

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO  
LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA  
EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA  
EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS  
LOGÍSTICOS S.A – LAMBAYEQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**

**Bach. Barsallo Coico, Milka Lisset  
(Orcid: 0000-0002-5291-9014)**

**Asesor:**

**Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto  
(Orcid: 0000-0003-4573-3868)**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú  
2020**

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM  
PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA  
INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS S.A.C. – LAMBAYEQUE**

**Aprobación del Jurado**

---

**Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto**

**Asesor**

---

**Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto**

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

**Mg. Armas Zavaleta José Manuel**

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

**Mg. Larrea Colchado, Luis Roberto**

**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

A Dios, mis padres y hermanas.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes universitarios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, que han contribuido con mi formación, no solo académico – profesional, sino también como ser humano.

A la Empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. Por brindarme todas las facilidades para visitar las áreas de interés, con lo cual pude realizar este trabajo de investigación.

# **GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS S.A.C. – LAMBAYEQUE**

## **MAINTENANCE MANAGEMENT USING THE RCM TOOL TO INCREASE THE EFFICIENCY OF VEHICLES OF THE COMPANY INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS S.A.C. - LAMBAYEQUE**

**Milka Lisset, Barsallo Coico <sup>1</sup>**

### ***Resumen***

La investigación tiene como objetivo principal elaborar una propuesta de mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la eficiencia de los vehículos en la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. – Lambayeque, es una investigación descriptiva y propositiva de diseño no – experimental y corte transversal. A través de los instrumentos aplicados tanto a conductores y jefe de mantenimiento; herramientas del RCM y diagramas de determinó que la empresa no mantiene un mantenimiento preventivo para su flota, lo que genera distintas fallas como sobrecalentamiento del motor, interrupciones en la comprensión de aire, descalibración de piezas y algunos desajustes, interrupciones eléctricas en algunos sistemas, vibraciones constantes y fallas en el sistema de suspensión. Todas estas fallas han generado pérdida de tiempo en reparaciones, costos innecesarios y quejas por parte de los clientes. A través del análisis de criticidad se determinó que el 79% de unidades mantiene una criticidad media y alta. Posteriormente se elaboró un plan de mantenimiento el cual reducirá las horas de paradas no programadas, los costos y número de fallas presentes. Con el plan de mantenimiento se estima que la eficiencia general de los equipos incrementará de 59% a 68% confirmando así la hipótesis de que el plan de mantenimiento utilizando la herramienta RCM aumenta la eficiencia; por otro lado el plan propuesto es rentable para la empresa ya que según el ratio beneficio costo por cada S/1 que invierte la empresa ganará S/0.39.

***Palabras Clave:*** gestión, mantenimiento, fiabilidad, eficiencia.

---

<sup>1</sup> Adscrita a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [bcoicomilkaliss@crece.uss.edu.pe](mailto:bcoicomilkaliss@crece.uss.edu.pe) código ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5291-9014>

## ***Abstract***

The main objective of this research is to prepare a maintenance proposal using the RCM tool to increase the efficiency of the vehicles in the company Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. - Lambayeque, is a descriptive and purposeful investigation of non - experimental design and cross section. Through the instruments applied to both drivers and maintenance manager; RCM tools and diagrams determined that the company does not maintain preventive maintenance for its fleet, which generates different failures such as engine overheating, interruptions in the understanding of air, decalibration of parts and some mismatches, electrical interruptions in some systems, vibrations constants and failures in the suspension system. All these failures have resulted in loss of time in repairs, unnecessary costs and complaints from customers. Through the criticality analysis it was determined that 79% of units maintain a medium and high criticality. Subsequently, a maintenance plan was developed which will reduce the hours of non-program stops, the costs and number of failures present. With the maintenance plan it is estimated that the overall efficiency of the equipment will increase from 59% to 68%, thus confirming the hypothesis that the maintenance plan using the RCM tool increases efficiency; On the other hand, the proposed plan is profitable for the company since according to the cost benefit ratio for each S / 1 that the company invests, it will earn S / 0.39.

***Key words:*** *management, maintenance, reliability, efficiency.*

## ÍNDICE

<i>Resumen</i> .....	v
<i>Palabras Clave:</i> .....	v
<i>Abstract</i> .....	vi
<i>Key words:</i> .....	vi
ÍNDICE .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos Previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	21
1.3.1. Gestión del Mantenimiento .....	21
1.3.2. Eficiencia.....	34
1.4. Formulación del problema. ....	36
1.5. Justificación e importancia del estudio. ....	36
1.6. Hipótesis.....	37
1.7. Objetivos .....	37
1.7.1. Objetivos General.....	37
1.7.2. Objetivos Específicos .....	37
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	39
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	39
2.2. Población y muestra .....	40
2.3. Variables, Operacionalización .....	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	43
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	44
2.6. Aspectos éticos.....	45
2.7. Criterios de Rigor Científico .....	45
III. RESULTADOS .....	47
3.1. Diagnósticos de la empresa .....	47
3.1.1. Información general. ....	47
3.1.2. Descripción del servicio .....	50
3.1.3. Análisis de la problemática .....	55
3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos .....	56
3.3.3.2. Herramienta de diagnóstico.....	80
3.1.4. Situación actual de la variable dependiente .....	81
3.2. Propuesta de investigación .....	107

3.2.1.	Fundamentación .....	107
3.2.2.	Objetivo de la propuesta.....	107
3.2.3.	Desarrollo de la propuesta.....	108
3.2.4.	Situación de la variable dependiente con la propuesta .....	125
3.2.5.	Análisis beneficio/costo de la propuesta .....	134
3.3.	Discusión de Resultados.....	136
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	139
4.1.	Conclusiones .....	139
4.2.	Recomendaciones.....	141
	REFERENCIAS .....	142
	ANEXOS.....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ciclo Phva y 8 pasos en la solución de un problema .....	33
Tabla 2 Factores ponderados para el análisis de criticidad .....	38
Tabla 3 Hoja de decisión RCM .....	39
Tabla 4 Operacionalización de variable independiente.....	49
Tabla 5 Operacionalización de variable dependiente.....	50
Tabla 6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
Tabla 7 Coeficiente de fiabilidad .....	52
Tabla 8 Estadísticos de fiabilidad aplicada a instrumento de investigación .....	52
Tabla 9 Aspectos éticos de la investigación.....	53
Tabla 10 Sucursales/Oficinas de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. ....	55
Tabla 11 Procedimiento de transporte de carga .....	57
Tabla 12 Valoración % sobre documentación en regla del vehículo .....	63
Tabla 13 Valoración % de inspecciones a sistemas del vehículo antes de circular.....	65
Tabla 14 Valoración % de documentación para registrar tareas de mantenimiento .....	67
Tabla 15 Valoración % de disponibilidad de herramientas para solucionar fallas.....	69
Tabla 16 Valoración % de nivel de capacitación para solucionar fallas .....	71
Tabla 17 Valoración % de control diario de recorrido y consumo de combustible .....	73
Tabla 18 Valoración % de revisión y cambios de filtros del sistema de ventilación .....	75
Tabla 19 Valoración % de fuga de líquidos en el vehículo.....	77
Tabla 20 Valoración % de condición de los frenos en el vehículo .....	79
Tabla 21 Guía de observación.....	84
Tabla 22 Análisis documentario.....	85
Tabla 23 Tiempos de envíos y entregas por vehículo .....	88
Tabla 24 Parámetros para cálculo de OEE (Eficiencia General de los Equipos).....	91
Tabla 25 Parámetros Auxiliares .....	92
Tabla 26 Disponibilidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	93
Tabla 27 Rendimiento de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	94
Tabla 28 Calidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	95
Tabla 29 Tiempo de operación, costos de reparación y fallas acumuladas de vehículos.....	97
Tabla 30 Criterios para cuantificar el análisis de criticidad de los vehículos .....	104
Tabla 31 Análisis de criticidad de vehículos de Induamerica Servicios Logísticos SAC. ....	105
Tabla 32 Resultado de criticidad de los vehículos de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. ....	111
Tabla 33 Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del motor .....	116
Tabla 34 Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) de los frenos .....	116

Tabla 35 Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del sistema eléctrico .....	117
Tabla 36 Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del sistema de transmisión.....	117
Tabla 37 Hoja de decisión RCM para Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. ....	118
Tabla 38 Lista de Verificación vehicular (Check List) .....	121
Tabla 39 Requerimientos de insumos para mantenimiento de unidades vehiculares.....	123
Tabla 40 Requerimientos de herramientas para implementar taller .....	125
Tabla 41 Requerimientos de personal técnico para tareas de mantenimiento.....	126
Tabla 42 Capacitaciones a personal de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. ....	127
Tabla 43 Gastos logísticos de capacitación para personal de mantenimiento y logística .....	127
Tabla 44 Gastos logísticos de capacitación a conductores.....	128
Tabla 45 Tiempos de envíos y entregas por vehículo Induamerica Servicios logísticos S.A.C. ....	128
Tabla 46 Parámetros para cálculo de OEE (Eficiencia General de los Equipos) .....	130
Tabla 47 Parámetros Auxiliares .....	133
Tabla 48 Disponibilidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	134
Tabla 49 Rendimiento de vehículos -Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	135
Tabla 50 Calidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	136
Tabla 51 Resumen de costos de implementación de plan de mantenimiento preventivo .....	137
Tabla 52 Beneficios de la investigación.....	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de criticidad.....	39
Figura 2 Diagrama de decisión RCM.....	41
Figura 3 Diseño de investigación.....	46
Figura 4 Diagrama Institucional de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	56
Figura 5 Flujograma del servicio de transporte de carga / Solicitud – Planificación.....	59
Figura 6 Flujograma del servicio de transporte de carga / Ejecución.....	60
Figura 7 Flujograma del servicio de transporte de carga /Cierre .....	61
Figura 8 Valoración % de paros del vehículo durante los traslados de mercadería.....	64
Figura 9 Valoración % de revisiones y mantenimiento periódico a los vehículos.....	66
Figura 10 Valoración % de disponibilidad de equipos de localización en el vehículo .....	68
Figura 11 Valoración % de determinación de fallas en caso de averías en el vehículo .....	70
Figura 12 Valoración % de nivel de mantenimiento correcto que se le aplica al vehículo.....	72
Figura 13 Valoración % de mantenimiento realizado al sistema de suspensión.....	74
Figura 14 Valoración % de existencia de sobrecalentamiento u olor a quemado en el vehículo.....	76
Figura 15 Valoración % de problemas de motor en el arranque.....	78
Figura 16 Valoración % sobre revisión y cambio de neumáticos según límite de desgaste legal.....	80
Figura 17 Diagrama de Ishikawa de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.....	87
Figura 18 Indicadores de eficiencia en vehículos (OEE) .....	96
Figura 19 Valorización de matriz de criticidad.....	109
Figura 20 Criticidad para el vehículo T90-882 .....	110
Figura 21 Indicadores de eficiencia en vehículos (OEE) con la mejora .....	138

**CAPÍTULO I:**  
**INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

#### Internacional

A nivel mundial las industrias hoy en día se ven en la obligación de cumplir con estándares internacionales que les permita ser competitivos frente a sus adversarios; según Samaniego (2017) en su artículo *“Implementación de un sistema de gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), para la empresa Chova del Ecuador S.A. Plantas Inga y Cashapamba”*, mencionó la mayoría de empresas en Ecuador presentan pérdidas económicas producto de fallas y paros inesperados en sus maquinarias; así mismo en Chova S.A. los equipos y maquinarias en los últimos años han sido susceptibles a fallas inesperadas debido a que el mantenimiento general no se ha ejecutado de manera correcta y planificada. La empresa ha realizado en momentos mantenimientos correctivos a los equipos que han representado una baja eficiencia además de pérdidas en la producción por USD 55 457 por día de para. Ante ello se planteó instalar un sistema de gestión del mantenimiento para reducir pérdidas por paros en las maquinarias. Para el 2010 compró un software de mantenimiento, sin embargo no ha podido dar un uso eficiente a la herramienta ya que gasta en mantenimiento el 2% de sus ventas, es decir USD 300 000 anuales.

En la investigación *“Aplicación de la metodología RCM al mantenimiento de los motores de agujas en Metro Liger Oeste”*; realizada por Romero y Díez (2015) se mencionaron los problemas que presenta el Metro a consecuencia de no aplicar mantenimiento de manera planificada a las partes que lo componen. La empresa a cargo no adecua las tareas de mantenimiento lo que origina se reduzca la eficiencia producto de los paros constantes, a través de un análisis de criticidad de identificaron en total 14 fallas críticas que ha originado costos por USD 47 190 en mantenimiento correctivo y pérdida en los ingresos de la empresa.

Por su parte Barros, Valencia y Vargas (2014) en Colombia desarrollaron la *“Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo – Crisol de Metalurgia”*; detallando que la falta de un plan de mantenimiento dentro de las industrias genera retrasos y pérdidas que van desde lo productivo hasta lo económico y que afectan directamente en la eficiencia de la misma. Al analizar los problemas mediante la clasificación de secciones se determinó que en la sección de metalurgia se han detectado 78 fallas funcionales mientras que en la sección lingotera de metalurgia 14 fallas, debido a que

los responsables de la operatividad de las maquinas no realizan un mantenimiento predictivo y preventivo; generando así que los elevados costos post falla y paros influyan en la administración financiera de la empresa.

### **Nacional**

En la investigación de Herrera (2018) *“Mejora en la eficiencia y en el ambiente de trabajo en Texgroup S.A. Lima”*, se analizó la problemática que enfrenta la empresa Texgroup S.A. dedicada a la confección de prendas, identificando problemas por dependencia de mano de obra calificada (19,57 %) y una eficiencia baja de 17,39 %. La mano de obra está en función de la eficiencia lograda por los equipos de trabajo, según el análisis en base a auditoria ISO 9001, solo el 60 % del personal sabe y aplica los procedimientos correctos de trabajo debido a la alta rotación del personal (6% mensual en promedio), que afecta directamente la producción de las maquinarias y producción de la empresa. El análisis determinó que las áreas de ingeniería y producción son responsables del 70 % del total de interferencias que presenta la empresa.

Por su parte Diestra, Esquivel y Guevara (2017) en su artículo *“Programa de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad de la empresa Consorcio Metal Mecánico S.R.L.”* realizado en Chimbote detectó la empresa no ha reestructurado sus máquinas lo que ha originado fallas y paros en la producción de piezas debido a la falta de mantenimiento. Así mismo se ha generado problemas durante los procesos de manufactura y en la línea de ensamblaje, lo que ocasiona se tenga que contratar personal para recuperar los días perdidos, ya que se los proyectos no son entregados en fechas establecidas desde hace 3 años generando reducción de eficiencia, perdida en el tiempo de fabricación de 4.62% y costos en producción por USD 3 530.

En el artículo *“Propuesta de implementación de mejoras en el Plan de Mantenimiento basado en la metodología RCM para Tractocamiones International Workstar 7600”* en Lima, publicado por Yupanqui (2016); se determinó los equipos presentan constantes paradas durante la operación reduciendo los índices de eficiencia y por lo tanto de confiabilidad y de disponibilidad. Estas constantes fallas y paros generan demoras en la entrega a lo que se suma costos en mantenimiento correctivo realizadas en la flota. No contar con una planificación en mantenimiento predictivo y preventivo, así como un programa de gestión de mantenimiento generaron gastos correctivos por S/.285 672.50 y

penalidades que asciende a S/.52 376.00. El aplicar un plan de mantenimiento en base a RCM generaría un gran beneficio para la empresa ya que el costo por implementación ascendería a S/.23 310.

### **Local**

Alban (2017) en su artículo *“Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para Incrementar la Productividad”*; se determinaron fallas en el primer torno debido al desgaste de la regla guía y piñones; para el segundo los problemas eran debido a la lubricación, el tercer presentó desgaste de regla guía y tren de piñones; el cuarto torno presentó desgaste de oring y el quinto torno presentó desgaste de piñones por falta de lubricación y limpieza. A partir de ello se desarrolló programas de mantenimiento para las maquinarias reduciendo los minutos de paradas en 98%, las frecuencias de fallas en 81%, los costos de fallas mecánicas en 75% y la producción aumentó a 7 153 productos. Así mismo los ingresos se incrementaron en S/.699 401 y las pérdidas disminuyeron a S/.48 803. Por su parte la eficiencia y productividad de horas trabajadas incrementó en 0.027.

Mejía (2017) en su investigación *“Propuesta de un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L.”*; se identificó el mantenimiento a unidades se realiza luego de presentar fallas, generando pérdida de eficiencia en los equipos. Las paradas imprevistas de producción ascienden a 98 mensuales con un aproximado de 199 horas en 10 meses, generando pérdidas por un monto de S/.79 600, sumado a ello los costos por repuestos y mano de obra por S/.100 974. A partir de ello se aplicó un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, logrando mejorar la disponibilidad en los vehículos en 16% y aumentar la productividad en 7%, generando un ahorro a la empresa por S/. 27 387 anuales.

Así mismo Fuentes (2015) en su artículo *“Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en los Indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard’S S.A.C.”*, se ejecutó un análisis de los últimos cinco meses a la preparadora, frotadora, continua, conera, reunidora, retorcedora y madejera para identificar las fallas durante el proceso, determinando se asumió costos por reparaciones de S/.49 205 siendo el costo de oportunidad S/.37 343, por lo que la empresa ha desembolsado la suma de S/.86 548. Las máquinas que presentaron mayor criticidad fueron la Conera Ras y la máquina Madejera. De 12 máquinas se determinó

solo 4 tienen disponibilidad para producir, el resto tienen una disponibilidad por debajo del 65% generando pérdidas en producción y costos. Por otro lado la eficiencia en la producción está por debajo del 70% debido a los paros por exigir a máquinas; así mismo los indicadores Overall Equipment Efficiency (OEE) mostraron una fiabilidad por debajo de 85%.

### **Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

Induamerica Servicios Logísticos S.A.C., se ubicada en carretera Panamericana Norte - Km. 775, Lambayeque, actualmente la empresa mantiene problemas con el área de logística ya que sus unidades vehiculares presenta fallas debido a que no se tiene un control de mantenimiento preventivo y correctivo; así mismo el control de kilometraje no está alineado a las norma y sobrepasa el kilometraje límite para su mantenimiento; por otro lado no se ha respetado el periodo de antigüedad y los vehículos de carga sobrepasan el periodo de usos establecido

Otro problema son las escasas capacitaciones técnicas que han recibido los conductores por parte del personal de mantenimiento influyendo en las supervisiones que se dan a los vehículos antes de partir a su destino, además no cuentan con formatos para registrar las fallas que se presentan durante el recorrido. La empresa cuenta con un archivo en Microsoft Excel en el que se anota las fallas de los vehículos, pero esa información es insuficiente para que se pueda tener la información oportuna a fin de programar el mantenimiento. Los talleres de mantenimiento no cuentan con los repuestos necesarios para casos de emergencia y el personal es reducido a que mantienen un mecánico y dos ayudantes para las labores de reparación.

A partir de ello las constantes fallas, la pérdida de tiempo, el incumplimiento, devolución de mercadería y los diversos reclamos por parte de clientes hacen que esta empresa no sea eficiente generado un incremento considerable de los costos operacionales en los últimos años que influye directamente en la rentabilidad de la misma.

## 1.2. Trabajos Previos

### Internacional

En Colombia Rodríguez (2018) en su tesis titulada *“Elaboración de una Propuesta de Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad para la flota de vehículos de la Empresa Tranzit S.A.S. Perteneciente al Sitp”* se propuso desarrollar una propuesta de mantenimiento basado en confiabilidad, la investigación fue no experimental, propositiva. Los problemas en el mantenimiento se presentan debido a que las especificaciones de mantenimiento por parte de los fabricantes no se ajustan a las condiciones de la geografía y medio ambiente de acuerdo a las rutas que operan generando fallas en los sistemas del vehículo como fallas en el sistema de suspensión, en el sistema eléctrico, en la transmisión de potencia entre otros que afectan su operación, presentando así una cantidad de 904 variedades de falla al año 2017. Además se tienen un impacto operacional y pérdida de ingresos de pasajeros por USD 668 440.000 debido a la disponibilidad de vehículos de 60%. A partir del mantenimiento correctivo a través de la propuesta se calcula se puede aumentar la eficiencia en los vehículos con una disponibilidad de 73% y confiabilidad de 80%.

La investigación *“Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del Benemérito cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca”* realizada por Álvarez (2017) fue de tipo propositiva y diseño no experimental. La problemática se presenta por las fallas que dejan a los vehículos inoperativos debido a que no mantienen registro de mantenimiento; al calcular el número de fallos entre 2015 y 2016 se determinó la unidad de emergencia con más fallas es la ambulancia U3 placa AMA-1009 con 25 fallos y costos por USD 7. 528. Se determinó que el 20% de fallas representa el 80% de los costos, por otro lado según los ratios de mantenimiento 3 vehículos presentan disponibilidades menores al 70%; al aplicar la metodología RCM se redujeron las fallas en las unidades resolviendo 25 fallas de las 26 detectadas y logrando tener vehículos más confiables en 92% lo que minimiza los costos de mantenimiento.

En Ecuador, Villacrés (2016) propuso un *“Plan de Mantenimiento aplicando la Metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vector M654 de la empresa Etapa EP”*; la investigación fue de tipo aplicativa – propositiva. Al aplicar el análisis AMEF y de criticidad se determinó el vehículo presentó 12 fallas durante su periodo de operación, al realizar el análisis de criticidad se determinó 1 equipo con riesgo alto, 3 con riesgo medio alto, 3 con riesgo medio bajo y 2 con riesgo bajo, así mismo las fallas del sistema eléctrico del Chasis causaron 890 horas de paro y costos por

USD 19 688 el año 2014. Aplicado el RCM se lograron realizar 22 actividades preventivas y disponer actividades correctivas, por otra parte la tasa de fallas se redujo a 45%, las horas en un 58% y los costos por mantenimiento en 80%.

### **Nacional**

Yauri (2018) en su tesis se propuso la *“Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar los índices de la Eficiencia Global (OEE) en el área de Mantenimiento de la empresa Panorama SAC. Lima, 2017”*, fue una investigación de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. La empresa presenta problemas de mantenimiento en sus maquinarias generando continuas averías que originan un alto desgaste del mecanismo y generan gastos en la empresa además de tiempos muertos, pérdida de información, gastos en reparaciones y repuestos. Los trabajadores no han realizado tareas como lubricación, limpieza, ajuste de piezas lo que luego produce fallas en los grupos electrógenos que perjudican las operaciones de la industria. La disponibilidad del grupo electrógeno fue 68% en promedio, el rendimiento 61% y la calidad 60%, dando un OEE de 25%. Ante ello se determinó la implementación de una buena gestión del mantenimiento incrementa los indicadores de eficiencia global en 41%, dando una disponibilidad de 93%, rendimiento 85% y una calidad de 83% incrementando el OEE a 66%.

Durand (2018) desarrolló una *“Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo”* en Lima cuyo objetivo se centró en disminuir el tiempo de paradas no programadas ocasionadas por fallas mecánicas aplicada a la empresa Consorcio Transporte Arequipa S.A. La investigación siguió una metodología no experimental de tipo propositiva; al aplicar el análisis de causas se determinó el 67% del total de paradas no programadas fueron provocadas por fallas mecánicas en los buses generando un impacto económico (costo de oportunidad) de S/. 886 306. El aplicar la propuesta la evaluación económica del proyecto permitió determinar una tasa interna de retorno de 85% y un Van de S/.43 086, siendo positiva la diferencia entre los beneficios de los flujos futuros actualizados y de la inversión realizada. La empresa a pesar de contar con plan de mantenimiento no lo ha puesto en marcha debido a la desorganización de la empresa.

Palomares (2015) en Lima propuso la *“Implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) al sistema de Izaje Mineral, de la compañía minera Milpo, unidad “El Porvenir”*, para incrementar el tiempo medio entre las fallas de equipos. Fue una

investigación pre experimental. El problema presento problemas debido al incremento de capacidad de transporte de mineral, lo que ha generado fallas en el sistema de freno y ha dañado diversos equipos que forman parte del Sistema paralizando 35 días el transporte de mineral a superficie produciendo pérdidas por la baja eficiencia. Previo a la falla el sistema de Izaje tenía disponibilidad entre el 85 y 88%, lo que se interpreta que por cada dos días se presentaba una falla y se tardaba en reparar medio día. Los problemas generaron costos por USD 11 646.000 que han sido reducidos una vez aplicado la metodología del RCM en USD 126 717.00 durante el primer año de uso del plan de mantenimiento, así mismo durante el 2011 y 2012 se logró un incremento significativo de la disponibilidad del 2.1%.

En la investigación de Seminario (2017) se planteó la *“Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la Eficiencia de las máquinas CNC de una empresa Metal Mecánica Lima - Perú 2017”*. Fue una investigación de tipo descriptivo y diseño cuasi experimental. La empresa ha presentado problemas de calidad con índices de cumplimiento relativamente aceptables entre un 65% - 80%; los cuales son producto de una eficiencia baja de los equipos, errores en los mecanizados, fallas de producción y la falta de un programa que gestione la mantenibilidad para lograr los rendimientos deseados. El costo de reparaciones para el periodo de 2015 y 2016 fue de S/.120 185 lo que incluye compra de stock, por otro lado el cálculo de horas/hombre no productivas (700 horas) ascendió a S/. 34 860 soles, ante ello se implementó el TPM logrando incrementar el OEE de 46% a 66%, así mismo la disponibilidad pasó de 72% a 82%, la efectividad de 73% a 86% y la calidad mejoró de 87% a 94%.

### **Local**

Piscoya y Huerta (2018) propusieron un *“Plan de Gestión de Mantenimiento basado en la técnica MRP para mejorar la Eficiencia de la flota vehicular de la empresa de transportes y servicios Vanina E.I.R.L. 2017”* su investigación fue no aplicada de tipo descriptiva y de diseño no experimental. La empresa presenta problemas de gestión y planificación, no contar con una planificación adecuada para llevar a cabo mantenimientos, reparaciones y supervisiones genera sean poco eficientes y las reparaciones las lleven a cabo terceros. Los problemas mencionados anteriormente generan paradas y averías constantes, es por ello el 58% de las unidades no están aptas para circular. El análisis determinó las unidades fallaron 744 veces el último año (62 fallas mensuales en promedio), así mismo los equipos presentaron un 53% de disponibilidad y 68% de confiabilidad en promedio

semestral. Con la aplicación del plan se logró se recupere un 20% de las fallas mensuales con en comparación con el año anterior, lo cual representa 12 fallas mensuales y 144 anules, así mismo el costo beneficio de la implementación sería S/. 1.41, es decir por cada sol invertido se obtiene 0.41 soles de ganancia, siendo el proyecto según índices rentable.

En Chiclayo la investigación de Pacheco (2018) *“Propuesta de Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Patapo S.A.C.”*, tuvo como objetivo proponer un sistema de gestión de mantenimiento basado en RCM. El estudio evaluó la construcción de una mini central hidroeléctrica en la región de Lambayeque, identificando los equipos presentaron una eficiencia baja de 334 fallas equivalentes a 1 454 horas; con el análisis de criticidad se determinó las maquinas más críticas son la excavadora y el cargador frontal con 401 y 413 horas de inoperatividad entre febrero 2014 a julio 2016, representando el 0.25% y 0.42% de tiempo de parada, lo que significa un costo de USD 56 341 para la máquina excavadora y USD 44 899 para el cargador frontal. Al utilizar la metodología RCM el mantenimiento preventivo redujo en 62% los costos de mantenimiento, lo que significa una disminución en USD 21 933. También se logró reducir el tiempo de reparación de 617 horas a 127 horas representado el 20.5% del tiempo de inoperatividad.

En la investigación de Campos (2018) titulada *“Propuesta de un plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L.”*, propuso un plan de mantenimiento para incrementar la rentabilidad. Se determinó los volquetes que presentan un tiempo promedio entre fallas son v1 con 24%, v3 con 29%, v5 con 35%, v6 con 42% y tiempo promedio de reparación disminuyendo la disponibilidad son el v2 con 43%, v4 71% y v7 con 47% lo cual genera un costo por mantenimiento de S/ 197 020. Al 2016 se identificaron 1 328 paradas (2 957 horas). A través de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de volquetes, la disponibilidad de los vehículos incremento a 77%, incrementando también el número de viajes al año a 142. Se elaboraron actividades de mantenimiento preventivo por inspección, cíclico y reemplazo, en una secuencia de horas en todo el año: 250 horas, 500 horas, 750 horas, 1 000 horas, 1 250 horas, 1 500 horas, 1 750 horas y 2 000 horas. La elaboración del plan de mantenimiento permitió incrementar la eficiencia de volquetes y la rentabilidad de la empresa a un 36%, incrementando de tal manera los ingresos a la empresa por S/.2 373 009 teniendo como ganancia al año S/.563 297.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Gestión del Mantenimiento**

##### **1.3.1.1. Gestión**

La gestión es un proceso que permite sistematizar la gestión de las organizaciones, contribuyendo a optimizarla y tomar decisiones. Además, ayuda al cumplimiento estructurado de cualquier legislación dentro de las organizaciones (Abril, Palomino y Sánchez, 2006, p. 9).

Según López (2013) la gestión es “el arte de anticipar y gerenciar el cambio con el propósito de crear permanentes métodos que garanticen el futuro de la organización” (p.11).

##### **1.3.1.2. Mantenimiento**

Actualmente el mantenimiento se encuentra en la tercera fase de generación, debido a que ahora se cuentan con equipos de inspección y control fiables que permiten identificar durante las inspecciones diversos parámetros como vibraciones, ruidos, temperaturas. Así mismo también se desarrollaron sistemas de información que permiten el desarrollo de sistemas de tratamiento de datos (Muñoz, 2003).

