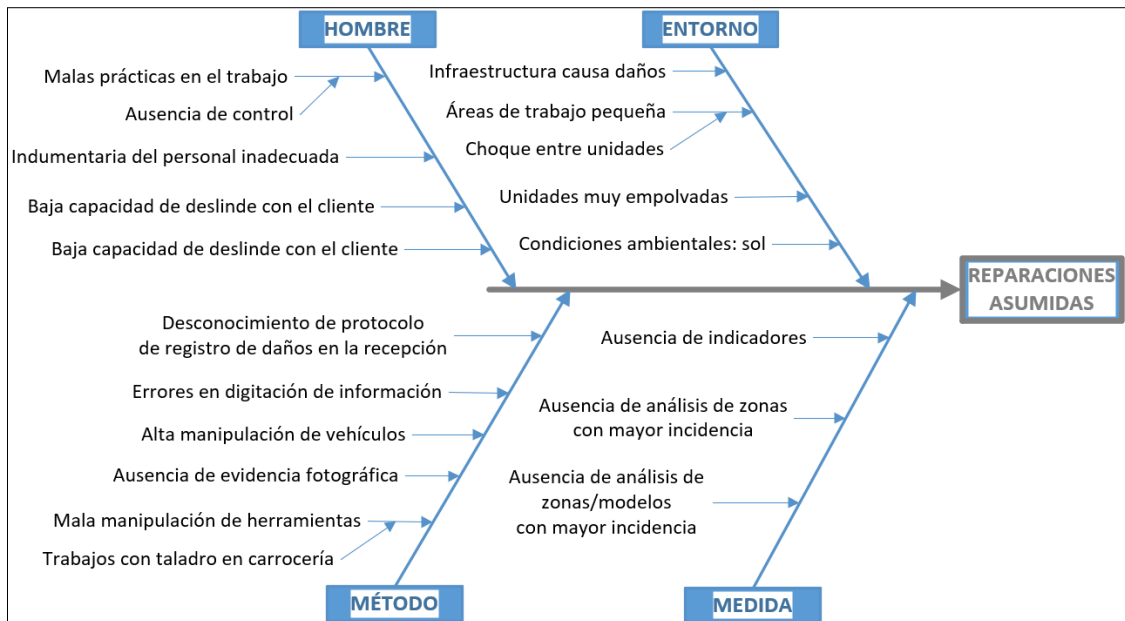


Figura 23: Diagrama de Ishikawa – Reparaciones asumidas
Elaboración propia

3.1.4. SELECCIÓN DE CAUSAS VITALES

Las causas vitales son aquellas que tienen mayor impacto en el problema. Para determinar estas se realizó una matriz de priorización en base a criterios de gravedad, frecuencia e importancia. La tabla 6 muestra los criterios de evaluación de causas y su valorización.

Tabla 6: Criterios de evaluación de causas

CRITERIOS	Descripción	VALORES				
		1	2	3	4	5
Gravedad	Impacto en función al problema	Sin gravedad	Leve	Moderado	Grave	Muy grave
Frecuencia	Que tan menudo ocurre	Nunca ocurre	Ocasional	Algunas veces	Regular	Muy frecuente
Importancia	Que pasaría en el futuro si no se actúa	No es importante	Poco importante	Neutral	Importante	Muy importante

Elaboración propia

Luego de cuantificar los 3 factores previamente definidos de cada causa, se calculará un Índice de Prioridad (IP) con la siguiente fórmula:

$$IP = \text{GRAVEDAD} * \text{FRECUENCIA} * \text{IMPORTANCIA}$$

La tabla 7 muestra la tabla de valorización de las causas identificadas anteriormente con su respectivo Índice de Prioridad.

Tabla 7: Valorización de causas

Categoría	Causa	Gravedad	Frecuencia	Importancia	IP
HOMBRE	Fatiga por posiciones no ergonómicas	3	2	3	18
	Ausentismo por accidentes laborales	4	3	5	60
	Desmotivación del personal	4	4	4	64
	Personal no calificado para el proceso	5	4	5	100
MÁQUINA	Equipamiento que generan daños	4	1	4	16
	Maquinaria obsoleta por falta de mantenimiento	4	2	4	32
	Ubicación inadecuada de equipos	1	2	3	6
	Infraestructura que genera daños	4	1	4	16
ENTORNO	Movimientos innecesarios	3	4	4	48
	Falta de espacios en ciertas áreas	3	3	4	36
	Baja iluminación	2	2	2	8
	Áreas de trabajo desordenadas	3	5	4	60
MATERIAL	Falta de disponibilidad de insumos	4	2	4	32
	Componentes dañados en el transporte	4	4	4	64
	Falta de herramientas de trabajo	2	2	3	12
MÉTODO	Procesos no estandarizados	5	4	5	100
	Generación de daños en el proceso	5	3	5	75
	Incumplimiento en las entregas	5	4	5	100
	Unidades entregadas con defectos	5	3	5	75
	Reprocesos en el taller	4	4	4	64
MEDIDA	Indicadores desactualizados	4	5	5	100
	Ausencia de supervisión	4	3	4	48
	Ausencia de equipos de diagnóstico	3	1	3	9
	Inspección post-conversión básica	4	5	5	100

Elaboración propia

Por último, se asignarán niveles de prioridades de acuerdo a su valorización del Índice de Prioridad empleando la tabla 8.

Tabla 8: Tipos de prioridades

Tipo de prioridad	Valor	Color
Prioridad BAJA	1 – 40	VERDE
Prioridad MEDIA	41 – 90	NARANJA
Prioridad ALTA	91 – 125	ROJO

Elaboración propia

Finalmente, en el capítulo 5 del presente informe donde se describe la etapa DO del ciclo PDCA, se plantean oportunidades de mejora y contramedidas para las causas de prioridad ALTA y MEDIA que tienen mayor impacto con los problemas definidos.

CAPÍTULO 4: CASOS DE APLICACIÓN DEL CICLO PDCA

En el presente capítulo se presentarán casos prácticos de aplicación a la metodología PDCA en empresas de manufactura los cuales permitirán respaldar la efectividad de este método.

4.1. CASO 1

ESPINOZA, Nicole, Peter SANCHEZ, Guillermo MARCELO, Juan QUIROZ y Jose ALVAREZ

2021 “Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry”. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Décima Conferencia Internacional sobre Tecnología y Gestión Industrial (ICITM).

4.1.1. ALCANCE

En el presente caso, narra la ejecución de la metodología PDCA en un almacén de productos siendo un proceso logístico clave en la cadena de suministro, ya que administran los inventarios, regulan la oferta y demanda, y cumplen con los requisitos internos y externos de los operadores logísticos. Además, los productos no conformes y la entrega fuera de tiempo de pedidos impactan negativamente en el indicador logístico OTIF (*On Time, In Full*) de las empresas manufactureras del Perú.

4.1.2. PROBLEMA

En primer lugar, se identificó la falta de estandarización de procesos y la falta de importancia de reportes de productos no conformes. Luego, se realizó un análisis de disconformidades en las áreas de la empresa obteniendo como resultado que el porcentaje de calidad es menor en el almacén principal generando que el OTIF sea inferior al promedio estimado, por lo cual la empresa puede perder su capacidad competitiva. Asimismo, todas las no conformidades que reducen el valor del indicador OTIF tienen un impacto económico en contra relacionados en los costos de materia prima, costos de horas hombre, costo de producción, etc.

Por otro lado, se analizará las causas que afectan con el problema descrito en el párrafo anterior, los cuales pueden ser relacionados al método, factores internos, efectos ambientales, materiales y del personal los cuales se detallan en la figura 24.

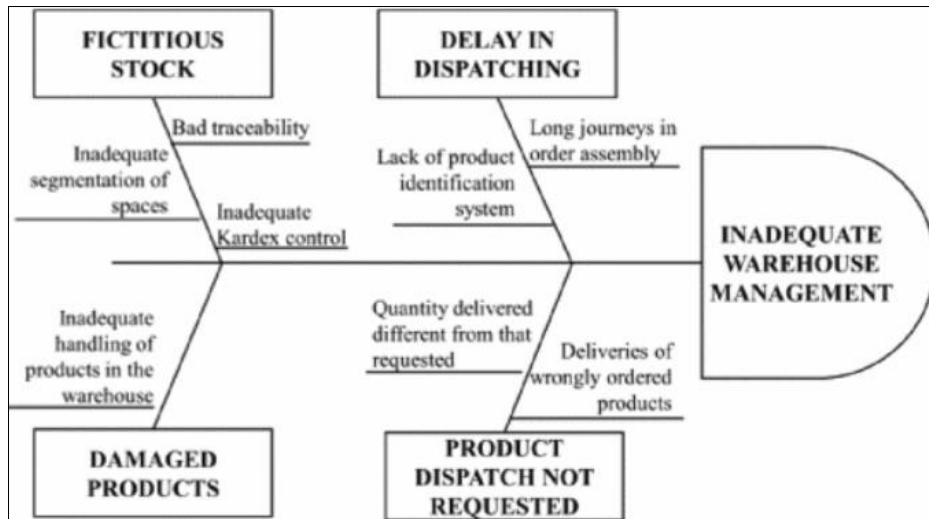


Figura 24: Diagrama de Ishikawa del caso 1

Fuente: Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry – 2021

De igual forma, se identificó las causas más comunes de no conformidades en el almacén principal lo cuales se muestran en la figura 25.

Description of Non-Conformity	Non-conforming	Fi Total	Fi NC
Struck / damaged by stroke	1610	0.92%	19.03%
Error when dispatching one product for another	1501	0.85%	17.74%
Error in the quantity of product dispatched	1399	0.80%	16.54%
Inappropriate presentation and / or packaging	1274	0.73%	15.06%
Dispatch out of date committed	885	0.50%	10.46%
Product not found in the system	716	0.41%	8.46%
Loss of products in the warehouse	697	0.40%	8.24%
Customer complaints about products in poor condition	377	0.21%	4.46%
Total NC	8459	4.82%	100.00%

Figura 25: Causas del almacén principal

Fuente: Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry – 2021

4.1.3. SOLUCIÓN

A partir del análisis de causas, se proponen herramientas de ingeniería para poder mitigarlas como las 5S, Slotting y Wave Picking. Las herramientas de Lean Warehouse como Slotting genera un impacto transversal en las operaciones de colocación, almacenamiento y preparación de pedidos; porque se determina las ubicaciones de los productos considerando los factores de demanda. Por otro lado, Wave Picking es una tendencia de preparación de pedidos que consiste en establecer una estrategia mediante

la agrupación de pedidos múltiples con un criterio en común. La figura 26 muestra las herramientas ejecutadas contra las causas del problema.

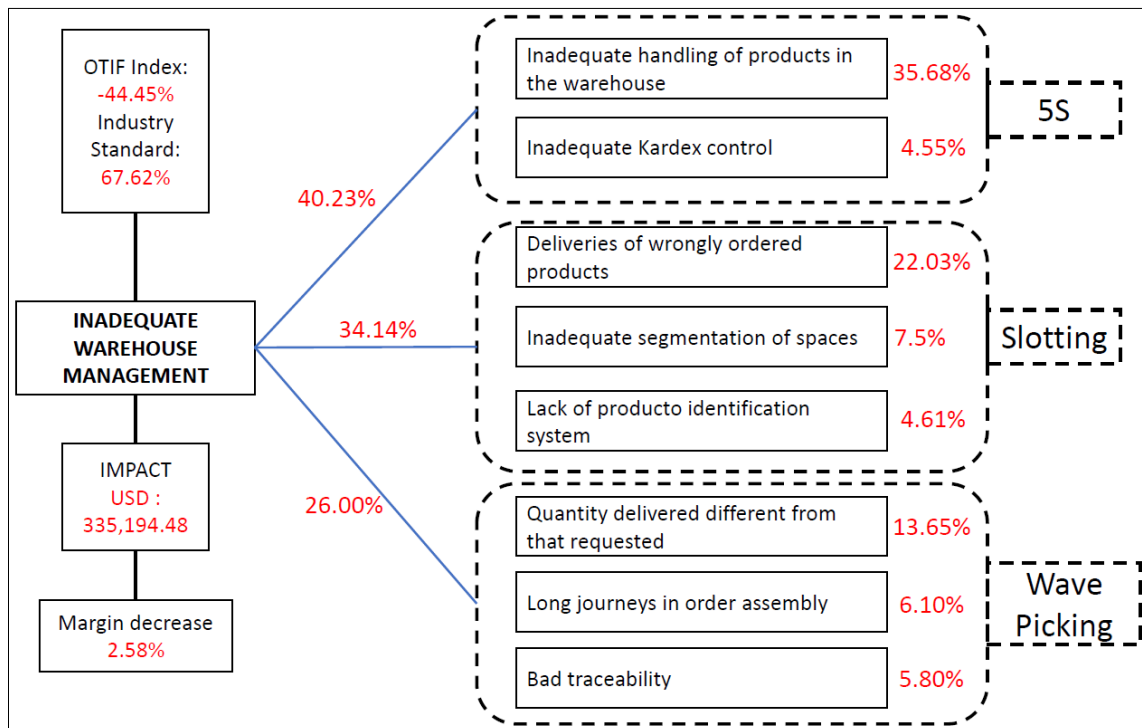


Figura 26: Propuestas de mejora del caso 1

Fuente: Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry – 2021

4.1.4. RESULTADOS

Este caso muestra que con la aplicación de la metodología PDCA se obtienen resultados favorables. En primer lugar, el autor describe el problema que presenta la empresa dedicada al almacenamiento de productos. Después, inicia con la elaboración de un diagrama de Ishikawa para identificar causas relacionadas al problema, luego cuantifica y las prioriza según la frecuencia de incidencia. Posteriormente, plantea contramedidas para estas causas aplicando herramientas de 5S y Lean Warehouse. Finalmente, muestra que se redujo las no conformidades en el almacén a un 85% equivalente a 295,000 USD mejorando su indicador OTIF y aumentando el desempeño del almacén.

4.2. CASO 2

VARGAS, Arturo, Karina ARREDONDO, Teresa CARRILLO y Gustavo RAVELO

2018 “Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study”. Tijuana, Mexico: Instituto Tecnológico de Tijuana, Departamento de Ingeniería Industrial.

4.2.1. ALCANCE

El artículo expuesto narra el uso del método Planificar – Hacer – Verificar – Actuar en una empresa manufacturera que fabrica placas electrónicas ubicada en Tijuana, México. El caso se centra en el proceso de soldadura de las placas los cuales no cumplen con la norma IPC – A – 610E generando la no aceptabilidad de los componentes electrónicos lo cual se han ido incrementando debido a la creciente demanda de sus clientes.

4.2.2. PROBLEMA

El problema de la empresa se centra en los defectos de soldadura en las placas electrónicas y sus componentes afectando negativamente con los plazos de entrega, costos y calidad hacia sus clientes. Inicialmente, las placas son lanzadas como productos conformes; sin embargo, en el proceso de montaje y pruebas eléctricas estas causan problemas. Se identificó la situación actual del proceso de soldadura siendo el acabado un procedimiento manual. Por otro lado, se realizó un diagrama de Pareto para identificar los tipos de defectos con mayor frecuencia y los modelos de productos con mayor incidencia, tal como se muestra en la figura 27 y 28.

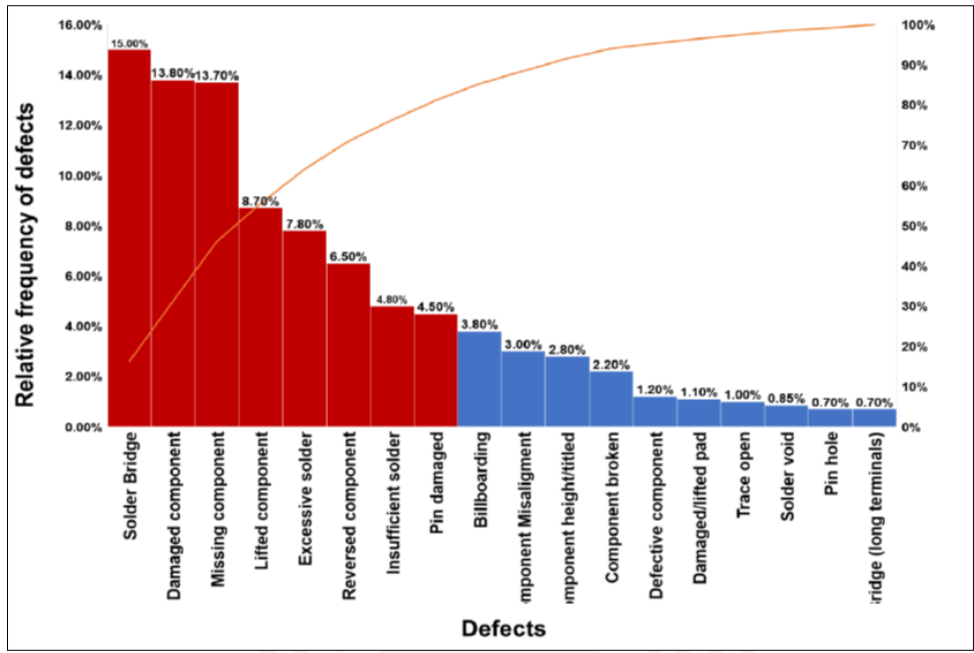


Figura 27: Diagrama de Pareto de causas en el Caso 2

Fuente: Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study – 2018

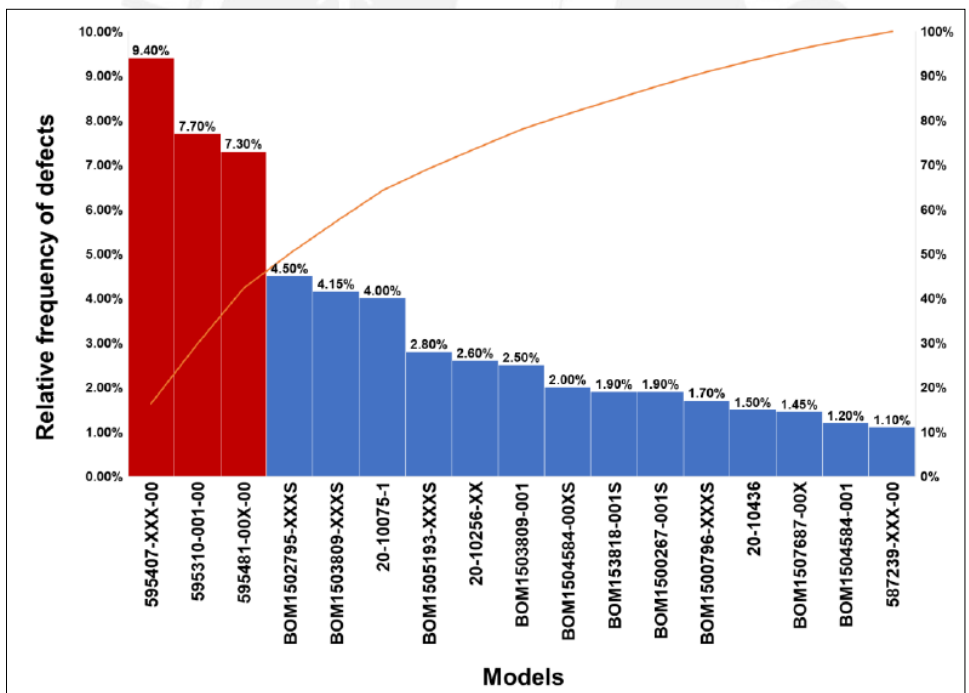


Figura 28: Diagrama de Pareto de modelos en el Caso 2

Fuente: Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study – 2018

De esto se obtuvo que 4 tipos de defectos representan el 50% del total y 3 modelos tienen la mayor incidencia. De este modo, se priorizaron las oportunidades de mejora para obtener mayores beneficios del proyecto.

4.2.3. SOLUCIÓN

Luego de la etapa de diagnóstico, se aplicaron las siguientes oportunidades de mejora:

- Actualización de hojas de proceso del conjunto de placas electrónicas.
- Configuración de parámetros de temperatura, velocidades, dimensiones, cantidades que varían por modelo del producto.
- Evaluación, mejora de diseño y condiciones de las instalaciones de trabajo.

4.2.4. RESULTADOS

En términos generales, se concluye que el ciclo PDCA es una herramienta que facilita la detección de oportunidades de mejora, así como en el desarrollo e implementación. En primer lugar, el autor describe el problema que presenta la empresa manufacturera de equipos electrónicos. Después, inicia con la elaboración de un diagrama de Pareto para identificar los modelos y los defectos con más incidencia. Posteriormente, plantea contramedidas mediante la estandarización de parámetros por modelo, rediseño del área de trabajo y hojas de proceso. Finalmente, concluye que se logró reducir la meta del 20% de defectos y aumentar la capacidad en las líneas de producción de placas electrónicas. En cuanto a los defectos por modelo, los resultados mostraron que los porcentajes de defectos disminuyeron significativamente para los 3 modelos con mayor frecuencia, teniendo todos menos del 5% de defectos del total de modelos. Precisamente, el porcentaje de defectos del primer modelo se redujo un 65%, el segundo modelo en 79% y el tercero en 77%.

Por otro lado, los resultados permitieron aumentar la calidad del producto final, ya que se redujo la cantidad de veces que se retocaban las placas reduciendo su desgaste en la entrega. Asimismo, aumentó la producción de los tres modelos, ya que los tiempos de retoque se redujeron por la reducción de defectos representando un ahorro anual del 21,027 USD.

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente capítulo, se describirá las últimas dos fases del ciclo PDCA (DO y CHECK) donde se detalla las contramedidas que se implementaron en el desarrollo del proyecto para contrarrestar las causas de tipo medias y altas que son de mayor impacto al origen del problema.

A continuación, la tabla 9 muestra las contramedidas ejecutadas a las causas identificadas y priorizadas en el capítulo 3.

Tabla 9: Resumen de causas contra soluciones propuestas

CATEGORÍA	CAUSA DEL PROBLEMA	IP	CONTRAMEDIDA	
MÉTODO	Procesos no estandarizados	100	Implementación de protocolos de homologación en el montaje de componentes en la conversión a gas	
	Reprocesos en el taller	64		
	Generación de daños en el proceso	75	Buenas prácticas del proceso	
	Incumplimiento en las entregas		100	Seguimiento de servicios en tiempo real
				Reducción del tiempo de ciclo del servicio
Unidades entregadas con defectos	75	Implementación de inspección de daños virtual		
MEDIDA	Indicadores desactualizados	100	Indicadores y supervisión en tiempo real, a través de una pantalla en el taller	
	Ausencia de supervisión	48		
	Inspección post-conversión básica	100	Incorporación de control de calidad post – conversión	
HOMBRE	Ausentismo por accidentes	60	Equipos de seguridad del personal	
	Desmotivación del personal	64	Reconocimiento al trabajador de la semana	
	Personal no calificado para el proceso	100	Modificación del proceso de selección de personal	
			Política de pago mixto a trabajadores	
ENTORNO	Movimientos innecesarios	48	Redistribución del taller	
	Áreas de trabajo desordenadas	60	Implementación de las 5S	
MATERIAL	Componentes dañados en el transporte	64	Implementación de medios de transporte	
			Almacenamiento de tanques en forma vertical	

Elaboración propia

5.1. FASE DO

En esta fase se detalla las propuestas de mejora implementadas en el proyecto de acuerdo a las causas más importantes que afectan directamente al problema.

5.1.1. CATEGORÍA: MÉTODO

En esta categoría se analizará los procedimientos e instrucciones de las actividades que realiza el personal técnico que realiza la conversión a gas y del área administrativa que se encarga del control y seguimiento de los pedidos a los clientes de la empresa.

Implementación de protocolos de homologación

Se identificó durante el levantamiento del proceso que los trabajadores no cumplen con un protocolo de procedimientos durante la ejecución de sus actividades, por lo cual se evidencia una considerable diferenciación en la instalación de componentes entre cada operador.

Por lo tanto, se implementó documentos denominados Homologaciones de Conversión que se realiza por marca y modelo del vehículo. En estos documentos, se especifican detalladamente el montaje de cada componente, medidas estipuladas y el nivel de acabado en la entrega; esto permite disminuir considerablemente la desviación existente entre cada trabajador, reprocesos internos y mala calidad del servicio. Adicionalmente, estos documentos son enviados al cliente para que se encuentren alineados con su estándar esperado. Posteriormente a su validación, el supervisor de servicios capacita a los técnicos firmando un acta de reunión.

A continuación, la figura 29 muestra un ejemplo de homologación para el cliente DERCO para su modelo XL7 de la marca SUZUKI.

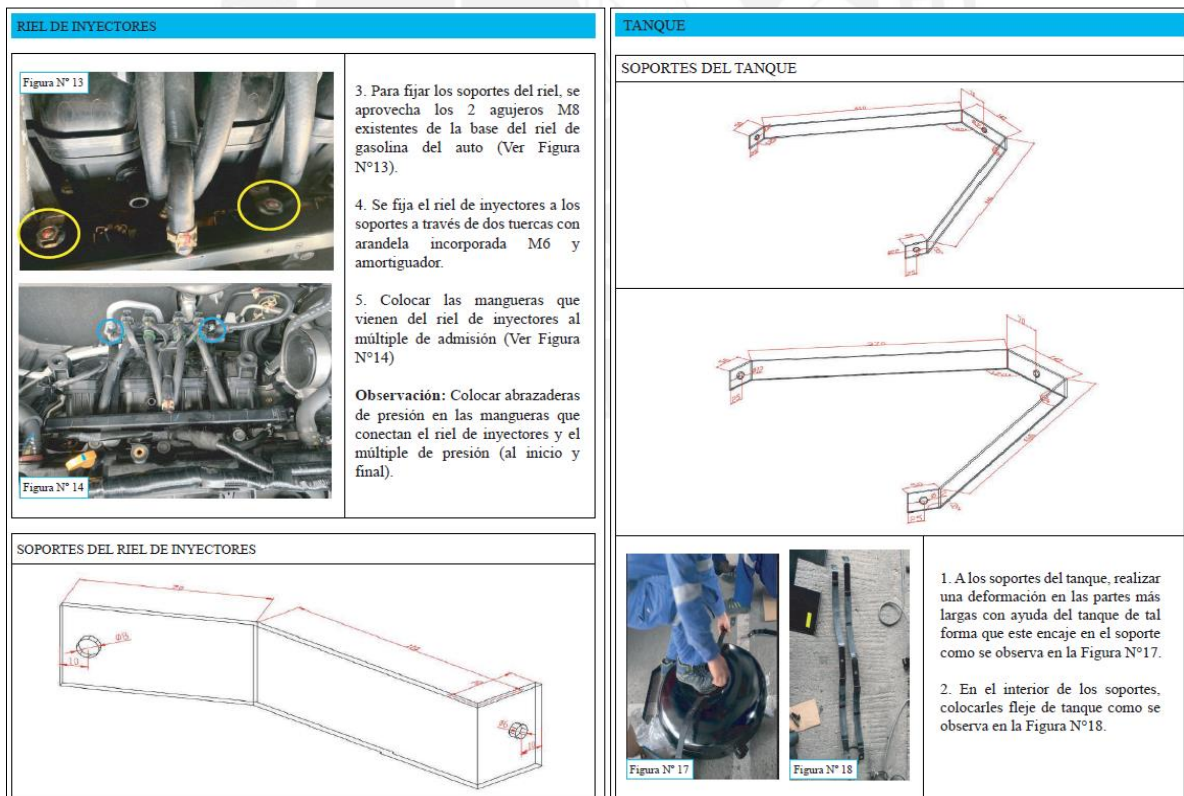


Figura 29: Homologación de Conversión a Gas
Fuente: La empresa

Reducción del tiempo de ciclo del servicio

Se identificó durante la realización de las homologaciones que los técnicos de conversión realizaban actividades de preparación de los componentes del kit, durante ese periodo de tiempo los vehículos se encontraban en zona de proceso sin que se agregue valor al mismo.

Por tal motivo, se implementó la preparación anticipada de componentes antes de iniciar la conversión del vehículo. Para llevar a cabo este cambio en el proceso, se contrataron preparadores a tiempo completo que solicita los materiales en almacén, para su posterior entrega.

Asimismo, se estandarizaron longitudes en la preparación de estos componentes, ya que los técnicos estimaban estas medidas y existían variabilidad en la calidad del servicio. A continuación, se explica las actividades de preparación.

- ❖ Cortar mangueras de gas, vacío y agua: las medidas varían de acuerdo al modelo del vehículo. Para esta operación se utiliza un cortador de mangueras. La figura 30 muestra el procedimiento de estas actividades.







<p>8. Cortar mangueras de gas y vacío</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cortar la manguera de gas en 3 pedazos según las medidas del carrito de herramientas (10 cm, 20 cm y 38 cm) utilizando el cortador de manguera. A estos pedazos lo llamaremos como corto, mediano y largo. ➤ Cortar la manguera de vacío en 2 pedazos según las medidas del carrito de herramientas (30 cm y 70 cm) utilizando el cortador de manguera. A estos pedazos lo llamaremos como corto y largo. 	<p>Figura N°1</p>  	<p>Figura N°2</p>  
<p>11. Mangueras de agua en reductor</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cortar manguera de agua en 2 pedazos de acuerdo a la medida señalada en el carrito de herramientas (37 cm y 54 cm) utilizando el cortador de manguera; ver figura N°1. 	<p>Figura N°1</p>  	

Figura 30: Estándar de corte de mangueras
Elaboración propia

- ❖ Cortar pernos de sujeción de tanque: en el proceso actual se corta la prolongación sobrante de pernos empleando una amoladora con el tanque ya instalado situando al técnico debajo del chasis. Esta maniobra atenta contra la seguridad, ya que en caso se rompa el disco de corte las esquirlas podrían aterrizar directamente en la cabeza del operador. Por tal motivo, el cambio del proceso fue estandarizar la medida de corte por modelo de vehículo y emplear el tornillo de banco. La figura 31 muestra el procedimiento de corte para el modelo Toyota ETIOS.



Figura 31: Corte de pernos de sujeción
Elaboración propia

- ❖ Preparación de ramal eléctrico: esta actividad consiste en ordenar los cables estableciendo medidas empleando cinta aislante para su posterior conexión con otros componentes de gas ubicados en el vehículo. Cabe mencionar que este componente era una de las observaciones recurrentes del cliente, ya que en algunas unidades presentaban cables muy holgados que podría rozaban con el ventilador del vehículo provocando a largo plazo el corte del mismo. La figura 32 muestra el acabado final del ramal eléctrico.

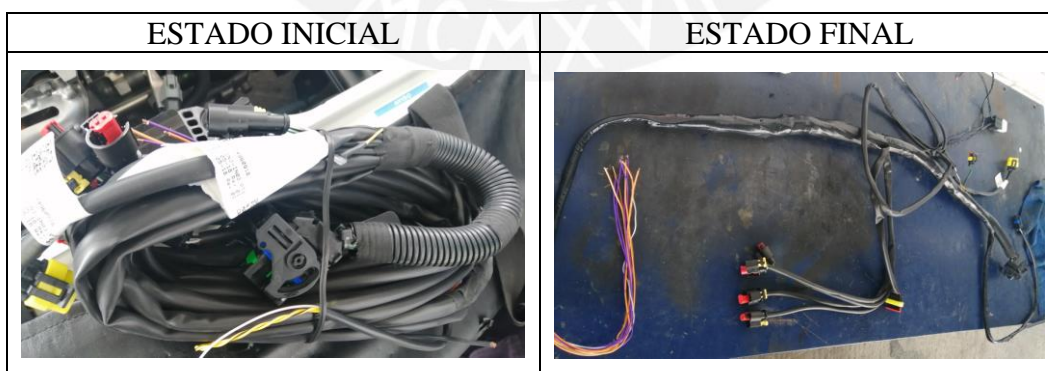


Figura 32: Ramal eléctrico
Elaboración propia

Para poder llevar a cabo correctamente esta implementación, se establecieron dimensiones que permiten reducir la variabilidad el acabado. La figura 33 muestra las longitudes que debe tener cada cable que se conecta al resto de componentes del kit de conversión.

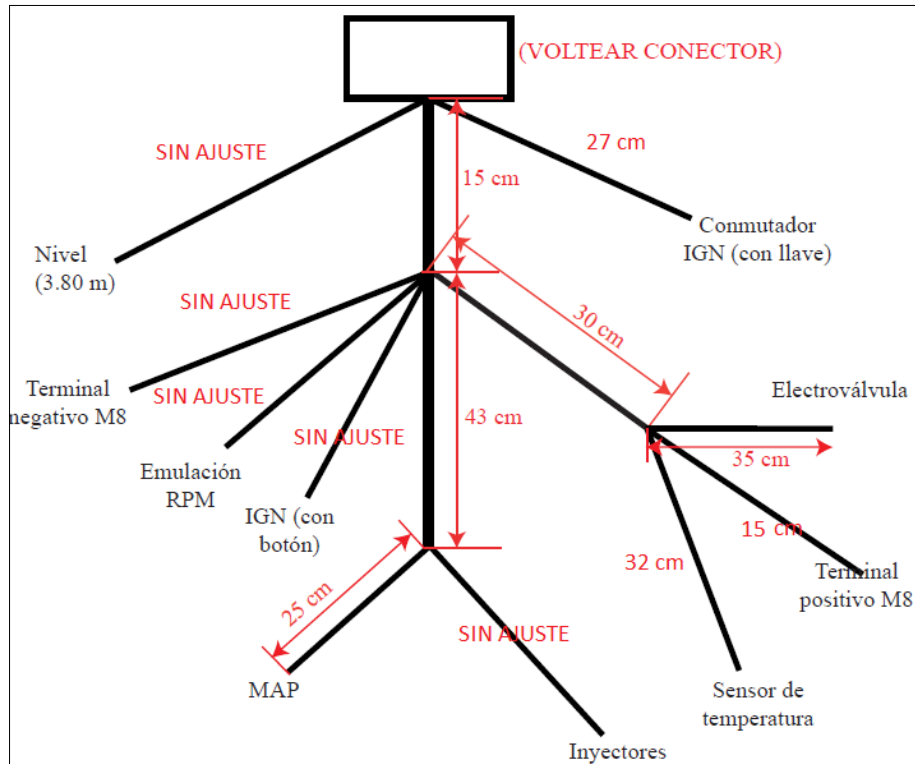


Figura 33: Estándar de ramal eléctrico
Elaboración propia

La tabla 10 muestra un cuadro comparativo de los defectos recurrentes identificados en el levantamiento de información contra el impacto que se logró reducir con la implementación de la propuesta de mejora.

Tabla 10: Cuadro comparativo de defectos y su impacto

Daños o defectos recurrentes	Impacto
Manguera de gas muy ajustada	Fuga de gas en la prueba de calibración, reproceso interno y merma de material
Manguera de agua muy ajustada	Abrazaderas pueden soltarse en el corto plazo
Corte de pernos realizado bajo la carrocería	Posible accidente laboral: cortes al personal o introducción de viruta a los ojos
Cables holgados	Roce con el ventilador del vehículo u otros componentes
Corte de cables y posterior empate para ajuste	Falla en el sistema eléctrico del vehículo: rendimiento y potencia

Elaboración propia

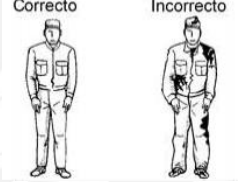
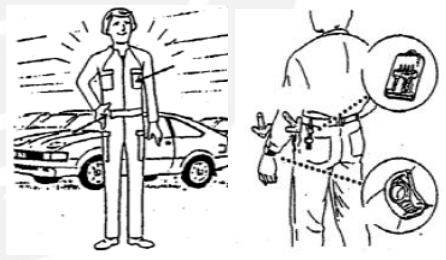
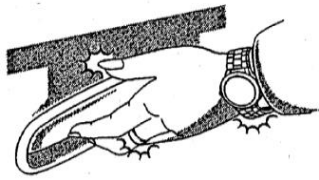

La realización de estas actividades previas al proceso de recepción de unidades permitió que el tiempo de ciclo del servicio conversión a gas se reduzca de 363.33 minutos por unidad a 313.33 minutos por unidad (14% menos por cada conversión).



Para poder llevar a cabo estas actividades de preparación se requirieron de 3 preparadores a tiempo completo considerando una producción mensual de 600 conversiones. Esto permitió que los clientes aumenten la cantidad de unidades en sus programaciones, ya que el tiempo de estancia en el taller era menor.




Buenas prácticas del proceso

Se identificó que durante el tiempo de estadía de los vehículos en el taller eran manipulados por varias personas en cada etapa del proceso, desde su recepción, inspección, conversión, calibración, lavado y despacho. Como resultado de este proceso puede producirse un leve deterioro de su calidad como la aparición de arañones en la pintura, rayaduras, quíñes, abolladuras, entre otros. Por tal motivo, se establecieron ciertos protocolos y pautas tanto en la indumentaria de los trabajadores como en la forma de cómo desarrollar adecuadamente sus actividades. La tabla 11 muestra las principales pautas de buenas prácticas en el proceso de conversión a gas.

Tabla 11: Buenas prácticas del proceso

<p>Trabajar con el uniforme y botas de protección limpios para no dañar la superficie ni ensuciar el interior de las unidades.</p>	<p>Correcto Incorrecto</p> 
<p>No llevar los siguientes elementos en la realización de sus actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hebillas en la correa ➤ Botones ➤ Anillos ➤ Relojes ➤ Llaves 	
<p>No dejarse las uñas demasiado largas.</p>	
<p>Tener las manos limpias, si estas se ensucian, deben asearse inmediatamente. En caso de realizar tareas de mecánica, llevar guantes para evitar ensuciar las manos.</p>	

<p>Estacionar a una distancia de al menos 1.5 metros entre unidades para evitar golpes al abrir la puerta. Esto permitirá que los espacios sean amplios cuando circulen personas.</p>	
<p>Tener cuidado de no ensuciar los bordes de las puertas, estribos y pisos en el interior del vehículo con los zapatos sucios.</p>	
<p>Evite romper o dañar los protectores de los asientos cuando ingresa y salga del vehículo.</p>	
<p>En la inspección de daños, realice el control a contra luz para detectar superficies con quiñes.</p>	
<p>Cuando se utilicen los elevadores, revisar que no exista ninguna superficie que pueda dañar la parte baja del chasis.</p>	
<p>No apoyar en la carrocería del vehículo las hojas de control.</p>	
<p>No apoyarse en la carrocería del vehículo por ningún motivo.</p>	
<p>No colocar objetos en la superficie de la carrocería de las unidades.</p>	

<p>Mantenga una distancia adecuada en el lavado de las unidades para evitar roces de la manguera con la carrocería.</p>	
<p>No guardar o dejar las herramientas en el bolsillo. Estas deben colocarse en el gabinete o mesa de trabajo.</p>	<p>Incorrecto</p> 
<p>Antes de iniciar con las actividades de mecánica, colocar correctamente los protectores de parachoques delantero y posterior.</p>	

Elaboración propia

Implementación de inspección de daños virtual

En la recepción de unidades en el taller, se realiza una inspección de daños en la parte interior y exterior de los vehículos; esta información se enviaba al cliente mediante un reporte. Esa información se registraba manualmente a través de un formato llamado “Nota de Tarja”, ver Anexo 2, donde el inspector registra daños ocasionados antes del ingreso al taller deslindando la responsabilidad con la empresa.

Este proceso es muy importante, ya que cualquier daño no registrado en el documento, lo asumía el taller de conversión. Si los daños eran muy graves, la empresa tenía que gastar en el repuesto; si eran daños leves, se realizaban trabajos de pintura. En ambos casos, esto significaba gastos asumidos por la empresa.

El área de calidad indicó que muchas veces la empresa asumía daños que se encontraban registrados en el documento, pero que el cliente no se hacía responsable ya que este indicaba que eran otros daños ocasionados en el taller. Por esta razón, parte del proceso del inspector era tomar fotos de los daños y enviarlo a través de un grupo de WhatsApp, tal como se muestra en la figura 34.

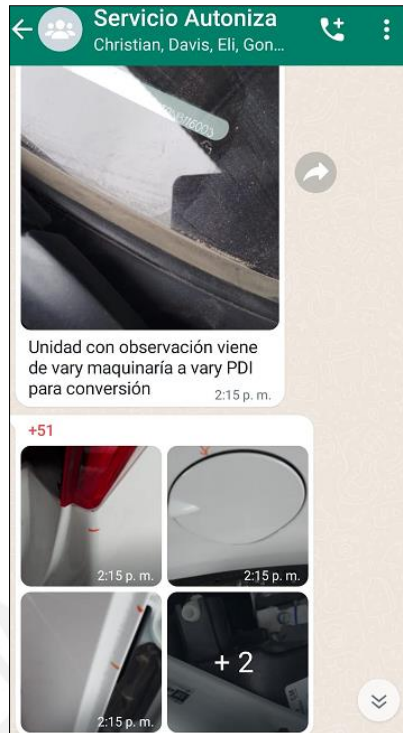


Figura 34: Comunicación de daños
Fuente: La empresa

Por lo tanto, se concluyó que los mecanismos para realizar la inspección eran muy ineficientes, siendo este un proceso crítico para la empresa. Por tal motivo, se diseñó un nuevo módulo en el sistema de la organización que permite registrar virtualmente los daños y agregar fotos de los mismos, agilizando las consultas y creando reportes automatizados hacia el cliente; este módulo se muestra en la figura 35.

Para poder llevar a cabo este nuevo método en el proceso se requirieron horas de programación por parte del Área de Sistemas de la empresa y licencia de Dropbox para almacenamiento virtual de datos. Los beneficios de este cambio fueron los siguientes:

- Registro de evidencia fotográfica de los daños detectados en la recepción.
- Consultas más ágiles durante el deslinde de responsabilidad con el cliente en el despacho de vehículos.
- Se eliminaron los reportes manuales generados por un asistente, el cliente tendría acceso a la información en tiempo real.
- Se eliminó la compra de formatos y documentos físicos.