Según Souris (1992) el objetivo del mantenimiento es utilizar los activos de una manera adecuada y mantenerlos en condiciones óptimas para su funcionamiento al menor costo posible. Estas funciones deben tener en cuenta los objetivos de la organización manteniendo un bajo gasto materializado por presupuesto o en la relación de alguna actividad a desarrollar.

##### **1.3.1.3. Importancia**

Cárcel (2014) considera el mantenimiento industrial tiene una misión trascendental dentro de la operativa de explotación de las empresas con activos físicos.

El mantenimiento ha aumentado en los últimos años y para estar a la vanguardia es importante implementar innovaciones en los procesos y tener equipos disponibles (p.13).

##### **1.3.1.4. Gestión de Mantenimiento.**

Según Velasco (2016) la gestión de mantenimiento son un conjunto de procesos que se aplican a diversos equipos e instalaciones con el objetivo de prevenir fallas y operar de manera normal. Lo que se busca es la conservación de los equipos y maquinarias. “La finalidad es mantener la máxima efectividad en los procesos con una baja contaminación del medio ambiente y seguridad para el personal al menor costo posible.” (p. 55).

## **A. Objetivos de la gestión de mantenimiento**

Para García (2012) el mantenimiento en cualquier organización debe cumplir como objetivos: la reducción de costos en la producción y mantener disponibilidad en los equipos. Así mismo para reducir los costos se debe de cumplir:

1. Optimizar la disponibilidad en las instalaciones y equipos.
2. Reducir el tiempo de paros en el transcurso del periodo productivo por alguna deficiencia, dándole un mantenimiento en el momento necesario.
3. Incrementar la vida útil de los equipos.

## **B. Tipos de mantenimiento**

### **Mantenimiento predictivo**

Es la inspección utilizada para prevenir una falla en el equipo, de tal manera que permite restaurar o reemplazar algún componente antes que se produzca alguna falla. El mantenimiento predictivo se fundamenta en la medición y seguimiento (Oliveiro, 2012).

### **Mantenimiento preventivo**

En el mantenimiento preventivo se ejecutan inspecciones seguidas y periódicas sobre equipo e instalaciones conociendo que partes de un mecanismo está fallando para corregirlo y así lograr un funcionamiento óptimo antes de alguna falla. “El objetivo de este mantenimiento es mantener la disponibilidad de equipos, planeando las correcciones de los puntos críticos” (García, 2003, p.19).

### **Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento está dirigido a solucionar fallas después de la operación de los equipos. La función de este mantenimiento es poner en funcionamiento a los equipos lo más pronto posible a un costo mínimo. Este tipo de mantenimiento mayormente se presenta en pequeñas y medianas empresas las cuales tienden a presentar una serie de fallas (Oliveiro, 2012). Para Sánchez, Pérez, Sancho y Rodríguez (2006) “el objetivo es la rápida reparación de la maquinaria a las condiciones de operar, sustituyendo o reparando de manera inmediata las piezas que fallan”. (p.25).

### **1.3.1.5. Fallas**

Las fallas son definidas como un cambio anormal en los equipos que generan no se realice sus funciones normalmente y se presentan cuando existen efectos no deseados sobre

algún componente del equipo no permitiendo realizar la función de manera normal generando paro en las actividades (Oliveiro, 2012).

### **A. Importancia**

Es importante en las organizaciones los responsables del mantenimiento identifiquen las fallas a tiempo ya que determinarlas permiten actuar sobre los orígenes de dichas fallas. El análisis dentro del mantenimiento permite los responsables determinar las causas e implicancias que llegarían no solucionar el problema, ante ello el análisis de fallas genera se planteen soluciones para diversos problemas dando soluciones (Oliveiro, 2012).

### **B. Consecuencias de la falla**

Parra (2012) luego de precisar las funciones, fallas funcionales, modos de fallas y los efectos, se debe evaluar la repercusión de cada una de ellas. La identificación y calificación determina si la falla debe tratarse o no, según el análisis RCM las fallas se dividen así:

- 1. Fallas ocultas:** no muestran impacto negativo, pero pueden generar diversas fallas o graves consecuencias si están expuesta a otras fallas.
- 2. Fallas de seguridad y medio ambiente:** las fallas de seguridad de dan en su mayoría cuando no se cumplen con la normas de seguridad industrial o existe la posibilidad que se generen daños físicos en los operarios; a su vez existen fallas que generan daños al medio ambiente.
- 3. Fallas operacionales:** estas consecuencias de alguna falla generan paros, disminución de producción y caídas de los ingresos
- 4. Fallas no operacionales:** estas no ocasionan daño en la producción y seguridad, sin embargo es importante su reparación.

### **C. Prevención de la falla**

Así también, Parra (2012) considera que toda tarea preventiva debe efectuarse para prevenir fallas, así mismo las tareas preventivas se clasifican según el RCM en:

- 1. Programadas en base a condición:** la programación de tareas predictivas se sustentan en que toda falla no sucede del momento, si no que se desarrolla en un periodo establecido.
- 2. De reacondicionamiento:** Estas actividades tienen como objetivo recomponer un equipo o sistema, durante esta actividad los equipos inoperativos se revisan y se cambian las piezas o componente necesarios.

- 3. De sustitución:** durante esta tarea se sustituyen las partes de un equipo para devolverlo a su estado original y pueda operar.

#### **D. Opciones de prevenir la falla**

La metodología RCM evalúa si es necesario aplicar tareas de mantenimiento preventivo, si no fuera el caso se pasará a realizar otro tipo de mantenimiento el correctivo. Por su parte Parra y Crespo (2012) mencionan que el RCM las clasifica en:

- 1. Rediseño:** se genera a consecuencia se no evidenciar actividades preventivas que reduzcan la posibilidad de encontrar fallas que pongan en peligro la operatividad, a partir de ello es necesario implantar un rediseño para evitar las consecuencias de las fallas.
- 2. Tareas de búsqueda de fallas ocultas:** estas fallas no generan consecuencias directas ya que se tiene claro algunas fallas bajo el bajo funcionamiento normal del equipo.
- 3. Actividades no programadas:** son actividades que se toman de forma reactiva ocurrida la falla.

#### **1.3.1.6. El Ciclo Deming (Circulo PHVA)**

Pérez (2013) menciona es una estrategia de mejora en la administración de procesos de las organizaciones, se le conoce también como “Circulo PHVA” (planear, hacer, verificar y actuar). El ciclo es aplicado muy seguido en los procesos de calidad ya que genera mejoras para ser más competitivo, minimizando costos, aumentando la incursión en el mercado e incrementando la rentabilidad de la organización.

#### **Fases del Ciclo Deming**

##### **A. Planificar**

Durante la primera fase de fijan las actividades que llevaran a cumplir los resultados propuestos. Las acciones propuestas se convierten en elementos para la mejora, sin embargo es importante ejecutar bien las acciones a la primera y hacer las pruebas necesarias según sea conveniente (Pérez, 2013). Las acciones a realizar son:

1. Recolección de información para conocer el proceso.
2. Proponer los resultados deseados.
3. Definir las actividades para lograr los objetivos, supervisando los requisitos

## **B. Hacer**

Es importante instaurar procesos nuevos al ejecutar el plan, además de recolectar información para las etapas posteriores. Definido el plan se debe elaborar un cronograma para cada actividad planeada (Pérez, 2013).

## **C. Verificar**

Definido el plan es recomendable recolectar nuevamente datos para su análisis en comparación con los que se obtuvieron inicialmente para determinar si se llevaron a cabo y evaluar que mejoras se han producido (Pérez, 2013), así mismo es importante tener monitorio y dar seguimiento al plan de ejecución documentando las conclusiones.

## **D. Actuar**

Verificado el plan se deben optar por las siguientes alternativas de acuerdo al resultado obtenido:

1. Si hay fallas en las fases, realizar nuevamente el ciclo PHVA con mejoras.
2. Si no existen errores importantes, aplicar las modificaciones de los procesos.
3. Si no existen fallas, no se debe aplicar modificaciones en los procesos.
4. Implementar siempre mejoras en los procesos.

**Tabla 1***Ciclo PHVA - pasos para la solución de problemas*

<b>Etapa</b>	<b>Paso</b>	<b>Nombre del paso</b>	<b>Técnica a usar</b>
Planear	1	Definir el problema y analizar su magnitud	Diagrama de Pareto.
	2	Identificar las causas	Diagrama de Ishikawa.
	3	Determinar la causa más impórtate	Pareto, estratificación, diagrama dispersión, Ishikawa. Por qué ... necesidad Qué ... objetivo
	4	Considerar soluciones	Dónde ... lugar Cuánto ... tiempo y costo Cómo ... plan
Hacer	5	Poner en práctica soluciones	Aplicar el plan elaborado anteriormente e involucrar a los afectados.
Verificar	6	Revisar resultados	Histograma, Pareto, hoja de verificación
Actuar	7	Prevenir la recurrencia de la falla	Inspección, supervisión, hoja de verificación, cartas de control.
	8	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido.

Fuente: Gutiérrez (2010)

**1.3.1.7. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)**

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una metodología utilizada para determinar que procedimientos se deben seguir para tener la certeza que un equipo desarrolle funciones sin problemas, sirve además como una guía para identificar la frecuencia que se deben llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Mantener éxito a través del mantenimiento centrado en la confiabilidad depende del análisis que se apliquen a los equipos durante un proceso operacional (Parra y Crespo, 2012).

**Metodología para la implantación de RCM**

La metodología RCM propone actividades para identificar que actividades de mantenimiento necesitan ciertos equipos y responde a las siguientes preguntas.

¿Qué función cumple el equipo?, ¿Qué falla presenta?, ¿Cuál es su modo de falla?, ¿Qué efectos presenta?, ¿Qué consecuencias genera?, ¿Qué debemos hacer para prevenir fallas?, ¿Qué acciones realizar si se desconocen tareas de prevención? (p.102).

## **Contexto operacional**

Según Parra y Crespo (2012) es el ambiente donde opera el equipo, es “la herramienta grafica que permite la determinar la operación, es un diagrama que permite identificar las entradas, procesos y las salidas principales del equipo” (p.102).

### **A. Indicadores de Mantenimiento - RCM**

#### **1. Fiabilidad**

##### **TPO = MTTF (Tiempo promedio operativo hasta la falla)**

Para Gómez (1998) un equipo es fiable cuando se tiene la seguridad que cumplirá de manera correcta con las operaciones, dentro de la ingeniería se conceptualiza como “la probabilidad de que un equipo desarrolle funciones en condiciones definidas, durante un periodo de tiempo determinado” (p.64).

Apablaza (2013) explica que la probabilidad de los equipos se establece cuando realiza operaciones bajo condiciones establecidas.

“Ayuda a determinar qué tan confiable es un equipo, si no presenta fallas es 100% confiable. Aplicar análisis de confiabilidad permite obtener información sobre la probabilidad de fallar, tiempo promedio para fallar, etapa de la vida del equipo” (Parra y Crespo, 2012, p.31).

##### **Tiempo promedio operativo hasta la falla (MTTF)**

Este indicador permite medir el tiempo medio que opera un equipo a capacidad sin paros durante su funcionamiento (Parra y Crespo, 2012).

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} TTF_i}{n}$$

donde:

$TTF_i$  = Tiempos operativos hasta la falla

n = número total de fallos en el periodo evaluado

##### **FF (Frecuencia de fallas)**

Este indicador permite obtener la probabilidad para que exista un desperfecto en los equipos durante el periodo de evaluación.

$$FF = \frac{1}{MTTF}$$

donde:

$MTTF_i$  = Tiempos promedio operativos hasta la falla

## 2. Mantenibilidad.

**TPFS = MDT (Tiempo promedio fuera de operación)**

Este indicador determina la probabilidad que tiene un equipo después de una falla para ser reparado y se mide por MDT (Parra y Crespo, 2012).

**Tiempo promedio fuera de servicio (MDT):** por medio del MDT es viable determinar el tiempo que se puede reponer un equipo que se encuentra fuera de servicio por alguna falla para que pueda operar. El MDT es un indicador de medición relacionado a la mantenibilidad. La mantenibilidad es definida como la probabilidad de que un equipo funcione a condiciones óptimas.

$$MPFS = \frac{\sum_{i=1}^n DT_i}{n}$$

donde:

$DT_i$  = Tiempos fuera del servicio

$n$  = número total de fallas en el periodo evaluado

## 3. Índice de Costos

**CIF (Costos de indisponibilidad por fallas)**

Parra y Crespo (2012) tener vehículos parados generan costos por indisponibilidad generando un impacto económico debido a las fallas, este indicador tiene como unidad de medida el dinero/tiempo.

$$CIF = FF \times MDT \times (CD + CP)$$

FF = frecuencia de fallas = Fallas mes; Fallas años, etc.

MDT = tiempo promedio fuera de servicio = horas/fallas

CD = costos directos por correccion de fallas = S/. /hora (costos de materiales y mano de obra)

CP = costos de penalización = S/. /hora (paradas de plantas, retrasos en producción, productos deteriorados, etc.).

#### 4. Disponibilidad

La disponibilidad según Parra y Crespo (2012) definen la disponibilidad como la disposición de tiempo durante la cual un equipo estuvo en condiciones de ser usado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTTF}}{(\text{MTTF} + \text{MDT})} \times 100\%$$

Donde:

MTTF = tiempo promedio operativo hasta la falla.

MDT = Tiempo promedio fuera de servicio.

#### B. Herramientas de la metodología RCM

##### Análisis de Criticidad

Dhillon (2012) menciona que el análisis de criticidad ayuda a reconocer las fallas y la importancia que tiene cada equipo al que se le asignan recursos ya sean humanos, económicos o tecnológicos. El análisis de criticidad también permite determinar las consecuencias que tienen los equipos a partir de fallas durante el tiempo que está en operación.

Para aplicar el análisis de criticidad se debe tener en cuenta la flexibilidad operacional, el efecto en la producción, los costos de mantenimiento, el impacto a la seguridad y medio ambiente y la frecuencia de fallar (Parra y Crespo, 2012, p. 63).

$$\text{Criticidad} = \text{FF} \times \text{C}$$

Donde:

FF: Frecuencia de fallas en equipos

C: Consecuencias de las fallas

Las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$\text{C} = (\text{I}_o \times \text{F}_o) + \text{C}_M + \text{S}_{MA}$$

Donde:

$\text{I}_o$ : impacto operacional

$\text{F}_o$ : flexibilidad operacional

$\text{C}_M$ : costos de mantenimiento

$\text{S}_{MA}$ : impacto a la seguridad y medio ambiente

Los factores ponderados para el proceso de calificación de los factores y consecuencia de fallas se presentan en la siguiente tabla.

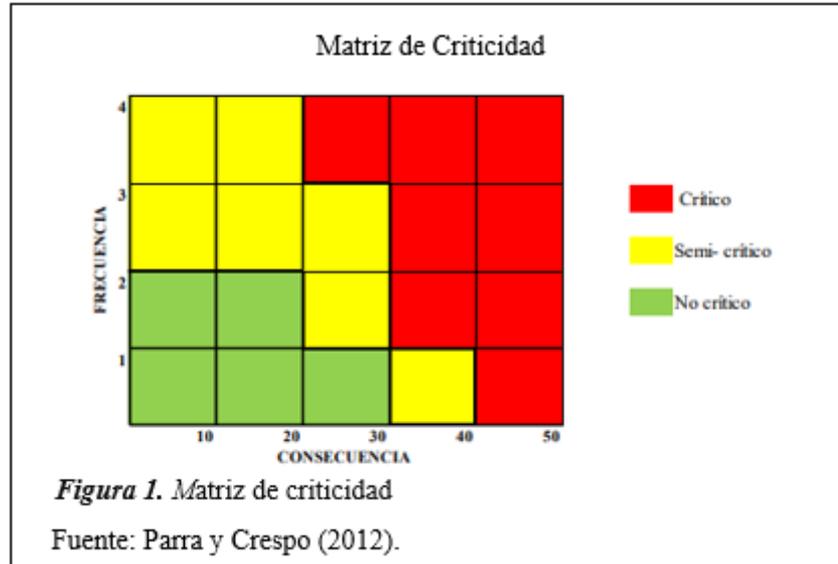
**Tabla 2**

*Factores ponderados para el análisis de criticidad*

<b>Frecuencia de falla</b>	<b>Factor</b>
Frecuente: > 2 fallas anuales	4
Promedio: 1 - 2 fallas al anuales	3
Bueno: 1 falla anual	2
<b>Impacto a la producción</b>	
Pérdidas de producción al 75%	10
Pérdidas de producción (50% y 74%)	7
Pérdidas de producción (25% y 49%)	5
Pérdidas de producción (10% y 24%)	3
Pérdidas de producción al 10	1
<b>Flexibilidad Operacional</b>	
No tiene unidades para cubrir producción	4
Se tiene unidades para cubrir la producción	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea	1
<b>Impacto al medio ambiente y seguridad</b>	
Riesgo alto de pérdida de la vida.	8
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud e incidente ambiental mayor	6
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud e incidente ambiental menor	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños al ambiente	1

Fuente: Parra y Crespo (2012).

Los resultados de la evaluación de factores, se muestran en la siguiente matriz de criticidad.



### Diagrama para decisiones RCM

Es una herramienta diseñada que ayuda clasificar de manera óptima la actividad de mantenimiento que se debe elegir, con el propósito de evitar posibles consecuencias de cada modo de falla. La hoja RCM es utilizada para anotar las respuestas a las interrogantes del diagrama de decisión RCM y determinar que actividades de mantenimiento se aplicaran, además del periodo con que se realizaran. (Gutiérrez y De la Vara, 2013).

**Tabla 3**

*Hoja de decisión RCM*

Hoja de Decisión RCM		Sistema					Facilitador	Fecha				
Información de referencia	Evaluación de consecuencias	H1	H2	H3	Acción a falta de	Tarea	Intervalo	A realizarse por				
		S1	S2	S3								
		O1	O2	O3								
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4

Fuente: Moubray (2004).

Moubray (2004) explica la estructura del formato de hoja RCM la cual está dividida como se menciona: columnas F, FF y FM (función, falla funcional, modo de falla), determinan los modos de fallas, las 10 columnas siguientes hacen mención a las interrogantes del diagrama RCM.

1. H, S, E, O y N se utilizan para registrar las respuestas a las preguntas ligadas a las consecuencias de cada modo de falla.
2. H1, H2, H3 registran la selección de una tarea proactiva (tipo de tarea).
3. Las columnas H4 y H5, o S4 se utilizan para responder las preguntas “a falta de”.

Las 3 últimas columnas hacen el registro de tareas seleccionadas, el periodo con que se debe ejecutar y el nombre del responsable. La columna de tarea propuesta se utiliza para anotar si se necesita rediseño o cuando no necesita mantenimiento programado. (Moubray, 2004).

Diagrama de decisión de gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

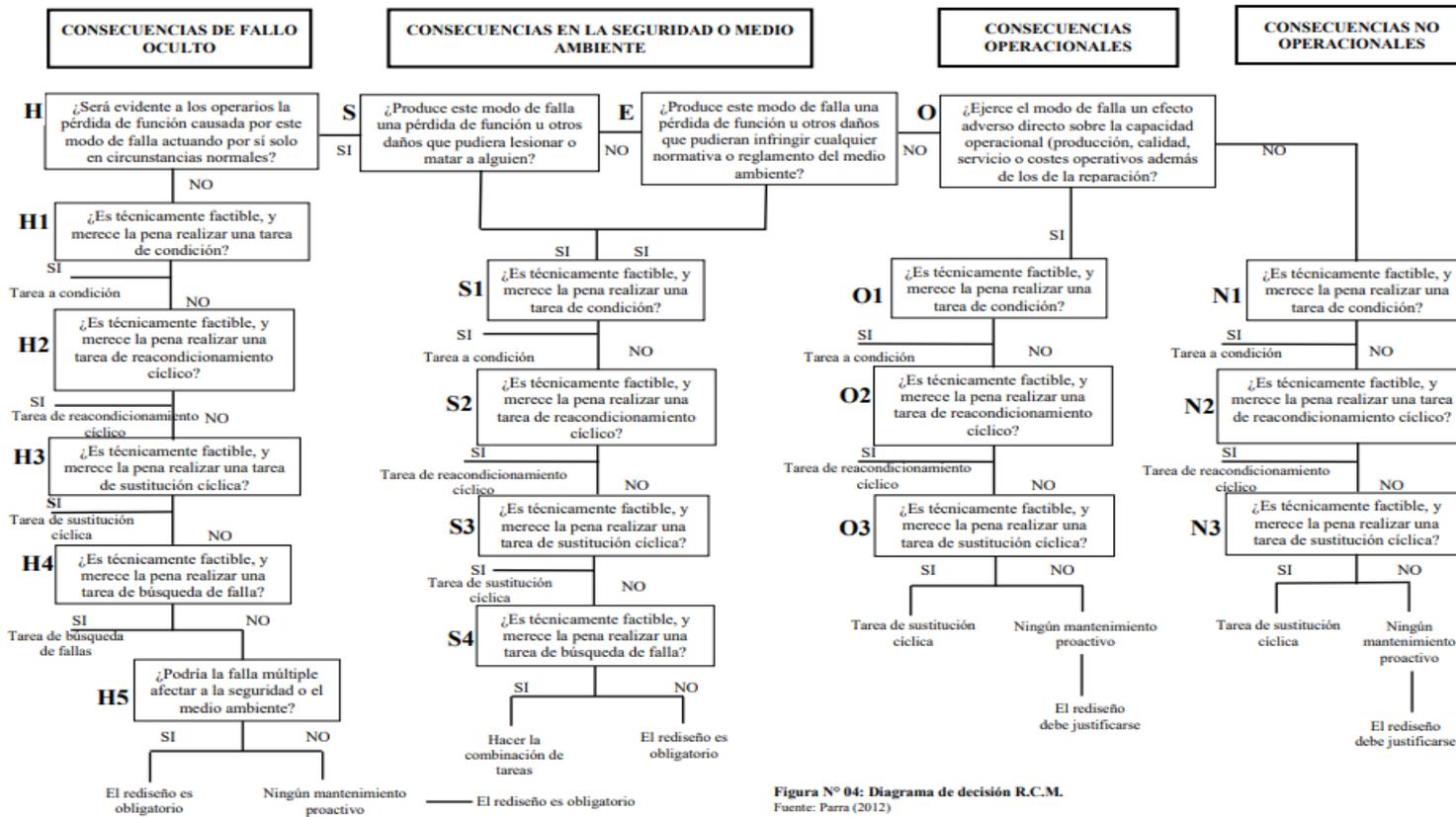


Figura Nº 04: Diagrama de decisión R.C.M.  
Fuente: Parra (2012)

Figura 1. Diagrama de decisión RCM.

Fuente: Moubray (2004).

### 1.3.2. Eficiencia

Para Gutiérrez y De la Vara, (2013) la eficiencia de un equipo/maquinaria resulta de la relación de los logros y los materiales que se emplean para mejorar la eficiencia se deben optimizar recursos y minimizar los tiempos muertos (desperdiciados) por fallas o paradas de equipos, falta de material, retrasos u otros factores.

#### 1.3.2.1. Medición de la eficiencia - OEE

El OEE (eficiencia general de los equipos) es un indicador % que se utiliza para calcular la eficiencia productiva de las maquinarias. Este ratio se emplea en las empresas para calcular el rendimiento y la productividad de la producción en las maquinarias y/o equipos que tienen gran influencia (Cruelles, 2012).

El OEE presenta diversas ventajas ya que es el único indicador que calcula en un solo ratio todos los parámetros dentro de producción: disponibilidad, rendimiento y calidad.

#### A. Cálculo de eficiencia en trabajos con máquinas: OEE.

Cruelles (2012) el OEE (“Eficacia Global de Equipos Productivos”) nos dice que es un indicador el cual permite medir la eficiencia productiva de la máquina, se clasifica de la siguiente manera:

*$E O O < 65\%$  : Inaceptable*

*$65\% < E O O < 75\%$  : Regular*

*$75\% < E O O < 85\%$  : Aceptable*

*$85\% < E O O < 95\%$  : Bueno*

*$E O O > 95\%$  : Excelente*

El OEE se determina con la siguiente fórmula:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

## 1. Disponibilidad

Según Cruelles (2012) la disponibilidad es el cociente del tiempo de operación de la maquina (TO) entre el tiempo que la maquina pudo haber estado operando. El tiempo que la maquina pudo estar operando (Tiempo planeado de operación TPO es igual al tiempo total menos los tiempos en los que no estaba planificado operar (paradas planificadas).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TO}}{\text{TPO}} \times 100\%$$

Donde:

TPO = tiempo total de trabajo – tiempo de paradas planificadas

TO = TPO – Paradas y/o averías.

La disponibilidad es un valor entre 1 y 0, por lo que se suele expresar en %.

## 2. Rendimiento

Cruelles (2010) define el rendimiento como el cociente de la producción real (total de unidades producidas), entre la capacidad productiva (tiempo de operación x velocidad máxima), para un periodo de producción determinado.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{* N}^\circ \text{ total de unidades}}{(\text{Tiempo de Operacion} / \text{Capacidad máxima})} \times 100\%$$

De acuerdo a que en la investigación analizamos el rendimiento de equipos de servicio de transporte la fórmula se adaptó a las necesidades de cálculo:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{(\text{Tiempo de Operacion} / \text{Cantidad total de entregas})} \times 100\%$$

Donde:

Tiempo ideal del ciclo = 1/Capacidad nominal

Capacidad nominal = (#entregas/horas)

Tiempo de Operación = TO

### 3. Calidad

La calidad se determina entre el cociente de total de unidades conformes y la producción total. El porcentaje de calidad se ve lastrado por re-trabajos o piezas defectuosas.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{* N}^\circ \text{ de unidades conformes}}{\text{* N}^\circ \text{ unidades totales}} \times 100\%$$

Ya que la investigación analiza la calidad de equipos de servicio de transporte, se optó por adaptar la fórmula.

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de entregas} - \text{N}^\circ \text{ entregas no conforme})}{\text{N}^\circ \text{ de entregas}} \times 100\%$$

#### 1.4. Formulación del problema.

¿La gestión del mantenimiento utilizando la herramienta RCM permitirá aumentar la eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. Lambayeque?

#### 1.5. Justificación e importancia del estudio.

La presente investigación se genera a raíz de la deficiente gestión de mantenimiento que la empresa Induamerica realiza a sus unidades vehiculares. Induamerica no realiza supervisiones técnicas de forma programada, además los talleres no cuentan con la logística adecuada ante cualquier falla del vehículo, lo que ha ocasionado en años anteriores diferentes problemas que afectan la rentabilidad y generan efectos en el medio ambiente por los gases y líquidos que eliminan las unidades.

Se pretende elaborar una propuesta de mejora en el mantenimiento utilizando el Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) herramienta que permitirá obtener una planificación y poder prevenir fallas sobre las unidades en el momento necesario y preciso, así se logrará minimizar los costos operacionales mejorando la eficiencia de cada vehículo ya que podrán operar sin imprevisto dando un mejor servicio al cliente, lo que originará mejoras económicas para una mejor rentabilidad que a su vez beneficiará a los trabajadores. Así mismo realizar entregas en los tiempos establecidos permitirá tener clientes satisfechos, por otra parte mantener vehículos en buen estado reduciría la emisión de gases como dióxido de carbono contribuyendo a proteger la capa de ozono y el medio ambiente.

## **1.6. Hipótesis**

Con la gestión de mantenimiento utilizando la herramienta RCM se aumenta la eficiencia de los vehículos de la Empresa Servicios Logísticos de Induamerica S.A.C. – Lambayeque.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos General**

Elaborar una propuesta de mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la eficiencia de los vehículos en la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. - Lambayeque.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- a) Diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento en los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.
- b) Identificar los principales problemas que presentan los vehículos durante su recorrido.
- c) Analizar la fiabilidad de los vehículos mediante la herramienta RCM.
- d) Determinar la eficiencia de los vehículos a través del coeficiente de eficiencia general de equipos (OEE).
- e) Elaborar el costo/beneficio de la propuesta para la gestión del mantenimiento.

**CAPITULO II:**  
**MATERIALES Y METODOS**

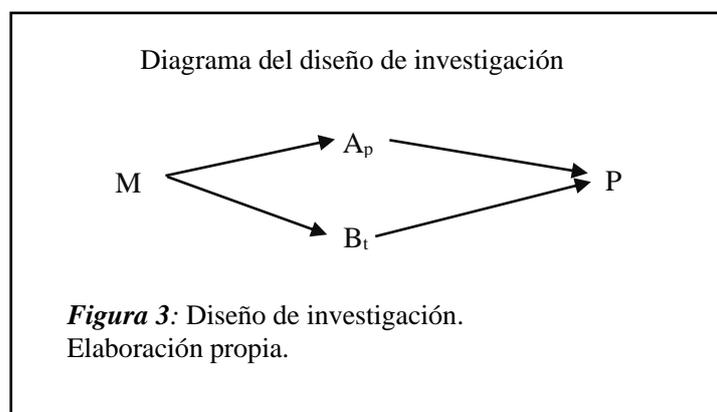
## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Basándonos en Bernal (2010) la investigación fue de tipo descriptiva ya que caracterizó los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C., así como las fallas que se presentaron e influyeron negativamente en el servicio y por consiguiente en la eficiencia. Propositiva, ya que se realizó una propuesta de mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la eficiencia en los vehículos en la empresa.

El diseño de la investigación fue no experimental, debido a que no se realizó manipulación deliberada de las variables, sino que se observaron cómo se desarrollan los hechos para posteriormente estudiarlos.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) fue de corte transversal, ya que este diseño recolectó información en un tiempo único. Se utilizó el diseño que se muestra en la figura 3.



Donde:

M: Muestra

Ap: Análisis de la problemática

Bt: Bases teóricas

P: Propuesta de investigación

## 2.2. Población y muestra

Bernal (2010) define la población como el grupo de elementos al que se direcciona la investigación. La población de la investigación estuvo formada por 112 unidades vehiculares de la empresa Induamerica que estuvieron en circulación y se encontraron en taller a la hora de aplicar la encuesta.