Formulario Inspeccion Detallada

Datos de Vehiculo			
VIN	9BRB29BT2N2270589	Almacen	VARI PDI
Marca	TOYOTA	Ubicacion	SIN UBICACION
Modelo	ETIOS	Tipo Vehiculo	AUTO
Tipo Inspeccion	Ingreso Manifiesto	Cliente	TOYOTA DEL PERU S.A.
Fecha Inicio	17/09/2021 15:11:28	Fecha Termino	17/09/2021 15:26:16
Fecha de Ingreso	17/09/2021 14:18:16	Color Vehiculo	PLATA METALICO- (1H6)
Version	1	Control de Calidad	Ingreso Conversión

Comentario
 Unidad sucia con polvo
 Km 19
 Carrocería con múltiples rayaduras leves y fallas de pinturas
 Rayaduras en embellecedores interiores y tablero y consola de radio
 Logos, emblemas, base de manijas y faros x4 con rayaduras

Detalles daños en el área

Cuadrante: 16C2 (GUARDAFANGO POSTERIOR DERECHO C2)

N°	Versión	Tipo de inspección	Color	Inspector	Daño	SubTipo Daño	Zona Interior	Comentario	Foto 1	Foto 2	Foto 3
1	1	Inspección de recepción en almacén	●	SCRIBILLERO	Rayado	Moderado			Ver Foto		

Ver Foto

Figura 35: Inspección virtual de daños
 Fuente: La empresa

Seguimiento de servicios en tiempo real

Existe un acuerdo entre la empresa y sus clientes donde se establecen plazos en la entrega de sus unidades que rigen desde su ingreso al taller. Estos plazos determinan las fechas de vencimiento de los servicios, si una unidad se termina posterior a esta fecha, corresponde a una unidad entregada FUERA DE TIEMPO. Por tal motivo, la empresa emplea el indicador anteriormente descrito de Cumplimiento donde se mide el porcentaje de unidades entregadas a tiempo.

Asimismo, una unidad FUERA DE TIEMPO provoca reclamos por parte del cliente, ya que ellos planifican sus entregas a sus concesionarios lo cual se trasladaría a un costo adicional de transporte. Por tal motivo, existe una penalidad que asume el taller cuando ocurren estos casos.

En el levantamiento de información, se consultó cual era el método que empleaba el área de producción para controlar el avance de las unidades y que estas se terminen dentro del plazo establecido, por lo cual nos indicaron que lo realizaba un Asistente de Operaciones 2 veces al día (medio día y fin del día) en un archivo Excel, este reporte se visualiza en el Anexo 3.

Por lo cual se concluyó que el mecanismo actual de control era ineficiente, ya que la Jefatura de Servicios solo podía detectar unidades que estaban próximas a vencer a fin del día, lo cual generaba horas extras para poder cumplir con la entrega o, en el peor de los casos, culminar la unidad al día siguiente fuera de tiempo. Por esta razón, se diseñó un nuevo módulo en el sistema de la empresa, el cual permite consultar en tiempo real el avance de las unidades ordenadas por fechas de vencimiento de acuerdo a la planificación, la actividad y técnico en proceso, cliente, modelo y la fecha de ingreso al taller. Esto permite ordenar la producción del taller de acuerdo a la planificación y detectar unidades retrasadas; este módulo se muestra en la figura 36.

Para poder llevar a cabo este nuevo método de control se requirió únicamente horas de programación por parte del área de Sistemas. Los beneficios de este cambio fueron los siguientes:

- Control y seguimiento de avance de pedidos en tiempo real.
- Eliminación del reporte manual de seguimiento de servicios hacia la jefatura de servicios.
- Eliminación del reporte de unidades terminadas hacia el cliente, se dio acceso al cliente a este reporte en el sistema.

Busqueda de Ordenes de Trabajo														
Ciente	20100132592 - TOYOTA DEL PERU S.A.			Almacen	--Seleccione--			Programacion: Desde	dd/mm/aaaa		Vencimiento: Desde	dd/mm/aaaa		
VIN	Vin - Cod. Cliente			Estado Cumplimiento	-- Seleccione --			Hasta	dd/mm/aaaa		Hasta	dd/mm/aaaa		
N° OT	0			Responsable	RUC - Razon Social			Marca	--Seleccione--		Modelo	-- Seleccione --		
Familia	Conversión a Gas			Servicio	Conversión a Gas			SubServicio	--Seleccione--					
<input type="button" value="Buscar"/> <input type="button" value="Exportar"/>														
Resultados de busqueda														
<input type="button" value="Detalle"/> <input type="button" value="Resumen"/>														
<input type="button" value="Actualizar Reporte"/>														
Ciente	Nro OT	Sub Servicio	VIN	Modelo	Color	Cod. Cliente	Vencimiento	Estado Cumplimiento	% Avance	Ultima Actividad	Trabajador	Ver	Término	Ingreso
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298T5N2271266	ETIOS	NEGRO MICA	0005810575	18/11/2021	FINALIZADO - A TIEMPO	100	Control de Calidad Interno	DARWIN EMERSON IZQUIERDO PABLO	VER DETALLE	18/11/2021	16/11/2021 18:45:41
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GNV	98RB298T5N2271283	ETIOS	GRIS OSCURO METALICO	0005807345	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	91.95	CAÑERÍA	JAIME ADRIAN SOLDEVILLA GONZALES	VER DETALLE		17/11/2021 12:04:27
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GNV	98RB298T8N2271259	ETIOS	NEGRO MICA	581066	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	91.95	CAÑERÍA	JAIME ADRIAN SOLDEVILLA GONZALES	VER DETALLE		17/11/2021 18:21:20
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298T3N2272285	ETIOS	ROJO MICA METALICO	0005876615	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	58.98	TOMA DE CARGA	YONNY DANIEL SAYRITUPAC DAVILA	VER DETALLE		17/11/2021 12:08:17
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298TXN2272090	ETIOS	ROJO MICA METALICO	0005876625	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	30.77	SISTEMA ELÉCTRICO	ARNOLD STEVEN CHAVEZ MANTILLA	VER DETALLE		17/11/2021 12:05:30
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298T1N2271751	ETIOS	ROJO MICA METALICO	0005835935	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	2.68	Entrega de materiales	TAYLOR VLADIMIR MAGAN TAMANI	VER DETALLE		17/11/2021 12:05:04
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298T2N2271631	ETIOS	ROJO MICA METALICO	0005835925	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	27.00	SISTEMA ELÉCTRICO	JHERSON ALBERTO CALLA ZURICHAQUI	VER DETALLE		16/11/2021 18:46:03
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298T3N2271590	ETIOS	ROJO MICA METALICO	583594	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	58.98	MANGUERAS	JHONATHAN GABRIEL VARGAS PICHU	VER DETALLE		16/11/2021 18:58:58
TOYOTA DEL PERU S.A.	7714	Conversión a Gas GLP	98RB298T5N2270909	ETIOS	BLANCO	0005805195	19/11/2021	EN PROCESO - A TIEMPO	86.61	CONEXIÓN FINAL	MICHEL HUARMİYURI AHUANARI	VER DETALLE		16/11/2021 18:47:51

Figura 36: Seguimiento de servicios en tiempo real
Fuente: La empresa

Reciclaje de cañerías de cobre

Durante el levantamiento del proceso, se observó que se generaban residuos de retazos de cañería que son de cobre grueso en forma de tubos. Estos, se desechaban como cualquier otro residuo que genera el taller. La figura 37 muestra el material de cobre que se obtienen al recortar las cañerías.

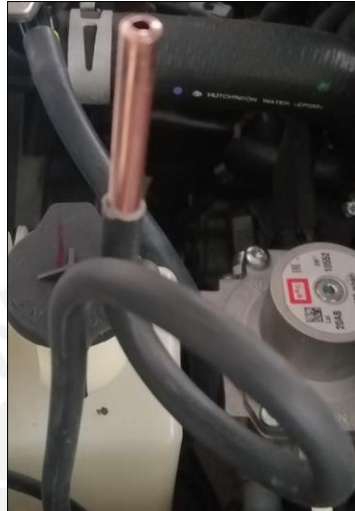


Figura 37: Cañerías de gas
Elaboración propia

Por esta razón, se tomó la decisión de almacenar los retazos de cañerías en un depósito de metales para su posterior venta cada mes. Esto permitió generar ingresos extras para el taller, ya que se generaba aproximadamente 75 kilos de cobre, lo cual se vendía por 25 soles/kilo logrando un ingreso mensual de 1800 soles. La figura 38 muestra el depósito donde se almacenan los retazos de cobre para su posterior venta.

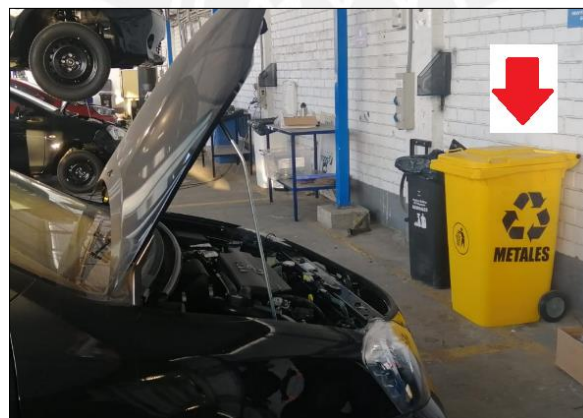


Figura 38: Contenedor de metales para cobre
Elaboración propia

5.1.2. CATEGORÍA: MEDIDA

En esta categoría se analiza los medios o recursos para medir el cumplimiento de los requisitos establecidos para el proceso y los objetivos.

Incorporación de control de calidad post – conversión

Tal como se mostró en el flujograma del servicio de conversión en la figura 9, se identificó que la medida de detección de defectos luego de la conversión a gas era muy básico, este se realizaba en la etapa de calibración donde únicamente se revisaban si existían fugas de agua o gas, lo cual aseguraba únicamente el funcionamiento del servicio. Sin embargo, la empresa recibía quejas de sus clientes por otros motivos como la ausencia de tuercas, incorrecta fijación de componentes, pernos sin pintura, abrazaderas mal ajustadas, cañerías dobladas, cables sueltos, etc. Por tal motivo, en conjunto con el cliente, se implementó un formato de control de las condiciones necesarias que debe cumplir las unidades en la entrega. Asimismo, este nuevo punto de control permite asegurar el cumplimiento del estándar de homologación explicado anteriormente. En el Anexo 4 se muestra la lista de puntos de revisión que tiene que realizar los controles de calidad asociados a una actividad del servicio. Estos inicialmente, se registraban en hojas impresas firmadas por inspector. La necesidad de la empresa, no solo era detectar defectos antes de la entrega al cliente y poder corregirlos, también requería medir la tasa de defectos internos del taller o incluso identificar que técnicos eran los que tenían más incidencia. Por tal motivo, se identificó que la empresa ya contaba con un sistema de información donde sus trabajadores registraban sus actividades, lo cual permitía identificar que técnico realizó la conversión de cada unidad, incluso de cada componente. Por lo cual se diseñó un módulo nuevo en el sistema llamado “Registro de defectos”, donde se mostraba el check – list de puntos de revisión y permitía asociar defectos a cada técnico automáticamente; el módulo se muestra en la figura 39. Para poder llevar a cabo este control de defectos se requirió la contratación de 2 controles de calidad que se encuentren alineados con las homologaciones del taller y horas de programación por parte del área de sistemas para la implementación del nuevo módulo. Los beneficios de este cambio fueron los siguientes:

- ❖ Indicador de defectos internos de la planta y por persona en tiempo real.
- ❖ Permite realizar feedback a los trabajadores con mayor facilidad.
- ❖ Reporte de defectos automatizado, ver Anexo 5. Inicialmente, el asistente de calidad realizaba este reporte transcribiendo las hojas físicas a un Excel y buscando en el sistema que técnico realizo el trabajo.
- ❖ Eliminación de formatos físicos impresos y evidencia fotográfica del defecto para capacitaciones internas.

Datos de Cabecera de Control de Defectos

Vin	99R8298T8N2271052	Tipo de Control	CONTROL CALIDAD INTERN	Cliente	TOYOTA DEL PERU S.A.
Marca	TOYOTA	Fecha de Ingreso	13/09/2021 16:46:22	Tipo Vehiculo	AUTO
Modelo	ETIOS	Ubicacion - Almacen	TALLER - VARI PDI	Color	GRIS OSCURO METALICO
Estado SubServicio	EN PROCESO - A TIEMPO				

Comentario

Detalle de Actividades

Codigo:

Actividad	Codigo	Descripcion	Error	Severidad Def.	Tipo Def.	Comentario
REDUCTOR E INYECTORES	RI1	Verificar tuerca y arandela plana en soporte de reductor con base de batería (tuerca plateada y arandela plateada)	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAVE	NEGLIGENCIA	No tiene las tuercas ajustadas, posible pérdida de potencia
REDUCTOR E INYECTORES	RI2	Verificar que precinto sujete los cables de los inyectores	<input type="checkbox"/>			
REDUCTOR E INYECTORES	RI3	Emulación de los inyectores y uso de termocontraible	<input type="checkbox"/>			
REDUCTOR E INYECTORES	RI5	Verificación de alineamiento y fugas de toberas en múltiple de admisión y abrazaderas correctamente ubicadas	<input type="checkbox"/>			
REDUCTOR E INYECTORES	RI6	Fuga de toberas	<input type="checkbox"/>			
REDUCTOR E INYECTORES	RI7	Verificación de ajuste de abrazadera de purificador de aire	<input type="checkbox"/>			

Figura 39: Registro de defectos virtual
Fuente: La empresa

Indicadores y supervisión en tiempo real

En el taller de conversión existe un supervisor que se encuentra del control y avance de las unidades. Durante el levantamiento del proceso, se consultó a esta persona como media a sus trabajadores y como controlaba que no tengan tiempos muertos, por lo que comentó que le era complicado supervisar a 20 técnicos y que no manejaba indicadores de medición para ver el rendimiento de cada uno.

Por tal motivo, utilizando la información del sistema se diseñó un módulo llamado “Status de trabajadores” que permitía dar seguimiento en tiempo real a los técnicos del taller y brindar indicadores de medición en tiempo real, ver Anexo 6. Los indicadores propuestos fueron los siguientes:

- **Producción:** mide la cantidad de conversiones que realiza cada técnico durante el día. Se identificó que un técnico no necesariamente realizaba toda la conversión del vehículo, sino que podía realizar una sola operación para varias unidades; por ejemplo, un técnico durante el día podía hacer únicamente la instalación de tanques de varios vehículos. Por lo cual, para poder calcular un indicador de producción se empleará la siguiente fórmula:

$$\text{Producción} = \sum \frac{\text{Tiempo estándar actividad finalizada}}{\text{Tiempo estándar total servicio}}$$

- **Productividad:** mide el ritmo de trabajo de los técnicos respecto lo esperado (tiempo estándar). Este indicador se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\sum \text{tiempos estándar actividades finalizadas}}{\text{Tiempo disponible}}$$

- **Calidad de marcación:** este indicador permite evaluar el uso adecuado del sistema. Este indicador está relacionado con el seguimiento en tiempo real de servicios que permite controlar el avance en tiempo real de las unidades, ya que, si un técnico por error inicia y finaliza una actividad inmediatamente en el sistema, la información que visualiza el cliente se encuentra desfasada, ya que realmente no se encuentra en ese porcentaje de avance.

$$\text{Calidad información} = \frac{\text{cantidad actividades correctas}}{\text{total de actividades finalizadas}}$$

- **Defectos:** este indicador permite medir la calidad del trabajo de cada técnico. Como se mencionó anteriormente, con la implementación de la inspección virtual de defectos permite que este indicador pueda calcularse automáticamente.

$$\text{Defectos} = \frac{\text{cantidad de actividades con defecto}}{\text{total de actividades inspeccionadas}}$$

Adicionalmente a estos indicadores de medición, se agregó información de control tales como:

- Hora de ingreso: la hora de ingreso al taller, identificar si se encuentra AUSENTE.
- Estado operativo: si el técnico se encuentra OCUPADO o EN ESPERA. Adicionalmente, se lanza una alerta (color rojo) cuando un técnico se encuentre EN ESPERA por más de 20 minutos u OCUPADO superando en 30 minutos al tiempo estándar de la actividad. Esto permite al supervisor acudir a la posición del técnico e identificar la causa.
- Inicio: hora en la que cambio de estado.
- Duración: tiempo de duración en ese estado.
- Actividad: muestra la actividad que se encuentra ejecutando.
- Tiempo estándar: muestra el tiempo estándar de dicha actividad.

Este módulo actualiza cada minuto y se proyecta en una TV ubicado en el taller, tal como se muestra en la figura 40, donde el supervisor puede dar seguimiento a los técnicos y estos puedan ver su rendimiento.

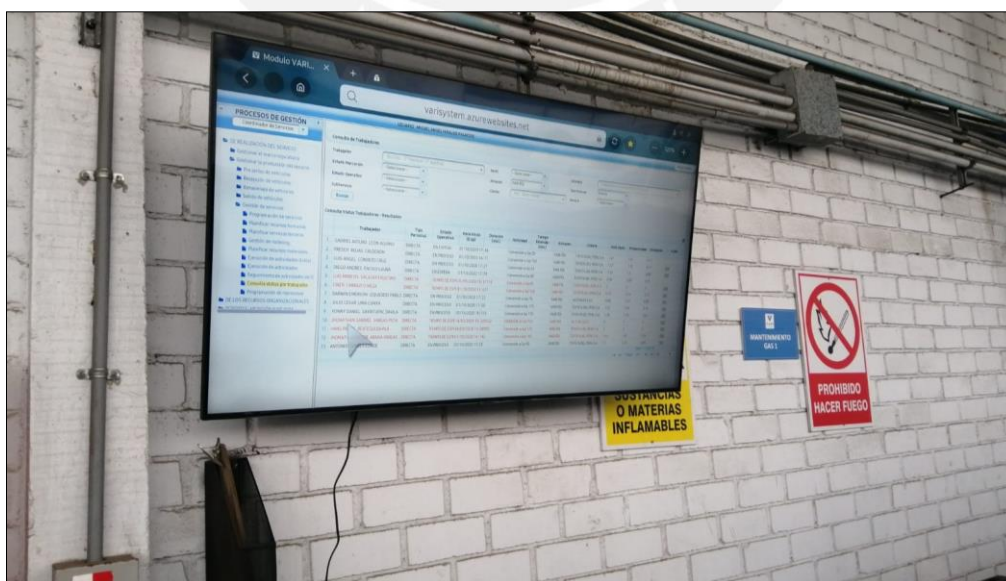


Figura 40: Proyección de indicadores en el taller
Elaboración propia

5.1.3. CATEGORÍA: HOMBRE

En esta categoría se analiza el factor humano en el proceso de conversión a gas que influye directamente en los resultados establecidos.

Equipos de seguridad del personal

Se identificó que los técnicos no tenían un uniforme adecuado para realizar sus actividades, lo cual representa un riesgo en la salud. Por tal motivo, se implementó el uso de mamelucos de tela con cintas reflectivas, ya que como se trata de un taller de vehículos estos circulan en todo momento. La figura 41 muestra el antes y después de la vestimenta del personal técnico.



Figura 41: Vestimenta del personal
Elaboración propia

Asimismo, se identificó que una de las causas de accidentes laborales más frecuentes se originaba en el uso de elevadores, ya que el técnico se sitúa debajo del vehículo pudiendo golpearse la cabeza con los neumáticos o con el mismo elevador. Además, realizaban actividades de taladro en la parte debajo del chasis lo cual generaba que los residuos del metal caigan en sus ojos. Por lo tanto, se implementó gorros de seguridad anti impacto y lentes de seguridad, tal como se muestra en la figura 42.

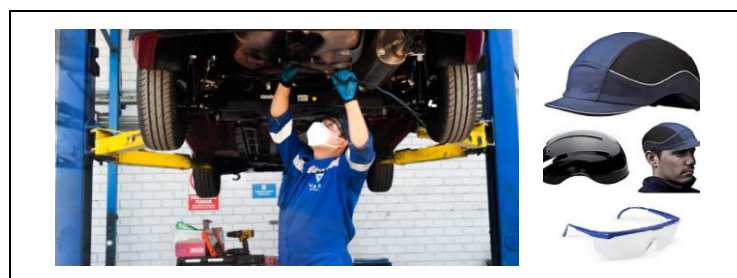


Figura 42: Equipos de protección
Elaboración propia

Por último, se identificó que los técnicos utilizaban cajas para colocar sus herramientas y se ubicaban en el suelo. Esta actividad no era ergonómica pudiendo ocasionar dolores de espalda y fatiga del técnico; además, esto generaba que la búsqueda de sus herramientas sea recurrente. Por tal motivo, se implementó carritos de herramientas, tal como se muestra en la figura 43.



Figura 43: Carrito de herramientas
Elaboración propia

Modificación del proceso de selección de personal

Se modificó el proceso de reclutamiento de personal técnico al taller, ya que algunos cumplían con los conocimientos de mecánica general, pero no con servicios de conversión a gas. Además, se pudo identificar que algunos técnicos no demostraban una mejora en sus indicadores a lo largo del tiempo. La tabla 12 muestra la descripción de los procedimientos que se efectúan en la selección de personal técnico.

Tabla 12: Actividades de selección de personal

Actividad	Descripción
Búsqueda de personal mecánico	Consiste en realizar publicaciones de requerimiento de personal en la bolsa de trabajo; además, filtra personas que cumple con la parte legal y documentaria.
Selección de personal por periodo de prueba	Seleccionar aquellos técnicos que cumplen con conocimientos en conversión a gas y experiencia. Se encarga de comunicarse directamente con la persona sobre el proceso, lugar del taller, etc.
Inducción teórica	Capacitación del nuevo personal sobre las homologaciones, uso del sistema, buenas prácticas, cultura de calidad.
Inducción práctica	Consiste en acompañar al nuevo personal en los procesos de montaje. El supervisor se encuentra en supervisión activa durante esta actividad.
Auditoría de unidades	Se realiza una revisión exhaustiva de las condiciones finales de la conversión para detectar errores, asimilación de las inducciones.
Evaluación de indicadores	Se evalúan los indicadores anteriormente descritos del nuevo personal y se toma la decisión de su contratación o solo el pago por los días de prueba.
Asignación de recursos	Se le entregan las herramientas personales de trabajo, entrega EPP y se le activa una cuenta personal en el sistema.