Según Ñaupas, Novoa, Mejía y Villagómez (2014) la muestra es el subconjunto de la población que se selecciona y de la cual se obtiene información para la investigación. Es la muestra donde se realizaran mediciones. Por lo tanto “es un subconjunto de la población que reúne características de todos los elementos de la población.” (p.246).

Para determinar la muestra se aplicó la fórmula para poblaciones finitas definida por Morales (2012) en su libro Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{e^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

N = Población (112)

p = 0.5

q = 0.5

e = error 5%

Z = 1.96

Nivel de confianza: 95%

n = muestra

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 112}{0.05^2 (112 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 87$$

Al aplicar la fórmula se obtuvo una muestra de 87 vehículos. El tipo de muestreo fue no convencional por conveniencia.

## 2.3. Variables, Operacionalización

**Variable independiente:** Gestión de Mantenimiento utilizando herramienta RCM.

**Variable dependiente:** Aumento de la Eficiencia.

### 2.3.1. Operacionalización

**Tabla 4**

*Operacionalización de variable independiente*

Variables	Dimensión	Sub - dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<b>Variable Independiente</b> Gestión del mantenimiento utilizando la Herramienta RCM	Planificación	Diagnóstico	Tiempo total de trabajo (operativos)	Observación	Guía de observación
			Tiempo de paradas programadas		
			Tiempo de paradas no programadas (inoperativos)		
			Nº de paradas inesperadas (Fallas)		
	Objetivos	Objetivos	Nº de entregas totales	Análisis documental	Guía de análisis documental
			Nº de entregas no conformes		
			Tiempo promedio de reparación		
Demanda de recursos	Personal requerido	Repuestos necesarios	Encuesta	Cuestionario	
		Materiales y equipos requeridos			
Plan del mantenimiento	Plan de gestión de mantenimiento		Entrevista	Guía de entrevista	
Ejecución	Ejecución del Plan (RCM)	Cronograma de actividades de mantenimiento			
Control	Verificación del logro	Nº de tareas ejecutadas			
		Nº de mantenimiento realizados			
		Eficiencia de vehículos			
		Disponibilidad de vehículos			
		Costo/Beneficio			

Elaboración propia.

**Tabla 5***Operacionalización de variable dependiente*

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Sub - dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Variable Dependiente</b> Aumento de la Eficiencia	Eficiencia	OEE – (Eficacia Global de Equipos Productivos)	Disponibilidad	Análisis documentario	Guía de análisis documentario
			Rendimiento		
			Calidad		

Elaboración propia.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Según Bernal (2010) se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos para la investigación.

**Tabla 6**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Informantes</b>
Observación	Guía de observación	Investigador
Encuesta	Cuestionario	Conductor
Entrevista	Guía de entrevista	Jefe de mantenimiento
Análisis documental	Check List.	Conductor

Elaboración propia.

En esta investigación se emplearon técnicas para la recolección de datos como la observación, encuesta, entrevista y análisis documental.

La aplicación de la encuesta y la información recolectada además del check list a los vehículos permitieron recolectar información seleccionada por el investigador, al igual que la entrevista al jefe de mantenimiento para posteriormente ser procesada y presentada en tablas y gráficos estadísticos.

### **Validez**

Según Hernández et al. (2014) “la validez indica el grado de verdad que el instrumento pretende medir” (p.200). La validez del cuestionario estuvo a cargo de la evaluación de 3 expertos en el tema.

### **Confiabilidad**

El coeficiente de confiabilidad entre las variables se determinará a través de la siguiente tabla propuesta por George y Mallery (2003).

**Tabla 7**

*Coefficiente de fiabilidad*

<b>Coefficiente</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Calificación</b>
Alfa de Cronbach	>0.9-1	“Excelente”
	>0.8	“Bueno”
	>0.7	“Aceptable”
	>0.6	“Cuestionable”
	>0.5	“Pobre”
	<0.5	“Inaceptable”

Fuente: George y Mallery (2003)

Se utilizó la técnica alfa de Cronbach, cuyos resultados se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8.**

*Estadísticos de fiabilidad aplicada a instrumento de investigación.*

<b>Estadísticos de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	Total de elementos
0.745	18

Fuente: Programa Estadístico SPSS 22

Elaboración propia.

En la tabla 8 el estadístico Alfa de Cronbach fue 0.745 aplicado en 18 elementos y a una población de 87 vehículos, lo que representa una calificación “aceptable” para aplicar del instrumento.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Aplicados los instrumentos de recolección los datos a choferes, jefes y unidades vehiculares; posteriormente la información se procesó y validó para luego ser analizada y presentada, para ello se utilizó el programa Microsoft Excel y SPSS 21.

## 2.6. Aspectos éticos

**Tabla 9**

*Aspectos éticos de la investigación*

<b>Aspectos éticos</b>	
Consentimiento informado.	Se solicitó la participación voluntaria de los trabajadores para brindar información que sea necesaria para la investigación, a la vez se reconoció los derechos y obligaciones de los participantes sin generar un perjuicio moral.
Manejo de riesgos.	Se dio a conocer a la empresa Induamerica que los resultados de investigación no generarán ningún daño a su representada.
Originalidad	La investigación siguió un riguroso proceso de evaluación respetando y citando bajo el estilo APA.

Elaboración propia en base a Noreña, Alcaraz, Rojas, y Rebolledo (2012).

## 2.7. Criterios de rigor científico

Noreña (2012) señala como criterios de investigación los siguientes:

- a) Confiabilidad: los resultados de la investigación son válidos ya que siguieron el método científico y la estadística descriptiva.
- b) Validez: los instrumentos aplicados en la investigación pasaron por la revisión de expertos además del alfa de Combrach.
- c) Aplicabilidad: el resultado de la investigación puede ser aplicado en otras organizaciones con realidades problemáticas similares.
- d) Autenticidad: lo investigado es digno de credibilidad ya que cuenta con la originalidad del autor.

**CAPITULO III:**  
**RESULTADOS**

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 Diagnósticos de la empresa**

##### **3.1.1. Información general.**

Induamerica Servicios Logísticos S.A.C., es una empresa de operación logística, dedicada al transporte de mercadería a nivel nacional y pertenece al grupo INDUAMERICA fundado en 2003 por las familias Perales Huancaruna y Mundaca Cardozo, empresarios que se han dedicado a nivel nacional a la industria del arroz desde 1997.

Producto del crecimiento de la industria arrocera el grupo diversificó sus inversiones creando en 2004 su empresa logística llamada Marios Transportes S.A.C., que más adelante pasaría a Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. En la actualidad la empresa de logística mantiene locales en Lima, La Libertad, Piura y Lambayeque; en el departamento la empresa se ubica en la carretera Panamericana Norte - Km. 775, costado del molino Lambayeque.

La empresa en Lambayeque mantiene 112 unidades vehiculares de las marcas Hino, International, Mack, Freightliner, las cuales tienen a disposición 1 chofer y 1 copiloto.

##### **a) Representantes legales.**

Perales Huancaruna Sixto – Gerente general.

Mendoza Díaz César Humberto – Apoderado

Rioja Vallejos Suzzette Jossie – Gerente.

b) **Sucursales/ Oficinas.**

**Tabla 10**

*Sucursales/Oficinas de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

	<b>Dirección</b>	<b>Tipo</b>
1	Car. Panamericana Norte Km. 664 / La Libertad – Pacasmayo.	Sucursal
2	Car. Panam Norte Int. A Km. 775 / Lambayeque.	Principal
3	Pj. Real n° 120 Mdo. Productores Santa Anita / Lima - Santa Anita.	Sucursal
4	Coloniz. Las Vertientes Lote. 06 Mz. II / Lima - Villa El Salvador	Sucursal
5	Car. Piura-Paita Fundo Bello Km. 4. S/N Coscomba / Piura - Piura – Piura	Sucursal

Fuente: Área de operaciones - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.

c) **Misión y Visión**

**Visión:** Ser líder en soluciones logísticas para diversos sectores productivos.

**Misión:** Somos un equipo profesional realizando operaciones logísticas y oportunas, orientados a superar las expectativas de nuestros clientes.

d) **Valores**

**Honestidad:** Actúa y promueve todos sus actos

**Lealtad:** Prioriza la fidelización con sus clientes.

**Responsabilidad:** Asumen compromisos.

**Calidad:** Promueve eficiencia y eficacia en las actividades satisfacer clientes y colaboradores.

**Trabajo en equipo:** Reúne ideas y esfuerzos de miembros de la empresa para el logro de objetivos.

**Flexibilidad:** Asumen riesgos y aprovechan oportunidades.



### 3.1.2. Descripción del servicio

Induamerica Servicios Logísticos S.A.C., es el operador logístico del grupo Induamerica dedicado al transporte de carga en camiones en territorio nacional. Induamerica cuenta con unidades de carga para el traslado de productos como perecibles como arroz, carga paletizada, carga a granel sólida, fierro, rieles, tubos, insumos como caliza, conchuela, carbón antracita, puzolana, entre otros. La empresa tiene una oficina que realiza monitoreo y seguimiento a los vehículos para supervisar su llegada a destinos establecidos.

**Tabla 11**

*Procedimiento de transporte de carga de Induamerica servicios logísticos S.A.C.*

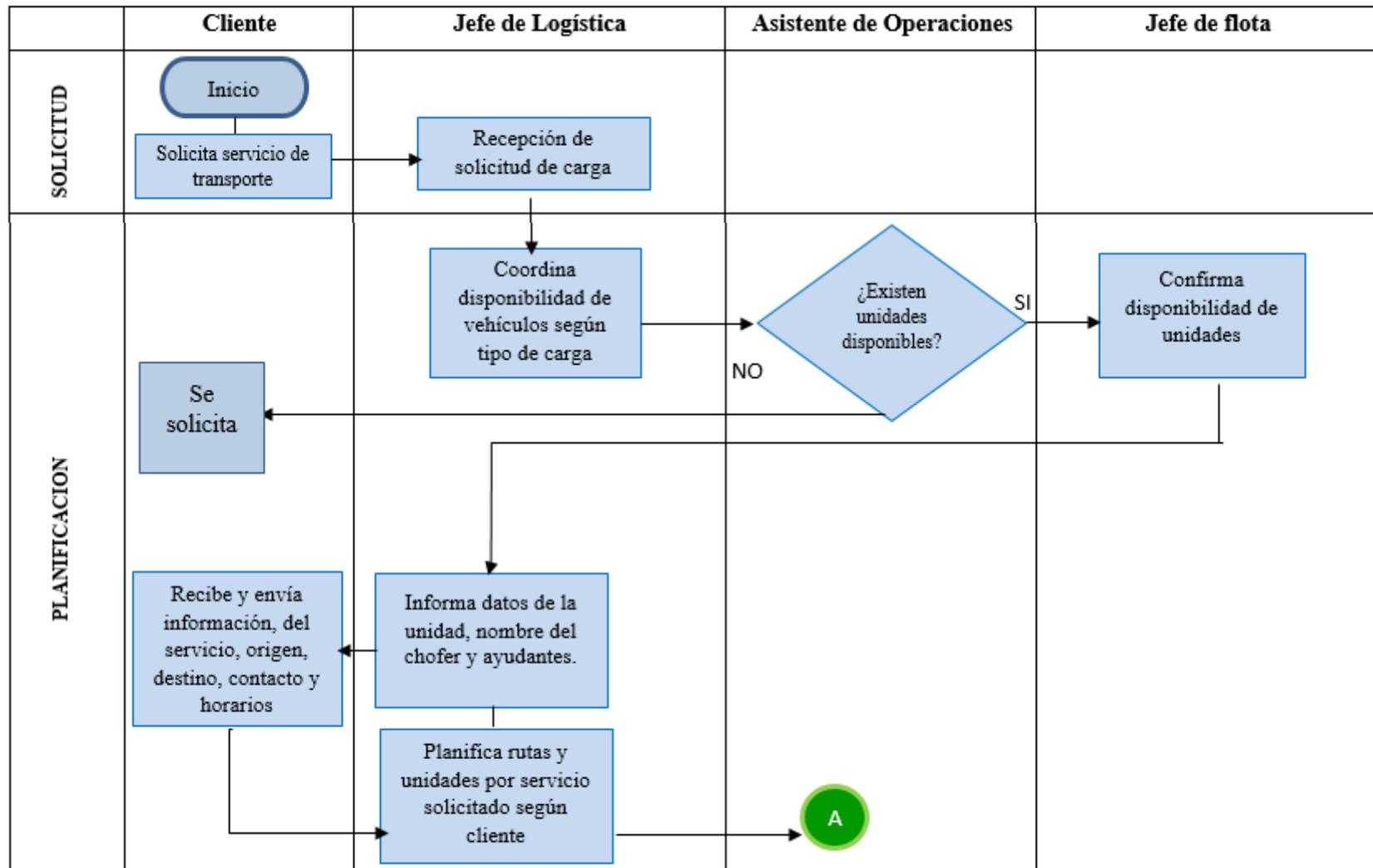
Nº	Actividad	Descripción	Responsable	
<b>Solicitud</b>				
a.	Solicitud de servicio	Se hace la solicitud vía email, teléfono e indica información necesaria.	El cliente.	
b.	Recibe solicitudes de servicio	Recibe solicitudes vías correo o teléfono de servicios que los clientes requieren	Jefa de Operaciones Comercial.	y
<b>Planificación</b>				
a.	Coordinación de recursos.	Se coordinan los recursos según el tipo de servicio a ofrecer en coordinación con la empresa.	Jefa de Operaciones Comercial.	y
b.	Confirma disponibilidad de recursos.	Confirma disponibilidad y datos de la unidad destinada según tipo de servicio.	Jefa de Operaciones Comercial.	y
c.	Informar los datos de la unidad asignada.	Ofrecer información de: placa del vehículo, nombre del chofer, brevete, DNI de los ayudantes a los clientes	Jefa de Operaciones Comercial	y
d.	Transmitir información del servicio solicitado.	Verificar punto de origen y destino, personal de contacto, horario de atención.	El cliente.	
e.	Planificar rutas del servicio y unidades	Realiza itinerario de servicio y rutas de los servicio solicitados por cada cliente.	Jefa de Operaciones Comercial	y
f.	Aplicar seguimiento de unidades.	Se realiza un monitoreo a unidades y el estado de las entregas, de acuerdo a la ruta.	Asistente de Operaciones	de
g.	¿Se terminó con el servicio?	Dar conformidad de entrega y se informa la culminación del servicio o si las unidades de transporte traen devoluciones.	Asistente de Operaciones	de

h.	Confirmación operativa del servicio	Informa al cliente de cargas entregadas conforme, así como las devoluciones y se coordina el tratamiento respectivo.	Asistente de Operaciones
<b>Cierre</b>			
a.	Informe documentario de los servicios entregados.	Se recibe y revisa todas las guías, servicios realizados que cuenten con el V°B° respectivo de recibido conforme.	Jefe de finanzas.
b.	Facturación del servicio al cliente	Se emiten las facturas respectivas por los servicios realizados según la cotización mutuo acuerdo.	Jefe de finanzas.
c.	Entrega de facturas físicas	Hacer entrega de facturas física al cliente por servicio realizado.	Jefe de finanzas.
d.	Cobro por servicio.	Coordina con el cliente sobre los pagos del servicio.	Jefe de finanzas.
e.	Pago del servicio realizado	Según acuerdo y cotizaciones	Cliente.
f.	Registro de facturas a contabilidad	Registra las facturas de compra (proveedor) y venta (cliente) y las envía al contador.	Jefe de Administra

Fuente: Área de planificación - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.

Las figuras 5, 6 y 7 presentan los flujogramas del proceso detallando las etapas del servicio: planificación, ejecución y cierre.

**Flujograma del servicio de transporte de carga de Induamerica servicios logísticos S.A.C.**



**Figura 5.** Flujograma del servicio de transporte de carga / Solicitud - Planificación  
Elaboración propia

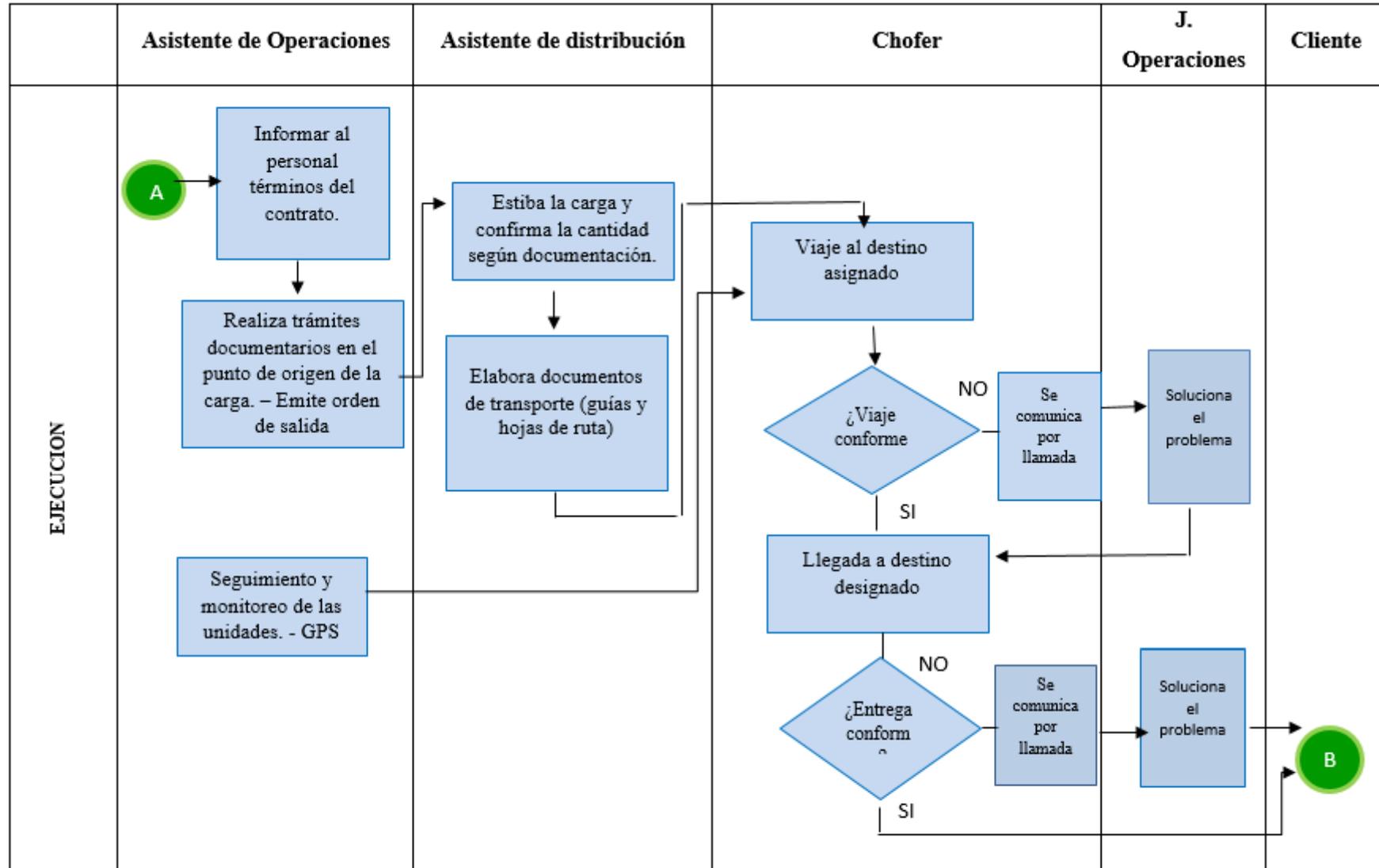
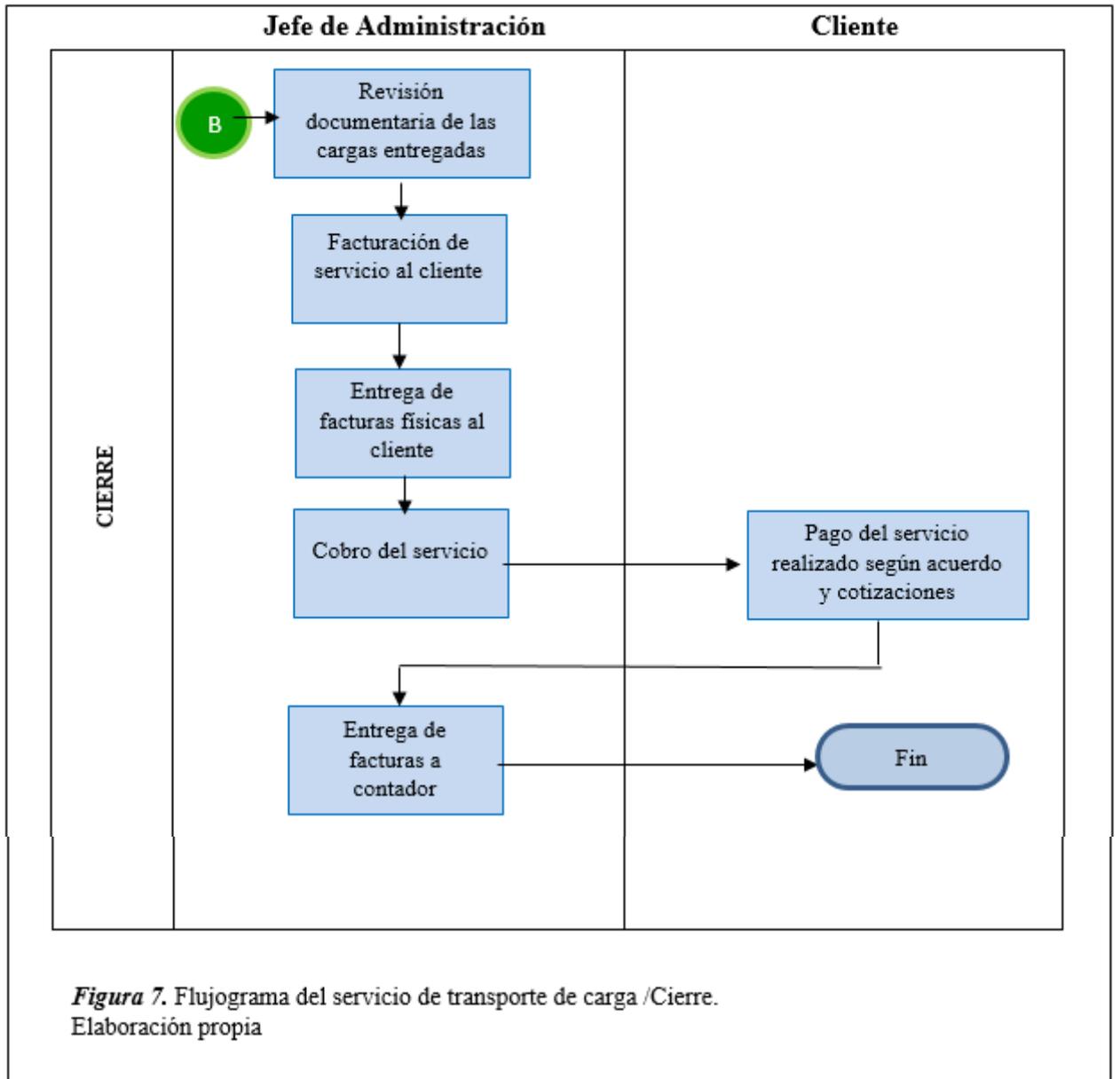


Figura 6. Flujograma del servicio de transporte de carga / Ejecución.  
Elaboración propia



### **3.1.3. Análisis de la problemática**

La empresa presentó deficiencias en el servicio de traslado ya que frecuentemente se originan paradas por fallas mecánicas o eléctricas lo que origina retrasos, costos y malestar en los clientes, estas deficiencias se presentaron ya que no se realizó supervisiones técnicas en unidades siguiendo un mantenimiento planificado. Por su parte se tiene un taller para reparaciones menores pero no cuenta con los equipos, repuestos y accesorios necesarios. Por otra parte los talleres zonales no mantienen la logística necesaria ante cualquier falla del vehículo; además parte del personal no está capacitado para detectar y atender fallas. Todo esto ha generado en los últimos años diversos problemas que afectan la eficiencia de unidades, rentabilidad de la empresa y medio ambiente debido a elementos tóxicos que eliminan los vehículos.

### 3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos

#### A) Resultados de la aplicación de la encuesta

A continuación, se presentan los resultados aplicada a 87 conductores.

**Tabla 12**

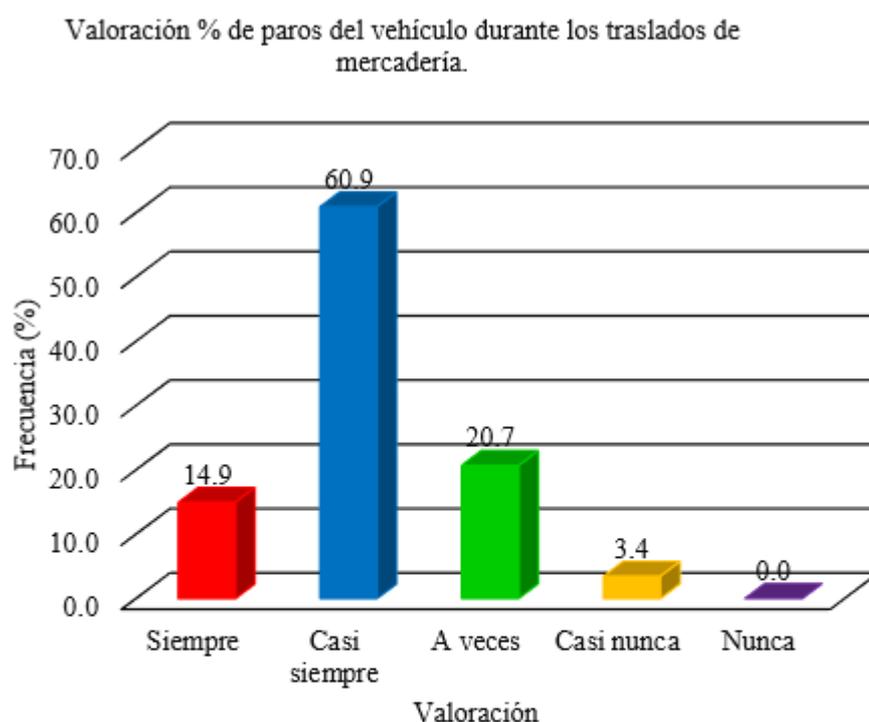
*Valoración % sobre documentación en regla del vehículo.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	80	92.0%	92.0%	92.0%
Casi siempre	7	8.0%	8.0%	100.0%
A veces	0	0.0%	0.0%	100.0%
Casi nunca	0	0.0%	0.0%	100.0%
Nunca	0	0.0%	0.0%	100.0%
Total	87	100.0%	100.0%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Según los conductores encuestados el 92% y 8% manifiestan que siempre y casi siempre las unidades cuentan con la documentación en regla para poder circular y hacer efectivos envíos a diversos destinos.



**Figura 8.** Según el 61% y 15% casi siempre y siempre se originan paradas inesperadas durante el recorrido de vehículos, debido a que no se aplique una inspección antes de partir. Así mismo el 21% considera que los paros inesperados de vehículos se dan algunas veces, mientras que el 3% considera que casi nunca existen paros.

Fuente: Encuesta aplicada a los conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

**Tabla 13**

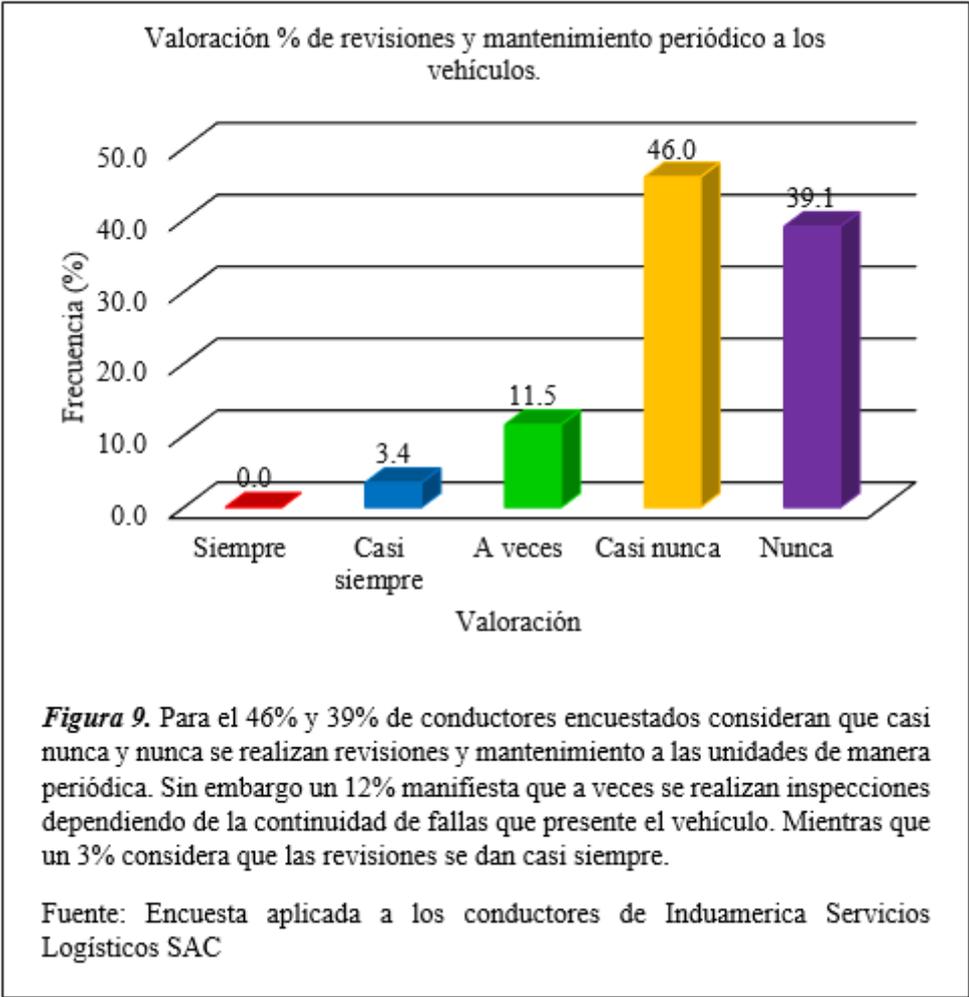
*Valoración % de inspecciones a sistemas del vehículo antes de circular.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	3	3.4%	3.4%	3.4%
Casi siempre	0	0.0%	0.0%	3.4%
A veces	4	4.6%	4.6%	8.0%
Casi nunca	55	63.2%	63.2%	71.3%
Nunca	25	28.7%	28.7%	100.0%
Total	87	100%	100.0%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Para el 63% y 29% de conductores encuestados manifiesta que casi nunca y nunca se realizan inspecciones a todos los sistemas de los vehículos antes de salir a realizar un servicio. Sin embargo para el 5% las inspecciones se realizan a veces dependiendo de las dificultades de arranque del vehículo o fallas presentadas en algún sistema mayormente esto responde a que los vehículos con mayor antigüedad son los que presentan mayor falla y están en constante reparación a diferencia de los adquiridos recientemente. Así mismo el 3% manifiesta que siempre se realizan inspecciones.



**Tabla 14**

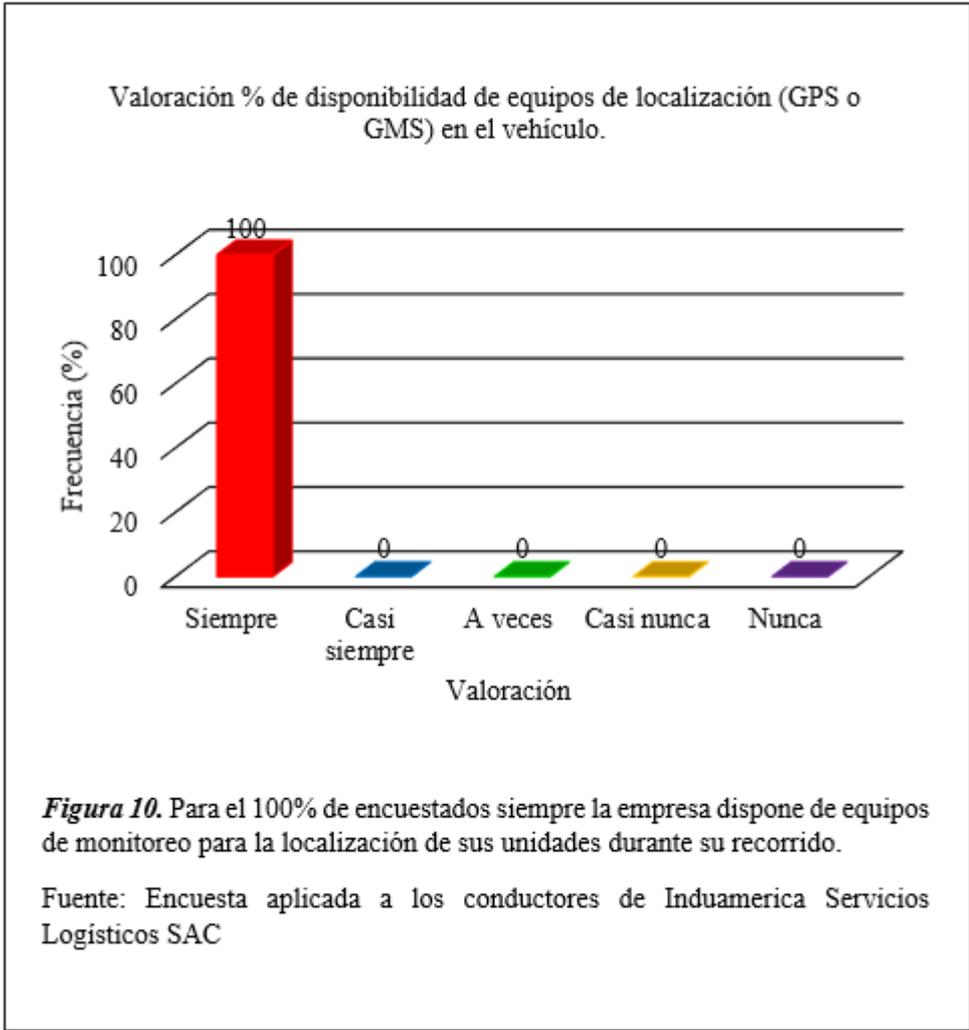
*Valoración % de documentación para registrar tareas de mantenimiento.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	0	0.0%	0.0%	0.0%
Casi siempre	0	0.0%	0.0%	0.0%
A veces	15	17.2%	17.2%	17.2%
Casi nunca	2	2.3%	2.3%	19.5%
Nunca	70	80.5%	80.5%	100.0%
Total	87	100%	100%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Según el 81% y 2% de conductores encuestados casi nunca y nunca han notado o verificado que exista una documentación para registrar las tareas de mantenimiento que se aplica al vehículo; mientras tanto un 17% afirma que a veces se realiza registros luego de inspeccionar unidades.



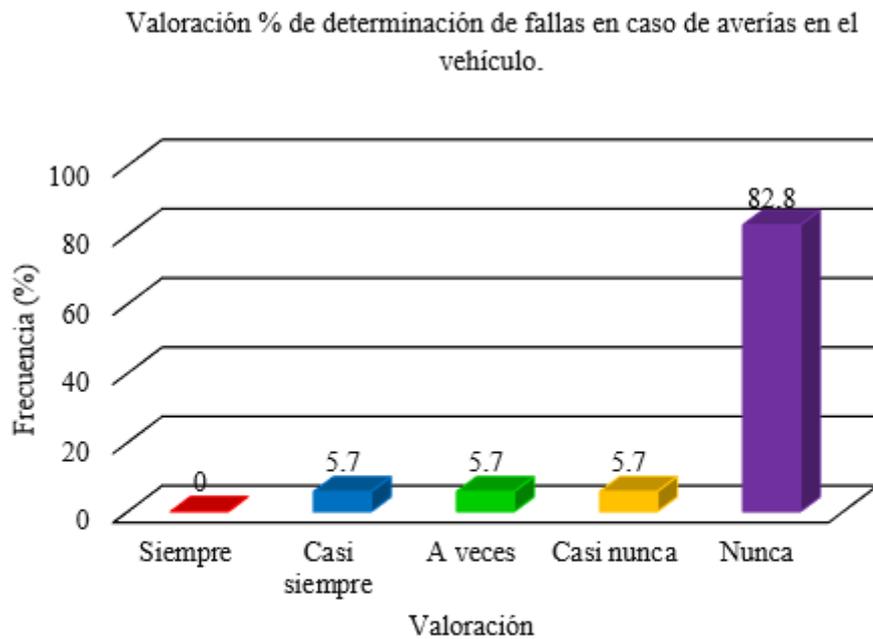
**Tabla 15***Valoración % de disponibilidad de herramientas básicas para solucionar fallas.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	35	40.2%	40.2%	40.2%
Casi siempre	0	0.0%	0.0%	40.2%
A veces	0	0.0%	0.0%	40.2%
Casi nunca	25	28.7%	28.7%	69.0%
Nunca	27	31.0%	31.0%	100.0%
Total	87	100.0%	100.0%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** El 40% de choferes manifiestan que las unidades siempre disponen de herramientas de mecánica que les permita en cualquier ocasión poder solucionar fallas menores a partir de paradas inesperadas; mientras tanto un 31% y 29% afirman que en algunos vehículos nunca y casi nunca se tienen herramientas para poder reparar alguna falla detectada.



**Figura 11.** Según el 83% y 6% de conductores nunca y casi nunca pueden determinar fallas eléctricas o mecánicas, mientras un 6% considera que en ocasiones si han podido determinar las fallas o la causa de la falla presentada, otro 6% considera que casi siempre pueden determinar las fallas en sus vehículos por la experiencia y conocimientos que cuentan.

Fuente: Encuesta aplicada a los conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

**Tabla 16**

*Valoración % de nivel de capacitación técnica para solucionar las fallas menores.*

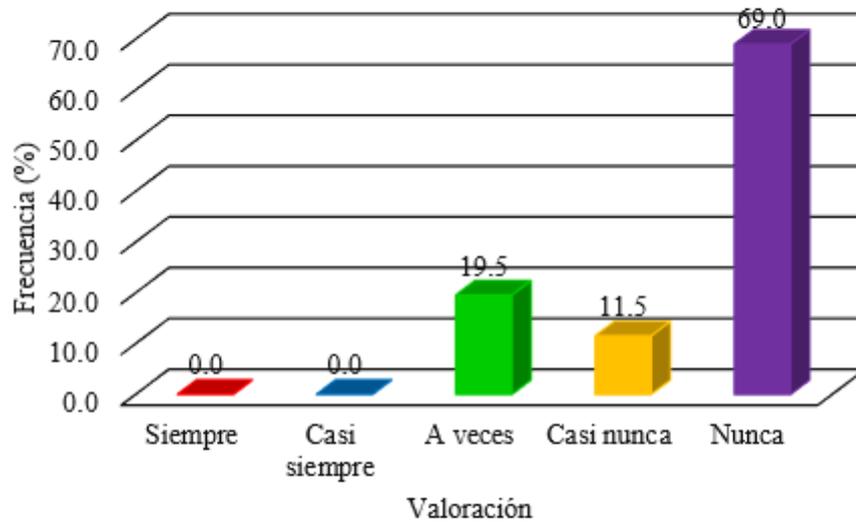
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	0	0.0%	0.0%	0.0%
Casi siempre	4	4.6%	4.6%	4.6%
A veces	6	6.9%	6.9%	11.5%
Casi nunca	6	6.9%	6.9%	18.4%
Nunca	71	81.6%	81.6%	100.0%
Total	87	100.0%	100.0%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Según el 82% y 7% de conductores nunca y casi nunca han podido dar solución a fallas ya que no cuentan con la capacitación técnica requerida, un 6% lo puede determinar algunas veces; mientras que un 5% las puede determinar casi siempre ya que tienen la capacitación técnica requerida para poder solucionar fallas mecánicas durante alguna parada no prevista.

Valoración % de nivel de mantenimiento correcto que se le aplica al vehículo.



**Figura 12.** Según el 69% y 12% de conductores el nivel mantenimiento que se aplica a los vehículos nunca y casi nunca es adecuado, mientras que para el 20% a veces la empresa Induamerica Servicios Logísticos a través del área de mantenimiento ha venido aplicando un mantenimiento correcto a sus vehículos y de manera eficiente.

Fuente: Encuesta aplicada a los conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

**Tabla 17**

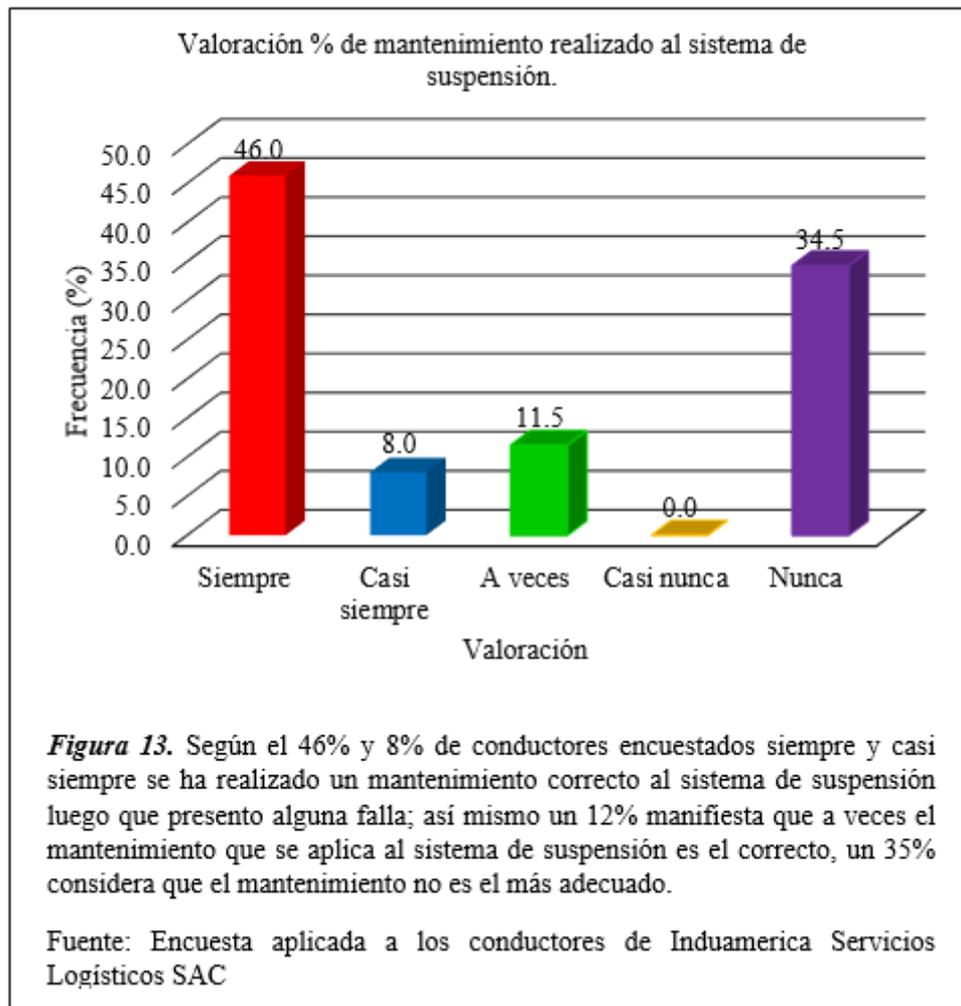
*Valoración % de control diario de recorrido y consumo de combustible.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	70	80.5%	80.5%	80.5%
Casi siempre	5	5.7%	5.7%	86.2%
A veces	12	13.8%	13.8%	100.0%
Casi nunca	0	0.0%	0.0%	100.0%
Nunca	0	0.0%	0.0%	100.0%
Total	87	100.0%	100.0%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Para los 87 conductores encuestados, el 81% y 6% manifiestan que siempre y casi siempre se lleva un registro del recorrido diario y consumo de combustible de los vehículos. Mientras que para el 14% a veces se realiza el control dependiendo de la zona a donde está dirigido el servicio de carga.



**Tabla 18**

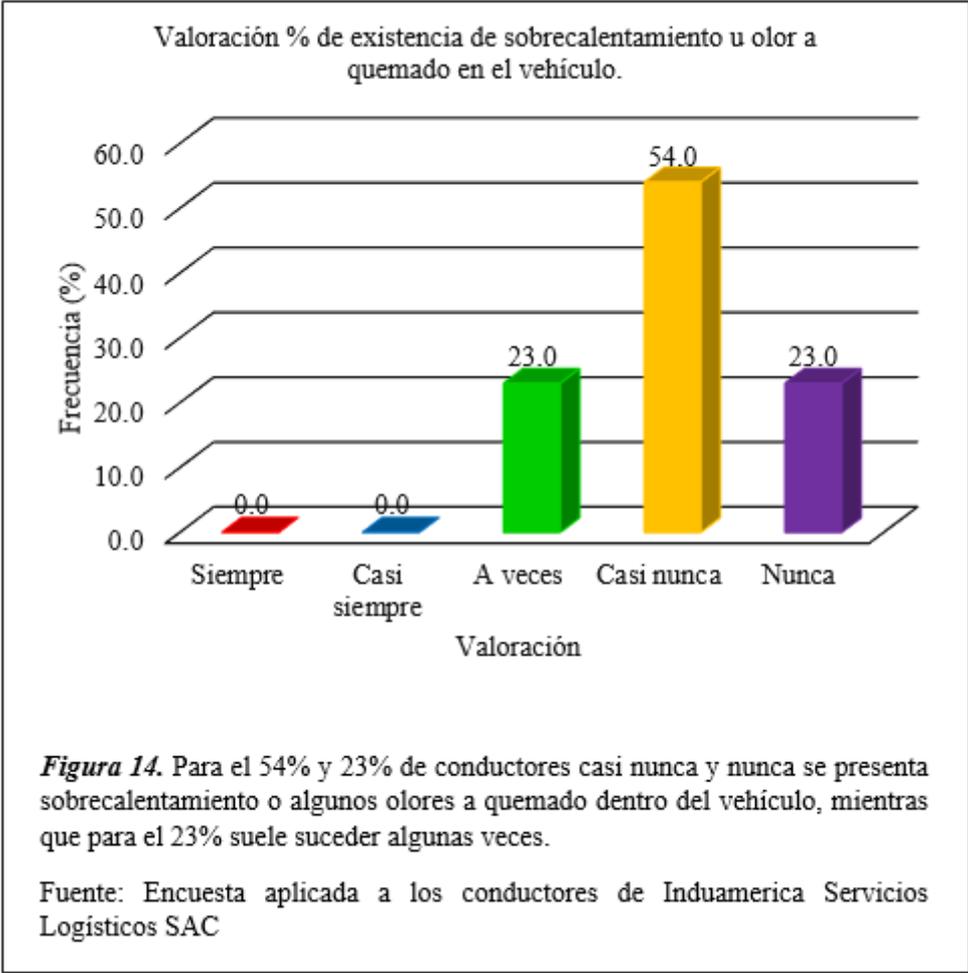
*Valoración % de revisión y cambios de filtros del sistema de ventilación.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	41	47.1%	47.1%	47.1%
Casi siempre	16	18.4%	18.4%	65.5%
A veces	0	0.0%	0.0%	65.5%
Casi nunca	0	0.0%	0.0%	65.5%
Nunca	30	34.5%	34.5%	100.0%
Total	87	100.0%	100.0%	

*Fuente:* Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Según el 47% y 18% de conductores afirman que siempre y casi siempre se revisan y cambian los filtros del sistema de ventilación, siempre y cuando exista algún desperfecto que no permita el desempeño normal del vehículo. Así mismo un 30% considera que casi nunca se realizan los cambios, es por ello que se originan algunos de las fallas en el recorrido.



**Tabla 19**

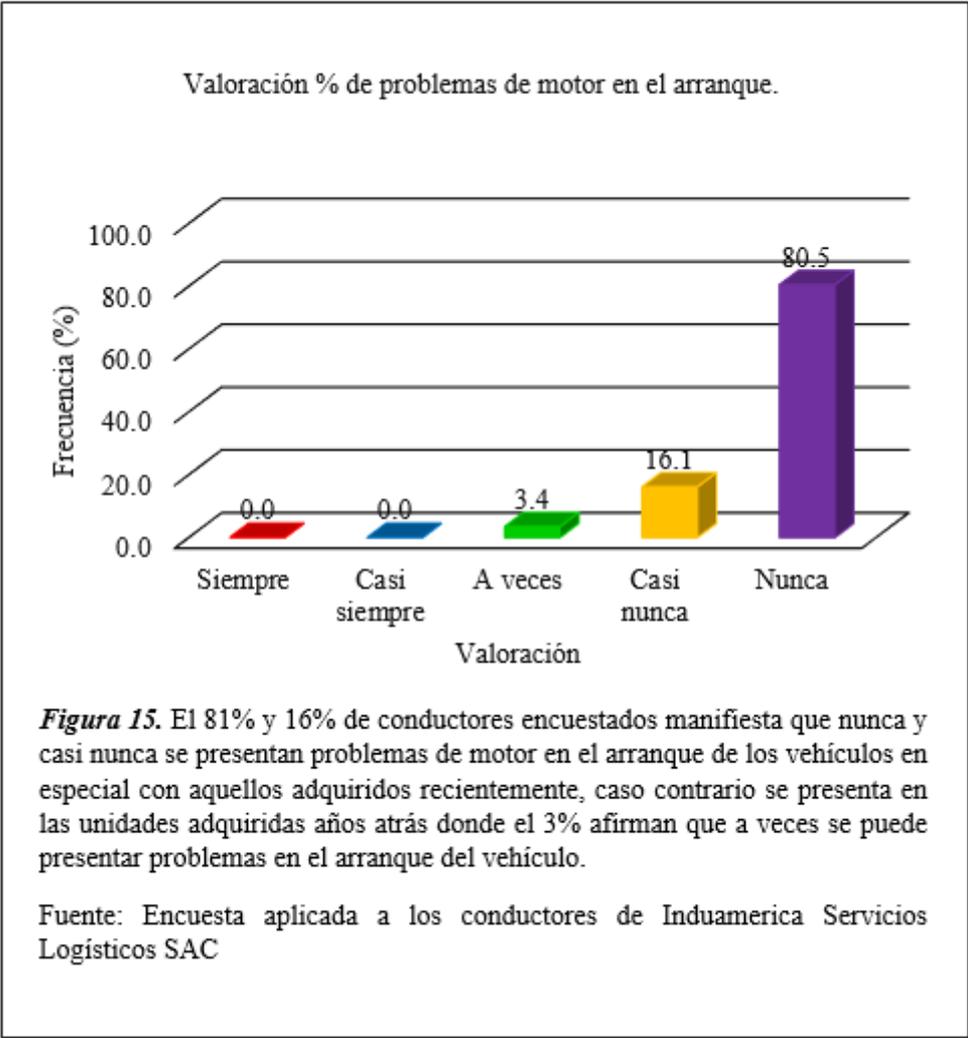
*Valoración % de fuga de líquidos en el vehículo.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	0.0	0.0%	0.0%	0.0%
Casi siempre	0.0	0.0%	0.0%	0.0%
A veces	25.0	28.7%	28.7%	28.7%
Casi nunca	32.0	36.8%	36.8%	65.5%
Nunca	30.0	34.5%	34.5%	100.0%
Total	87.0	100.0%	100.0%	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** De los 87 conductores encuestados, un 37% y 36% de conductores manifiesta que casi nunca y nunca se presentan fugas de líquidos durante los trayectos, mientras que un 29% afirma que a veces se presentan problemas de fugas de líquidos durante los recorridos.



**Tabla 20**

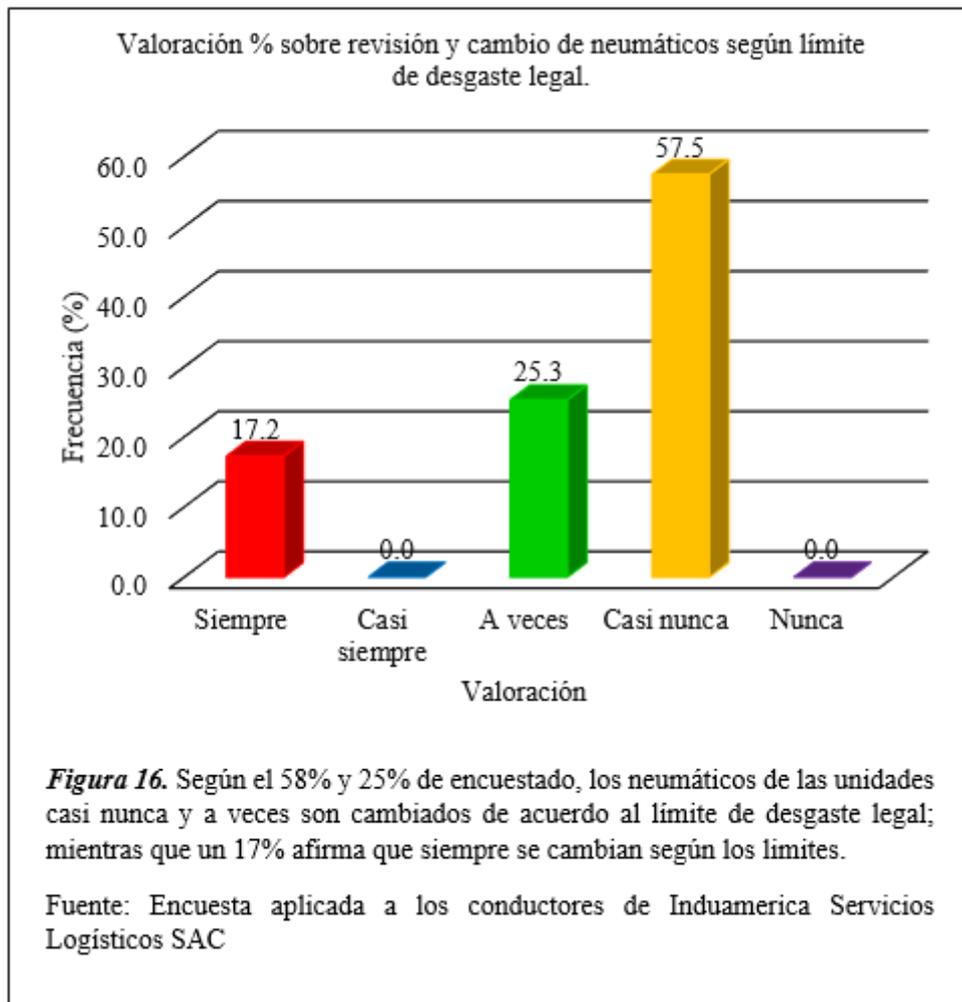
*Valoración % de condición de los frenos en el vehículo.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Siempre	80	92.0	92.0	92.0
Casi siempre	0	0.0	0.0	92.0
A veces	7	8.0	8.0	100.0
Casi nunca	0	0.0	0.0	100.0
Nunca	0	0.0	0.0	100.0
Total	87	100.0	100.0	

Fuente: Encuesta aplicada a conductores de Induamerica Servicios Logísticos SAC

Elaboración propia.

**Interpretación:** Para el 80% de conductores los frenos de los vehículos siempre están en buenas condiciones, mientras que para el 12% se deben realizar algunos ajustes en los frenos.



## **B) Resultado de entrevista.**

A continuación se presenta los resultados de la entrevista al jefe de departamento de mantenimiento de Induamerica Servicios Logísticos SAC. (Ver anexo 2).

**Nombre y apellidos:** Joel Oasis Cabrera Riquelme – Ingeniero Mecánico Electricista.

**Tiempo de servicio en el cargo:**

**Jefe de Mantenimiento**

Ene. 2016 – Actualidad

**Coordinador de Mantenimiento**

Jul. 2012 – dic. 2015

Resultados de Ítems.

**1. ¿Los vehículos son sometidos a inspecciones antes de partir a su destino?**

No; ya que generalmente se inspeccionan cuando presentan fallas; además los vehículos están en constante circulación; sin embargo sería recomendable inspeccionarlos para evitar cualquier falla u accidente durante su recorrido.

**2. ¿Se asignan vehículos de acuerdo a la zona geográfica de destino?**

No, debido a que contamos con una flota que ha sido seleccionada según el tipo de cargamento que más se solicita transportar. Actualmente se están coordinando con directorio adquirir vehículos con características que se adapten al terreno de envío.

**3. ¿En la asignación de vehículos se considera el grado de capacidad y experiencia del chofer?**

Sí; ya que generalmente se evalúa el currículum que presenta, además del record de reportes de infracciones que mantenga.

**4. ¿Induamerica cuenta con departamento de mantenimiento y talleres para sus vehículos en distintos puntos donde lleva su mercadería?**

Sí; la empresa mantiene talleres para cualquier eventualidad en 4 zonas: Lambayeque, Piura, Lima (2) y La Libertad.

**5. ¿Induamerica cuenta con planes para ejecutar el mantenimiento de sus vehículos?**

No, generalmente las inspecciones que se aplican a los vehículos son a partir de fallas que presenten.

- 6. ¿Se cuenta con personal calificado para realizar trabajos de mantenimiento de forma técnica/ eficaz?**

Sí, actualmente contamos con profesionales a cargo de las supervisiones; además de personal técnico de mantenimiento de Senati.
- 7. ¿Se tiene registro del tiempo promedio que se mantiene inoperativo un vehículo por fallas?**

Sí; ya que generalmente se hace ante estos eventos es emitir una orden de inoperatividad del vehículo.
- 8. ¿El personal del taller está capacitado para solucionar cualquier tipo de fallas o averías?**

Sí; la empresa mantienen personal calificado en sus talleres.
- 9. ¿Los talleres cuentan con los recursos necesarios para realizar un trabajo correcto de mantenimiento?**

No; sin embargo contamos con autopartes que en ocasiones son necesarias. Lo recomendable es que se aumente el stock de repuestos y no esperar fallas para emitir una orden de pedido a logística.
- 10. ¿La entrega de repuestos y suministros para mantenimientos son siempre a tiempo?**

No; generalmente los retrasos se toman unos días dependiendo del tipo de empresa proveedora, vehículo y repuesto solicitado.
- 11. ¿Cuenta con registro sobre la frecuencia y tipo de fallas mecánicas?**

No, existe un registro centrado específicamente en las fallas, sin embargo el personal conoce que la mayoría de fallas presentes son fallas en el compresor de aire, brequeada, problemas con el arrancador, bolsas de aire, fallas eléctricas.
- 12. ¿Induamerica considera el impacto ambiental que producen los residuos sólidos y líquidos de sus vehículos?**

Sí; mantenemos un compromiso con el medio ambiente por lo cual evitamos reducir cualquier elemento que pueda ser contaminante.
- 13. ¿Se tienen software para el control, registro y planes de mantenimiento de los vehículos?**

No, actualmente todo registro se hace en hojas de cálculo; aunque ya se está solicitando programas con especificaciones en temas de mantenimiento logístico de flotas como es el Sistema de Gestión Integrado – SGI.