Elaboración propia

A continuación, la figura 44 muestra el flujograma de las actividades anteriormente descritas asignando áreas responsables.

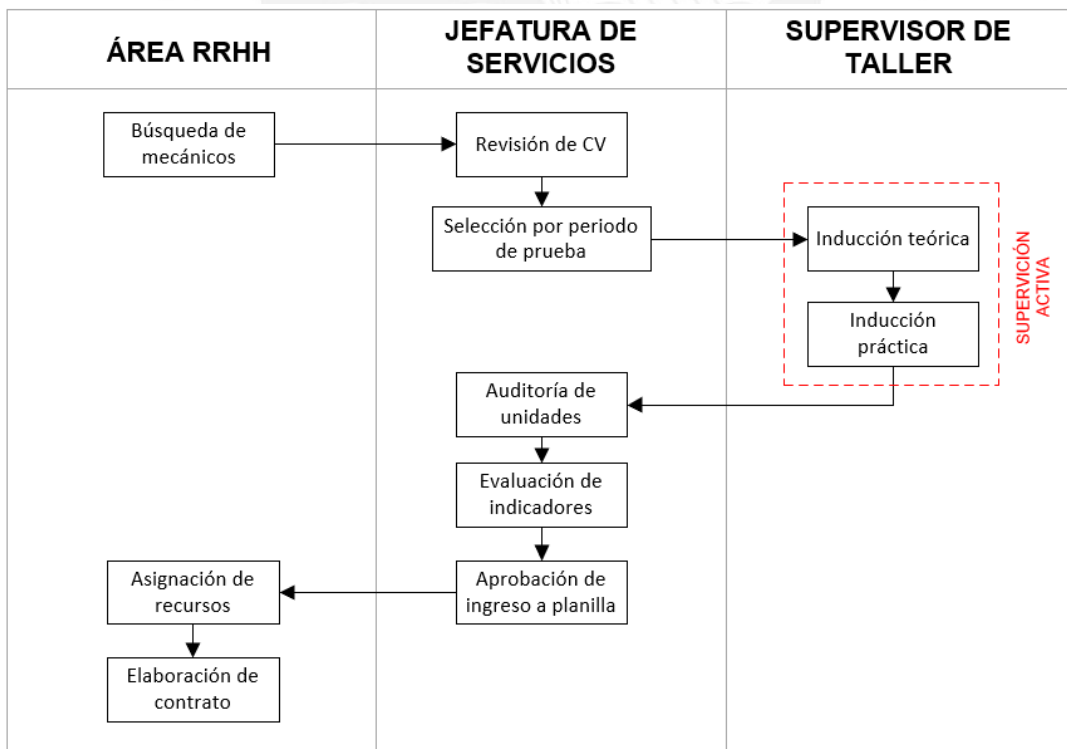


Figura 44: Proceso de selección de personal
Elaboración propia

Política de pago mixto a trabajadores

Durante el periodo de marzo a agosto del año 2020, el sector automotriz y la economía en general se vio duramente afectada duramente por el COVID-19. Este efecto generó que la demanda de los clientes sea menor a lo estimado. Por tal motivo, se modificó la política de pago a los técnicos de gas, ya que existían días donde no se contaba con unidades por trabajar. Esta política de pago estaba conformada por 2 partes: sueldo fijo y sueldo por producción, tal como se muestra en la figura 45.



Figura 45: Estructura de pago
Elaboración propia

La nueva política de pago fue un acuerdo entre la empresa y el empleado, estos últimos entendieron que la empresa generaba pérdidas cuando el cliente no programa unidades, ya que tenía que cubrir sus costos fijos.

La parte variable de pago se calculaba en base a los indicadores del personal y es un porcentaje del sueldo fijo, anteriormente expuestos, agregando un indicador cualitativo adicional llamado “Desempeño”. Este indicador es brindado por el supervisor de servicios donde se considera la puntualidad, respecto, proactividad, limpieza de su área de trabajo, propuestas de mejora, etc.

Asimismo, para crear una cultura de mejora continua en el taller se establecieron niveles de técnicos; los técnicos de mayor nivel tienen mayor sueldo fijo y variable, pero deben cumplir los requisitos que se presenta en la tabla 13.

Tabla 13: Niveles de técnicos

Nivel	Experiencia en gas	Tiempo en la empresa	Productividad	Calidad	Sueldo fijo	Sueldo variable (máx.)
Técnico 1	0	0	0.85	95%	S1	25%
Técnico 2	> 1 año	> 6 meses	0.9	98%	S1+100	30%
Técnico 3	> 2 años	> 1 año	> 0.95	99%	S1+200	35%

Fuente: La empresa

Si bien un técnico puede bajar de nivel de un mes a otro, el sueldo fijo no puede disminuir, pero sí el sueldo variable reduciendo su porcentaje máximo. Para el cálculo del sueldo variable se establecen pesos para cada indicador y metas de acuerdo al nivel del técnico. A continuación, la tabla 14 muestra los pesos y metas para el nivel de técnico 2.

Tabla 14: Metas de producción

INDICADOR	PESO	METAS			
		Muy bajo	Bajo	Normal	Óptimo
		-50%	0%	100%	120%
Productividad	4	0.4	0.6	0.9	1.2
Calidad de la información	1	92%	96%	98%	100%
Defectos	4	85%	95%	97%	100%
Evaluación desempeño	1	85%	90%	95%	100%

Elaboración propia

Finalmente, la inasistencia del técnico al taller genera descuentos en el sueldo variable. Mientras que la inasistencia injustificada genera descuentos al sueldo fijo. En el Anexo 7, se muestra un ejemplo de cálculo.

Reconocimiento al trabajador de la semana

Con la finalidad de crear una cultura de mejora continua y competitividad en el taller, se implementó un reconocimiento de los 2 técnicos con mejores indicadores. Este reconocimiento era semanal y se realizaba en conjunto con toda la operación. Asimismo, se brindaba un incentivo económico mediante la entrega de una gift card valorizada en 50 soles. La figura 46 muestra el mural del éxito calculado en una semana de trabajo.



Figura 46: Mural del éxito
Elaboración propia

5.1.4. CATEGORÍA: ENTORNO

En esta categoría se analiza el entorno donde se desarrolla el proceso de conversión a gas. A continuación, se presentarán contramedidas para mejorar el ambiente de trabajo.

Redistribución del taller

Durante el levantamiento de información se observó que los vehículos recorrían distancias muy largas para la ejecución de sus actividades, incluso se movían a la misma zona de ida y vuelta. Por ello, se representó el recorrido actual que tienen las unidades en el taller mediante un Diagrama de Recorrido. La figura 47 muestra el diagrama de recorrido actual de un vehículo durante su estadía en el taller.

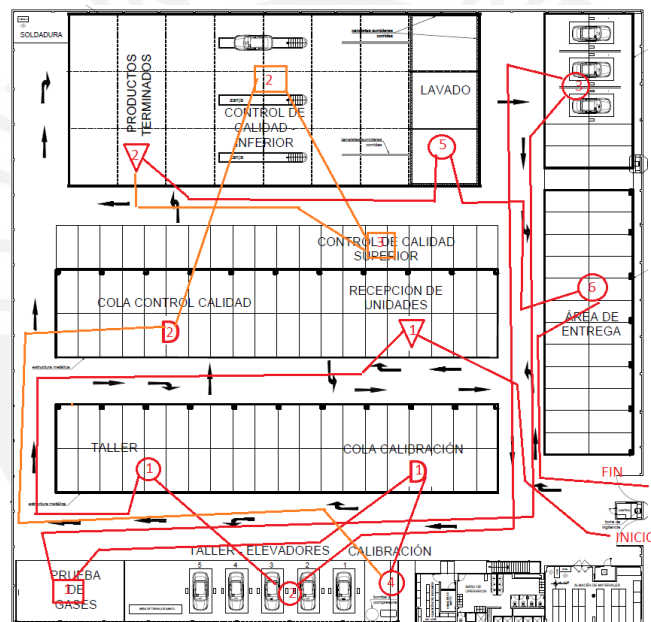


Figura 47: Diagrama de recorrido actual
Elaboración propia

En la figura 42, se puede visualizar varios cruces entre movimientos lo cual no representa un óptimo flujo de las unidades. Esto se debe a que en ciertas zonas del taller no se contaba con conexiones eléctricas, iluminación o porque ese fue el diseño que adquirieron en el trabajo cotidiano.

Por tal motivo, se realizó una propuesta de redistribución del taller que permite garantizar un óptimo flujo de los vehículos reduciendo la cantidad de movimientos y manipulación. Para llevar a cabo esto se tuvo que invertir en adecuar puntos con electricidad, mover elevadores y redimensionar las áreas de trabajo. La figura 48 muestra el diagrama de recorrido propuesto en el proyecto.

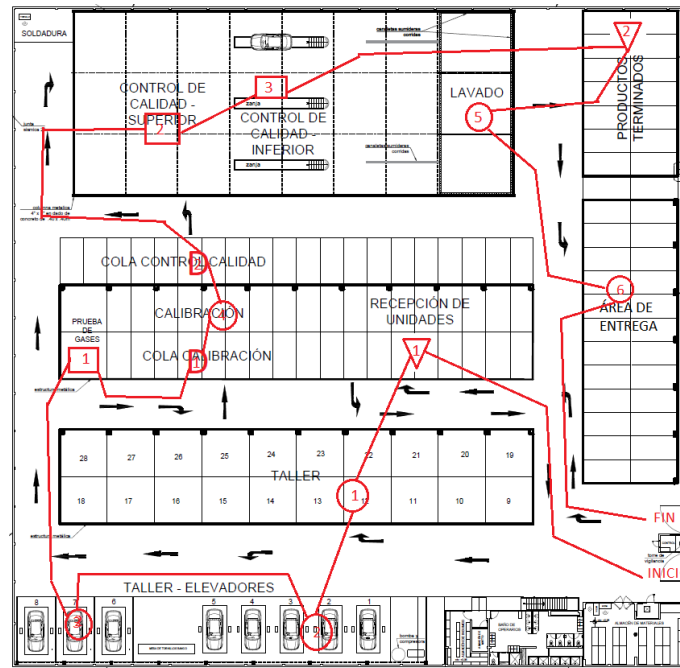


Figura 48: Diagrama de recorrido propuesto
Elaboración propia

Los principales beneficios de esta redistribución fueron los siguientes:

- ❖ Se redujo la manipulación de los vehículos en un 30% a través de un flujo continuo del vehículo en todas las etapas del proceso, esto evita el origen de daños internos y externos en las unidades.
- ❖ Aumentar las dimensiones de las estaciones operativas en la zona de taller para evitar daños al abrir la puerta con la unidad posicionada al lado.
- ❖ Mejor uso del espacio, redimensionar las áreas de acuerdo a sus necesidades. Señalizar cada área para evitar congestión en el taller.
- ❖ Permite la implementación de las 5S en el taller, ya que se mantiene un orden en el flujo.

Implementación de las 5S

Es costumbre en cualquier taller de vehículos que estos no se encuentren limpios ni ordenados, para el caso de la empresa no fue diferente. La figura 49 muestra en las zonas del taller donde se encontraban objetos que no eran parte del proceso, desechos, herramientas obsoletas, equipos malogrados.

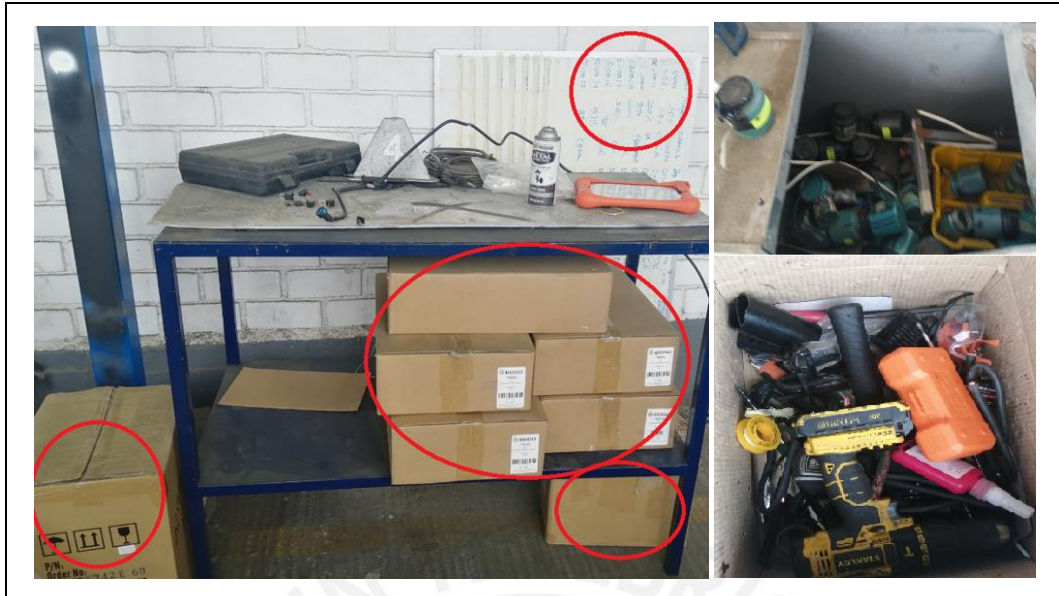


Figura 49: Imágenes del taller
Elaboración propia

Por tal motivo, se implementó la metodología de las 5S en el taller de conversión. Para llevar a cabo ello en el taller de conversión, se conformó un comité compuesto por un representante de cada área. La figura 50 muestra las áreas que conforman el comité de implementación de las 5S.

- Alta dirección: autoriza la ejecución de las propuestas planteadas por las demás áreas del comité. Asimismo, monitorea el proyecto en los plazos proyectados.
- Equipo de mejora: convoca reuniones periódicas de avance con el resto de áreas. Ejecuta los pasos de la metodología 5S y propone acciones en conjunto con el resto de áreas. Por otro lado, coloca las bases de las 5S y mejora continua en toda la organización.
- Jefatura de servicios: comunica el inicio del proyecto al personal operativo y administrativo, facilitadores en promover los cambios en el taller. Por otro lado, asegura que la metodología continúe al cierre del proyecto mediante auditorías internas.
- Jefatura de Seguridad y Salud Ocupacional: identificar actividades de riesgo del personal técnico y plantear mecanismos de prevención, promover la cultura de salud y limpieza al personal.
- Área de mantenimiento: asegura que el plan sea ejecutado adecuadamente según las necesidades de la jefatura de servicios, brinda soporte constante al taller mediante el aseguramiento de confiabilidad de equipos, limpieza, mantenimientos programados, iluminación, etc.

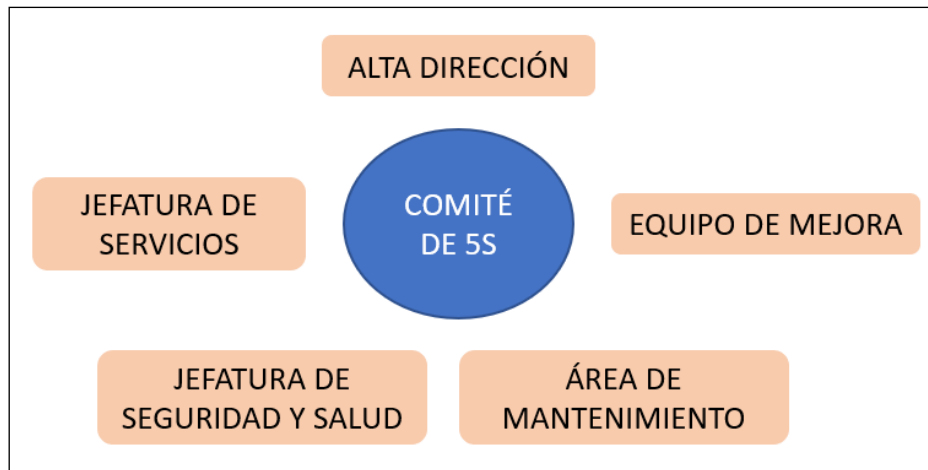


Figura 50: Comité de 5S
Elaboración propia

La tabla 15 muestra el diagrama de Gantt para el desarrollo del proyecto de las 5S implementado en el taller de conversión.

Tabla 15: Diagrama de Gantt para 5S

ACTIVIDAD	SEMANAS											
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Kick-off del proyecto de implementación 5S y conformación de grupos	■											
Comunicación al personal operativo y administrativo el proyecto	■											
Capacitación al personal de la metodología 5S y su impacto		■	■									
Implementación de 1°S: SELECCIONAR												
Clasificar elementos (desechar, vender, reparar, etc)				■								
Implementación de 2°S: ORDENAR												
Compra de materiales para ordenar taller: carritos, caja de herramientas, contenedores, etc					■							
Implementación de 3°S: LIMPIAR												
Implementación de 4°S: ESTANDARIZAR												
Implementación de 5°S: SOSTENER												
Creación de formato de auditorías									■			
Auditorías										■	■	■
Reunión de cierre del proyecto, resultados												■

Elaboración propia

PASO 1. SELECCIONAR:

Este paso consiste en separar aquellos elementos que son necesarios e innecesarios en el desarrollo del proceso. Esta actividad se realizó en conjunto con toda la operación y el procedimiento empleado se describe en la figura 51.

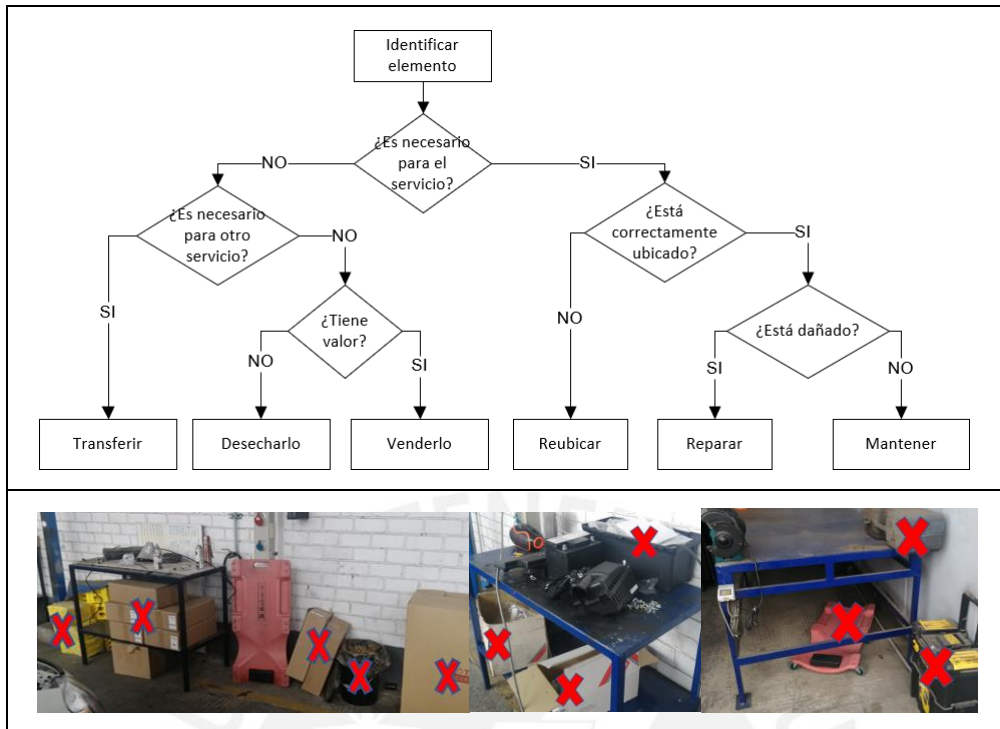


Figura 51: Procedimiento de selección de las 5S
Elaboración propia

PASO 2. ORDENAR

Luego de eliminar los elementos innecesarios de la operación, se procedió a ubicar los elementos necesarios de tal forma que el técnico pueda encontrar, utilizar y reponerlos en áreas definidas con facilidad. La figura 52 y 53 muestra ejemplos de cómo era antes y después de realizar este paso.



Figura 52: Carrito de herramientas
Elaboración propia



Figura 53: Orden de tuercas y pernos
Elaboración propia

PASO 3: LIMPIAR

Se introdujo en la forma de trabajo de los técnicos el concepto de “más importante que limpiar es no ensuciar”. La figura 54 muestra el plano del taller de conversión con los puntos de limpieza realizados en esta etapa.