### **Comentario de entrevista:**

Para el jefe del área de mantenimiento los vehículos son asignados de acuerdo tipo de cargamento y al tipo de licencia y experiencia del conductor, además a la zona geográfica que envían. En su mayoría los vehículos son inspeccionados en el momento que presentan una falla por ello cuentan con talleres en 4 zonas: Lambayeque, Piura, Lima (2) y La Libertad, la deficiencia que presentan estos talleres es no contar en ocasiones con los repuestos o autopartes en el momento preciso, ya que tiende a demorar. La empresa mantiene personal técnico calificado para las supervisiones. Generalmente se tiene un registro del tiempo que el vehículo está inoperativo, además el personal conoce la mayoría de fallas presentes. Induamerica actualmente no cuenta con un software para el control, registro y planes de mantenimiento, actualmente todo registro se hace en hojas de cálculo; aunque ya se está solicitando programas con especificaciones en temas de mantenimiento logístico de flotas como es el Sistema de Gestión Integrado – SGI.

### **C) Resultados de guía de observación**

Se realizó la aplicación de la guía de observación en el taller zonal de Lambayeque ubicado en carretera Panamericana Norte Int. A Km. 775 / Lambayeque, como se muestra en la figura.

**Tabla 21**

*Guía de observación*

IDENTIFICACIÓN DEL TALLER		Dirección: Carretera Panamericana Norte. Int. A km 775 - Lambayeque					
JEFE: JOEL OASIS CABRERA RIQUELME		Nº de unidades en taller: 10		Hora de inspección: 10: 45 am			
Responsable de aplicación de guía: Milka Barsallo Coico							
FECHA INSPECCIÓN: 15 de Agosto del 2019							
	Indicadores	EXISTE		ESTADO			Observación
		SI	NO	BUENO	REGULAR	MALO	
Planificación (Taller)	Taller de mecánica se rija a normas y estándares de seguridad	x			x		
	Manual de planificación de procesos a mantenimiento		x				
	Mapa de procesos de mantenimiento		x				
	Software para el control del mantenimiento de vehículos		x				
	Control para procesos de mantenimiento preventivo		x				
	Sistemas de registro de fallas mecánicas		x				Registro simple hoja de cálculo
	Almacén con stock de repuestos necesarios		x				
	Ficha de control de proveedores y repuestos y autopartes		x				Logística área encargada
Ejecución (Recorrido)	Inspección vehicular antes de partir		x				
	Lleva un check list durante el recorrido		x				
	Se mantiene las herramientas y equipos necesarios para fallas		x				
Control (Área de Control)	Se lleva a cabo un monitoreo de ruta de unidades	x		x			
	Control de revisión semanal técnica de vehículos		x				Se realiza mantenimiento correctivo
	Planificación de mantenimiento preventivo.		x				

Fuente: Guía de observación - Induamerica Servicios Logísticos SAC

### Comentario guía de observación:

La empresa cuenta con cinco talleres de mantenimiento en estado regular, y deberían de regirse a normas de seguridad industrial; además no cuentan con un manual de planificación de procesos a mantenimiento de vehículos que contenga mapa de procesos de mantenimiento, procesos de control de mantenimiento. Los talleres no cuentan con un software para el control del mantenimiento de vehículos, lo que no permite tener un sistema de registro de fallas. Los almacenes no cuentan con un stock de repuestos necesarios para cualquier falla imprevista y un control actualizado de repuestos y proveedores. Al iniciar su recorrido no se realiza una inspección preventiva del vehículo, además no se lleva una lista de chequeo, herramientas para reparaciones. Las revisiones técnicas no son periódicas ni los controles semanales.

### D) Resultados guía de análisis documentario.

**Tabla 22**

*Análisis documentario.*

Documentos	Tiene		Se Reviso	
	Si	No	Si	No
Visión, misión, objetivos y metas	x		x	
Manual de organización y funciones (MOF)	x		x	
Plan de gestión y mantenimiento		x		
Registros de cumplimiento de objetivos que permite evaluar la gestión de mantenimiento		x		
Diagrama de procesos	x		x	
Diagrama de flujo y descripción de etapas	x		x	
Ficha de control de personal de mantenimiento (talleres)	x		x	
Ficha de control de revisión técnica	x		x	
Registro de procesos en mejora		x		
Ficha control de proveedores	x		x	
Ficha de control de adquisición de repuestos	x		x	
Registro de vehículos disponibles	x		x	
Ficha de cronograma mantenimientos programados y realizados		x		
Registro de N° de vehículos en mal estado (no disponibles)	x		x	
Registro de N° de vehículos en reparación (inoperativos)	x		x	
Registro de fallas en vehículos por placa y tipo de vehículo		x		
Registro de tiempos y costos de reparación	x		x	
Registro de fallas y paros por vehículo	x		x	

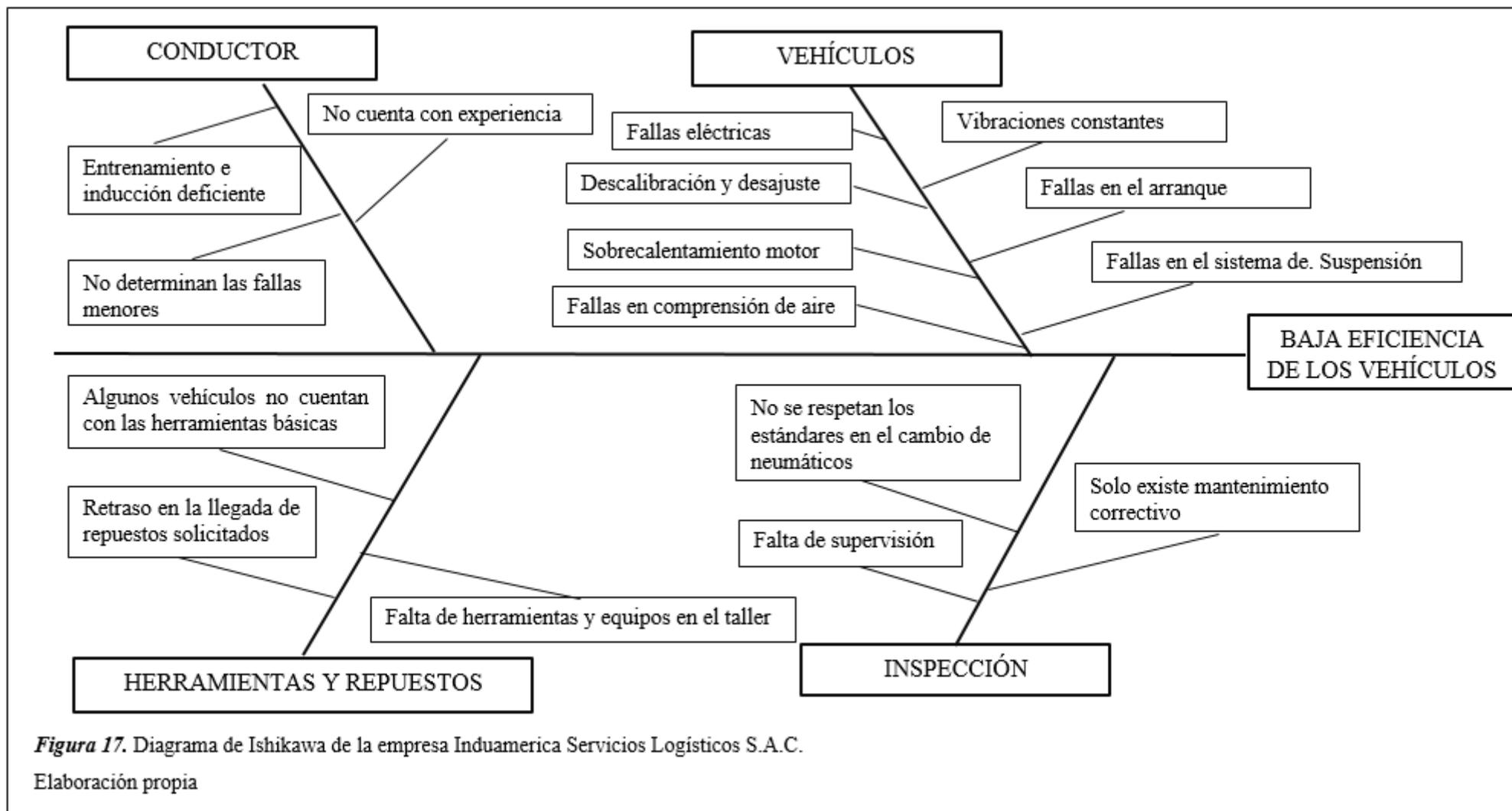
Fuente: Guía de análisis documentario - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.

Elaboración propia.

### **Comentario sobre guía de observación:**

La empresa cuenta con documentos de plan estratégico, manual de organización y funciones, diagrama de flujos de sus procesos, fichas de revisiones técnicas, ficha de proveedores, ficha de control de personal de mantenimiento (talleres), ficha de control de revisión técnica, ficha de control de proveedores, de adquisiciones de repuestos, de registro de vehículos disponibles, de vehículos en mal estado, en reparación, tiempo de fallas y costos generados, registro de las fallas por vehículos; sin embargo aún la empresa adolece de un plan de gestión y mantenimiento, un registros de cumplimiento de objetivos que permite evaluar la gestión de mantenimiento, registro de procesos en mejora, además de fichas registro de cronograma de mantenimientos programados y realizados.

### 3.3.3.2. Herramienta de diagnóstico



### 3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

A continuación se calcula la situación de la variable dependiente (eficiencia) antes de la propuesta. Las cargas que realiza Induamerica todo el año son frecuentes, en vista que la administración se reserva información, se tomó en cuenta que los viajes son permanentes en promedio con una demanda del servicio mensual similar.

**Tabla 23**

*Tiempos de envíos y entregas por vehículo Induamerica Servicios logísticos S.A.C.*

Nº	Fecha	Tracto	Tpo. de trabajo	Tpo. Paradas program.	Tpo. Paradas NO PROGRAM.	Vel. Nominal del vehículo	Cant. Entregas	Cant. Entregas NO CONFORMES
1	May-Oct	APS-805	2,420	468	250	0.167	215	25
2	May-Oct	APS-826	1,905	336	180	0.167	215	65
3	May-Oct	APS-830	2,420	468	150	0.167	215	30
4	May-Oct	AKS-717	2,120	348	150	0.167	215	80
5	May-Oct	AKS-786	2,358	360	130	0.167	208	75
6	May-Oct	AYE-712	2,350	360	140	0.167	211	15
7	May-Oct	T9O-882	1,905	336	160	0.167	215	15
8	May-Oct	AYD-831	2,420	468	140	0.167	215	30
9	May-Oct	T8U-901	1,905	336	140	0.167	215	15
10	May-Oct	T8U-867	2,250	360	120	0.167	208	10
11	May-Oct	T8U-883	2,120	348	80	0.167	215	12
12	May-Oct	T8U-892	2,420	468	155	0.167	215	20
13	May-Oct	T8U-898	2,250	360	110	0.167	208	40
14	May-Oct	T8U-901	2,250	360	160	0.167	208	16
15	May-Oct	AKH-849	1,905	336	170	0.167	215	85
16	May-Oct	F1J-837	2,250	360	145	0.167	208	85
17	May-Oct	AYD-942	1,905	336	130	0.167	215	17
18	May-Oct	ACX-868	2,250	360	165	0.167	208	15
19	May-Oct	ACY-856	2,420	468	160	0.167	215	12
20	May-Oct	AKH-929	1,905	336	170	0.167	215	40
21	May-Oct	C9V-705	2,250	360	165	0.167	208	65

**Tabla 23** (Continuación)

22	May-Oct	AMI-907	2,420	468	120	0.167	215	17
23	May-Oct	D1U-749	2,120	348	145	0.167	215	55
24	May-Oct	F1J-835	2,250	360	190	0.167	215	14
25	May-Oct	C3P-745	2,250	360	170	0.167	215	45
26	May-Oct	F1J-722	2,120	348	160	0.167	215	35
27	May-Oct	AYE-767	2,420	468	150	0.167	215	20
28	May-Oct	AKH-923	2,420	468	170	0.167	215	40
29	May-Oct	AXN-706	2,250	360	135	0.167	215	16
30	May-Oct	AXN-759	1,905	336	145	0.167	215	85
31	May-Oct	ALK-752	2,250	360	125	0.167	215	65
32	May-Oct	ALL-803	2,120	348	110	0.167	215	30
33	May-Oct	AMI-883	2,350	360	130	0.167	211	13
34	May-Oct	AMJ-750	2,250	360	120	0.167	215	80
35	May-Oct	AMK-709	1,905	336	90	0.167	215	70
36	May-Oct	AML-918	2,250	360	180	0.167	215	70
37	May-Oct	APK-777	2,250	360	185	0.167	215	60
38	May-Oct	APK-778	2,120	348	145	0.167	215	55
39	May-Oct	T8U-881	2,250	360	135	0.167	215	50
40	May-Oct	T8U-905	2,250	360	55	0.167	215	13
41	May-Oct	T8U-926	2,358	365	100	0.167	208	45
42	May-Oct	T8U-938	2,350	360	110	0.167	211	30
43	May-Oct	APN-926	2,250	360	120	0.167	215	15
44	May-Oct	AXN-700	1,905	336	80	0.167	215	10
45	May-Oct	AYD-894	2,250	360	200	0.167	215	60
46	May-Oct	ALK-888	1,905	336	60	0.167	215	20
47	May-Oct	AYD-832	1,905	335	300	0.167	215	40
48	May-Oct	AYD-925	2,270	360	250	0.167	208	14
49	May-Oct	T8U-903	1,905	336	100	0.167	215	70
50	May-Oct	C9R-777	2,250	360	55	0.167	215	50
51	May-Oct	C5L-712	2,120	345	130	0.167	215	14
52	May-Oct	APS-808	2,250	360	120	0.167	215	50

**Tabla 23** (Continuación)

53	May-Oct	D5Y-875	2,250	360	80	0.167	215	60
54	May-Oct	F1K-906	1,905	336	75	0.167	215	15
55	May-Oct	APN-824	2,250	360	110	0.167	215	12
56	May-Oct	APO-903	1,905	336	60	0.167	215	50
57	May-Oct	D1P-731	2,500	380	100	0.167	215	12
58	May-Oct	APO-705	2,358	380	60	0.167	208	30
59	May-Oct	AEV-869	2,120	350	65	0.167	215	15
60	May-Oct	AFB-843	2,250	368	160	0.167	215	20
61	May-Oct	AFG-803	2,250	360	150	0.167	215	40
62	May-Oct	APK-848	1,905	336	100	0.167	215	85
63	May-Oct	T8U-874	1,800	289	180	0.167	215	45
64	May-Oct	D1V-798	2,420	390	120	0.167	215	75
65	May-Oct	AFA-856	1,905	336	300	0.167	215	65
66	May-Oct	APO-926	2,250	360	130	0.167	230	55
67	May-Oct	APS-804	2,420	390	70	0.167	215	45
68	May-Oct	APS-810	2,120	348	140	0.167	215	45
69	May-Oct	APS-827	1,960	290	180	0.167	215	14
70	May-Oct	C0O-761	2,250	360	90	0.167	221	35
71	May-Oct	C0T-773	1,905	336	150	0.167	250	45
72	May-Oct	C0U-710	2,250	360	170	0.167	225	50
73	May-Oct	C0U-713	2,250	360	55	0.167	215	65
74	May-Oct	C0W-761	2,120	340	250	0.167	234	10
75	May-Oct	C4L-757	2,120	350	180	0.167	215	14
76	May-Oct	C4M-742	1,960	300	150	0.167	220	12
77	May-Oct	C0O-724	1,905	336	350	0.167	215	20
78	May-Oct	C0V-748	2,420	380	60	0.167	215	13
79	May-Oct	C0V-790	1,905	336	140	0.167	244	80
80	May-Oct	C4M-713	2,250	360	150	0.167	219	13
81	May-Oct	C9Z-722	1,905	336	180	0.167	222	25
82	May-Oct	C4P-715	1,828	290	320	0.167	215	15
83	May-Oct	C4M-769	2,250	360	45	0.167	215	12
84	May-Oct	AYE-810	2,120	348	60	0.167	215	40

**Tabla 23** (Continuación)

85	May-Oct	APS-829	2,120	344	300	0.167	217	12
86	May-Oct	D1P-733	1,988	317	65	0.167	230	70
87	May-Oct	F1K-773	1,960	325	200	0.167	215	13
<b>TOTAL</b>			<b>187,920</b>	<b>31,320</b>	<b>12,450</b>	<b>0.167</b>	<b>18,770</b>	<b>3,245</b>

Fuente: Área de Operaciones

Elaboración propia.

**Tabla 24**

*Parámetros para cálculo de OEE (Eficiencia General de los Equipos)*

<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Nº de Vehículos (Muestra)	87	[Vehículos]
Velocidad permitido por el MTC	80	[Km/h]
Tiempo de trabajo (recorrido Vehículo./Día) aprox.	16-18	[horas]
Tiempo total trabajo flota	187,920	[horas]
Tiempo de paradas programadas/Vehículo aprox.	2	[horas]
Tiempo total de paradas programadas flota	31,320	[horas]
Tiempo total de paradas NO PROGRAMADAS flota	12,450	[horas]
Capacidad Nominal del vehículo entregas/horas	0.17	[Entregas/hora]
Cantidad de entregas	18,770	[unidades]
Cantidad de entregas NO CONFORMES	3,245	[unidades]

Elaboración propia.

**Tabla 25**

*Parámetros Auxiliares*

<b>Parámetros Auxiliares</b>	<b>Valor</b>
Tiempo programado de operación (TPO)	156,600
TO	144,150
Tiempo de Ciclo ideal	6
Cantidad nominal de entregas, idealmente	24,073
Rendimiento	0.7797
Entregas conformes	0.8271

Elaboración propia.

Tiempo ideal del ciclo =  $1/\text{capacidad nominal}$  (Cruelles, 2010).

## A. Cálculo de eficiencia en trabajos con vehículos. (OEE).

### 1. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TO}}{\text{TPO}} \times 100$$

Donde

TPO = tiempo total de trabajo – tiempo de paradas planificadas

TO = TPO – Paradas y/o averías.

**Tabla 26**

*Disponibilidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

Nº de vehículos	Tiempo total de trabajo	Tiempo de paradas planificadas	Tiempo de paradas No programadas
87	187,920	31,320	12,450

Elaboración propia.

$$\text{TPO} = 187,920 - 31,320 = 156,600$$

$$\text{TO} = 156,600 - 12,450 = 144,150$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{144,150}{156,600} \times 100 = 92\%$$

**Interpretacion:** La flota vehicular de Induammerica mantiene una disponibilidad del 92%, no esta disponible al 100% producto de paradas, averías, mantenimiento, ajustes entre otros problemas que se presentan en las unidades.

## 2. Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{(\text{Tiempo de Operacion} / \text{Cantidad total de entregas})}$$

**Tabla 27**

*Rendimiento de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

Nº de vehículos	TO	Capacidad nominal del vehículo (entregas/hora)	Cantidad total de entregas
87	144,150	*2/12	18,770

Elaboración propia.

$$\text{Tiempo ideal del ciclo} = 1/\text{capacidad nominal}$$

\* La capacidad nominal está representada entre el cociente de número de entregas sobre el número de horas que trabaja el vehículo.

$$\text{Tiempo ideal del ciclo} = 1/\left(\frac{2}{12}\right) = 6.$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{6}{(144,150 / 18,770)} \times 100 = 78\%$$

**Interpretación:** La flota vehicular de Induammerica presenta un rendimiento del 78%. Los factores que afectan el rendimiento se deben a microparadas y reducciones de las velocidades de los vehículos durante su recorrido.

### 3. Calidad

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de entregas} - \text{N}^\circ \text{ entregas no conforme})}{\text{N}^\circ \text{ de entregas}}$$

**Tabla 28**

*Calidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

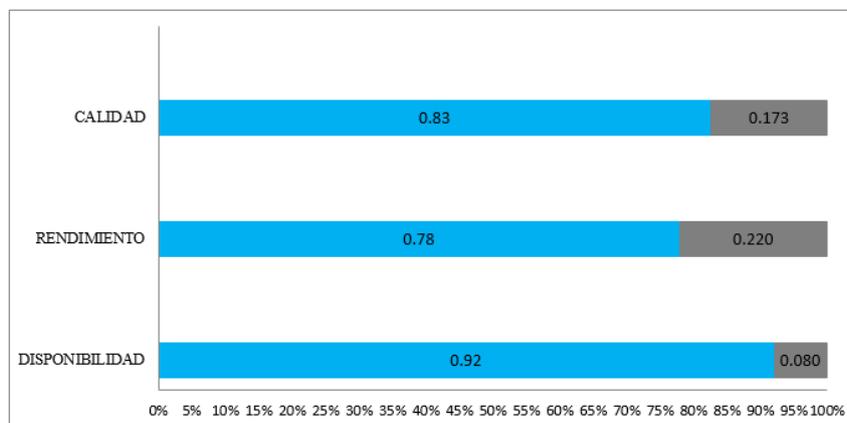
N° de vehículos	N° entregas	N° de entregas NO CONFORMES
87	18,770	3,245

Elaboración propia.

$$\text{Calidad} = \frac{(18,770 - 3,245)}{18,770} \times 100 = 83\%$$

**Interpretación:** La calidad en las entregas de la flota presenta un indicador de calidad del 82%. Existe un 12% de envíos no conformes por el tiempo de llegada y rechazos por parte de clientes.

### Indicadores de eficiencia en vehiculos (OEE)



**Figura 18.** La flota vehicular presenta un indicador de calidad de 83% donde se contemplan entregas conformes sin rechazos, pero disconformes con el tiempo de entrega. Se tiene una disponibilidad de 92% siendo afectada por paradas, averías, configuraciones, mantenimiento y ajustes. El rendimiento de la flota es de 78% la que viene siendo afectada por microparadas y reducción de la velocidad debido a fallas que se presentan durante los trayectos.

Fuente: Área de operaciones

Elaboración: propia

### Cálculo de eficiencia en trabajos con máquinas - OEE

**OEE** = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

**OEE** =  $0.92 \times 0.78 \times 0.83 = 0.593 = 59\%$

**Interpretación:** El coeficiente de eficiencia para Induamerica es de 59%, la cual según Cruelles (2012) en su clasificación de “Eficacia Global de Equipos Productivos”, la clasifica dentro del rango “Inaceptable” para la empresa, la cual en su mayoría se ve afectada por el rendimiento de sus vehiculos.

## B. Cálculo de indicadores actuales de Mantenimiento basado en RCM.

Los vehículos de carga dentro de Induamerica son importantes por el servicio que desempeñan en relación a sus funciones. La empresa cuenta con modernos vehículos los cuales se presentan a continuación describiendo el número de fallas, y costo de reparación acumulados.

**Tabla 29**

*Tiempo de operación, costos de reparación y fallas acumuladas de vehículos.*

N	Fecha	Tracto	TPO horas	TPFS horas	Costos	% costos	Núm. fallas	% fallas.
1	May-Oct	APS-805	1,952	250	S/560.00	0.43	10	0.96
2	May-Oct	APS-826	1,569	180	S/1,721.00	1.31	16	1.54
3	May-Oct	APS-830	1,952	150	S/1,523.00	1.16	16	1.54
4	May-Oct	AKS-717	1,772	150	S/7,000.00	5.35	15	1.45
5	May-Oct	AKS-786	1,998	130	S/679.00	0.52	10	0.96
6	May-Oct	AYE-712	1,990	140	S/3,600.00	2.75	18	1.73
7	May-Oct	T9O-882	1,569	160	S/1,230.00	0.94	25	2.41
8	May-Oct	AYD-831	1,952	140	S/500.00	0.38	15	1.45
9	May-Oct	T8U-901	1,569	140	S/437.00	0.33	4	0.39
10	May-Oct	T8U-867	1,890	120	S/491.00	0.38	18	1.73
11	May-Oct	T8U-883	1,772	80	S/350.00	0.27	5	0.48
12	May-Oct	T8U-892	1,952	155	S/679.00	0.52	16	1.54
13	May-Oct	T8U-898	1,890	110	S/4,000.00	3.06	13	1.25
14	May-Oct	T8U-901	1,890	160	S/1,230.00	0.94	7	0.67
15	May-Oct	AKH-849	1,569	170	S/500.00	0.38	4	0.39
16	May-Oct	F1J-837	1,890	145	S/437.00	0.33	4	0.39
17	May-Oct	AYD-942	1,569	130	S/491.00	0.38	4	0.39
18	May-Oct	ACX-868	1,890	165	S/1,230.00	0.94	10	0.96
19	May-Oct	ACY-856	1,952	160	S/500.00	0.38	10	0.96
20	May-Oct	AKH-929	1,569	170	S/437.00	0.33	13	1.25
21	May-Oct	C9V-705	1,890	165	S/2,800.00	2.14	19	1.83

**Tabla 29** (Continuación)

22	May-Oct	AMI-907	1,952	120	S/400.00	0.31	8	0.77
23	May-Oct	D1U-749	1,772	145	S/560.00	0.43	10	0.96
24	May-Oct	F1J-835	1,890	190	S/1,721.00	1.31	8	0.77
25	May-Oct	C3P-745	1,890	170	S/1,523.00	1.16	6	0.58
26	May-Oct	F1J-722	1,772	160	S/350.00	0.27	4	0.39
27	May-Oct	AYE-767	1,952	150	S/679.00	0.52	5	0.48
28	May-Oct	AKH-923	1,952	170	S/250.00	0.19	4	0.39
29	May-Oct	AXN-706	1,890	135	S/1,230.00	0.94	5	0.48
30	May-Oct	AXN-759	1,569	145	S/500.00	0.38	12	1.16
31	May-Oct	ALK-752	1,890	125	S/437.00	0.33	4	0.39
32	May-Oct	ALL-803	1,772	110	S/491.00	0.38	11	1.06
33	May-Oct	AMI-883	1,990	130	S/420.00	0.32	13	1.25
34	May-Oct	AMJ-750	1,890	120	S/2,400.00	1.83	19	1.83
35	May-Oct	AMK-709	1,569	90	S/1,300.00	0.99	8	0.77
36	May-Oct	AML-918	1,890	180	S/150.00	0.11	10	0.96
37	May-Oct	APK-777	1,890	185	S/560.00	0.43	16	1.54
38	May-Oct	APK-778	1,772	145	S/1,450.00	1.11	15	1.45
39	May-Oct	T8U-881	1,890	135	S/500.00	0.38	10	0.96
40	May-Oct	T8U-905	1,890	55	S/4,300.00	3.28	18	1.73
41	May-Oct	T8U-926	1,993	100	S/1,523.00	1.16	25	2.41
42	May-Oct	T8U-938	1,990	110	S/6,500.00	4.97	15	1.45
43	May-Oct	APN-926	1,890	120	S/2,400.00	1.83	4	0.39
44	May-Oct	AXN-700	1,569	80	S/250.00	0.19	18	1.73
45	May-Oct	AYD-894	1,890	200	S/101.00	0.08	11	1.06
46	May-Oct	ALK-888	1,569	60	S/210.00	0.16	13	1.25
47	May-Oct	AYD-832	1,570	300	S/340.00	0.26	16	1.54
48	May-Oct	AYD-925	1,910	250	S/420.00	0.32	15	1.45
49	May-Oct	T8U-903	1,569	100	S/560.00	0.43	10	0.96
50	May-Oct	C9R-777	1,890	55	S/1,721.00	1.31	18	1.73
51	May-Oct	C5L-712	1,775	130	S/1,523.00	1.16	25	2.41

**Tabla 29** (Continuación)

52	May-Oct	APS-808	1,890	120	S/350.00	0.27	15	1.45
53	May-Oct	D5Y-875	1,890	80	S/679.00	0.52	4	0.39
54	May-Oct	F1K-906	1,569	75	S/250.00	0.19	18	1.73
55	May-Oct	APN-824	1,890	110	S/1,230.00	0.94	12	1.16
56	May-Oct	APO-903	1,569	60	S/3,500.00	2.67	19	1.83
57	May-Oct	D1P-731	2,120	100	S/437.00	0.33	8	0.77
58	May-Oct	APO-705	1,978	60	S/491.00	0.38	10	0.96
59	May-Oct	AEV-869	1,770	65	S/1,721.00	1.31	8	0.77
60	May-Oct	AFB-843	1,882	160	S/1,523.00	1.16	6	0.58
61	May-Oct	AFG-803	1,890	150	S/3,500.00	2.67	4	0.39
62	May-Oct	APK-848	1,569	100	S/1,230.00	0.94	5	0.48
63	May-Oct	T8U-874	1,511	180	S/670.00	0.51	4	0.39
64	May-Oct	D1V-798	2,030	120	S/987.00	0.75	5	0.48
65	May-Oct	AFA-856	1,569	300	S/978.00	0.75	12	1.16
66	May-Oct	APO-926	1,890	130	S/750.00	0.57	4	0.39
67	May-Oct	APS-804	2,030	70	S/1,740.00	1.33	11	1.06
68	May-Oct	APS-810	1,772	140	S/2,000.00	1.53	13	1.25
69	May-Oct	APS-827	1,670	180	S/180.00	0.14	9	0.87
70	May-Oct	C0O-761	1,890	90	S/900.00	0.69	16	1.54
71	May-Oct	C0T-773	1,569	150	S/1,543.00	1.18	15	1.45
72	May-Oct	C0U-710	1,890	170	S/180.00	0.14	10	0.96
73	May-Oct	C0U-713	1,890	55	S/1,721.00	1.31	16	1.54
74	May-Oct	C0W-761	1,780	250	S/1,523.00	1.16	15	1.45
75	May-Oct	C4L-757	1,770	180	S/5,000.00	3.82	10	0.96
76	May-Oct	C4M-742	1,660	150	S/5,000.00	3.82	18	1.73
77	May-Oct	C0O-724	1,569	350	S/1,523.00	1.16	25	2.41
78	May-Oct	C0V-748	2,040	60	S/2,800.00	2.14	15	1.45
79	May-Oct	C0V-790	1,569	140	S/1,543.00	1.18	4	0.39
80	May-Oct	C4M-713	1,890	150	S/4,300.00	3.28	18	1.73
81	May-Oct	C9Z-722	1,569	180	S/1,721.00	1.31	18	1.73

**Tabla 29** (Continuación)

82	May-Oct	C4P-715	1,538	320	S/1,523.00	1.16	25	2.41
83	May-Oct	C4M-769	1,890	45	S/3,400.00	2.60	15	1.45
84	May-Oct	AYE-810	1,772	60	S/500.00	0.38	4	0.39
85	May-Oct	APS-829	1,776	300	S/4,500.00	3.44	18	1.73
86	May-Oct	D1P-733	1,671	65	S/5,500.00	4.20	10	0.96
87	May-Oct	F1K-773	1,635	200	S/350.00	0.27	11	1.06
<b>TOTAL</b>			<b>156,600</b>	<b>12,450</b>	<b>S/ 130,907</b>	<b>100.00</b>	<b>1,038</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Área de Operaciones

Elaboración propia.