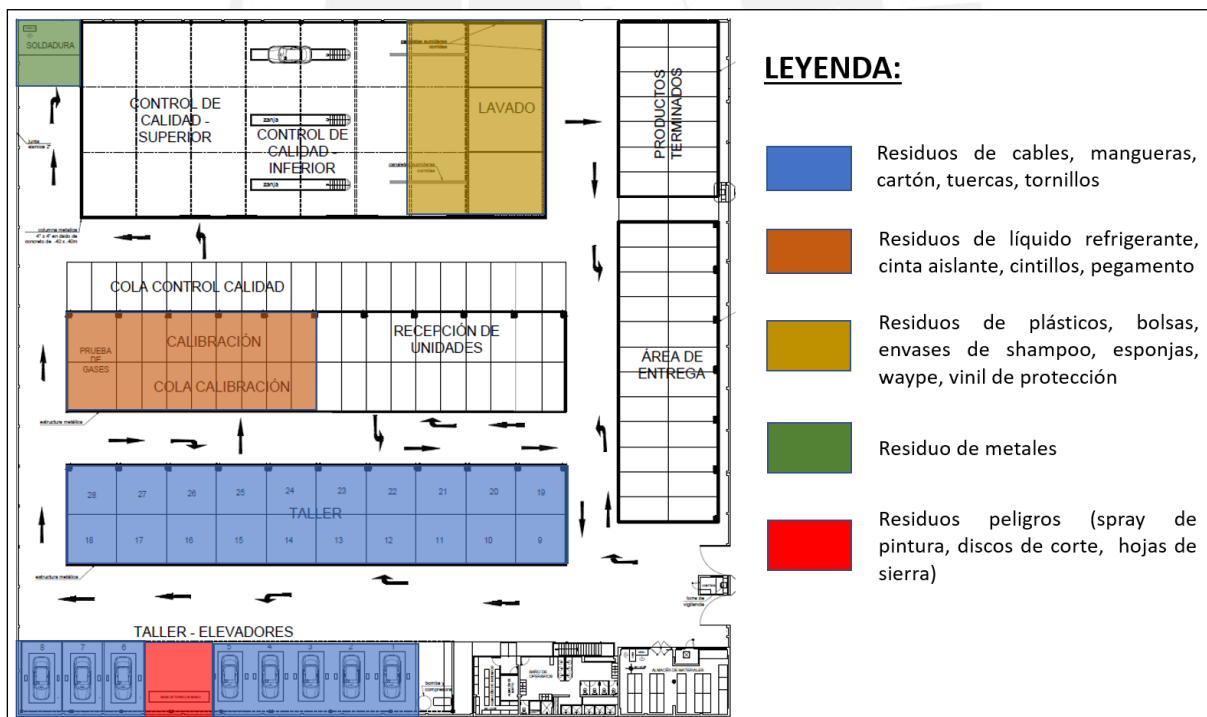


Figura 54: Puntos de limpieza en el taller
Elaboración propia

La figura 55 muestra el resultado final luego de la aplicación de la etapa limpieza en el taller.



Figura 55: Imagen del taller aplicando la tercera S
Elaboración propia

PASO 4: ESTANDARIZAR

Este paso consiste en consolidar los anteriores pasos en el taller. Para lo cual se implementó contenedores de desechos debidamente rotulados para poder colocar adecuadamente cada desecho. La figura 56 muestra el antes y después de la aplicación de la estandarización.

ANTES	DESPÚES
	
	

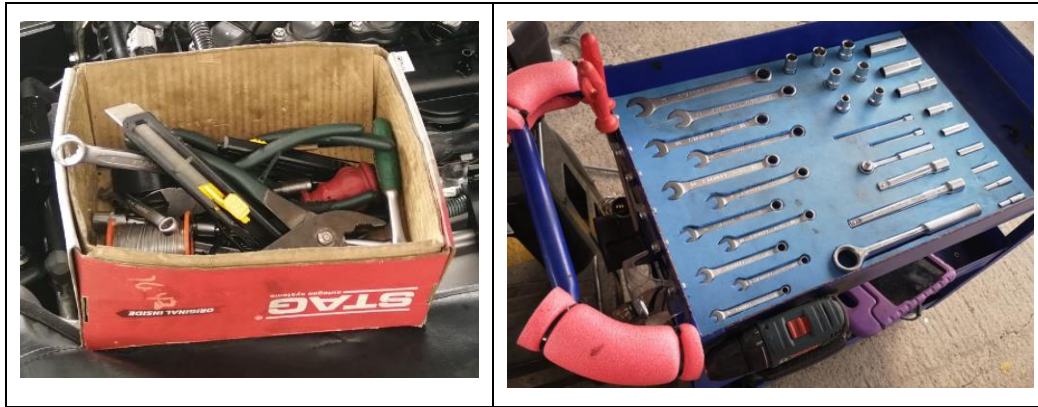


Figura 56: Estandarización de residuos
Elaboración propia

Asimismo, se establecieron actividades de limpieza a cada técnico de conversión responsable de su lugar de trabajo. Asimismo, el supervisor realiza el seguimiento de la limpieza del taller cada intervalo de tiempo del lugar de trabajo de cada técnico y considerarlo en su indicador de desempeño. La tabla 16 muestra las actividades de limpieza con su respectivo responsable y frecuencia de ejecución.

Tabla 16: Cronograma de limpieza

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Limpieza de mesas de trabajo	Técnicos de Conversión	Cada vez que se termina una conversión
Limpieza en la zona de trabajo: desperdicios de material	Técnicos de Conversión	Cada vez que se termina una conversión
Depositar materiales de reciclaje: metales, cobre, cartones	Técnicos de Conversión	2 veces al día (01:00 pm y 05:30 pm)
Limpieza de zona de lavado: barrer agua a las canaletas, bolsa de basura con residuos de vinil	Personal de lavado	2 veces al día (01:00 pm y 05:30 pm)
Limpieza de mesa común de tornillos de banco	Área de mantenimiento	2 veces al día (01:00 pm y 05:30 pm)
Recolección de envases con residuos peligros (sprays, refrigerantes, discos de corte, etc)	Área de mantenimiento	2 veces al día (01:00 pm y 05:30 pm)
Desechar los residuos depositados en los contenedores	Área de mantenimiento	Diariamente al inicio de la jornada

Elaboración propia

PASO 5: SOSTENER

En este paso se mantiene la nueva disciplina implementada en el taller. Esto se realiza mediante charlas grupales que realiza el técnico para no olvidar la cultura de orden en el taller y retroalimentar los eventos de la semana durante sus rondas. Por otro lado, la Jefatura de Servicios realiza auditorías periódicas para validar que se mantenga esta filosofía a lo largo del tiempo. La figura 57 muestra el formato de auditoría implementado en la etapa de sostenimiento.


	FORMATO DE AUDITORÍA DE 5S EN TALLER DE CONVERSIÓN	CÓDIGO: VALM-CG-0013										
		VERSIÓN: 4										
		FECHA: 18/12/2020										
<p>FECHA DE EVALUACIÓN: <input type="text"/></p> <p>EVALUADOR: <input type="text"/></p> <p>DETALLE DE PUNTUACIÓN:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #4F81BD; color: white;">NULO</th> <th style="background-color: #4F81BD; color: white;">INSUFICIENTE</th> <th style="background-color: #4F81BD; color: white;">REGULAR</th> <th style="background-color: #4F81BD; color: white;">BUENO</th> <th style="background-color: #4F81BD; color: white;">EXCELENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </tbody> </table>			NULO	INSUFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE	0	1	2	3	4
NULO	INSUFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE								
0	1	2	3	4								
DESCRIPCIÓN		PUNTAJE										
1. LIMPIEZA		NOTA:										
1.1. Las mesas de trabajo se encuentran limpias												
1.2. El suelo de la zona de trabajo se encuentra limpio												
1.3. Se encuentran los pasillos y pisos libres de obstáculos												
1.4. El uniforme del personal técnico se encuentra limpio												
1.5. Las unidades trabajadoras no presentan suciedad												
1.6. Las mesa común de tornillos de banco se encuentra limpia												
1.7. La zona de lavado no presenta charcos de agua												
1.8. Los contenedores no se encuentran llenos de desechos												
2. ORDEN		NOTA:										
2.1. Se encuentran los contenedores de desechos rotulados y en su lugar definido												
2.2. Se encuentran los técnicos ejecutando sus actividades en su zona delimitada												
2.3. Los coches de herramientas se encuentran con las herramientas ordenadas												
2.4. Los materiales comunes (camillas, gatas, etc) se encuentran en su posición definida												
2.5. Las unidades se encuentran correctamente posicionadas en la zona de trabajo												
3. SEGURIDAD		NOTA:										
3.1. El personal cuenta con todos los implementos de seguridad												
3.2. Las conexiones eléctricas se encuentran en buen estado												
3.3. Los cables de los aparatos electrónicos se encuentran en buen estado												
3.4. El equipo de personal se encuentra en buen estado: lentes, guantes, mameluco, gorro, botas												
3.5. Los desechos peligrosos se encuentran ubicados en el lugar definido												
PUNTAJE TOTAL												
<p>COMENTARIO: <input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/></p> <p>FIRMA:</p> <p style="text-align: center;">_____</p>												

Figura 57: Formato de auditoría interna de 5S
Elaboración propia

Los principales beneficios de la aplicación de la metodología 5S en el taller de conversión a gas fueron los siguientes:

- ❖ Permite mejorar la seguridad y ergonomía en el taller.
- ❖ Reduce la búsqueda de herramientas y equipos.
- ❖ Mayor espacio y orden en el taller ante cualquier visita de clientes.
- ❖ Relacionado indirectamente con la calidad del servicio, trabajar en un lugar desordenado y sucio puede inducir al error en el montaje de componentes.

5.1.5. CATEGORÍA: MATERIAL

En esta categoría se analiza los componentes empleados en el proceso de montaje, sus condiciones y como afecta con los problemas.

Implementación de medios de transporte

Se identificó que en el proceso de traslado de componentes desde el almacén de materiales hasta la zona de taller se generaban daños. Estos daños debían corregirse antes de la entrega, lo cual demandaba tiempo y costo. Por tal motivo, se implementó carritos de traslado forrados de espuma anti impacto, tal como se muestra en la figura 58.



Figura 58: Carrito de transporte de tanque
Elaboración propia

Almacenamiento de tanques en forma vertical

Se identificó que otra de las causas de daños en los componentes de gas era la forma de almacenamiento de estos, en la situación actual los tanques que se ubicaban en el suelo soportaban la carga de los tanques superiores. Por tal motivo, se implementó plataformas de aglomerado en los anaqueles colocando los tanques de forma vertical permitiendo que no se dañen por el peso; además de reducir la fatiga del almacenero y el tiempo de entrega de componentes a los técnicos, ya que retirar un tanque no depende de los otros. La figura 59 muestra el antes y después de implementar esta forma de almacenamiento.



Figura 59: Imagen de apilamiento de tanques
Elaboración propia

5.2. FASE CHECK

En esta fase se valida que las acciones planteadas en la fase anterior (DO) relacionadas al método, medida, hombre, entorno y material como se muestra en la tabla 9, tengan efectos positivos con el problema y sus causas identificadas en la primera fase (PLAN) mencionadas en la tabla 7.

Para ello, se analizó la evolución de indicadores desde enero del 2020 hasta agosto del 2021; cabe mencionar que el proyecto tuvo una duración de 5 meses (setiembre 2020 a enero 2021).

Indicador de cumplimiento

En la figura 60 se puede apreciar que el indicador de cumplimiento tiene una tendencia creciente a partir del inicio del proyecto hasta la actualidad. Asimismo, a partir del segundo mes se superó la meta planteada por gerencia. Las contramedidas implementadas que impulsaron el cambio de este indicador fue el seguimiento de servicios en tiempo real a través del sistema y la reducción del tiempo de ciclo del servicio.

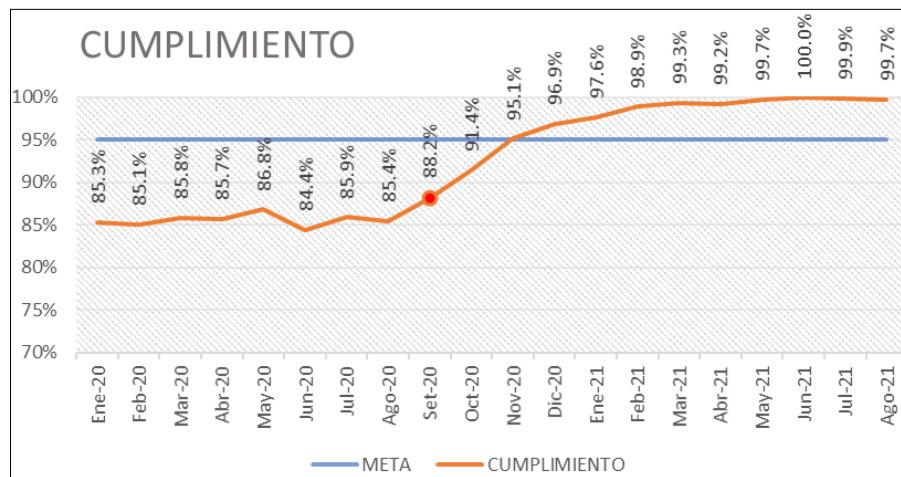


Figura 60: Gráfico de cumplimiento
Elaboración propia

Indicador de productividad

En la figura 61 se puede apreciar que el indicador de productividad tiene una tendencia creciente a partir del inicio del proyecto hasta la actualidad. Asimismo, se logró superar la meta a partir del tercer mes. Las contramedidas implementadas que impulsaron el cambio de este indicador fue la implementación de protocolos de homologación en el montaje de componentes, indicadores de supervisión del personal en tiempo real proyectado en una TV, modificación del proceso de selección de personal, reconocimiento al trabajador de la semana, implementación de las 5S, redistribución del taller y equipos de seguridad al personal operativo.

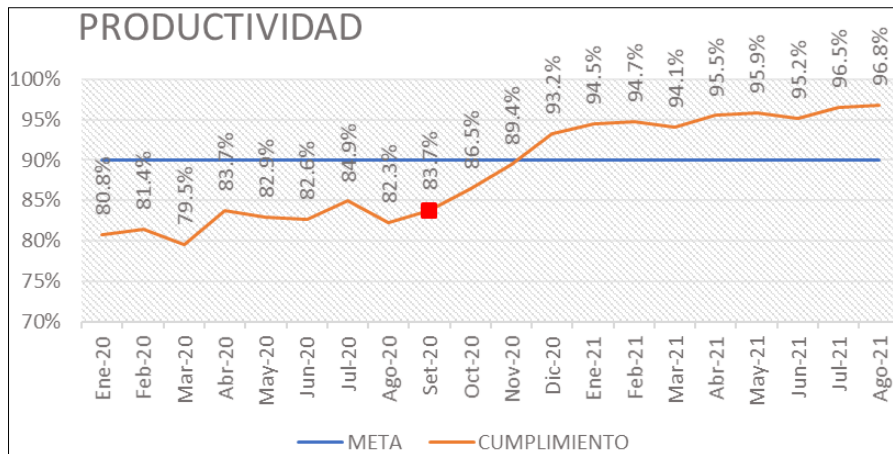


Figura 61: Gráfico de productividad
Elaboración propia

Indicador de calidad del servicio

En la figura 62 se puede apreciar que el indicador de calidad del servicio reportado por el cliente, tiene una tendencia creciente a partir del inicio del proyecto hasta la actualidad. Asimismo, se logró superar la meta a partir del cuarto mes y obteniendo 0 unidades defectuosas a partir de abril del año 2021. Las contramedidas implementadas que impulsaron el cambio de este indicador fue la incorporación de controles de calidad luego del proceso de montaje de componentes, implementación de medios de transporte y almacenamiento de tanques en forma vertical.

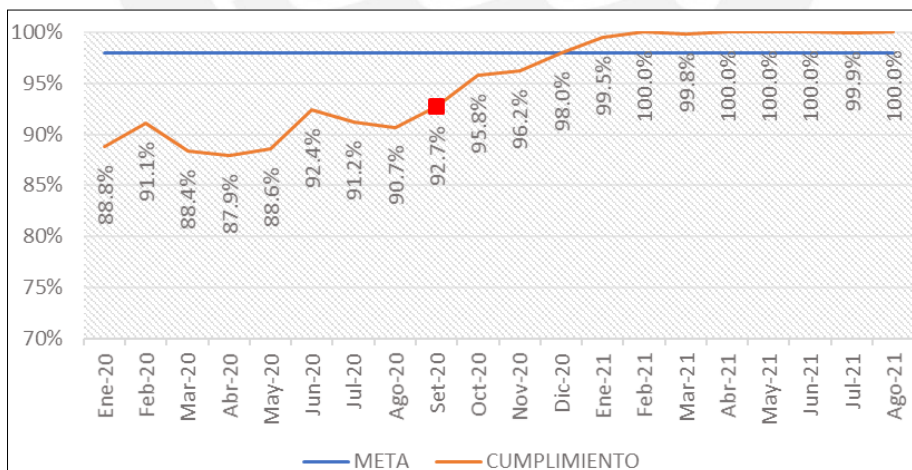


Figura 62: Gráfica de calidad del servicio
Elaboración propia

Indicador de reparaciones asumidas

En la figura 63 se puede apreciar que el indicador de reparaciones asumidas por generación de daños en las unidades, tiene una tendencia decreciente a partir del inicio del proyecto hasta la actualidad. Asimismo, se logró superar la meta a partir del cuarto mes y obteniendo gastos muy reducidos a partir de febrero del 2021. Las contramedidas implementadas que impulsaron el cambio de este indicador fue la creación de módulos para la inspección virtual de daños con evidencia fotográfica y la implementación de buenas prácticas del proceso.

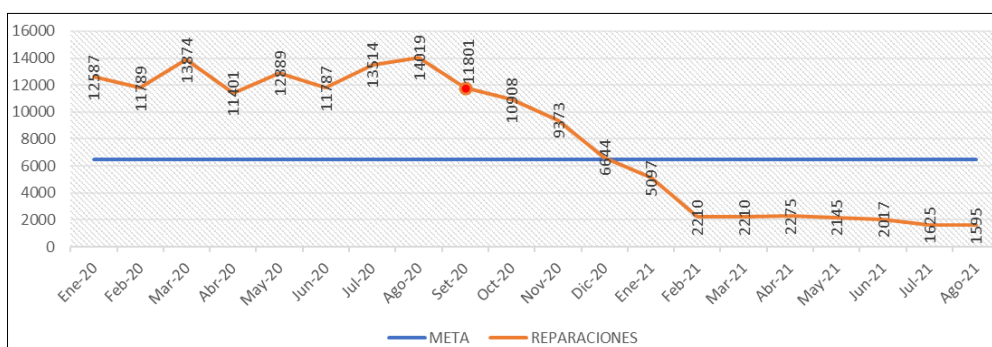


Figura 63: Gráfico de reparaciones asumidas
Elaboración propia

Al cierre del proyecto (enero 2021) ya se había superado la meta en todos los indicadores, por lo cual el área de gerencia quedó satisfecho del proyecto. Por otro lado, las áreas más cercanas a la operación tanto administrativa como operativa entendieron que la cultura de mejora continua permite reducir errores, incrementar su eficiencia, reducir los costos, etc.

5.3. FASE ACT

En esta última fase se establecen mecanismos y procedimientos para que las mejoras anteriores permanezcan de forma definitiva luego del cierre del proyecto. Esto evitará que los indicadores puedan revertirse y el problema vuelva a surgir.

Instructivos y manuales

Las homologaciones de conversión a gas son actualizadas conforme ocurran mejoras en el proceso de montaje o cuando el cliente realice una variante. Estos documentos deben ser validados por el auditor de gas, capacitar al personal generando actas firmadas (ver Anexo 8) y colgar los documentos en el sistema para que el técnico pueda hacer consultas en cualquier momento tal como se muestra en la figura 64.

Contenidos

Contenido
 Usuario: DESPINO Fecha y Hora: 31/08/2021 16:41:32 Cerrar

Ver Contenido

Anterior Siguiente Zoom + Zoom -

Página 21 de 22

DOCUMENTACIÓN

Homologación de Conversión a Gas

- CHEVROLET
- KIA
- CHERY
- MG
- TOYOTA
- CHANGAN
- JAC
- SUZUKI
 - NEW VITARA GLP
 - APV GLP
 - APV PASAJERO GLP
 - XL7 GLP
 - NEW ERTIGA GLP
- RENAULT

VARI
 Marca: SUZUKI Modelo: APV Kit: LANDIRENZO Fecha: 31/08/2021

SISTEMA ELÉCTRICO

EMULACIÓN (Inyectores)












Figura N° 42

ECU GAS	ECU GASOLINA
	
	
	
	

Cable inyectores:

- Verde
- Marrón
- Marrón/Blanco
- Marrón/Amarillo

RPM: Blanco/Negro
IGN: Plomo/Blanco

Figura 64: E-Learning de homologaciones
 Fuente: La empresa

Política de calidad

La alta dirección establece, implementa y mantiene una política de calidad que considera los siguientes puntos:

- a) Sea apropiada a la visión y misión de la empresa, apoyando su dirección estratégica.
- b) Proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de calidad
- c) Compromiso de cumplir los requisitos aplicables.
- d) Compromiso de mejora continua.
- e) Establecimiento de objetivos de calidad y comunicada a toda la organización.
- f) Revisión periódica de su implementación, dado que las expectativas del cliente crecen y se modifican continuamente.

Definición de roles y responsabilidades

La alta dirección asegura que los roles que intervienen en el proceso se encuentren bien definidos, comunicados y claros en toda la organización. La figura 65 muestra el sistema de gestión de calidad implementado en el taller de conversión.

- ❖ Asegurar que los procesos generen los indicadores esperados por la organización.
- ❖ Estos deben informar a la dirección el desempeño del nuevo sistema de gestión de calidad y comunicar nuevas oportunidades de mejora.
- ❖ Asegurar que se promueva el enfoque hacia el cliente en todas las áreas.
- ❖ Asegurar la integridad del nuevo sistema de gestión de la calidad mediante una adecuada planificación, comunicación e implementación de cambios.

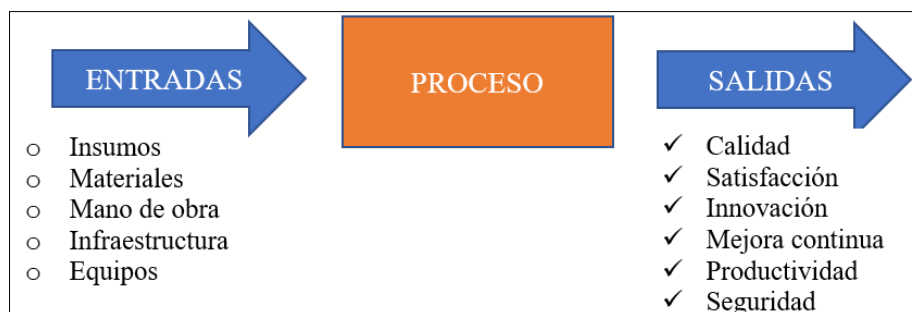
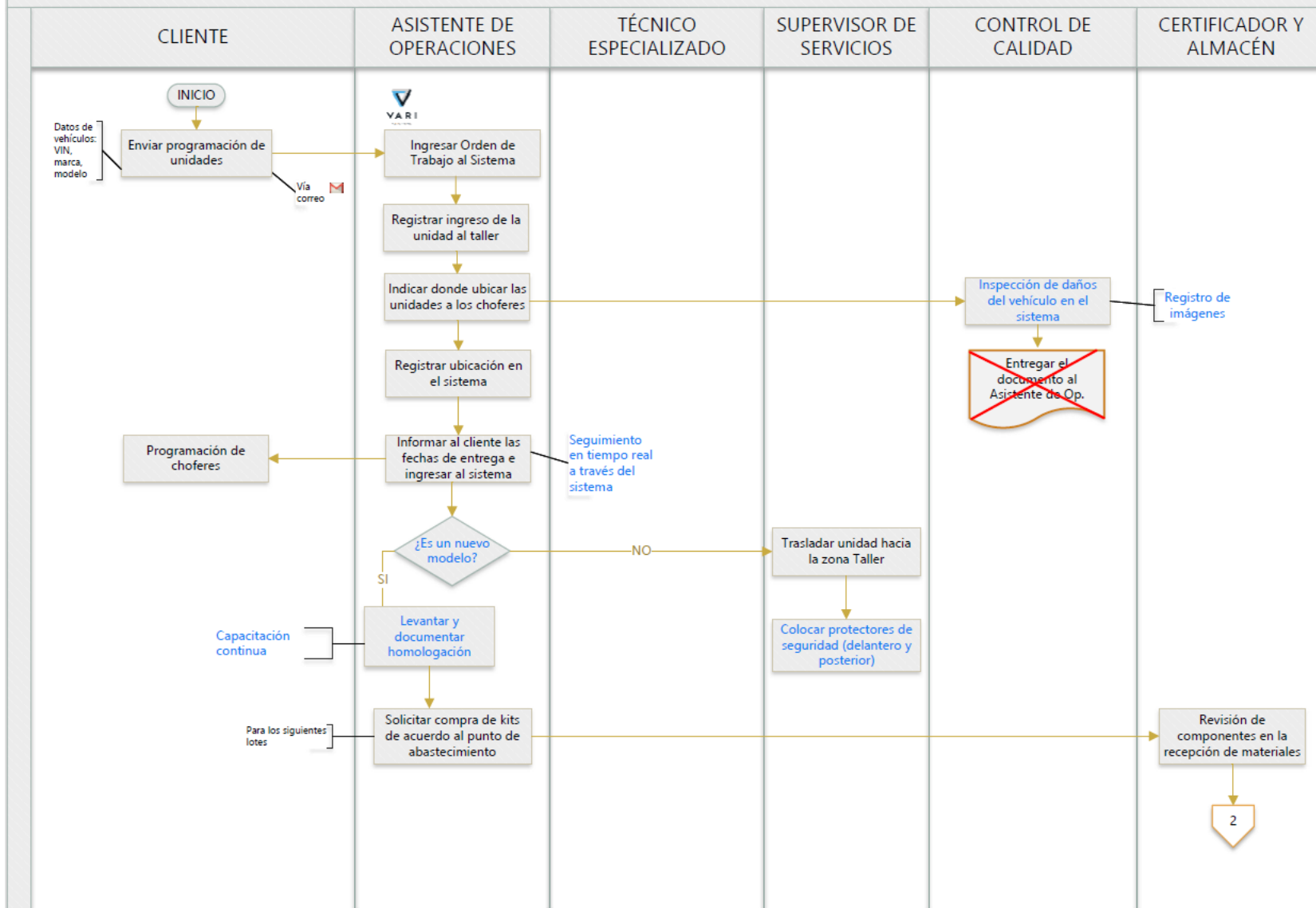


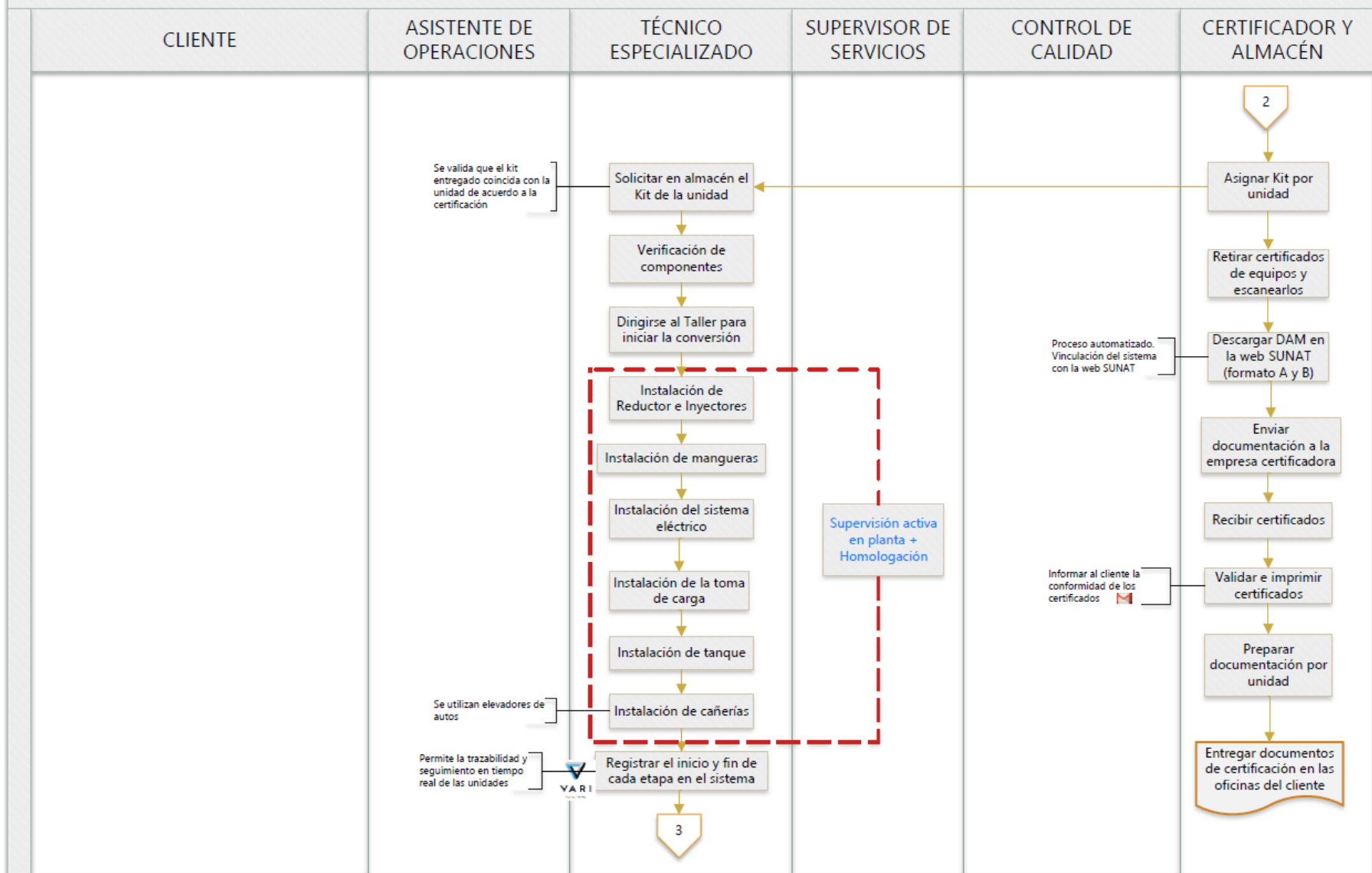
Figura 65: Sistema de gestión de la calidad en el taller
Elaboración propia

Asimismo, se entregó y comunicó a toda la operación el nuevo flujograma de acuerdo a los cambios implementados, estos se resaltan de color azul en la figura 66.

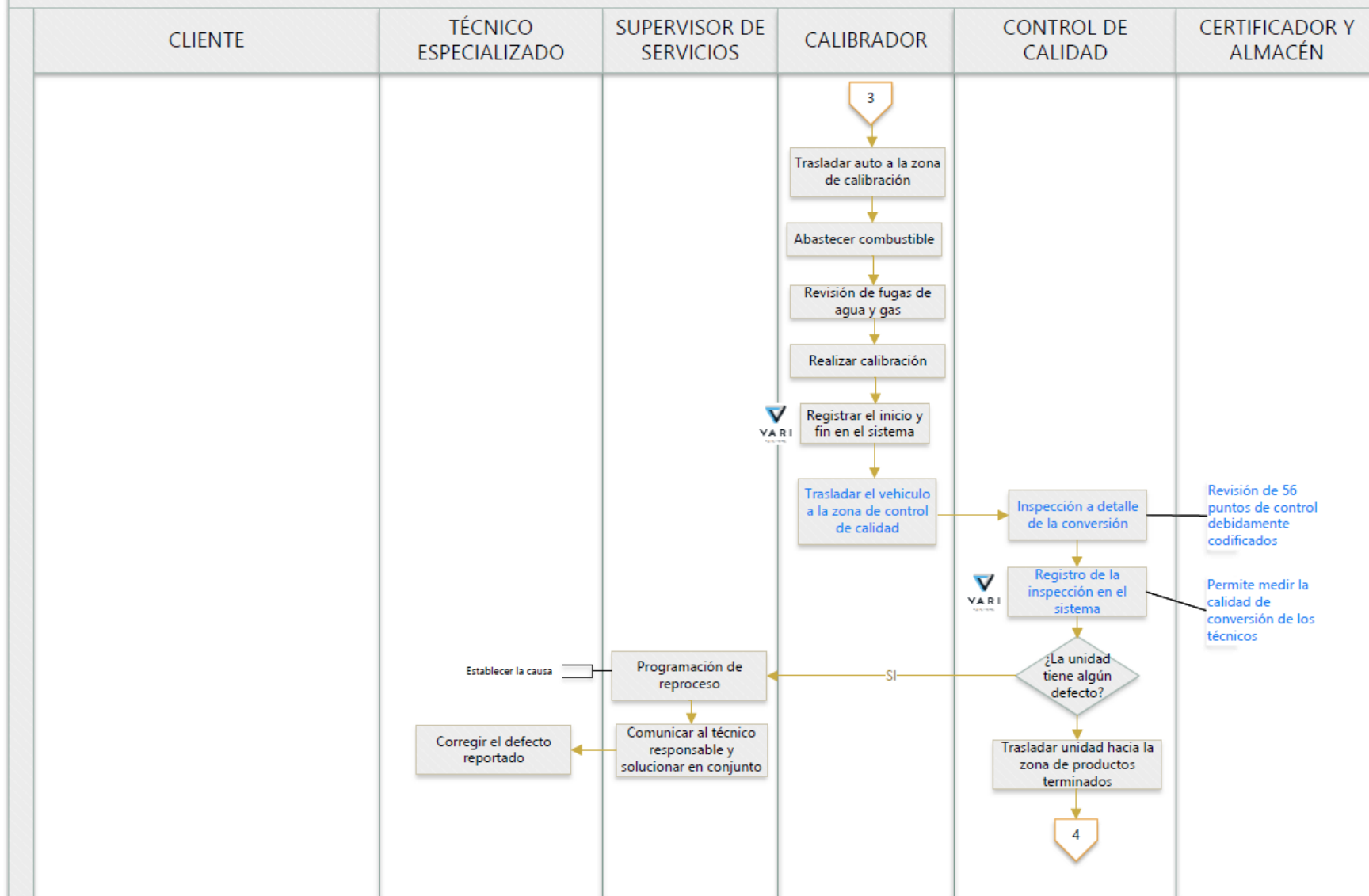
FLUJOGRAMA DE CONVERSIÓN A GAS EN LOS TALLERES VARI



FLUJOGRAMA DE CONVERSIÓN A GAS EN LOS TALLERES VARI



FLUJOGRAMA DE CONVERSIÓN A GAS EN LOS TALLERES VARI



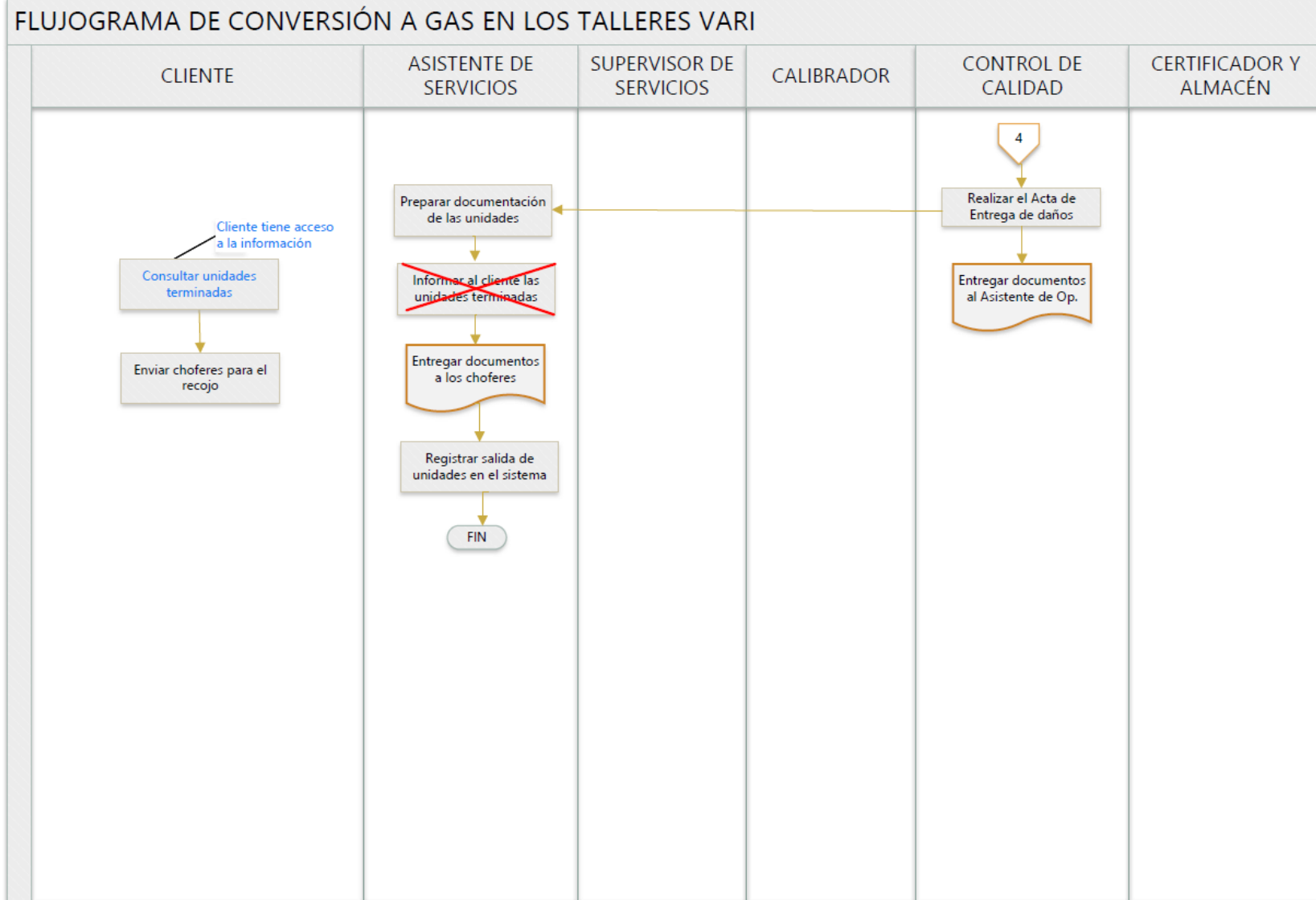


Figura 66: Flujograma actualizado de Conversión a Gas
Elaboración propia

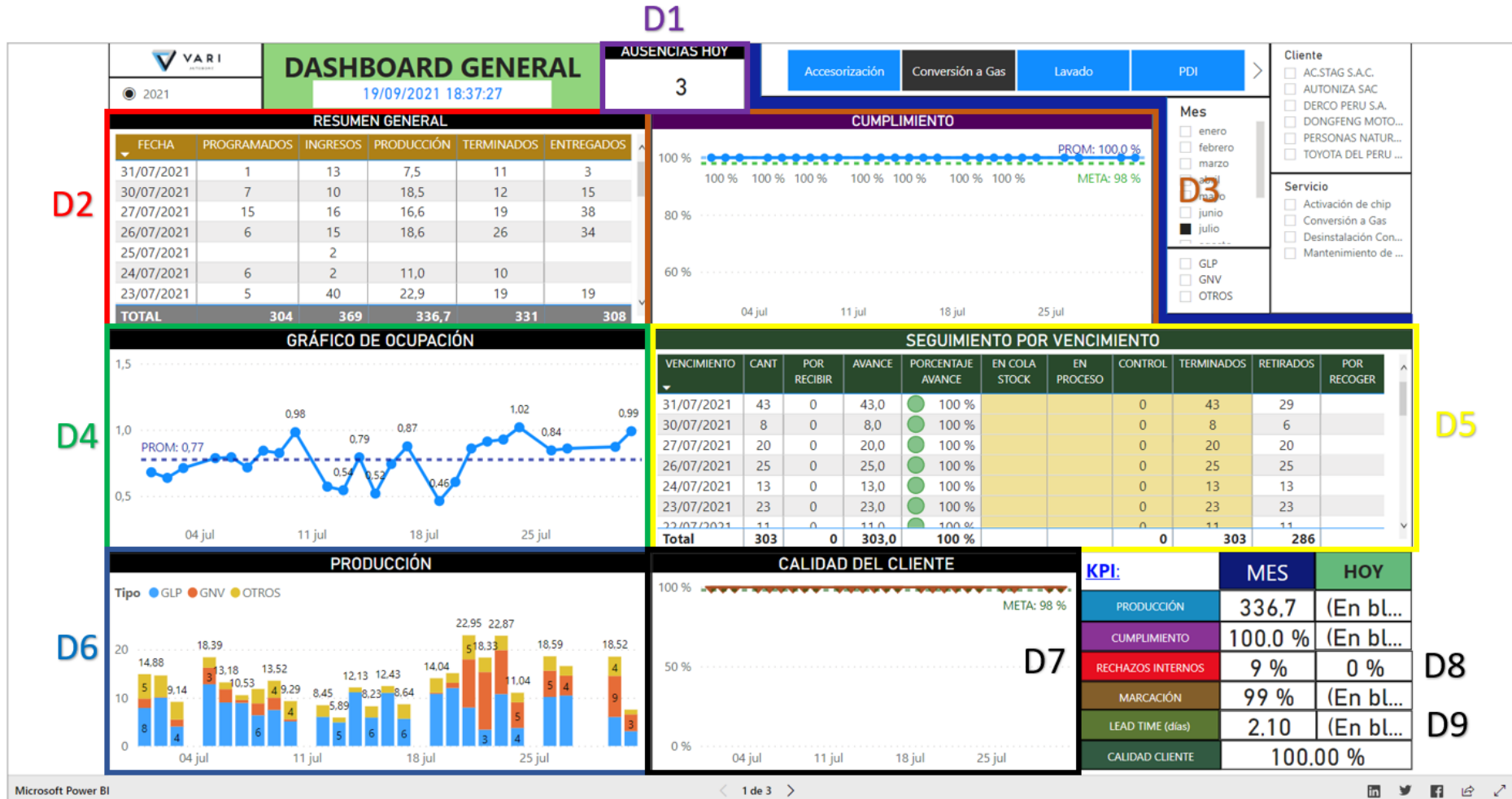
Dashboard de indicadores en PowerBI

Como método de control de la alta dirección a la operación del taller de gas, se creó un tablero de indicadores en PowerBI el cual se vincula automáticamente con el sistema de la empresa; esto se muestra en la figura 67.

Los gráficos e indicadores que se muestran en estos tableros de control se actualizan en tiempo real conforme van registrando el personal administrativo y operativo. La información que muestra el dashboard de gestión son los siguientes:

- **D1 Ausencias:** muestra la cantidad de ausencias que tiene el taller de conversión del personal operativo y administrativo.
- **D2 Resumen general:** muestra la cantidad programada, ingresos, producción, unidades terminadas y unidades entregadas diariamente en el taller de conversión.
- **D3 Cumplimiento:** gráfico diario del indicador de cumplimiento en el plazo establecido de las unidades entregadas hacia los clientes.
- **D4 Gráfico de ocupación:** muestra el consumo de recursos de horas hombre respecto al tiempo disponible de toda la planta.
- **D5 Seguimiento por vencimiento:** muestra el detalle de las unidades que vencen diariamente tal como su porcentaje de avance y su estado (cola, en proceso, control, terminado, entregado, por recoger).
- **D6 Producción:** gráfico que muestra la cantidad de conversiones que se realizan diariamente el taller de conversión.
- **D7 Calidad el cliente:** gráfico que muestra la calidad del servicio de las unidades entregadas al cliente.
- **D8 Rechazos internos:** tasa de unidades rechazadas por los controles de calidad en la post-conversión.
- **D9 Lead time:** cantidad de días promedio de estancia en el taller de conversión.