## 1. Fiabilidad:

**TPO = MTTF (Tiempo promedio operativo hasta la falla)**

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^n TTF_i}{n}$$

Donde:

$TTF_i$  = Tiempos operativos hasta el fallo

n = número total de fallas en el periodo evaluado

$$MTTF = \frac{156,600}{1,038} = 150,86$$

**Interpretación:** Los vehículos son capaces de operar a capacidad sin interrupciones durante 150.86 horas en promedio antes que se produzca una falla.

**FF (Frecuencia de fallas)**

$$FF = \frac{1}{MTTF}$$

Donde:

$MTTF_i$  = Tiempos promedio operativos hasta la falla

$$FF = \frac{1}{150,86} = 0.006$$

**Interpretación:** La probabilidad que existe para que suceda un desperfecto en los vehículos durante su recorrido es cada 0.006 horas.

## 2. Mantenibilidad:

**TPFS = MDT (Tiempo promedio fuera de servicio)**

**Tiempo promedio fuera de servicio (MDT).**

$$MPFS = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} DT_i}{n}$$

Donde:

$DT_i$  = Tiempos fuera de servicio

$n$  = número total de fallas en el periodo evaluado

$$MPFS = \frac{12,450}{1,038} = 11.99$$

**Interpretación:** la probabilidad de que los vehículos, después de las fallas sean reparados es de 11.9 horas en promedio.

**Indicador de Costos: CIF (Costos de indisponibilidad por fallas)**

$$CIF = FF \times MDT \times (CD + CP)$$

Donde:

FF = frecuencia de fallas = Fallas mes; Fallas años, etc.

MDT = tiempo promedio fuera de servicio

CD = costos directos por correccion de fallas

CP = costos de penalización

$$CIF = 0.006 \times 11.99 \times (130,907) = S/. 9,417.44$$

**Interpretación:** Induamerica mantiene costos por indisponibilidad de fallas por S/. 9, 417.44 soles durante el periodo de estudio.

### 3. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTTF}}{(\text{MTTF} + \text{MDT})} \times 100\%$$

Donde:

MTTF = tiempo promedio operativo hasta la falla.

MDT = Tiempo promedio fuera de servicio.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{150,86}{(150,86 + 11,99)} \times 100\% = 92,6\%$$

**Interpretación:** La flota vehicular de Induammerica mantiene una disponibilidad del 92% a través de la medición del RCM, la cual mantiene igualdad con la disponibilidad hallada mediante los indicadores de eficiencia general de equipos OEE.

#### C. Análisis de criticidad de vehículos.

El análisis de criticidad es la metodología que permite identificar una jerarquía de criticidad dentro de los vehículos, para ello se empleará un método cualitativo de fácil manejo que utiliza la frecuencia de fallos y criterios de evaluación.

Para determinar el efecto de fallas se han planteado criterios que se describen en la tabla 30, los mismos que han sido adaptados para poder ser aplicables a las unidades que se analizan teniendo en cuenta su historial que indican las frecuencias de falla, impacto durante la operación, flexibilidad de operación, costo de mantenimiento e impacto a la seguridad humana y ambiental, es a partir de aquí donde crearemos nuestra tabla de criterios de criticidad a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

**Frecuencia:** Frecuencia de fallos en equipos (rango de fallos en un tiempo determinado)

**Consecuencia:** (Impacto operacional \* Flexibilidad operacional + costo de mantenimiento + impacto de seguridad humana y ambiental)

**Tabla 30.***Criterios para cuantificar el análisis de criticidad de los vehículos.*

<b>Frecuencia de falla</b>	<b>Factor</b>
Mayor a 20 fallas/ semestrales	5
15 a 20 fallas/ semestrales	4
10 a 14 fallas/ semestrales	3
5 a 9 fallas/ semestrales	2
Menos de 5 fallas/ semestrales	1
<b>Impacto operacional</b>	
Parada inmediata de todo el vehículo	10
Parada inmediata de todo el vehículo (recuperables con otro vehículo)	7
Impacto en la calidad de entrega	5
Repercute en costos para la empresa (indisponibilidad)	3
No genera ningún efecto o impacto significativo sobre otras operaciones	1
<b>Flexibilidad Operacional</b>	
No existe opción de transporte y no hay forma de recuperarlo	5
Hay opción de transporte a la capacidad mínima permisible	4
Hay opción de repuestos	3
Función de repuesto disponible	1
<b>Costo de mantenimiento</b>	
Mayor a S/. 7000	4
S/. 4 000 a S/. 7 000	3
S/. 1 000 a S/. 4 000	2
Menor a S/. 1 000	1
<b>Impacto a seguridad humana y ambiente</b>	
Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta al ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones o personas causando daños graves	3

Elaboración propia.

Una vez que tenemos definidos los criterios para cuantificar la criticidad de los vehículos, se procede a realizar la calificación que permiten determinar, cuáles de los vehículos de Induamerica Servicios Logísticos SAC, son catalogados como críticos.

**Tabla 31**

*Análisis de criticidad de vehículos de Induamerica Servicios Logísticos SAC.*

N°	Tracto	Fallas	Costos	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo de mantenimiento	Impacto de seguridad humana y ambiente	Consecuencia	Criticidad Total	
1	APS-805	10	S/560.00	3	3	4	1	3	16	48	
2	APS-826	16	S/1,721.00	4	1	1	2	3	6	24	
3	APS-830	16	S/1,523.00	4	3	4	2	3	17	68	
4	AKS-717	15	S/7,000.00	4	3	4	3	3	18	72	
5	AKS-786	10	S/679.00	3	3	4	2	3	17	51	
6	AYE-712	18	S/3,600.00	4	1	1	2	3	6	24	
7	T9O-882	25	S/1,230.00	5	5	3	2	3	20	100	
8	AYD-831	15	S/500.00	4	3	4	1	3	16	64	
9	T8U-901	4	S/437.00	1	3	4	1	3	16	16	
10	T8U-867	18	S/491.00	4	3	4	1	3	16	64	
11	T8U-883	5	S/350.00	2	3	4	1	3	16	32	
12	T8U-892	16	S/679.00	4	5	3	1	3	19	76	
13	T8U-898	13	S/4,000.00	3	3	4	2	3	17	51	
14	T8U-901	7	S/1,230.00	2	1	1	2	3	6	12	
15	AKH-849	4	S/500.00	1	3	4	1	3	16	16	
16	F1J-837	4	S/437.00	1	10	5	1	3	54	54	
17	AYD-942	4	S/491.00	1	1	1	1	3	5	5	
18	ACX-868	10	S/1,230.00	3	3	4	2	3	17	51	
19	ACY-856	10	S/500.00	3	3	4	1	3	16	48	
20	AKH-929	13	S/437.00	3	3	4	1	3	16	48	
21	C9V-705	19	S/2,800.00	4	5	3	2	3	20	80	
22	AMI-907	8	S/400.00	2	3	4	1	3	16	32	

**Tabla 31** (continuación)

23	D1U-749	10	S/560.00	3	3	4	1	3	16	48	
24	F1J-835	8	S/1,721.00	2	3	4	2	3	17	34	
25	C3P-745	6	S/1,523.00	2	1	1	2	3	6	12	
26	F1J-722	4	S/350.00	1	10	5	1	3	54	54	
27	AYE-767	5	S/679.00	2	3	4	1	3	16	32	
28	AKH-923	4	S/250.00	1	10	5	1	3	54	54	
29	AXN-706	5	S/1,230.00	2	3	4	2	3	17	34	
30	AXN-759	12	S/500.00	3	3	4	1	3	16	48	
31	ALK-752	4	S/437.00	1	10	5	1	3	54	54	
32	ALL-803	11	S/491.00	3	3	4	1	3	16	48	
33	AMI-883	13	S/420.00	3	3	4	1	3	16	48	
34	AMJ-750	19	S/2,400.00	4	5	3	2	3	20	80	
35	AMK-709	8	S/1,300.00	2	3	4	2	3	17	34	
36	AML-918	10	S/150.00	3	3	4	1	3	16	48	
37	APK-777	16	S/560.00	4	5	3	1	3	19	76	
38	APK-778	15	S/1,450.00	4	3	4	2	3	17	68	
39	T8U-881	10	S/500.00	3	3	4	1	3	16	48	
40	T8U-905	18	S/4,300.00	4	1	1	3	3	7	28	
41	T8U-926	25	S/1,523.00	5	3	4	2	3	17	85	
42	T8U-938	15	S/6,500.00	4	3	4	3	3	18	72	
43	APN-926	4	S/2,400.00	1	10	5	2	3	55	55	
44	AXN-700	18	S/250.00	4	3	4	1	3	16	64	
45	AYD-894	11	S/101.00	3	3	4	1	3	16	48	
46	ALK-888	13	S/210.00	3	3	4	1	3	16	48	
47	AYD-832	16	S/340.00	4	3	4	1	3	16	64	
48	AYD-925	15	S/420.00	4	3	4	1	3	16	64	
49	T8U-903	10	S/560.00	3	3	4	1	3	16	48	
50	C9R-777	18	S/1,721.00	4	3	4	2	3	17	68	

**Tabla 31** (continuación)

51	C5L-712	25	S/1,523.00	5	3	4	2	3	17	85	
52	APS-808	15	S/350.00	4	3	4	1	3	16	64	
53	D5Y-875	4	S/679.00	1	10	5	1	3	54	54	
54	F1K-906	18	S/250.00	4	3	4	1	3	16	64	
55	APN-824	12	S/1,230.00	3	3	4	2	3	17	51	
56	APO-903	19	S/3,500.00	4	3	4	2	3	17	68	
57	D1P-731	8	S/437.00	2	3	4	1	3	16	32	
58	APO-705	10	S/491.00	3	3	4	1	3	16	48	
59	AEV-869	8	S/1,721.00	2	1	1	2	3	6	12	
60	AFB-843	6	S/1,523.00	2	3	4	2	3	17	34	
61	AFG-803	4	S/3,500.00	1	3	4	2	3	17	17	
62	APK-848	5	S/1,230.00	2	3	4	2	3	17	34	
63	T8U-874	4	S/670.00	1	10	5	1	3	54	54	
64	D1V-798	5	S/987.00	2	1	1	1	3	5	10	
65	AFA-856	12	S/978.00	3	3	4	1	3	16	48	
66	APO-926	4	S/750.00	1	10	5	1	3	54	54	
67	APS-804	11	S/1,740.00	3	3	4	2	3	17	51	
68	APS-810	13	S/2,000.00	3	3	4	2	3	17	51	
69	APS-827	9	S/180.00	2	3	4	1	3	16	32	
70	C0O-761	16	S/900.00	4	5	3	1	3	19	76	
71	C0T-773	15	S/1,543.00	4	3	4	2	3	17	68	
72	C0U-710	10	S/180.00	3	3	4	1	3	16	48	
73	C0U-713	16	S/1,721.00	4	5	3	2	3	20	80	
74	C0W-761	15	S/1,523.00	4	3	4	2	3	17	68	
75	C4L-757	10	S/5,000.00	3	3	4	3	3	18	54	
76	C4M-742	18	S/5,000.00	4	3	4	3	3	18	72	
77	C0O-724	25	S/1,523.00	5	3	4	2	3	17	85	
78	C0V-748	15	S/2,800.00	4	3	4	2	3	17	68	

**Tabla 31** (continuación)

79	C0V-790	4	S/1,543.00	1	1	1	2	3	6	6	
80	C4M-713	18	S/4,300.00	4	3	4	3	3	18	72	
81	C9Z-722	18	S/1,721.00	4	3	4	2	3	17	68	
82	C4P-715	25	S/1,523.00	5	3	4	2	3	17	85	
83	C4M-769	15	S/3,400.00	4	3	4	2	3	17	68	
84	AYE-810	4	S/500.00	1	10	5	1	3	54	54	
85	APS-829	18	S/4,500.00	4	7	3	3	3	27	108	
86	D1P-733	10	S/5,500.00	3	3	4	3	3	18	54	
87	F1K-773	11	S/350.00	3	3	4	1	3	16	48	
<b>TOTAL</b>		<b>1,038</b>	<b>S/130,907</b>	<b>259</b>	<b>324</b>	<b>322</b>	<b>139</b>	<b>261</b>	<b>1717</b>	<b>4,545</b>	

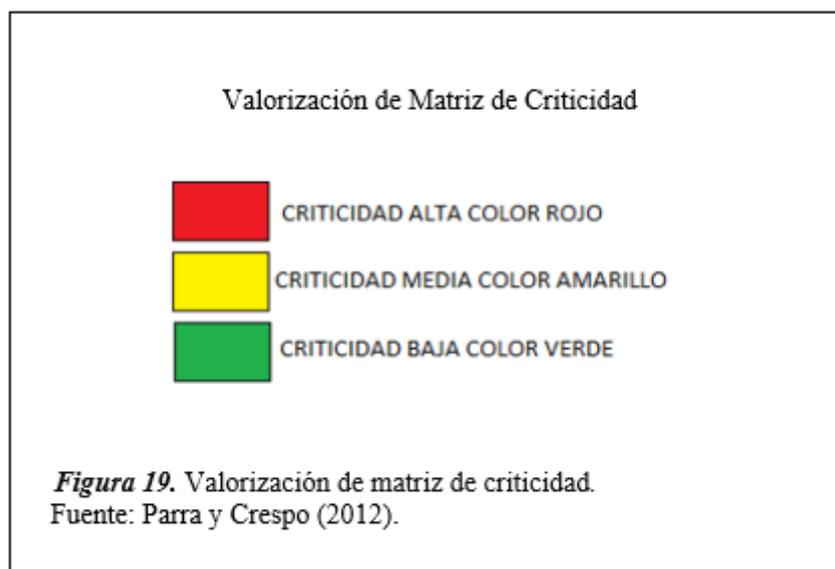
Elaboración propia.

Para la aplicación de criticidad se requirió información histórica del mantenimiento de los vehículos la cual fue brindada por el departamento de emergencia.

Según la tabla 31 (análisis de criticidad de vehículos de Induamerica) se muestran a dos unidades vehiculares como las más críticas, tenemos el vehículo APS-829 el cual presenta un valor de criticidad de 108 siendo este el vehículo más crítico dentro de la muestra, seguido del vehículo T90-882 como segunda unidad crítica con un valor de criticidad de 100.

### **Matriz de Criticidad de los vehículos de transporte**

Teniendo la información de criticidad de la tabla 31, se pasa a elaborar la matriz de criticidad para cada vehículo (en este caso aplicaremos al más crítico) lo que nos permitirá ubicar los vehículos en sus respectivos cuadrantes según sea el caso de su frecuencia de fallas y consecuencia de los fallas. Para poder valorizar la matriz de criticidad se encuentra distribuida por tres diferentes colores.



La tabla 31 muestra la criticidad de los vehículos, la misma que identifica que el vehículo APS-829, es el más crítico teniendo un valor de 108 puntos, al mantener este vehículo una criticidad elevada, ubicaremos en el cuadrante de la tabla de criticidad que corresponda para determinar el nivel de criticidad que mantiene esta unidad de carga.

### Calculo de la criticidad del vehiculo APS-829

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

**Frecuencia:** Frecuencia de fallas en equipos

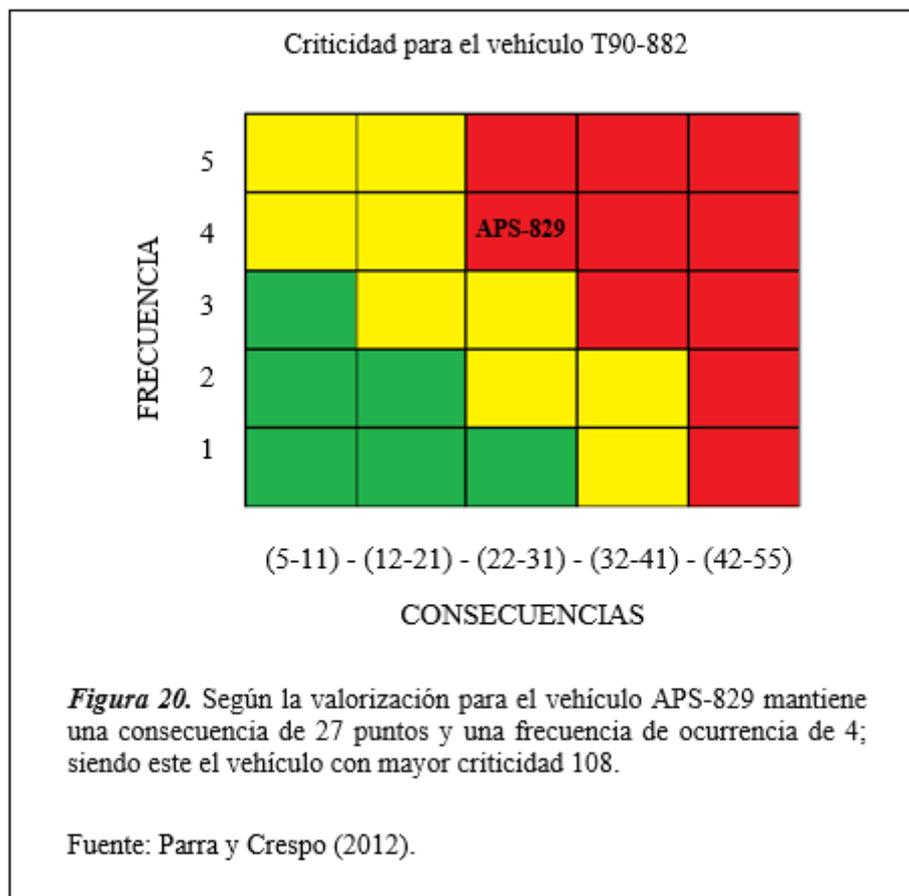
**Consecuencia:** ((Impacto operacional \* Flexibilidad operacional) + costo de mantenimiento + impacto de seguridad humana y ambiental)

**Frecuencia de ocurrencia:** 4 (presenta más de 20 fallas semestrales)

**Consecuencia:**  $(7 \times 3) + 3 + 3 = 27$

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Criticidad} = 4 \times 27 = 108$$



**Tabla 32***Resultado de criticidad de vehículos.*

Nº	Tracto	Frecuencia de ocurrencia	Consecuencia	Criticidad	
1	APS-805	3	16	Media	Yellow
2	APS-826	4	6	Media	Yellow
3	APS-830	4	17	Media	Yellow
4	AKS-717	4	18	Media	Yellow
5	AKS-786	3	17	Media	Yellow
6	AYE-712	4	6	Media	Yellow
7	T9O-882	5	20	Media	Yellow
8	AYD-831	4	16	Media	Yellow
9	T8U-901	1	16	Baja	Green
10	T8U-867	4	16	Media	Yellow
11	T8U-883	2	16	Baja	Green
12	T8U-892	4	19	Media	Yellow
13	T8U-898	3	17	Media	Yellow
14	T8U-901	2	6	Baja	Green
15	AKH-849	1	16	Baja	Green
16	F1J-837	1	54	Alta	Red
17	AYD-942	1	5	Baja	Green
18	ACX-868	3	17	Media	Yellow
19	ACY-856	3	16	Media	Yellow
20	AKH-929	3	16	Media	Yellow
21	C9V-705	4	20	Media	Yellow
22	AMI-907	2	16	Baja	Green
23	D1U-749	3	16	Media	Yellow
24	F1J-835	2	17	Baja	Green
25	C3P-745	2	6	Baja	Green
26	F1J-722	1	54	Alta	Red
27	AYE-767	2	16	Baja	Green
28	AKH-923	1	54	Alta	Red
29	AXN-706	2	17	Baja	Green
30	AXN-759	3	16	Media	Yellow
31	ALK-752	1	54	Alta	Red
32	ALL-803	3	16	Media	Yellow
33	AMI-883	3	16	Media	Yellow
34	AMJ-750	4	20	Media	Yellow
35	AMK-709	2	17	Baja	Green
36	AML-918	3	16	Media	Yellow
37	APK-777	4	19	Media	Yellow
38	APK-778	4	17	Media	Yellow

Tabla 32 (continuación)

39	T8U-881	3	16	Media	Yellow
40	T8U-905	4	7	Media	Yellow
41	T8U-926	5	17	Media	Yellow
42	T8U-938	4	18	Media	Yellow
43	APN-926	1	55	Alta	Red
44	AXN-700	4	16	Media	Yellow
45	AYD-894	3	16	Media	Yellow
46	ALK-888	3	16	Media	Yellow
47	AYD-832	4	16	Media	Yellow
48	AYD-925	4	16	Media	Yellow
49	T8U-903	3	16	Media	Yellow
50	C9R-777	4	17	Media	Yellow
51	C5L-712	5	17	Media	Yellow
52	APS-808	4	16	Media	Yellow
53	D5Y-875	1	54	Alta	Red
54	F1K-906	4	16	Media	Yellow
55	APN-824	3	17	Media	Yellow
56	APO-903	4	17	Media	Yellow
57	D1P-731	2	16	Baja	Green
58	APO-705	3	16	Media	Yellow
59	AEV-869	2	6	Baja	Green
60	AFB-843	2	17	Baja	Green
61	AFG-803	1	17	Baja	Green
62	APK-848	2	17	Baja	Green
63	T8U-874	1	54	Alta	Red
64	D1V-798	2	5	Baja	Green
65	AFA-856	3	16	Media	Yellow
66	APO-926	1	54	Alta	Red
67	APS-804	3	17	Media	Yellow
68	APS-810	3	17	Media	Yellow
69	APS-827	2	16	Baja	Green
70	C0O-761	4	19	Media	Yellow
71	C0T-773	4	17	Media	Yellow
72	C0U-710	3	16	Media	Yellow
73	C0U-713	4	20	Media	Yellow
74	C0W-761	4	17	Media	Yellow
75	C4L-757	3	18	Media	Yellow
76	C4M-742	4	18	Media	Yellow
77	C0O-724	5	17	Media	Yellow
78	C0V-748	4	17	Media	Yellow
79	C0V-790	1	6	Baja	Green
80	C4M-713	4	18	Media	Yellow
81	C9Z-722	4	17	Media	Yellow

Tabla 32 (continuación)

82	C4P-715	5	17	Media	
83	C4M-769	4	17	Media	
84	AYE-810	1	54	Alta	
85	APS-829	4	27	Alta	
86	D1P-733	3	18	Media	
87	F1K-773	3	16	Media	

Elaboración propia.

### **3.2. Propuesta de investigación**

#### **“Plan de Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. – Lambayeque”**

##### **3.2.1. Fundamentación**

La propuesta permitirá desarrollar actividades y/o acciones preventivas para mejorar el desempeño de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. y a la vez aumentar la eficiencia de la flota; para ello es necesario como lo afirma Parra y Crespo (2012) conocer los equipos con que cuenta la empresa y los cuales se les aplicará acciones preventivas. La propuesta se desarrollará bajo la teoría del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y siguiendo la metodología del ciclo Deming (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

Lo que se busca mediante este plan de mantenimiento es incrementar el nivel de eficiencia en las unidades vehiculares, reducir los costos por mantenimiento, generar una mayor seguridad para el personal y minimizar daños posibles al medio ambiente. El planteamiento de actividades y/acciones están definidas en relación a la operacionalización de variables, experiencia de personal capacitado del área de mantenimiento, además del reporte de fallas funcionales y/o modos fallas y efectos identificados en los talleres y durante el proceso de investigación durante el periodo de 6 meses (Mayo 2019 - octubre 2019).

Es así como el plan de mantenimiento utilizando la herramienta RCM contribuirá a mejorar los procesos que debe seguir la empresa para asegurar que un equipo siga cumpliendo su función sin ningún imprevisto.

##### **3.2.2. Objetivo de la propuesta**

Aumentar la eficiencia en vehículos para disminuir los costos por reparación.

### **3.2.3. Desarrollo de la propuesta**

#### **Aplicación de acciones de mejora para el mantenimiento preventivo de vehículos de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

La propuesta basada en la herramienta RCM se inicia con el diagnóstico de la situación de variable dependiente (eficiencia), e indicadores de mantenimiento basados en el RCM. El objetivo de la presente propuesta está direccionado a la responsabilidad de desarrollar actividades de mantenimiento que cumplan con las normas y políticas establecidas por la empresa.

Para establecer las actividades se ha tomado en cuenta también el diagrama de Ishikawa, análisis de modos de fallas y efectos donde se mencionan las fallas de los vehículos que han sido anotadas teniendo en cuenta las opiniones de conductores, experiencia de técnicos, información recolectada a través de instrumentos ya que son las fuentes más verídicas de información.

Respecto a los periodos se tomó como base el cálculo del MTTF (Tiempo medio entre falla) para determinar cuando ocurre la falla y en qué momento podemos intervenir para evitarla. Además, también se ha tomado en cuenta la experiencia de fuentes directas como jefe de mantenimiento, encargados del taller y mecánicos, para determinar en qué momento se va a intervenir el vehículo. Las actividades serán asignadas a personal capacitado de acuerdo al tipo de operación que se tenga que desempeñar. Para las horas de ejecución de operaciones se ha tomado en cuenta los conocimientos de técnicos en reparación de vehículos ya que son ellos los expertos.

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento a desarrollar, periodo, personal, el tiempo de trabajo aproximado, así como algunas observaciones importantes.

a) Análisis de modos de falla y efectos (AMEF).

**Tabla 33**

*Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del motor.*

<b>Función</b>	<b>Falla funcional</b>	<b>Modo de fallo</b>	<b>Efecto fallo</b>	<b>Consecuencia</b>
El motor está diseñado para hacer funcionar el vehículo a través de la transformación de energía.	El motor no arranca	No llega a combustión al motor	No genera ignición	No puesta en marcha del vehículo, se pueden originar detonaciones, además de expulsar contaminantes al medio ambiente puede exponer la vida de las personas.
		Bomba de transferencia averiada	No habrá manejo en los fluidos del motor	
		Motor desincronizado	Puede ocasionar detonaciones o explosiones	
		Bomba de inyección averiada	No habrá inyección y no arrancará el motor	

Elaboración propia.

**Tabla 34**

*Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) de los frenos.*

<b>Función</b>	<b>Falla funcional</b>	<b>Modo de fallo</b>	<b>Efecto fallo</b>	<b>Consecuencia</b>
Los frenos son mecanismos diseñados con el objetivo de desacelerar un vehículo	Defectos en el sistema de freno	Pastillas desgastadas	El sistema de frenado se ve interrumpido con la ejecución de mejora para este punto. Se recomienda limpiar o purgar el sistema.	Puede ocasionar accidentes en las vías, ya que no se tiene un control para estabilizar el vehículo lo cual ponen riesgo a la integridad de las personas a bordo.
		Líquido de frenos en mal estado	Presenta acción inmediata de cambio que no dificulta las actividades de trabajo que se ejecutan. Se recomienda sustitución de pastillas.	

Elaboración propia.

**Tabla 35***Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del sistema eléctrico.*

<b>Función</b>	<b>Falla funcional</b>	<b>Modo de fallo</b>	<b>Efecto fallo</b>	<b>Consecuencia</b>
Los sistemas eléctricos dentro de los vehículos cumplen la función de suministrar energía al sistema de chispa, arrancar el motor y brindar energía para el encendido de algunos componentes	Problemas en el sistema eléctrico	Desgaste del alternador.	Desgaste de la batería.	Paralización del vehículo
		Cables rotos y deteriorados en los conectores.	Ocasiona falso contacto, no haciendo transmitir la energía correctamente	Puede ocasionar cortocircuito que deterioren otras partes de la batería y ocasione paradas no programadas.
		Problemas en el interruptor de encendido	Ocasiona que la conexión que hay con el borne de la batería de reduzca o se dañe. Esto se refleja cuando el vehículo se detiene sin aviso alguno.	Puede ocasionar accidentes en las vías, lo cual ponen riesgo a la integridad de las personas a las cuales se está transportando.

Elaboracion propia.

**Tabla 36***Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del sistema de ventilación.*

<b>Función</b>	<b>Falla funcional</b>	<b>Modo de fallo</b>	<b>Efecto fallo</b>	<b>Consecuencia</b>
Sirve para crear un microclima dentro del vehículo. Su función es regular la temperatura optima y ventilación	Problemas en el sistema de ventilación	Problemas en el condensador.	Ocasiona que el aire acondicionado no esté enfriando adecuadamente mecanismos dentro del vehículo.	Deterioro total del sistema de ventilación de los buses, puede ocasionar sobre calentamientos, cortocircuitos, fundiciones, etc.