Asimismo, estos indicadores se pueden filtrar por cliente, tipo de conversión, subservicio, mes y fecha. Adicionalmente, como medio de comunicación y transparencia con los clientes, se crearon Dashboard en PowerBI personalizados en conjunto con ellos; esto se muestra en la figura 68.


Microsoft Power BI
< 1 de 3 >

[in](#)
[t](#)
[f](#)

Figura 67: Dashboard de control
Fuente: La empresa



Figura 68: Dashboard de cliente Toyota
 Fuente: La empresa

CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

El proyecto desarrollado empleando la metodología de PDCA y mejora continua permitió cumplir el objetivo principal de aumentar la satisfacción del cliente. Además, esto generó un alto impacto económico en el servicio de conversión a gas, ya que se logró cumplir con las metas de los indicadores operativos anteriormente explicados.

Para evaluar el impacto económico del proyecto se utilizará información en el periodo de un año comprendido desde el inicio del proyecto (setiembre 2020) hasta agosto del 2021.

Aumento de cumplimiento

La figura 69 muestra que el indicador de cumplimiento de unidades entregadas tiene un crecimiento del 11.61% (diferencia entre el promedio mensual comprendido en el periodo de enero a agosto del 2020 antes de iniciar el proyecto y el promedio mensual comprendido entre agosto del 2020 al agosto 2021). Este porcentaje representa aproximadamente 70 unidades al mes (considerando una producción mensual de 600 vehículos). Por otro lado, la penalización que asume el taller por cada unidad entregada fuera de tiempo es de 30 USD por motivos de flete de traslado, reprogramación de entrega al cliente final, gastos administrativos, etc. Por lo cual, el impacto estimado anual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Impacto anual} = 11.61\% * \frac{600 \text{ unidades}}{\text{mes}} * \frac{30 \text{ USD}}{1 \text{ unidad}} * \frac{3.8 \text{ soles}}{1 \text{ USD}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = S/. 95,268$$

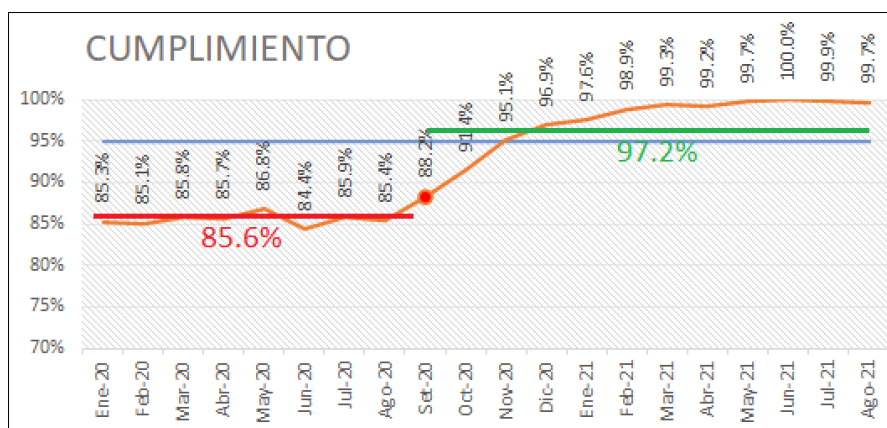


Figura 69: Impacto económico por aumento de cumplimiento
Elaboración propia

La tabla 17 muestra la inversión requerida para lograr el aumento en la tasa de cumplimiento de unidades entregadas a tiempo.

Tabla 17: Inversión requerida para aumento de cumplimiento

Concepto	Monto	Descripción
Módulo seguimiento de servicios en tiempo real	S/ 3,000	25 horas de programación
Materiales para preparadores	S/ 650	Vernier, winchas, tornillo de banco
TOTAL	S/ 3,650	

Elaboración propia

Aumento de productividad

La figura 70 muestra que el indicador de productividad del taller de conversión tiene un crecimiento del 10.7% (diferencia entre el promedio mensual comprendido en el periodo de enero a agosto del 2020 antes de iniciar el proyecto y el promedio mensual comprendido entre agosto del 2020 al agosto 2021). Esta mejora permitió que se reduzca el requerimiento de horas – hombre a partir del mes de noviembre del año 2020, así como el tiempo desperdiciado por reprocesos internos. Por lo tanto, el impacto estimado anual es de S/. 72,600.

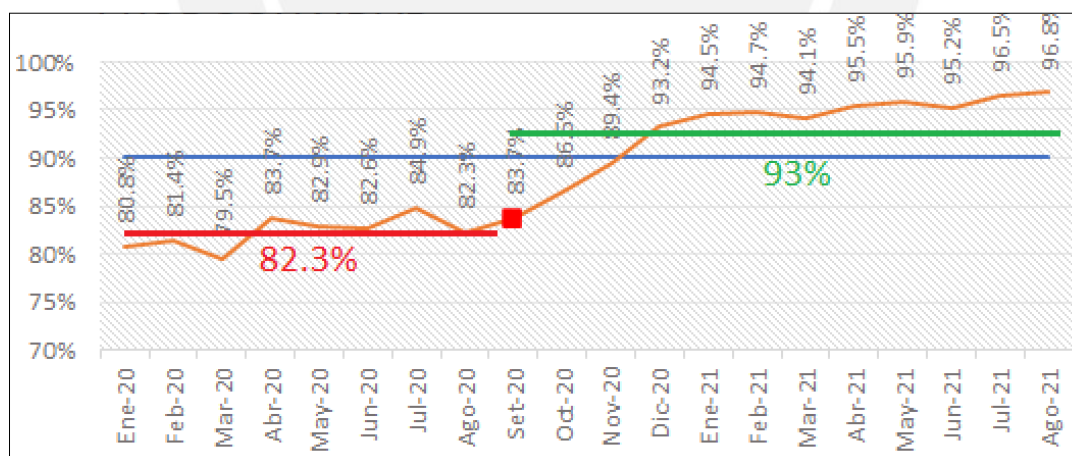


Figura 70: Impacto económico por aumento de productividad

Elaboración propia

La tabla 18 muestra la inversión requerida para lograr el aumento de productividad en el taller de conversión.

Tabla 18: Inversión requerida para aumento de productividad

Concepto	Monto	Descripción
Practicante de Ingeniería	S/ 7,200	Levantamiento y documentación de homologaciones de conversión a gas
Módulo de indicadores del personal en tiempo real	S/ 2,400	15 horas de programación
TV	S/ 3,000	Proyección en el taller de indicadores
Contenedores de desechos	S/ 3,600	Para depositar los residuos segregados como metales, plásticos, cajas, cañerías, etc
Escobas, recogedores	S/ 260	Limpieza en el taller para 5S
Tapers para pernos, tuercas	S/ 300	Segregación de pernos por tamaño, orden
Compra de carrito de herramientas	S/ 11,250	Ergonomía y orden
Compra de mamelucos	S/ 2,400	Uniformes en el taller
Compra de gorros y lentes de seguridad	S/ 800	Equipos de protección
Redistribución de taller	S/ 21,000	Conexiones eléctricas, iluminación, señalización en el taller, techos
TOTAL	S/ 52,210	

Elaboración propia

Aumento de calidad del servicio

La figura 71 muestra que el indicador de calidad del servicio de conversión tiene un crecimiento del 8.6% (diferencia entre el promedio mensual comprendido en el periodo de enero a agosto del 2020 antes de iniciar el proyecto y el promedio mensual comprendido entre agosto del 2020 al agosto 2021). Este porcentaje representa aproximadamente 52 unidades al mes (considerando una producción mensual de 600 vehículos). Por otro lado, se estima una pérdida valorizada en 60 USD por cada unidad entregada con defectos por motivos de costos de traslados de retorno, tiempo de reprocesos, satisfacción del cliente, pérdida de ventas, etc. Por lo cual, el impacto estimado anual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Impacto anual} = 8.6\% * \frac{600 \text{ unidades}}{\text{mes}} * \frac{60 \text{ USD}}{1 \text{ unidad}} * \frac{3.8 \text{ soles}}{1 \text{ USD}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = S/. 141,246$$

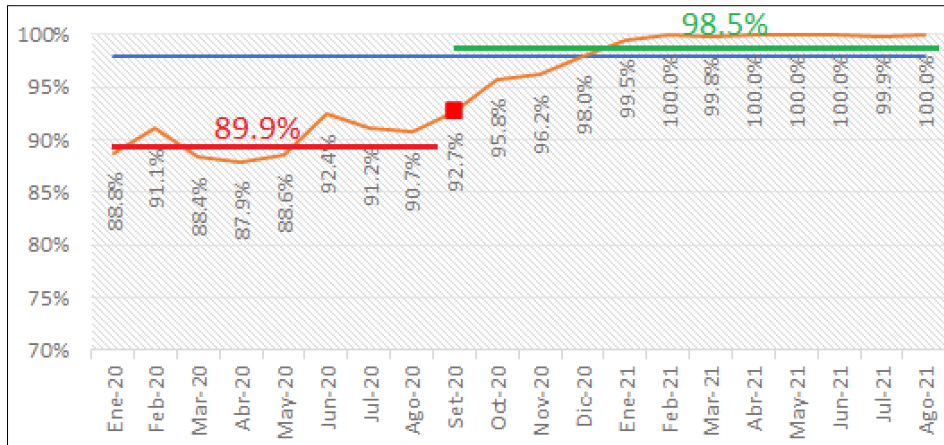


Figura 71: Impacto económico por aumento de calidad del servicio
Elaboración propia

La tabla 19 muestra la inversión requerida para lograr el aumento de calidad del servicio de conversión a gas.

Tabla 19: Inversión requerida para aumento de calidad del servicio

Concepto	Monto	Descripción
Compra de tablets para controles	S/ 2,200	Registro virtual de control de calidad del servicio
Auditor experto en conversiones	S/ 18,000	Comunicación a la operación sobre la metodología, mejora de procesos, reuniones
Diseño de módulos de check-list virtual de defectos	S/ 1,800	15 horas de programación
Carrito de transporte para gas	S/ 300	Evitar daños en los tanques
Divisiones de aglomerado en anaqueles	S/ 230	Evitar daños en los tanques
TOTAL	S/ 22,530	

Elaboración propia

Reducción de reparaciones asumidas

La figura 72 muestra que el indicador de reparaciones asumidas por daños ocasionados en el taller de conversión tiene una reducción de S/. 7,908 mensual (diferencia entre el promedio mensual comprendido en el periodo de enero a agosto del 2020 antes de iniciar el proyecto y el promedio mensual comprendido entre agosto del 2020 al agosto 2021); es decir, los gastos incurridos por las correcciones como pintura, desabollado, planchado o compra de repuestos han disminuido porque no se generan daños en el proceso y porque los daños en la recepción son identificados oportunamente con el nuevo módulo con evidencia fotográfica. Por lo tanto, el impacto estimado anual es de S/. 94,890.

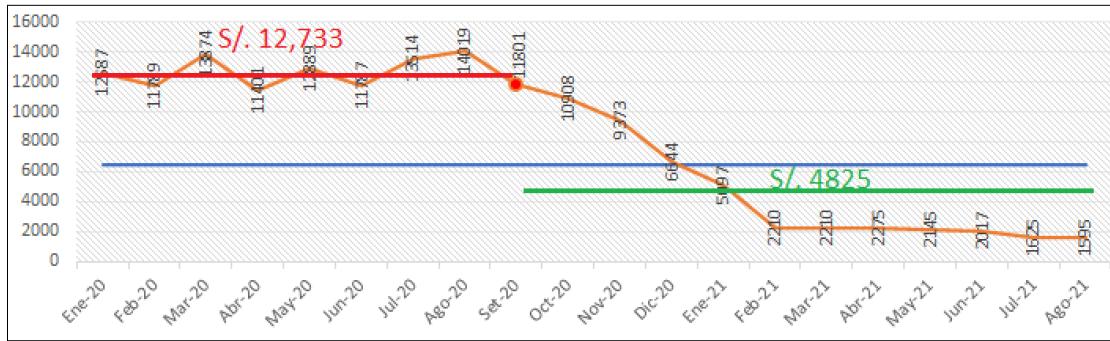


Figura 72: Impacto económico por reducción de reparaciones asumidas
Elaboración propia

La tabla 20 muestra la inversión requerida para lograr la reducción de los gastos por reparaciones asumidas en el taller de conversión.

Tabla 20: Inversión requerida para reducir las reparaciones asumidas

Concepto	Monto	Descripción
Diseño de módulos de inspección virtual de daños	S/ 4,800	40 horas de programación
Tablets para inspectores	S/ 3,600	Registro de inspección virtual más captura de imágenes
Fundas de protección de parachoques	S/ 3,600	Equipos de protección para las unidades
TOTAL	S/ 12,000	

Elaboración propia

Automatización de reportes

La digitalización de registros manuales permite que se puedan automatizar reportes tanto internos como hacia el cliente, lo cual permite la reducción de horas – hombre administrativas requeridas por la realización manual de reportes como seguimiento de servicio, reporte de daños en la inspección de ingreso, reporte de unidades entregadas al cliente, reporte de cumplimiento hacia el cliente, etc.; además, elimina los errores en el traslado manual de información a un reporte en Excel. Por lo tanto, el impacto estimado anual es de S/. 26,136.

Eliminación de formatos físicos

Asimismo, la digitalización de información permite que se elimine la compra de formatos físicos tales como la Nota de Tarja, impresiones en hojas bond, etc. Por lo tanto, el impacto estimado anual es de S/. 6,192.

Reciclaje de cañerías

El reciclado del sobrante de cañerías de cobre cortados en el proceso de montaje permite ingresos extras al venderlo por peso (aproximadamente 75 kg/mes), ya que es un material de alto costo. Por lo tanto, el impacto estimado anual en el cumplimiento es de S/. 21,600.

La tabla 21 resume los ahorros generados al culminar el proyecto, el cual se estima en un impacto anual total de S/. 457,932, lo cual fue un gran logro para la empresa.

Tabla 21: Ahorros del proyecto

Descripción	Ahorro anual
Aumento de calidad al cliente	S/ 141,246
Aumento de cumplimiento	S/ 95,268
Aumento de productividad	S/ 72,600
Reparaciones asumidas	S/ 94,890
Reciclaje de cañerías	S/ 21,600
Automatización de reportes	S/ 26,136
Eliminación de papeles, formatos	S/ 6,192
TOTAL	S/ 457,932

Elaboración propia

Por otro lado, la empresa para poder llevar a cabo las contramedidas descritas anteriormente, también tuvo que incurrir en costos mensuales adicionales. La tabla 22 muestra los costos anuales que la empresa incurre para poder revertir y cambiar sus indicadores generando los ahorros estimados calculados anteriormente.

Tabla 22: Costos anuales del proyecto

Concepto	Monto anual	Descripción
Incorporación de preparadores	S/ 62,726	Pago de planilla de los 3 preparadores
Giftcard	S/ 7,200	Incentivo de reconocimiento semanal
Incorporación de controles de calidad	S/ 97,574	Pago de planilla de los 2 controles de calidad
Licencia Dropbox	S/ 1,440	Almacenamiento virtual de fotos
TOTAL	S/ 168,941	

Elaboración propia

Asimismo, al inicio del proyecto la empresa tuvo que realizar inversiones detalladas anteriormente que aseguren la óptima implementación de las contramedidas. La tabla 23 muestra el resumen de los montos de las inversiones.

Tabla 23: Inversiones del proyecto

Concepto	Monto
Aumento de cumplimiento	S/ 3,650
Aumento de productividad	S/ 52,210
Aumento de calidad del servicio	S/ 22,530
Reducción de reparaciones asumidas	S/ 12,000
Reuniones del proyecto	S/ 3,000
Capacitaciones	S/ 6,000
TOTAL	S/ 99,390

Elaboración propia

Para analizar la factibilidad económica de las mejoras, en primer lugar, se calculará el Costo de Capital (COK) empleando el modelo CAPM, el cual se utiliza comúnmente en la evaluación de proyectos.

$$\text{COK} = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

- **Tasa de rendimiento libre de riesgo (Rf):** el valor se obtiene de “US. DEPARTMENT OF THE TREASURY” para el día 29/11/2021 en 5 años. Según la consulta, el valor es de 1.18%.
- **Coefficiente beta:** valor obtenido en “DAMODARAN” para el sector Minorista (automotriz) obteniendo un valor de 1.3.
- **Prima de riesgo de mercado (Rm – Rf):** se obtiene considerando el valor propuesto por Berk y DeMarzo de 8.45% (Berk y DeMarzo, 2008:297).

Por lo tanto, se obtiene que el valor del COK es $1.18\% + 1.3 * 8.45\% = 12.17\%$

Por último, se calculará el VPN asumiendo un escenario conservador del mercado automotriz en los próximos 5 años. La figura 73 muestra el flujo de caja del proyecto en los próximos 5 años considerando los cálculos anteriormente explicados.

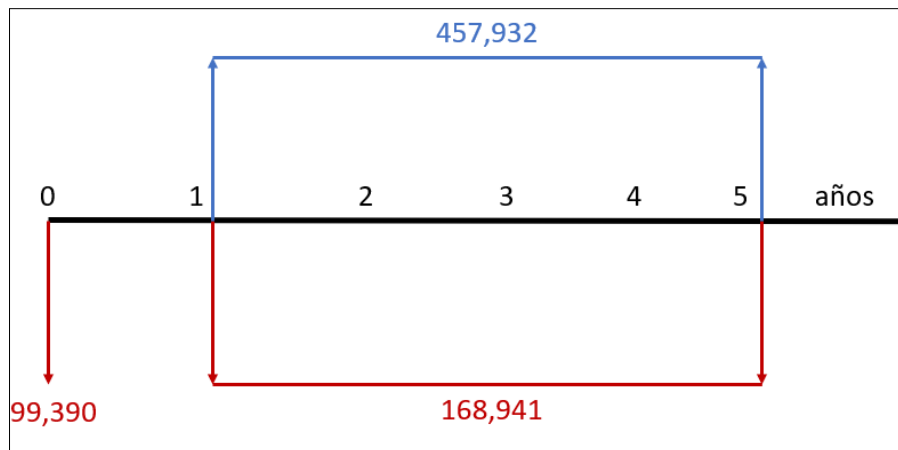


Figura 73: Flujo de caja del proyecto
Elaboración propia

Finalmente, se obtiene un valor del VPN ascendente a S/. 938,113 en los próximos 5 años. Por lo tanto, estos resultados justifican la viabilidad del proyecto y el impacto que tiene para la empresa en estudio.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Particularmente, ser el encargado y líder en la ejecución de este proyecto de mejora me permitió aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad hacia la empresa. Como se pudo apreciar en los anteriores capítulos, fue un proyecto integral de ingeniería industrial; ya que se aplicaron temas de Estudio del Trabajo, Logística, Ingeniería de Plantas, Lean Manufacturing, Seguridad Industrial, entre otros.

7.1. CONCLUSIONES

- ❖ La implementación de las propuestas de mejora se incrementa la productividad en un 10.7%; es decir, que se las conversiones se realizaban en menor tiempo. Para ello fue necesario establecer un protocolo estandarizado de montaje de componentes e indicadores del personal como la productividad, calidad y desempeño promueven la competitividad en el taller.
- ❖ Con la implementación de las propuestas de mejora, se aumenta la calidad del servicio en un 8.6% alcanzando un promedio mensual de 99% de conversiones conformes. Para ello fue necesario implementar un check – list de puntos revisión virtual en el sistema, en conjunto con el cliente, llenado por una nueva actividad de control de calidad. Esto permitió la automatización de reportes de calidad promoviendo la mejora continua mediante capacitaciones al personal, feedback individual y la detección de daños oportuna.
- ❖ La implementación de buenas prácticas en el proceso de conversión y el registro virtual de inspección de daños en el sistema con evidencia fotográfica, se reduce los gastos asumidos por la empresa por reparaciones en un 62.1%.
- ❖ La aplicación de la metodología de las 5S permite reducir el tiempo de una conversión a gas en un 3.2%, ya que se reduce el tiempo de búsqueda de herramientas, traslados innecesarios en el taller y evitar pasillos obstaculizados. Asimismo, promueve la calidad del servicio indirectamente, ya que trabajar en un lugar sucio y desordenado induce a trabajar con errores.
- ❖ La creación de un Dashboard en PowerBI vinculado con el sistema de la empresa, mostrando el control y seguimiento de los servicios en tiempo real, aumento el porcentaje de cumplimiento de entrega a tiempo en un 11.61%.

- ❖ La aplicación del ciclo PDCA permitió ejecutar el proyecto de mejora integral en el servicio de conversión a gas de forma ordenada. Asimismo, la priorización de causas permitió ejecutar contramedidas que tuvieron más impacto en los resultados.
- ❖ Al cierre del proyecto, se evidencia que la metodología se quedó adaptada en el taller de conversión; ya que la productividad, calidad y cumplimiento sigue aumentando en el transcurso de los siguientes meses. Esto debido a que se creó una cultura de mejora continua en todas las áreas involucradas en el servicio, desde la alta dirección hasta la parte operativa.
- ❖ De acuerdo a los resultados de la evaluación económica, se concluye que el proyecto de mejora integral en el taller de conversión de vehículos es viable.