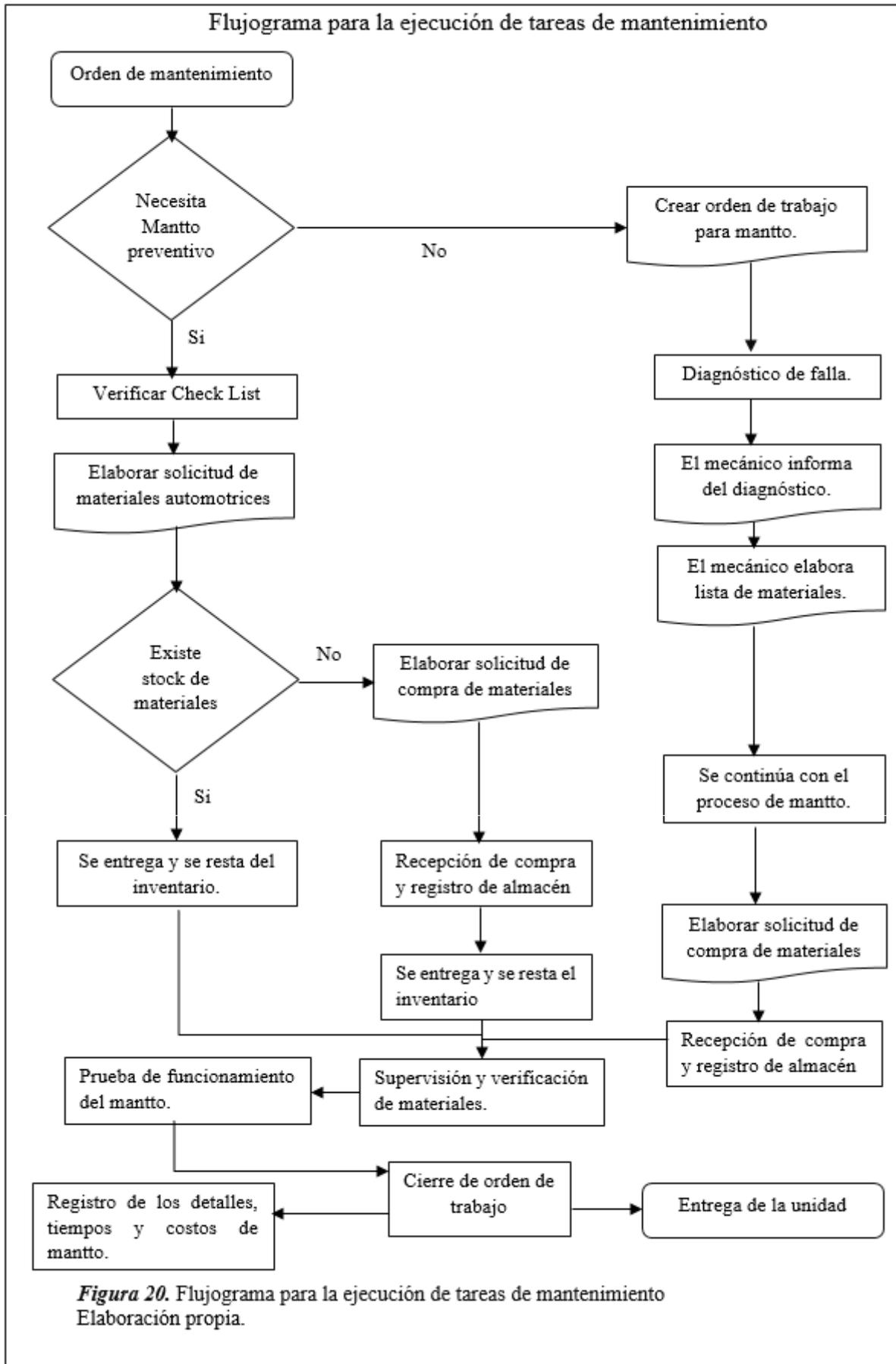
Elaboracion propia.

**Tabla 37**

*Análisis de modos de fallas y efectos (AMEF) del sistema de transmisión.*

<b>Función</b>	<b>Falla funcional</b>	<b>Modo de fallo</b>	<b>Efecto fallo</b>	<b>Consecuencia</b>
Hace llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices	Sistemas de cambios no ingresan como debe ser.	Desgaste de piezas	El desgaste de piezas, ocasiona ruidos. Deterioro de embragues	Puede ocasionar accidentes en las vías, ya que no se tiene un control de respuestas en los cambios del vehículo.

Elaboracion propia.



## **b) Actividades e intervalos de mantenimiento**

Esta herramienta permitirá realizar de manera planificada y organizada acciones de revisión e intervenciones de vehículos logrando así que las acciones de mantenimiento se den en los tiempos programados, reduciendo la presencia de daños en los vehículos durante su recorrido y que afecte los tiempos de entrega.

Se ha clasificado el periodo de las actividades para que se pueda apreciar de mejor manera el momento en el que se deben realizar las tareas del plan de mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestra las actividades y cronograma del plan de mantenimiento para los vehículos de la empresa Induamerica S.A.C.

**Tabla 38***Hoja de decisión RCM para Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

Hoja de Decisión RCM		Área: Mantenimiento	Fecha		
		Equipos: vehículos de transporte de carga.			
Referencia información		Tarea propuesta	Intervalo de tiempo para aplicar tareas.	A realizarse por	Tiempo aproximado de reparación
F	FF				
1	A	Inspeccionar líquido refrigerante del motor	5 000 km (10 horas) - Diario	Técnico mecánico	15 min
		Cambiar líquido refrigerante del motor	Cada 40 000 km (cada 2 años)	Mecánico	30 min
		Inspeccionar nivel de aceite de motor	5 000 km (10 horas) - Diario	Técnico mecánico	15 min
		Cambio de aceite de motor	Cada 15 000 - 20 000 km	Mecánico/Conductor	45 min
		Inspeccionar cojinetes	Semanal	Mecánico	15 min
		Cambio de aceite de cojinetes	10 000 km (150 horas)	Mecánico	25 min
		Revisar ajuste o juego longitudinal de cojinetes de ruedas	10 000 km (150 horas)	Mecánico	45 min
		Inspeccionar filtro de combustible secundario	5 000 km (75 horas)	Técnico mecánico	15 min
		Inspeccionar filtro de aire por interior	5 000 km (10 horas) - Diario	Mecánico	20 min
		Cambiar filtro de aire por interior	40 000 km (600 horas)/Requiera	Mecánico	40 min
		Inspeccionar filtro de aire secundario por exterior	5 000 km (75 horas)	Técnico mecánico	15 min
		Cambiar filtro de aire secundario por exterior	40 000 km (600 horas)/Requiera	Mecánico	35 min
		Revisar el motor de arranque	5 000 km (10 horas) - Diario	Técnico mecánico	30 min
2	B	Inspeccionar efectividad de frenos	20 000 km (300 horas)	Mecánico	30 min
		Ajustar conexiones sueltas	Diarias	Practicante	60 min
		Inspeccionar zapatas de frenos	5 000 km (75 horas)	Técnico mecánico	30 min
		Cambiar zapatas de frenos	40 000 km (600 horas)	Mecánico	120 min

		Inspeccionar estado pastillas de frenos	5 000 km (75 horas)	Mecánico	20 min
		Inspeccionar tambores de frenos	20 000 km (300 horas)	Técnico mecánico	25 min
		Cambiar pastillas de frenos	40 000 km (600 horas)	Mecánico	60 min
		Limpiar válvula de descarga	5 000 km (75 horas)	Practicante	45 min
		Verificar funcionamiento del compresor de aire.	5 000 km (75 horas)	Técnico mecánico	35 min
3	C	Revisar funcionamiento del estado de la batería.	10 000 km (150 horas)	Electricista	45 min
		Inspecciona alternador.	5 000 km (10 horas) - Diario	Electricista	20 min
		Cambiar alternador	40 000 km (600 horas)/Requiera	Electricista	60 min
		Inspeccionar conexiones eléctricas.	Semanal	Electricista	60 min
		Inspeccionar bombillo.	Semanal	Electricista	30 min
		Cambiar bombillo	20 000 km (300 horas)	Electricista	60 min
4	D	Supervisión de lubricante	5 000 km (10 horas) - Diario	Mecánico/Conductor	60 min
		Cambio de aceite de caja de velocidades	40 000 km (600 horas)/Requiera	Mecánico	120 min
5	E	Inspección de fusibles	10 000 km (150 horas)	Técnico/Conductor	45 min
		Cambio de fusibles	40 000 km (600 horas)/Requiera	Mecánico	120 min
		Inspeccionar fugas de aire	10 000 km (150 horas)	Técnico mecánico	30 min
		Inspección de condensador	5 000 km (10 horas) - Diario	Mecánico	50 min
		Cambio de condensador	40 000 km (600 horas)/Requiera	Mecánico	120 min
6	F	Inspección de engranajes	Mensual	Técnico mecánico	50 min
		Cambio de engranajes	40 000 km (600 horas)/Requiera	Mecánico	180 min

Elaboracion propia. □

Es importante que a partir de la propuesta los conductores lleven por viaje una ficha de verificación vehicular para que así la empresa pueda tener data detallada de las fallas que se presentan y poder registrarlas en una base de datos más completa.

**Tabla 39**

*Lista de Verificación vehicular (Check List).*

**LISTA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR (CHECK LIST)**

IDENTIFICACIÓN CONDUCTOR		IDENTIFICACIÓN VEHÍCULO			Observación
NOMBRE:		Kilometraje:	HORA INSP:		
LIC - MUNICIPAL:					
FECHA INSPECCIÓN:					
ITEM	EXISTE		ESTADO		
	SI	NO	BUENO	REGULAR	
<b>1. SISTEMA DE LUCES</b>					
ESTACIONAMIENTO					
BAJAS					
ALTAS					
FRENO (debe incluir tercera luz)					
MARCHA ATRÁS					
VIRAJE DERECHA					
VIRAJE IZQUIERDA					
LUZ EMERGENCIA					
<b>2. SISTEMA DE FRENOS</b>					
DE MANO					
PEDAL					
<b>3. NEUMÁTICOS</b>					
TRASERO DER.					
TRASERO IZQ.					
REPUESTO					
OTROS					
<b>4. NIVELES/MOTOR</b>					
ACEITE MOTOR					
AGUA RADIADOR					
LIQUIDO FRENOS					
CORREAS					
AGUA BATERÍA					
<b>5. ACCESORIOS</b>					
EXTINTOR					
BOTIQUÍN					

GATA  
LLAVE DE RUEDAS  
TRIÁNGULOS  
LIMPIA PARABRISAS  
HERRAMIENTAS  
CINTURÓN DE SEGURIDAD  
ESPEJOS LATERALES  
ESPEJO INTERIOR  
RADIOTRANSMISOR  
BOCINA RETROCESO  
ANTENA

---

**6. ESTADO GENERAL Y REMOLQUE**

---

TECHO  
CAPOT  
PUERTAS  
VIDRIOS  
TAPABARROS  
PARACHOQUES  
TUBO DE ESCAPE  
LIMPIEZA  
QUINTA RUEDA  
PATAS  
RESORTES  
CHOCOS DE MADERA  
TABLONES

---

INSPECCIONADO POR  
RECIBI CONFORME:

FIRMA:  
V°B° PREV. DE RIESGOS:

### c) Plan de requerimientos

El requerimiento de insumos para el mantenimiento de vehículos se programa con el área de logística a través de una orden. Las cantidades descritas a continuación se basan en la orden de requerimiento solicitada por los jefes de taller para el mantenimiento mensual. A continuación se muestra también una proyección del costo de insumos para los próximos 6 meses.

**Tabla 40**

*Requerimientos de insumos para mantenimiento de unidades vehiculares.*

<b>Descripción</b>	<b>Requerimiento mensual</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo semestral</b>
Aceite Castrol GTX	15	Gal.	S/26.50	S/265.00	S/1,590.00
Aceite Repsol 5W-40	15	Gal.	S/37.40	S/561.00	S/3,366.00
Agua destilada VISTONY	60	Litros	S/1.50	S/90.00	S/540.00
Desengrasantes	15	Kg.	S/5.30	S/79.50	S/477.00
Filtros de combustible	15	Unidad	S/48.00	S/720.00	S/4,320.00
Gasohol	15	Gal.	S/12.00	S/180.00	S/1,080.00
Grasa para maquinarias	20	Kg.	S/8.00	S/160.00	S/960.00
Petróleo	30	Gal.	S/8.90	S/267.00	S/1,602.00
Anticongelantes Prestone	40	Gal.	S/38.50	S/1,540.00	S/9,240.00
<b>Total</b>				<b>S/3,862.50</b>	<b>S/23,175.00</b>

Elaboracion propia.

Durante la entrevista al jefe de mantenimiento se tomó nota de los requerimientos de algunas herramientas necesarias para implementar el taller y estas serían solicitadas al área de logística solo en el primer mes de iniciado el plan de mantenimiento. Los precios de herramientas esta basados en los precios de mercado.

**Tabla 41***Requerimientos de herramientas para implementar taller.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo/Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
Alicate Universal STANLEY	2	Unidad	S/20.00	S/40.00
Compresor de aire DeWALT	2	Unidad	S/850.00	S/1,700.00
Dados STANLEY	2	Kit	S/130.00	S/260.00
Destornillador mixto STANLEY	2	Unidad	S/15.00	S/30.00
Engrasadora MIKEL´s	4	Unidad	S/45.00	S/180.00
Extractor de rodamientos	1	Unidad	S/150.00	S/150.00
Hidrojet DeWALT	2	Unidad	S/450.00	S/900.00
Destornilladores STANLEY	4	Kit	S/60.00	S/240.00
Llave de ruedas STANLEY	1	Unidad	S/55.00	S/55.00
Llave francesa STANLEY	2	Unidad	S/30.00	S/60.00
Llaves mitas STANLEY	4	Juego	S/75.00	S/300.00
Manómetro METRON	2	Unidad	S/80.00	S/160.00
Multímetro Multitester	2	Unidad	S/350.00	S/700.00
Pistola neumática STANLEY	1	Unidad	S/150.00	S/150.00
Plumilla de medición BOSCH	1	Kit	S/50.00	S/200.00
Torquímetro 150 Lbs	3	Unidad	S/280.00	S/840.00
			<b>Total</b>	<b>S/5,965.00</b>

Elaboración propia.

**Tabla 42**

*Requerimientos de personal técnico para tareas de mantenimiento.*

<b>Personal</b>	<b>Cant.</b>	<b>Remuneración mensual</b>	<b>Remuneración semestral</b>
Practicante Senati	1	S/.950.00	S/5,700.00
<b>Total</b>			<b>S/5,700.00</b>

Elaboracion propia.

El personal solicitado en la tabla anterior responde a las necesidades de incrementar capital humano para las actividades de mantenimiento planteadas por el jefe de mantenimiento de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.; Ing. Mec. Elec. Joel O. Cabrera.

Así mismo es importante el personal reciba capacitación durante la implementación del plan; es por ello que se propuso que dentro de los 6 primeros meses se den 4 capacitaciones al personal las cuales se indican a continuación:

**Tabla 43**

*Capacitaciones a personal de Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

<b>Capacitaciones</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
Mantenimiento preventivo y correctivo	S/2,100.00	1	S/2,100.00
Gestión de Logística y almacén	S/1,900.00	1	S/1,900.00
Solución de fallas menores (Conductores)	-	1	-
Gastos logísticos por capacitación	S/505.00	3	S/510.00
<b>Total</b>			<b>S/4,510.00</b>

Elaboracion propia.

Los gastos de logística para las capacitaciones a personal de mantenimiento y logística serán de S/255.00, representando un total de S/510.00 por las 2 capacitaciones brindadas.

**Tabla 44***Gastos logísticos de capacitación para personal de mantenimiento y logística.*

<b>Gastos</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
Materiales de oficina (hojas, lapiceros)	S/5.50	15	S/82.50
Materiales para participantes (Carpetas)	S/5.50	15	S/82.50
Impresiones	S/0.50	30	S/15.00
Refrigerio	S/5.00	15	S/75.00
<b>Total</b>			<b>S/255.00</b>

Elaboracion propia.

A continuación se detallan los gastos logísticos para capacitar a los 174 conductores de las 87 unidades vehiculares.

**Tabla 45***Gastos logísticos de capacitación a conductores.*

<b>Gastos</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
Materiales de oficina (Cuadernillos, lapiceros)	S/6.00	174	S/1,044.00
Impresiones	S/0.50	174	S/87.00
Refrigerio	S/6.00	174	S/870.00
<b>Total</b>			<b>S/2001.00</b>

Elaboracion propia.

**Tabla 46**

*Cronograma de capacitaciones a personal y control de actividades*

<b>Capacitaciones</b>	nov	dic	ene	feb	mar	abr
Mantenimiento preventivo y correctivo			4 ene			
Gestión de Logística y almacén					28 mar	
Solución de fallas menores (Conductores)	30 nov					
Mantenimientos a vehículos						
Evaluación de indicadores	30 nov	28 dic	25 ene	Feb 29	28 mar	25 abr

Elaboracion propia.

### **Control de mantenimiento**

Una vez que se desarrollen todas las actividades planteadas a las unidades que presenten fallas, se tendrá que mantener un registro diario a través de guías de control con el fin de tener un registro de fallas recurrentes y poder actuar de inmediato y así evitar costos futuros en las unidades que perjudiquen tanto la eficiencia de la unidad como la rentabilidad de la empresa.

Verificar las actividades de mantenimiento preventivo ayudará a retroalimentar el plan propuesto, consiguiendo así corregir fallas que se presenten durante la gestión de mantenimiento.

**Tabla 47**

*Verificación de avance de metas*

Actividad	Objetivo	Meta	Avance	Observación	Problema
Mantenimiento preventivo de vehículos	Aumentar el nivel de eficiencia en vehículos para disminuir los costos por reparación	Dar mantenimiento preventivo a 112 vehículos de la empresa Induamerica - Sede Lambayeque	71%	Se han realizado inspecciones de mantto preventivo en 80 unidades vehiculares	Al 20% restante no se le realizó mantto debido a que las unidades estaban en circulación constante.
Requerimiento de personal técnico	Incrementar capital humano para las actividades de mantenimiento	Insertar 1 Prácticante de SENATI a las actividades de mantto	100%	Se incorporó satisfactoriamente al personal con una remuneración de S/. 950.00 mensual	28 mar
Capacitación a personal	Dar capacitación al personal técnico tareas de mantto, gestión de logística y almacén	Capacitación en mantto preventivo y correctivo (1 Sesión) Gestión de logística y almacén (1 Sesión)	100%	Se logró completar las charlas de mantenimiento y gestión de logística y almacén.	
	Dar capacitación a conductores sobre solución de fallas menores	Capacitar a 224 conductores sobre solución de fallas menores en vehículos	71%	Se realizó la capacitación a 160 conductores	La capacitación a 160 conductores corresponde a las 80 unidades que se han mantenido presente durante la capacitación

Plan de requerimiento de insumos para mantenimiento de vehículos	Mantener los insumos necesarios para el mantenimiento mensual de vehículos	Solicitar un orden de requerimientos de insumos por S/. 3,862.50 mensual (S/. 23,175.00 semestral)	76%	Se asignó un presupuesto de S/. 17,500.00	Debido a que hay vehículos que aún no se les aplico mantenimiento, existe stock de insumos, razón por la cual el área de tesorería no asignó el monto total asignado por el área.
Plan de requerimiento de herramientas para taller	Disponer de herramientas necesarias para el mantenimiento de vehículos	Solicitar S/. 5,965.00 para la adquisición de herramientas	100%	En el primer mes se asignó el monto solicitado al área para la compra de herramientas	

Elaboracion propia.

Dentro del desarrollo del plan se ha dado mantenimiento al 71% de unidades (80 vehículos) que se encontraban en el taller. Así mismo se han impartido capacitación a 160 conductores de las unidades (71%), a su vez se han logrado dar la totalidad de capacitaciones planeadas a personal de mantenimiento. Por otra parte se ha incorporado 1 personal técnico de SENATI como requerimiento de talento humano. El plan de requerimiento de insumos para mantto de vehículos se ha ejecutado en un 76% ya que aún existe stock de insumos en almacén; por consiguiente el requerimiento de herramientas para el taller se ejecutó en un 100%.

### 3.2.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

Luego de aplicar la propuesta se procede a verificar la situación de la variable dependiente (eficiencia) a fin de determinar el impacto que generó el Plan de Mantenimiento basado en la herramienta RCM sobre esta. Lo que se busca con la propuesta es disminuir el tiempo de paradas no programadas de 12, 450 horas a 5,220 horas (58%); así mismo reducir el número de entregas no conformes de 3,245 a 1,021 (68%) durante los próximos 6 meses.

**Tabla 46**

*Tiempos de envíos y entregas por vehículo Induamerica Servicios logísticos S.A.C.*

Nº	Fecha	Tracto	Tpo. de trabajo	Tpo. Paradas program.	Tpo. Paradas NO PROGRAM.	Vel. Nominal del vehículo	Cant. Entregas	Cant. Entregas NO CONFORMES
1	May-Oct	APS-805	2,420	468	85	0.167	215	11
2	May-Oct	APS-826	1,905	336	60	0.167	215	10
3	May-Oct	APS-830	2,420	468	85	0.167	215	11
4	May-Oct	AKS-717	2,120	348	60	0.167	215	10
5	May-Oct	AKS-786	2,358	360	55	0.167	208	11
6	May-Oct	AYE-712	2,350	360	55	0.167	211	15
7	May-Oct	T9O-882	1,905	336	60	0.167	215	15
8	May-Oct	AYD-831	2,420	468	85	0.167	215	11
9	May-Oct	T8U-901	1,905	336	60	0.167	215	15
10	May-Oct	T8U-867	2,250	360	55	0.167	208	11
11	May-Oct	T8U-883	2,120	348	65	0.167	215	12
12	May-Oct	T8U-892	2,420	468	85	0.167	215	11
13	May-Oct	T8U-898	2,250	360	55	0.167	208	11
14	May-Oct	T8U-901	2,250	360	55	0.167	208	16
15	May-Oct	AKH-849	1,905	336	60	0.167	215	11
16	May-Oct	F1J-837	2,250	360	55	0.167	208	11

17	May-Oct	AYD-942	1,905	336	60	0.167	215	17
18	May-Oct	ACX-868	2,250	360	55	0.167	208	15
19	May-Oct	ACY-856	2,420	468	85	0.167	215	12

**Tabla 46 (Continuación)**

20	May-Oct	AKH-929	1,905	336	60	0.167	215	11
21	May-Oct	C9V-705	2,250	360	55	0.167	208	11
22	May-Oct	AMI-907	2,420	468	85	0.167	215	17
23	May-Oct	D1U-749	2,120	348	60	0.167	215	11
24	May-Oct	F1J-835	2,250	360	55	0.167	215	14
25	May-Oct	C3P-745	2,250	360	55	0.167	215	11
26	May-Oct	F1J-722	2,120	348	60	0.167	215	11
27	May-Oct	AYE-767	2,420	468	85	0.167	215	11
28	May-Oct	AKH-923	2,420	468	85	0.167	215	11
29	May-Oct	AXN-706	2,250	360	55	0.167	215	16
30	May-Oct	AXN-759	1,905	336	60	0.167	215	11
31	May-Oct	ALK-752	2,250	360	55	0.167	215	11
32	May-Oct	ALL-803	2,120	348	60	0.167	215	11
33	May-Oct	AMI-883	2,350	360	55	0.167	211	13
34	May-Oct	AMJ-750	2,250	360	55	0.167	215	11
35	May-Oct	AMK-709	1,905	336	60	0.167	215	11
36	May-Oct	AML-918	2,250	360	55	0.167	215	10
37	May-Oct	APK-777	2,250	360	55	0.167	215	11
38	May-Oct	APK-778	2,120	348	60	0.167	215	11
39	May-Oct	T8U-881	2,250	360	55	0.167	215	11
40	May-Oct	T8U-905	2,250	360	55	0.167	215	13
41	May-Oct	T8U-926	2,358	365	55	0.167	208	11
42	May-Oct	T8U-938	2,350	360	55	0.167	211	11
43	May-Oct	APN-926	2,250	360	55	0.167	215	15
44	May-Oct	AXN-700	1,905	336	60	0.167	215	11
45	May-Oct	AYD-894	2,250	360	55	0.167	215	9
46	May-Oct	ALK-888	1,905	336	60	0.167	215	11
47	May-Oct	AYD-832	1,905	335	60	0.167	215	11

48	May-Oct	AYD-925	2,270	360	55	0.167	208	14
49	May-Oct	T8U-903	1,905	336	60	0.167	215	9
50	May-Oct	C9R-777	2,250	360	55	0.167	215	11

**Tabla 46** (Continuación)

51	May-Oct	C5L-712	2,120	345	65	0.167	215	14
52	May-Oct	APS-808	2,250	360	55	0.167	215	11
53	May-Oct	D5Y-875	2,250	360	55	0.167	215	11
54	May-Oct	F1K-906	1,905	336	60	0.167	215	15
55	May-Oct	APN-824	2,250	360	55	0.167	215	12
56	May-Oct	APO-903	1,905	336	60	0.167	215	11
57	May-Oct	D1P-731	2,500	380	60	0.167	215	12
58	May-Oct	APO-705	2,358	380	60	0.167	208	11
59	May-Oct	AEV-869	2,120	350	65	0.167	215	15
60	May-Oct	AFB-843	2,250	368	55	0.167	215	11
61	May-Oct	AFG-803	2,250	360	55	0.167	215	10
62	May-Oct	APK-848	1,905	336	60	0.167	215	11
63	May-Oct	T8U-874	1,800	289	40	0.167	215	10
64	May-Oct	D1V-798	2,420	390	70	0.167	215	11
65	May-Oct	AFA-856	1,905	336	60	0.167	215	11
66	May-Oct	APO-926	2,250	360	55	0.167	230	11
67	May-Oct	APS-804	2,420	390	70	0.167	215	11
68	May-Oct	APS-810	2,120	348	60	0.167	215	11
69	May-Oct	APS-827	1,960	290	45	0.167	215	14
70	May-Oct	C0O-761	2,250	360	55	0.167	221	11
71	May-Oct	C0T-773	1,905	336	65	0.167	250	11
72	May-Oct	C0U-710	2,250	360	55	0.167	225	7
73	May-Oct	C0U-713	2,250	360	55	0.167	215	11
74	May-Oct	C0W-761	2,120	340	60	0.167	234	11
75	May-Oct	C4L-757	2,120	350	60	0.167	215	14
76	May-Oct	C4M-742	1,960	300	55	0.167	220	12
77	May-Oct	C0O-724	1,905	336	60	0.167	215	8
78	May-Oct	C0V-748	2,420	380	60	0.167	215	13
79	May-Oct	C0V-790	1,905	336	60	0.167	244	11

80	May-Oct	C4M-713	2,250	360	55	0.167	219	13
81	May-Oct	C9Z-722	1,905	336	60	0.167	222	11
82	May-Oct	C4P-715	1,828	290	45	0.167	215	9

**Tabla 46** (Continuación)

83	May-Oct	C4M-769	2,250	360	55	0.167	215	12
84	May-Oct	AYE-810	2,120	348	60	0.167	215	11
85	May-Oct	APS-829	2,120	344	60	0.167	217	12
86	May-Oct	D1P-733	1,988	317	65	0.167	230	11
87	May-Oct	F1K-773	1,960	325	45	0.167	215	13
<b>TOTAL</b>			<b>187,920</b>	<b>31,320</b>	<b>5,220</b>	<b>0.167</b>	<b>18,770</b>	<b>1,021</b>

Fuente: Área de Operaciones

Elaboración propia.

**Tabla 47**

*Parámetros para cálculo de OEE (Eficiencia General de los Equipos)*

<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Nº de Vehículos (Muestra)	87	[Vehículos]
Velocidad permitido por el MTC	80	[Km/h]
Tiempo de trabajo (recorrido Vehículo./Día) aprox.	16-18	[horas]
Tiempo total trabajo flota	187,920	[horas]
Tiempo de paradas programadas/Vehículo aprox.	2	[horas]
Tiempo total de paradas programadas flota	31,320	[horas]
Tiempo total de paradas NO PROGRAMADAS flota	5,220	[horas]
Capacidad Nominal del vehículo entregas/horas	0.17	[Entregas/hora]
Cantidad de entregas	18,770	[unidades]
Cantidad de entregas NO CONFORMES	1,021	[unidades]

Elaboración propia.

**Tabla 48***Parámetros Auxiliares*

<b>Parámetros Auxiliares</b>	<b>Valor</b>
Tiempo programado de operación (TPO)	156,600
TO	151,380
Tiempo de Ciclo ideal	6
Cantidad nominal de entregas, idealmente	25,230
Rendimiento	0.7440
Entregas conformes	0.9456

Elaboración propia.

## D. Cálculo de eficiencia en trabajos con vehículos (OEE) con la propuesta.

### 1. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TO}}{\text{TPO}} \times 100$$

Donde

TPO = tiempo total de trabajo – tiempo de paradas planificadas

TO = TPO – Paradas y/o averías.

**Tabla 49**

*Disponibilidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

Nº de vehículos	Tiempo total de trabajo	Tiempo de paradas planificadas	Tiempo de paradas No programadas
87	187,920	31,320	5,220

Elaboración propia.

$$\text{TPO} = 187,920 - 31,320 = 156,600$$

$$\text{TO} = 156,600 - 5,220 = 151,380$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{151,380}{156,600} \times 100 = 97\%$$

**Interpretacion:** Debido a que el número de paradas no programadas ha disminuido Induamerica muestra una disponibilidad del 97%, lo que determina que gracias al plan de mantenimiento la disponibilidad aumentará en un 5%.

## 2. Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{(\text{Tiempo de Operacion} \times \text{Cantidad total de entregas})}$$

**Tabla 50**

*Rendimiento de vehículos -Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

Nº de vehículos	TO	Capacidad nominal del vehículo (entregas/hora)	Cantidad total de entregas
87	151,380	*2/12	18,770

Elaboración propia.

$$\text{Tiempo ideal del ciclo} = 1/\text{capacidad nominal}$$

\* La capacidad nominal está representada entre el cociente de número de entregas sobre el número de horas que trabaja el vehículo.

$$\text{Tiempo ideal del ciclo} = 1/\left(\frac{2}{12}\right) = 6.$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{6}{(151,380 \times 18,770)} \times 100 = 74\%$$

**Interpretación:** La flota vehicular de Induammerica presenta un rendimiento del 74% presentando una reducción del 4% con respecto a la medición, lo que sustenta que con el tiempo las unidades tienden a disminuir el rendimiento por el uso y recorrido, sumado a ello es importante tener en claro las microparadas y reducciones de las velocidades de los vehículos durante su recorrido además de los peajes y controles de tránsito, sunat entre otras.