7.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda potenciar los medios de comunicación de los técnicos del taller hacia la alta dirección, ya que ellos son los ejecutores del servicio y los que tienen las mejores ideas de mejora.
- ❖ El principal soporte de la empresa es la tecnología, ya que, ante cualquier eventualidad de falla, se pierde la trazabilidad de la operación. Por tal motivo, se recomienda tener un plan de contingencia donde se evalúen posibles causas de falla como el internet, sistema, energía, etc.
- ❖ Se recomienda replicar la metodología PDCA y mejora continua en los demás servicios de la empresa.
- ❖ Se recomienda que la alta dirección realice visitas más recurrentes al taller para presenciar las necesidades del mismo, verificar los cambios, compartir directamente con los técnicos brindando una charla motivacional y comentar el futuro de la empresa ante la situación actual del país.
- ❖ Se recomienda a la empresa investigar sobre herramientas más sofisticadas de mecánica que ya existen en el mercado, ya que podrían aumentar la eficiencia del taller.

BIBLIOGRAFÍA

BELTRÁN, Jesús

2005 *Indicadores de gestión*. Segunda Edición. Colombia: 3R EDITORES.

BERK, Jonathan y Peter DEMARZO

2008 *Finanzas Corporativas*. Primera Edición. México: PEARSON EDUCACIÓN

CUATRECASAS, Lluís

2010 *Gestión Integral de la calidad: Implantación, Control y Certificación*. Quinta Edición.
Barcelona: Profit Editorial

CHASE, Richard, Robert JACOBS y Nicholas AQUILANO

2009 *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. Duodécima Edición. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

COLUNGA, Carlos y Arturo SALDIERNA

1994 *Los costos de la calidad*. Primera Edición. México: Editorial Universitaria Potosina.

DAMODARAN

Betas by Sector (US). Consulta: 30 de noviembre de 2021.

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

ESPINOZA, Nicole, Peter SANCHEZ, Guillermo MARCELO, Juan QUIROZ y Jose ALVAREZ

2021 *Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry*. Lima, Perú: IEEE. Décima Conferencia Internacional sobre Tecnología y Gestión Industrial (ICITM).

GALGANO, Alberto

1995 *Los siete instrumentos de la Calidad Total*. Primera Edición. Madrid: DIAZ DE SANTOS S.A.

GOMEZ, Luis

2011 *Mejoramiento del mejoramiento continuo*. Primera Edición. Caracas: FIM Productividad

GOOGLE

2011 *Google Maps*. Consulta: 15 de agosto del 2021.
<https://www.google.com/maps/place/Vari+Almacenes+PDI/@-12.007042,-77.1127096,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x9105cd9ca33b1f93:0xa5b47221269fc72c!8m2!3d-12.0070447!4d-77.1105267>

HEIZER, Jay y Barry RENDER

2009 *Principios de Administración de Operaciones*. Séptima Edición. México: PEASON EDUCACIÓN

NIEBEL, Benjamin y Andris FREIVALDS

2009 *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo*. Duodécima Edición. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V

PORTER, Michael

1947 *La ventaja competitiva de las naciones Unidas*. Primera Edición. Buenos Aires: Vergara.

REY, Francisco

2005 *Las 5S Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. Primera Edición. Madrid: FUNDACIÓN CONFEMETAL

U.S DEPARTMENT OF THE TREASURY

Resourse Center. Consulta: 30 de noviembre de 2021.
<https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=longtermrate>

VARGAS, Arturo, Karina ARREDONDO, Teresa CARRILLO y Gustavo RAVELO

2018 *Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study*. Tijuana, Mexico: MDPI. Instituto Tecnológico de Tijuana.

ANEXOS

ANEXO 1: Componentes de Conversión a Gas

KIT GLP 4c. Evp Li02			
REDUCTOR		RIEL DE INYECTORES	
			
ELECTROVÁLVULA		FILTRO DE GAS	
			
SENSOR MAP Y CONMUTADOR	MANGUERAS	RAMAL ELÉCTRICO	SOPORTE DE RIEL DE INYECTORES
			
PORTA FUSIBLES Y FUSIBLES	TOMA DE CARGA Y MULTIVÁLVULA	CINTILLOS	CAÑERÍA
			
SENSOR DE TEMPERATURA	COMPUTADORA	T'S DE AGUA, ABRZADARERAS DE PRESIÓN Y REGULABLES	ABRAZADERAS, CINTILLOS, TOBERAS, CINTA AISLANTE Y UNIÓN
			

ANEXO 4: Formato de control de inspección final

CHECKLIST DE CONTROL DE CALIDAD
SERVICIO: CONVERSIÓN A GAS GLP - MODELO ETIOS-TOYOTA

Fecha inicio de proceso: 03-11-20 Técnico parte delantera: L. Varela
 Chasis: 260884 Técnico parte posterior: C. Valderrama

Código	PUNTOS A INSPECCIONAR	TEC	CAL	CC	OBSERVACION
MA1	Verificar que ninguna manguera esté en contacto con una parte metálica:				
MA1A	Manguera de vacío y gas (deben estar unidas o conillo plástico)	/	/	X	Conillo mal ubicado
MA1B	Manguera de agua (ambas mangueras unidas o conillo de plástico a la salida del evaporador y salida de las T's)	/	/		
MA2	Verificar que mangueras no rocen con base de batería ni selector de caja de cambio	/	/		
MA3	Verificar ajuste y posición de abrazaderas de manguera de agua en acople T (tornillo de ajuste a la derecha)	/	/		
MA4	Verificar paso de manguera de Vacío de Reductor por encima de manguera de gas a la salida del reductor	/	/		
MA5	Verificar NIVEL FULL de refrigerante en depósito y color rojo	/	/		
MA7	Sensor map debe de estar visible	/	/		
MA9	Verificar el punto de soporte de filtro de fase gaseosa se encuentre ubicado en el primer orificio del soporte (punto de derecha izquierda)	/	/		
MA10	Lineas de baja presión:				
MA10A	Verificar que no exista fuga en la parte de la manguera al filtro	/	/		
MA10B	Verificar que no exista fuga en la parte del filtro al Map	/	/		
MA10C	Verificar que no exista fuga en la parte del Map al Rail de Inyecciones	/	/		
MA11	Ajustes de mangueras de gas en línea de baja presión	/	/		
RI1	Verificar fuerza y arandela plana en soporte de reductor con base de batería (barraca negra y arandela amarilla)	/	/		
RI2	Verificar que precisely suene los cables de los inyectores	/	/		
RI3	Emulación de los inyectores y uso de termocombustible	/	/		
RI5	Verificación de alineamiento de toberas en múltiple de admisión y abrazaderas correctamente ubicadas	/	/		
SE1	Verificar que los conectores de electroválvula se encuentren ocultos y sujetos al lado derecho de batería	/	/		
SE2	Verificar que el cable electroválvula y sensor de T° no debe de estar tensionado ni muy holgado	/	/		
SE3	Verificar base de conector de diagnóstico en correcta posición	/	/		
SE4	Verificar puntos de sujeción de ramal eléctrico de motor (parte posterior izquierda y derecho del motor)	/	/		
SE5	Verificar instalación de válvula anaranjada de desfogeo de motor y cableado de sensor de presión de motor (parte superior del motor)	/	/		
SE6	Verificar sujeción de porta fusible en ramal de motor (parte posterior de batería)	/	/		
SE7	Verificar alineación y sujeción de terminales de sistema eléctrico de gas en bornes de batería	/	/		
SE8	Verificar que el conmutador esté centrado y ajustado y conexión con señal de contacto	/	/		
SE10	Verificación de pase de cableado de conmutador por guardapolvo parte superior del ramal eléctrico	/	/		
SE10	Cable de conector muy holgado	/	/		
SE21	Conector CRO fuera de sitio	/	/		
BE22	Guardapolvo de conmutador fuera de sitio	/	/		
TQ1	Verificar que los pernos de sujeción de tanque / protector de cañería se encuentren ajustados, correcta medida y pintado	/	/		
TQ2	Limpieza en la parte trasera del vehiculo/toma de carga	/	/		
TQ3	Ajuste de autosens cañería en vehículo	/	/		
TQ4	Ajuste de pernos de multiválvula y barraca de electroválvula	/	/		
TC1	Verificar tubería de carga de gas se encuentre cubierta con corrugado	/	/		
TC2	Instalación de toma de carga y tornillo de ajuste de TC	/	/		
TC3	Daños en filo de tapa de combustible	/	/		
TC4	Pintado de recor de toma de carga	/	/		
CA1	Verificar que la cañería doblada de la válvula solenoide esté en dirección hacia la parte delantera del vehículo	/	/		
CA2	Lineas de alta presión:				
CA2A	Verificar que no exista fuga en la cañería 8 y 8 (Parte posterior del vehículo)	/	/		
CA2B	Verificar que no exista fuga en la cañería 8 (en la toma de carga)	/	/		
CA2C	Verificar que no exista fuga en la cañería 8 (en el regulador)	/	/		
CA3	Verificar posición de abrazaderas debajo del auto-8 abrazaderas	/	/		
CA4	Verificación de rosado de cañería de alta presión (evitar rosamiento)	/	/		
CA5	Cañería 8 del regulador asegurado con soporte de cañería de embraque (colocar chillo)	/	/		
CA6	Fijación y pintado de abrazaderas de cañerías	/	/		
CA7	Verificar que cañería de 8 pase en soporte de cañería de freno (parte delantera de vehículo) y no roce con poncho de dirección ni resistencia ABS	/	/		
CA7	Verificar que cañería de 8 pase en soporte de cañería de freno (parte delantera de vehículo) y no roce con poncho de dirección ni resistencia ABS	/	/		
CL1	Llenado de gas	/	/		
CL2	Calibración del vehículo	/	/		
CL3	Limpieza y verificación de caja de cambio y partes bajas	/	/		
CL4	Verificar que no exista fuga en toberas de múltiple de admisión	/	/		
CC1	Verificación de estabilidad de motor con aire acondicionado activo	/	/		
CC2	Verificación de luz de posición	/	/		
CC3	Verificación de luz de cruce	/	/		
CC4	Verificación de luz de carretera	/	/		
CC5	Verificación de luz de señal	/	/		
CC6	Verificación de luz de retroceso	/	/		
CC7	Verificación de funcionamiento de pestillos	/	/		
CC8	Verificación de claxon	/	/		
CC9	Verificación de elevadoras	/	/		
CC10	Cañería de freno fuera de sitio	/	/		

Nombre:
Fecha de Inspección:



Inspector Control de calidad
Nombre:
Fecha de Inspección:

ANEXO 5: Reporte de defectos en el sistema

Reporte de Defectos en Vehículos									
Vin		Cliente		Tipo Defecto		Fotos		Comentario	
20100132592 - TOYOTA DEL PERU S.A.		20100132592 - TOYOTA DEL PERU S.A.		20100132592 - TOYOTA DEL PERU S.A.		20100132592 - TOYOTA DEL PERU S.A.		20100132592 - TOYOTA DEL PERU S.A.	
Estado Actividad		Tipo Defecto		Fecha Control: Desde		Fecha Control: Hasta		Severidad	
INCORRECTO		Empleado		01/05/2021		31/05/2021		Severidad	
Trabajador		Fecha Control: Desde		Fecha Control: Hasta		Severidad		Fecha Control: Hasta	
Empleado		01/05/2021		31/05/2021		Severidad		Fecha Control: Hasta	
Jefe Inmediato		Fecha Control: Desde		Fecha Control: Hasta		Severidad		Fecha Control: Hasta	
Jefe Inmediato		01/05/2021		31/05/2021		Severidad		Fecha Control: Hasta	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> 1 of 27 Find Next </div>									
SubServicio	Actividad	Estado Actividad	Observaciones	Severidad	Tipo	Fotos	Comentario	Inspector	Trabajador
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	Fuga por el manómetro de gnv	MODERADO	NEGLIGENCIA			LUIS MARCOS SALAZAR FAUSTINO PABLO	GABRIEL ARTURO LEON AQUINO
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	Carcasa de electroválvula de reductor rajada	MODERADO	NEGLIGENCIA			DARWIN EMERSON IZQUIERDO PABLO	RUSBEL YOSSELIN RAMOS SALAZ
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	AM2 - Verificar correcta posición sobre las guías del resorte	LEVE	NEGLIGENCIA		Resorte RH POST. Fuera de su posición	DARWIN EMERSON IZQUIERDO PABLO	YONNY DANIEL SAYRITUPAC DAVILA
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	Abrazadera de purificador de aire suelta	LEVE	NEGLIGENCIA			EINER CARRAZCO MEZA	Diego Andres Enciso Laura
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	SE4 - Verificar puntos de sujeción de ramal eléctrico de motor (parte posterior izquierda y derecho del motor)	LEVE	NEGLIGENCIA			EINER CARRAZCO MEZA	FREDDY ROJAS CALDERON
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	SE4 - Verificar puntos de sujeción de ramal eléctrico de motor (parte posterior izquierda y derecho del motor)	LEVE	NEGLIGENCIA			EINER CARRAZCO MEZA	JHONATHAN VICTOR ARANA VARGAS
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	MA3 - Verificar ajuste y posición de abrazaderas de manguera de agua	LEVE	NEGLIGENCIA			DARWIN EMERSON IZQUIERDO PABLO	TAYLOR VLADIMIR MAGAN TAMANI
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	Cinturon de seguridad doblado con espaldar	LEVE	NEGLIGENCIA			EINER CARRAZCO MEZA	JUAN ENRIQUE LATORRE COLLANTES
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	Fallo cortar prechito de ramal	LEVE	NEGLIGENCIA			EINER CARRAZCO MEZA	JHERSON ALBERTO CALLA ZURICHACQUI
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	Cableado para conexión final sin corrugado	LEVE	NEGLIGENCIA			DARWIN EMERSON IZQUIERDO PABLO	JAIME ADRIAN SOLDEVILLA GONZALES
s	Conversión a Gas GNV	INCORRECTO	MA3 - Verificar ajuste y posición de abrazaderas de	LEVE	NEGLIGENCIA		Abrazaderas en mala posición	DARWIN EMERSON IZQUIERDO PABLO	FREDDY ROJAS CALDERON

ANEXO 6: Status de trabajadores

Consulta de Trabajadores

Trabajador: No Doc. - 1° Nombre - 1° Apellido

Estado Marcación: --Selección-- Perfil: --Selección-- Actividad: CodSubservicio | Subservicio | Actividad

Estado Operativo: --Selección-- Almacén: VARI PDI Tipo Personal: Directa

Subservicio: --Selección-- Cliente: RUC - Razón Social Servicio: --Selección--

Indicadores en tiempo real

Trabajador	Estado Operativo	Hora Ingreso	Hora Inicio/Reanuso (E-op)	Duración (min)	Actividad	Tiempo Estándar (min)	Almacén	Cliente	Unid. Equiv.	Productivida	Utilización	Calidad Info.
1. FREDDY ROJAS	OCUPADO	08:09:51	15:17:01 04/11/2 14		REDUCTOR E I 40.8		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.3		1.13	0.91	1
2. YONNY DANIEL SAYRITUPAC	EN PAUSA	07:32:34	15:21:43 04/11/2 10		CAÑERÍA - Cont 99.7		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.28		1.18	0.76	1
3. JHON ROYER FUENTES	EN PAUSA	07:38:54	15:24:52 04/11/2 7		SISTEMA ELÉC 81.6		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.2		1.02	0.9	1
4. LUIS ANGEL CONDEZO	OCUPADO	07:57:58	14:52:24 04/11/2 39		CAÑERÍA - Cont 99.7		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.15		1.09	0.89	1
5. JHONATHAN GABRIEL VARGAS	OCUPADO	07:31:49	15:03:02 04/11/2 28		REDUCTOR E I 40.8		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.12		0.87	0.73	1
6. JHONATHAN VICTOR ARANA	OCUPADO	07:55:29	15:04:13 04/11/2 27		SISTEMA ELÉC 81.6		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.1		0.99	0.86	1
7. JAIME ADRIAN SOLDEVILLA	OCUPADO	07:20:40	14:17:26 04/11/2 74		SISTEMA ELÉC 81.6		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.09				
8. GABRIEL ARTURO LEON	OCUPADO	07:55:09	15:17:21 04/11/2 14		SISTEMA ELÉC 81.6		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.08				
9. TAYLOR VLADIMIR MAGAN	OCUPADO	08:03:40	14:44:25 04/11/2 47		REDUCTOR E I 40.8		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.03				
10. JULIO CESAR LIMA	OCUPADO	07:19:29	15:14:02 04/11/2 17		CAÑERÍA - Cont 99.7		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.03				
11. JUAN ENRIQUE LATORRE	OCUPADO	07:34:39	14:04:45 04/11/2 90		CAÑERÍA - Cont 99.7		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 1.02				
12. RUSBEL YOSSELIN RAMOS	OCUPADO	07:27:18	15:10:15 04/11/2 21		MANGUERAS 32.4		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 0.98				
13. JHERSON ALBERTO CALLA	OCUPADO	07:42:00	15:15:19 04/11/2 16		REDUCTOR E I 40.8		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 0.97				
14. DIEGO RAUL GUILLEN	OCUPADO	07:47:22	15:14:43 04/11/2 17		MANGUERAS 32.4		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 0.97				
15. ANTONIO TORRES	TIEMPO DE PAUSA EXCE	07:57:30	15:10:12 04/11/2 21		CAÑERÍA - Cont 99.7		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 0.96				
16. ARNOLD STEVEN CHAVEZ	TIEMPO DE ESPERA EXC	07:46:51	14:25:14 04/11/2 66		TOMA DE CAR 35.6		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 0.91				
17. DIEGO ANDRES ENCISO	TIEMPO DE ESPERA EXC	07:55:41	14:44:45 04/11/2 47		SISTEMA ELÉC 81.6		VARI PDI	TOYOTA DEL PERU S.A. 0.8				
												0.18
												0.05
												0
												0

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Consulta Status Trabajadores - Resultados

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

Estado del trabajador en tiempo real

Indicadores en tiempo real

ANEXO 7: Cálculo de sueldo variable

TRABAJADOR	VALORES REALES				% Cumplimiento este mes				Global
	PROD	Cal Inf	Calidad	Eval. Desempeño	PROD	Cal Inf	Calidad	Eval. Desempeño	
COD1	1.18	98%	96%	90%	118.6%	100.0%	37.7%	67%	69%
COD2	1.15	98%	99%	90%	116.6%	104.6%	113.9%	67%	108%
COD4	1.08	98%	99%	93%	112.2%	102.8%	116.6%	87%	110%
COD7	0.94	96%	100%	97%	102.8%	32.3%	117.1%	108%	102%
COD8	0.85	99%	99%	93%	83.9%	111.7%	111.1%	87%	101%
COD11	0.76	98%	99%	93%	55.0%	83.3%	110.7%	87%	90%
COD12	0.75	100%	96%	94%	49.7%	120.0%	34.2%	93%	56%
COD13	0.60	96%	97%	90%	0.0%	24.8%	87.8%	67%	64%
COD14	0.54	100%	99%	95%	-14.0%	120.0%	113.5%	100%	81%

$$\text{GLOBAL} = \frac{\text{Porcentaje ajustado (meta)*Peso}}{\text{Suma pesos}}$$

ANEXO 8: ACTA DE CAPACITACIÓN DE HOMOLOGACIÓN



ACTA DE CAPACITACIÓN

Presentación Homologación ESJUS 6747, chocolates defectos, T. Calderon
 Tema tratado: *Diego Angel Davila Vilches*
 Responsable:
 Firma. *Davila*

COLABORADOR	FIRMA
ANTONIO TORRES CONDE	<i>Antonio Torres Conde</i>
ARNOLD STEVEN CHAVEZ MANTILLA	<i>Arnold Steven Chavez Mantilla</i>
DAVID LUIS LIZARBE ORELLANA	<i>David Luis Lizarbe Orellana</i>
DIEGO ANDRES ENCISO LAURA	
FREDDY ROJAS CALDERON	<i>Freddy Rojas Calderon</i>
GABRIEL ARTURO LEON AQUINO	<i>Gabriel Arturo Leon Aquino</i>
HANS PIERRE REATEGUI DAVILA	
JAIME ADRIAN SOLDEVILLA GONZALES	<i>Jaime Adrian Soldevilla Gonzales</i>
JHERSON ALBERTO CALLA ZURICHAQUI	<i>Jherson Alberto Calla Zurichaqui</i>
JHON ROYER FUENTES ANDRADE	<i>Jhon Royer Fuentes Andrade</i>
JHONATHAN GABRIEL VARGAS PICH	<i>Jhonathan Gabriel Vargas Pich</i>
JHONATHAN VICTOR ARANA VARGAS	<i>Jhonathan Victor Arana Vargas</i>
JUAN ENRIQUE LATORRE COLLANTES	<i>Juan Enrique Latorre Collantes</i>
JULIO CESAR LIMA CUNYA	
LUIS ANGEL CONDEZO CRUZ	<i>Luis Angel Condezo Cruz</i>
MICHEL HUARMIYURI AHUANARI	<i>Michel Huarmiyuri Ahuanari</i>
OMAR DAVID VIDAURRE BALDERA	<i>Omar David Vidaurre Baldera</i>
RUSBEL YOSSELIN RAMOS SALAZ	<i>Rusbel Yosselin Ramos Salaz</i>
TAYLOR VLADIMIR MAGAN TAMANI	<i>Taylor Vladimir Magan Tamani</i>
YONNY DANIEL SAYRITUPAC DAVILA	<i>Yonny Daniel Sayritupac Davila</i>