### 3. Calidad

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de entregas} - \text{N}^\circ \text{ entregas no conforme})}{\text{N}^\circ \text{ de entregas}}$$

**Tabla 51**

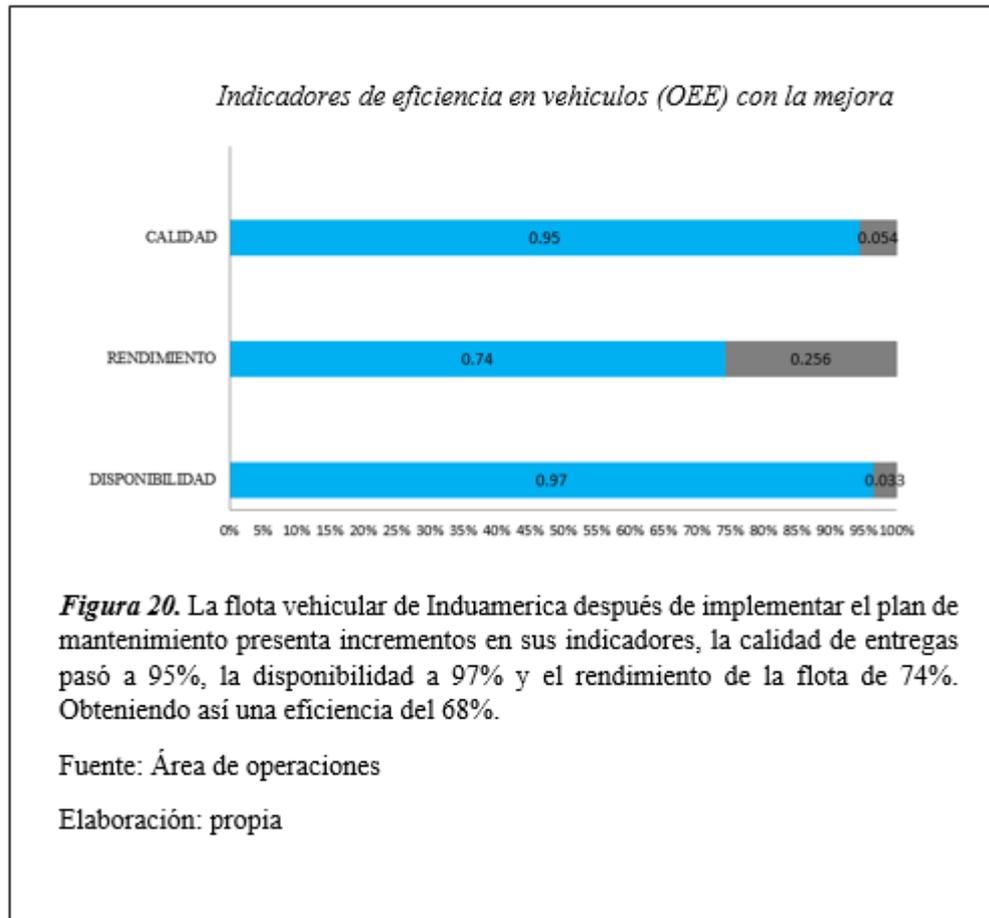
*Calidad de vehículos - Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.*

Nº de vehículos	Nº entregas	Nº de entregas NO CONFORMES
87	18,770	1,021

Elaboración propia.

$$\text{Calidad} = \frac{(18,770 - 1,021)}{18,770} \times 100 = 95\%$$

**Interpretación:** La calidad en las entregas de la flota presenta un indicador de calidad del 95 % lo que ha mejorado en un 12% con respecto a la medición anterior; se refleja entonces que el plan de mantenimiento mejora la calidad de las entregas llegando a sus destinos sin retrasos.



### **Cálculo de eficiencia en trabajos con máquinas - OEE**

**OEE** = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

**OEE** = 0.97 x 0.74 x 0.95 = 0.68 = 68%

**Interpretación:** El coeficiente de eficiencia para Induamerica es de 68%, el cual presenta un incremento del 9% con respecto a la medición anterior; lo que efectivamente demuestra que el plan de mantenimiento basado en la herramienta RCM presenta mejoras. Según la clasificación de “Eficacia Global de Equipos Productivos”, la clasificación esta dentro del rango “Regular” para la empresa.

### 3.2.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

El análisis beneficio – costo de la propuesta pretende demostrar si el plan de mantenimiento propuesto es rentable o no para Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.

A continuación se detalla los costos por implementar el plan de mantenimiento.

**Tabla 52**

*Resumen de costos de implementación de plan de mantenimiento preventivo.*

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Insumos para tareas de Mantto	S/23,175.00
Herramientas para taller	S/5,965.00
Contratación personal de Mantto	S/5,700.00
Capacitaciones a personal de mantenimiento y logística	S/4,510.00
Gastos de capacitación a conductores	S/2,001.00
<b>Total</b>	<b>S/41,351.00</b>

Elaboración propia.

A Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. implementar el plan de mantenimiento basado en la herramienta RCM le cuesta **S/41,351.00**

El gasto de mantenimiento correctivo (6 meses) que la empresa desembolsó en el periodo de estudio fue de **S/130, 907.00**, gracias al plan de mantenimiento las proyecciones otorgadas por encargado de operaciones y consultas a personal de mantenimiento se espera reducir los costos en 44% en los próximos seis meses con lo cual el beneficio seria **S/57, 599.00**.

Relación beneficio – costo:

$$\text{Relación beneficio – costo: } \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\text{Relación beneficio – costo: } \frac{S/57,599.00}{S/41,341} = 1.39$$

Se interpreta por cada S/.1 invertido la empresa Induamerica servicios logísticos obtendrán un beneficio de 0.39 soles.

Así mismo es importante mencionar que la empresa obtiene beneficios como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 53**

*Beneficios de la investigación*

<b>Indicador</b>	<b>Antes de la propuesta</b>	<b>Aplicada la propuesta</b>	<b>Variación</b>
OEE	59%	68%	+9%
Tiempo de paradas no programadas	12, 450 horas	5, 220 horas	-58%
Número de entregas no conformes	3, 245	1, 021	-68%
Costos	S/130, 907	S/.78, 542	-44%
Numero de fallas	1, 038	591	-43%

Elaboración propia.

Induamerica se ve beneficiada con la propuesta debido a que incremento la eficiencia de su flota en un 9%, los tiempos en paradas no programadas por fallas se redujeron en un 58%, el número de entregas no conformes se redujo en un 68%; así mismo número de fallas disminuyó en un 43% dando como resultado una reducción de los costos por mantenimiento en 44%; por lo tanto podemos afirmar que la propuesta beneficia los intereses de la empresa.

### 3.3. Discusión de Resultados

La investigación demuestra el impacto que tiene el mantenimiento basado en la metodología RCM en la eficiencia de vehículos. La investigación ha pasado por un riguroso análisis científico aplicando métodos cuantitativos es por ello que cuenta con validez interna. Los vehículos que se tomaron como muestra son suficientes y confiables por cuanto se respetó su selección a través de metodologías; por su parte los instrumentos aplicados son confiables debido a que pasaron por la revisión de 3 profesionales con conocimiento en mantenimiento y el análisis de validación a través del alfa de Crombach.

Los principales problemas por no aplicar un mantenimiento adecuado generan una baja eficiencia 59% (rendimiento del 87%, calidad del 83% y disponibilidad de 92%), siendo sus problemas más habituales interrupciones eléctricas, fugas de componentes, sobrecalentamiento del motor. Aplicar un mantenimiento preventivo puede generar que el índice de disponibilidad aumente en 12% logrando que la eficiencia pase de 59% a 68%. Así Rodríguez (2018) determinó que las fallas más comunes en los vehículos estudiados se encuentran en los sistemas de suspensión, transmisión y con el motor; sin embargo, luego de aplicar el mantenimiento correctivo la disponibilidad aumento en 73% y confiabilidad en 80% con respecto a años anteriores.

La eficiencia de la empresa gracias al plan de mantenimiento incremento en un 9% lo que efectivamente demostró que la planificación de un mantenimiento estructurado basado en la herramienta RCM genera mejoras, guardando relación por lo expuesto por Yauri (2018) la implementación de la gestión del mantenimiento incrementa los indicadores de la eficiencia global en 41%. Dando una disponibilidad de 93%, rendimiento 85% y una calidad de 83% así mismo el OEE incremento a 66%.

Para finalizar se calculó el análisis de costo beneficio de la propuesta lo que determino que efectivamente se redujeron los tiempos de paradas no programadas, el número de entregas a destiempo; el plan de mantenimiento además de incrementar la eficiencia general de los equipos en un 9%, genera una ganancia para Induamerica Servicios Logísticos S.A.C. beneficios de S/. 0.39 por cada sol invertido. Este análisis guarda relación con lo expuesto por Piscoya y Huerta (2018) donde implementar un programa de mantenimiento total logra incrementar la Eficiencia Global de Equipos de un 46% a un 66%. Por

consiguiente, el nivel de disponibilidad incrementa de 72% a 82%, la efectividad pasó de 73% a un 86% y la calidad tuvo un incremento del 87% al 94%.

No aplicar un mantenimiento a generado en los meses de junio – octubre 1038 fallas, lo que representa costos de mantenimiento por S/130, 907; esto hace referencia a lo expuesto por Álvarez (2017), en su investigación donde determinó que el no aplicar un plan de mantenimiento correcto en las unidades incrementa el número de tasa de fallas, pues en la mayoría de casos 20% de las fallas tiene impacto en el 80% de los costos.

El plan de mantenimiento, permite reducir de una manera significativa los costos y tiempos perdidos por reparación, todo esto es posible gracias a un direccionamiento y organización planificada por parte de la empresa, además la gestión de mantenimiento.

**CAPITULO IV:**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

El mantenimiento que aplica Induamerica Servicios Logísticos S.A.C., es regular ya que no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo. El departamento de mantenimiento no tiene definidas acciones para que personal de mantenimiento actué sobre los vehículos de manera preventiva; por su parte el taller no cuenta con la logística necesaria y el personal no se encuentra totalmente calificado lo que ha generado en los últimos 6 meses 1 038 fallas, costos de reparación por S/130, 907; 12, 450 horas en paradas no programadas y un total de 3 245 entregas no conformes.

Los vehículos presentan problemas en el motor, problemas con los componentes en el sistema de frenos, fallas en el sistema eléctrico, derrame de líquidos, problemas con el sistema de aire y fallas en el sistema de transmisión. Las fallas más recurrentes son sobrecalentamiento del motor, descalibración de piezas, interrupciones eléctricas en algunos sistemas, vibraciones constantes y fallas en el sistema de suspensión, entre otros menores como problemas con los neumáticos que es muy habitual en cualquier unidad.

A través del RCM el índice de fiabilidad establece que los vehículos pueden operar 150.86 horas en promedio antes que se produzca una falla. La probabilidad de que los vehículos después de las fallas sean reparados es de 11.9 horas en promedio, así mismo los costos por indisponibilidad de fallas ascienden a S/9, 417.44 durante el periodo de estudio. Al utilizar el análisis de criticidad se determinó que el vehículo más críticos es el APS-829 el cual presenta un valor de criticidad de 108.

La OEE fue 59%; manteniendo una disponibilidad del 92%. El rendimiento de las unidades fue 78% producto de microparadas y reducciones de velocidades durante el recorrido. Respecto a la calidad la empresa ha mantenido problemas con la puntualidad de sus entregas debido a los retrasos producto de paradas; el indicador de calidad arrojó 82%. Con la aplicación del plan de mantenimiento se mejoró la disponibilidad en un 5%, el rendimiento se vio afectado en un 4% debido al tiempo de uso, recorrido, microparadas y reducciones de velocidad; la calidad aumento en un 12%, obteniendo un incremento en el OEE de 9% (68%).

Finalmente realizado el análisis de costo – beneficio se estima que con la aplicación del Plan de Mantenimiento utilizando la herramienta RCM se reducirá en los primeros 6 meses el tiempo de paradas no programadas de 12, 450 horas a 5,220 horas (58%); como también el número de entregas no conformes de 3,245 a 1,021 (68%) durante los próximos 6 meses. El indicador de costo beneficio da como resultado S/1.39 lo que quiere decir que por cada sol invertido Induamerica Servicios Logísticos obtendrá de ganancia S/0.39; determinando así que el proyecto es rentable para la empresa.

## 4.2. Recomendaciones

Se recomienda involucrar a todas las áreas y personal de la empresa en el desarrollo del plan de mantenimiento, así mismo se debe seguir el monitoreo de actividades de manera permanente con el fin de minimizar fallas, reducir costos y mantener clientes satisfechos. Es importante programar charlas y capacitaciones con el fin de ampliar el conocimiento sobre mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para mejorar la eficiencia de la flota.

El área de mantenimiento debe implementar un sistema de gestión integrado que permita planificar y gestionar las actividades de mantenimiento preventivo en los tiempos establecidos; además para la revisión debe adquirir scanner Renault con el fin de identificar las fallas de manera inmediata.

Se recomienda que se generalice en las empresas nuevos enfoques de conocimiento organizacional orientado hacia el desarrollo de filosofías de mantenimiento basados en el RCM; también se debe hacer uso de tecnologías y programas informáticos como el Renovefree para llevar a cabo una adecuada administración y eficiente gestión de procesos de mantenimiento que minimicen los riesgos de error durante la gestión, debido a que la confiabilidad que se halle será más exacta en comparación a una hoja de cálculo.

Se debe implementar un área exclusiva de análisis de eficiencia de vehículos y confiabilidad que permita identificar que vehículos aún son rentables para la empresa y cuáles deberían ser renovados. Se debe también mantener un registro sobre la eficiencia general de la flota a fin de mantener indicadores confiables que respalden el servicio que se brinda.

Se recomienda que todo el personal esté capacitado e involucrado en el mantenimiento preventivo evaluando y corrigiendo constantemente fallas críticas para minimizar los costos de mantenimiento por reparación de paradas inesperadas. Es importante mantener un registro de costos por mantenimiento de acuerdo a intervalos o fallas que nos permitan determinar cuándo es necesario revisar o reestructurar la planificación para un mayor beneficio de la empresa.

## REFERENCIAS

- Abril, C., Palomino, A., Sánchez, J. (2006). *Manual para la integración de sistema de gestión*. Madrid. España. Editorial: Fundación Confemetal.
- Aceña, M. (2016). *Gestión y control de flotas y servicios de transporte por carretera*. Madrid: CEP S.L
- Alban, N. (2017). Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las Maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para Incrementar la Productividad. *Alicia – Concytec*.
- Álvarez, I. (2017). *Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del Benemérito cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Apablaza, F. (2013). *Calidad de Redes de Telecomunicaciones EIE 419*. Universidad Católica de Valparaíso.
- Barros, D., Valencia, G., y Vargas, L. (2014). Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo – Crisol de Metalurgia. *Scientia et Technica*, 19 (2), 200-208. DOI: <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.8949>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. (3ra ed). Colombia: Pearson Educación.
- Campos, I. (2018). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte SAYVAN EIRL*. (Tesis de grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque, Perú.
- Cárcel, J. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial*. Valencia, España: Omni-science.
- Cruelles, J. (2012). *Productividad e Incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. (1ra.Ed.). Barcelona: Marcombo S.A.
- Cruelles, J. (2010). *Teoría de la medición del despilfarro*. (2da Ed.). Zaragoza: Artef S.L.
- Diestra, J., Esquivel, L., Guevara, R. (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con

mayor criticidad. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación* 4(1), ISSN: 2313-1926.

Dhillon, B. (2002). *Engineering Maintenance, A Modern Approach*. Washington, D.C.: CRC PRESS

Durand, H. (2018). *Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo*. (Tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Fuentes, S. (2015). *Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la Empresa Hilados Richard'S S.A.C*. (Tesis de grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento: Manual práctico para la implementación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial*. Madrid, España: Díaz Santos.

García, S. (2012). *Mantenimiento Programado en Centrales de Ciclo Combinado*". Madrid-España: Díaz Santos.

George, D. y Mallery, P. (2003). *SPSS para Windows pasó a paso: una guía simple y referencia*. (4ta.Ed.). Boston: Allyn y Bacon.

Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. (1ra edición).Murcia, España: Editum.

Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3ra. Ed.). México DF: McGraw-Hill. Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. (3ra. Ed.). México DF: McGraw-Hill. Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta. Ed.). México DF: McGraw-Hill. Educativo.

- Herrera, J. (2017). Mejora en la eficiencia y en el ambiente de trabajo en Texgroup S.A. *Ingeniería Industrial*, (36), 35 – 66. <http://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2445>. Universidad de Lima. Lima.
- López, M. (2013). *Planeación estratégica. Un pilar en la gestión empresarial*. México: Instituto tecnológico de Sonora.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Edición en español. Reino unido: Biddles Ltd.
- Mejía, R. (2017). Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la Empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L. *DSpace*, 7 (4).
- Morales, P. (2012). *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*. Universidad Pontificia Comillas. Madrid: Une.
- Muñoz, B. (2003). *Mantenimiento Industrial*. Madrid, España: Fundación Cofemetal.
- Noreña, A., Alcaraz, N., Rojas, J. y Rebolledo, D. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*. Recuperado de <http://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/1824/pd>
- Oliverio, P. (2012). *Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Pacheco, L. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Patapo S.A.C.* (Tesis de grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque, Perú.
- Palomares, E. (2015). *Implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) al sistema de Izaje Mineral, de la compañía minera Milpo, Unidad El Porvenir*. (Tesis de pos grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Parra, C. y Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. España: Editorial Ingeman.
- Pérez, A. (2013). *Ciclo Deming*. Barquisimeto: UTF N° 2110. CI: 18.356.692.

- Piscoya, J. y Huerta, M. (2018). *Plan de Gestión de Mantenimiento basado en la técnica MRP para mejorar la Eficiencia de la flota vehicular de la empresa de transportes y servicios Vanina E.I.R.L., 2017.* (Tesis de grado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Quispe, B. (2016). Administración de la flota vehicular. Unidad III: Producción y productividad de vehículos. *Tecsup.*
- Rodríguez, J. (2018). *Elaboración de una Propuesta de Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad para la flota de vehículos de la Empresa Tranzit S.A.S Perteneciente Al Sitp.* (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Romero, J. y Díez, O. (2015). Aplicación de la metodología RCM al mantenimiento de los motores de agujas en Metro Ligero Oeste. *Vía Libre Técnica*, 1-13.
- Realibilityweb, (2016). “*Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestión del Mantenimiento*”. Extraído de <https://reliabilityweb.com/about-us>
- Samaniego, C. (2017). Implementación de un sistema de gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), para la empresa Chova del Ecuador SA. Plantas Inga y Cashapamba. *DSpace.*
- Sánchez, F., Pérez, A., Sancho, J. y Rodríguez, J. (2006). *Mantenimiento mecánico de máquinas.* Castellón, España: Universitat Jaume.
- Sandoval, G. (2016). *Mejora en la confiabilidad operacional del sistema POWER SHIFT de un camión minero Caterpillar modelo 797F: Desarrollo de una metodología de gestión de mantenimiento basado en el riesgo 2016.* Arequipa. Tesis de grado. Universidad Católica de Santa María.
- Seminario, L. (2017). *Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la Eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica Lima - Perú 2017.* (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Souris, J. (1992). *El mantenimiento, fuente de beneficios.* (1a.Ed). Madrid, España: Díaz de santos.

- Velasco, E. (2016). *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*. España: Universidad Miguel Hernández.
- Villacrés, S. (2016). *Plan de Mantenimiento aplicando la Metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Etapa EP*. (Tesis de pos grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Instituto de Postgrado y Educación Continua, Riobamba, Ecuador.
- Yauri, E. (2018). *Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar los índices de la Eficiencia Global en el área de Mantenimiento de la empresa PANORAMA S.A.C. Lima, 2017*. (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Yupanqui, C. (2016). *Propuesta de implementación mejoras en el Plan de Mantenimiento Basado en la Metodología RCM para Tractocamiones International Workstar 7600. UPNBOX*.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### ENCUESTA A LOS CONDUCTORES

**Objetivo:** La presente información servirá para la elaboración del proyecto de investigación “Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos SAC” – de la Universidad Señor de Sipán.

Tipo de vehículo:..... Kilometraje recorrido:.....

Lea detenidamente y sírvase responder las preguntas que se presentan a continuación marcando una X dentro del recuadro respectivo, según su criterio.

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| Siempre (5) | Casi siempre (4) |
| A veces (3) | Casi nunca (2)   |
| Nunca (1)   |                  |

	5	4	3	2	1
¿El vehículo cuenta con su documentación en regla?					
¿Existen constantes paros del vehículo durante los traslados de mercadería?					
¿Realiza usted una inspección visual periódica de todos los sistemas del vehículo antes de ponerlo en circulación?					
¿La empresa realiza revisiones y mantenimiento periódico a los vehículos?					
¿Existen documentos para registrar las tareas de mantenimiento al vehículo?					
¿El vehículo dispone de equipos de localización (GPS o GMS)?					
¿El vehículo dispone de herramientas básicas para solucionar fallas menores?					
En caso de averías, ¿podría determinar de manera precisa cuál es la falla en el vehículo?			*		
¿Está capacitado técnicamente para solucionar las fallas menores de manera correcta?					
¿El mantenimiento que se le aplica al vehículo es el correcto?					
¿Se lleva un control diario de recorrido y consumo de combustible del vehículo?					
¿Se realiza un correcto mantenimiento del sistema de suspensión?					
¿Se revisan y cambian los filtros del sistema de ventilación a menudo?					
¿Existe sobrecalentamiento u olor a quemado en el vehículo?					
¿Se presentan problemas de fuga de líquidos en el vehículo?					
¿Presenta problemas el motor a la hora del arranque?					
¿Los frenos del vehículo están en perfectas condiciones?					
¿Los neumáticos son revisados y cambiados según los estándares?					

Anexo 2

**ENTREVISTA - JEFE DE MANTENIMIENTO**

**Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

**Objetivo:** La entrevista proporcionará información que permitirá la elaboración del proyecto de investigación "Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos SAC" – de la Universidad Señor de Sipán.

**Nombre y apellidos:** JOEL OASIS CABRERA RIQUELME

**Tiempo de servicio en el cargo:** Ino. Mecánico Electricista  
Jefe Mantenimiento. (Ene 2016 – Actualidad)  
Coordinador de Mantenimiento ( Julio 2012 – diciembre 2015).

Ítem.	SI	NO	Comentario
1. ¿Los vehículos son sometidos a inspecciones antes de partir a su destino?		X	Debido constante circulación
2. ¿Se asignan vehículos de acuerdo a la zona geográfica de destino?		X	Selección por carga
3. ¿En la asignación de vehículos se considera el grado de capacidad y experiencia del chofer?	X		Se evalúa Lv y record infracciones
4. ¿Induamerica cuenta con departamento de mantenimiento y talleres para sus vehículos en distintos puntos donde lleva su mercadería?	X		Si. 4 sedes. Lambay. Piura, La Libertad, Lima
5. ¿Induamerica cuenta con planes para ejecutar el mantenimiento de sus vehículos?		X	No. A partir de fallas
6. ¿Se cuenta con personal calificado para realizar las tareas de mantenimiento de manera técnica/ eficaz?	X		Profesionales y técnicos SENATI
7. ¿Se tiene registro del tiempo promedio que se mantiene inoperativo un vehículo por fallas?	X		Mediante Orden
8. ¿El personal del taller está capacitado para resolver cualquier tipo de fallas o averías?	X		Personal calificado
9. ¿Los talleres cuentan con los recursos necesarios para realizar un trabajo correcto de mantenimiento?		X	Algunos repuestos
10. ¿La entrega de repuestos y suministros para mantenimientos son siempre a tiempo?		X	Retraso según piezas
11. ¿Cuenta con registro sobre la frecuencia y tipo de fallas mecánicas?		X	Las fallas son conocidas repetitivas.
12. ¿Induamerica considera el impacto ambiental que producen los residuos sólidos y líquidos de sus vehículos?	X		Si. Area Medio Amb.
13. ¿Se tienen software para el control, registro y planes de mantenimiento de los vehículos?		X	No. Son en hoja Calculo Solicito SGI.

MILKA BARSALLO COICO  
 ENTREVISTADORA

JOEL O. CABRERA R.  
 ENTREVISTADO.  
 JEFE MANTTO. ISL SAC.

Anexo 3

GUIA DE OBSERVACION

<b>IDENTIFICACION DEL TALLER</b>		Dirección: Carr. Panamericana Norte. Int. A Km 775 - Lambayeque.	
JEFE: JOEL OASIS CABRERA RIGUELME	N° de unidades en taller	Hora de Inspección	
Responsable de aplicación de guía: Milka Barsallo Coico.	10	10:45 am	
Fecha de inspección: 15-08-2019			

	Indicadores	EXISTE		ESTADO			Observación
		SI	NO	BUENO	REGULAR	MALO	
Planificación (Taller)	Taller de Mecánica que se rija a normas y estándares de calidad	X			X		
	Manual de planificación de procesos de mantenimiento a vehículos		X				
	Mapa de procesos de mantenimiento		X				
	Software para el control de mantenimiento de vehículos		X				
	Control para procesos de mantenimiento predictivo		X				
	Sistema de registro de fallas mecánicas		X				Registro simple hora cálculo.
	Almacén con stock de repuestos necesarios						
	Ficha de control de proveedores de repuestos y autopartes		X				Logística Área Encargada.
Ejecución (Recorrido)	Inspección vehicular antes de partir		X				
	Lleva un Chek list durante el recorrido		X				
	Se mantiene las herramientas y equipos necesarios para fallas imprevistas		X				
Control (Área de control)	Se lleva a cabo un monitoreo de ruta de unidades	X		X			
	Control de planificación semanal para revisión técnica de autos		X				Se realiza Manto correctiv.
	Planificación de Manto predictivos		X				

INSPECCIONADO POR

BARSAWLO Coico Milka - Lisset.

FIRMA:

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *Armas Zavaleta José Manuel*

Grado Académico: *Mgt. Supply Chain Management*

Cargo e Institución: *Decante Tiempo Completo - USS*

Nombre del instrumento a validar: Instrumento Entrevista

Autor del instrumento: Barsallo Coico Milka Lisset

Título del Proyecto de Tesis: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS SAC. – LAMBAYEQUE

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

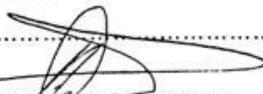
**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) *15*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) *Bueno*

**Observaciones**

.....  
.....

Fecha:   
Firma: *José Manuel Armas Zavaleta*  
ING. INDUSTRIAL  
R. CIP. N° 221101  
**No. Colegiatura**

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *Ing. Manuel Armas Zavaleta* *José Manuel*

Grado Académico: *Mag. Supply Chain Management*

Cargo e Institución: *Docente Tiempo Completo - USS*

Nombre del instrumento a validar: Instrumento Cuestionario

Autor del instrumento: Barsallo Coico Milka Lisset

Título del Proyecto de Tesis: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDIAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS SAC. – LAMBAYEQUE

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) *15*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) *Bueno*

**Observaciones**

.....  
.....

Fecha: *[Signature]*  
Firma: *José Manuel Armas Zavaleta*  
ING. INDUSTRIAL  
R. CIP. N° 221101  
**No. Colegiatura**

**ENTREVISTA - JEFE DE MANTENIMIENTO**

**Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

**Objetivo:** la entrevista proporcionará información que permitirá la elaboración del proyecto de investigación "Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C." – de la Universidad Señor de Sipán.

**Nombre y apellidos:** \_\_\_\_\_

**Tiempo de servicio en el cargo:**.....

Ítem.	SI	NO	Comentario
1. ¿Los vehículos son sometidos a inspecciones antes de partir a su destino?			
2. ¿Se asignan vehículos de acuerdo a la zona geográfica de destino?			
3. ¿En la asignación de vehículos se considera el grado de capacidad y experiencia del chofer?			
4. ¿Induamerica cuenta con departamento de mantenimiento y talleres para sus vehículos en distintos puntos donde lleva su mercadería?			
5. ¿Induamerica cuenta con planes para ejecutar el mantenimiento de sus vehículos?			
6. ¿Se cuenta con personal calificado para realizar las tareas de mantenimiento de manera técnica/ eficaz?			
7. ¿Se tiene registro del tiempo promedio que se mantiene inoperativo un vehículo por fallas?			
8. ¿El personal del taller está capacitado para resolver cualquier tipo de fallas o averías?			
9. ¿Los talleres contienen los recursos para realizar un trabajo correcto de mantenimiento?			
10. ¿La entrega de repuestos y suministros para mantenimientos son siempre a tiempo?			
11. ¿Cuenta con registro sobre la frecuencia y tipo de fallas mecánicas?			
12. ¿Induamerica considera el impacto ambiental que producen los residuos sólidos y líquidos de sus vehículos?			
13. ¿Se tienen software para el control, registro y planes de mantenimiento de los vehículos?			

  
 José Manuel Armas Zavaleta  
 ING. INDUSTRIAL  
 R. CIP. N° 221101

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Anasue Becerra Manuel.A.

Grado Académico: MBA.

Cargo e Institución: Director de Escuela USS.

Nombre del instrumento a validar: Instrumento Entrevista

Autor del instrumento: Barsallo Coico Milka Lisset

Título del Proyecto de Tesis: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS SAC. – LAMBAYEQUE

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			✓	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			/	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			/	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			/	
Viabilidad	Es viable su aplicación			/	

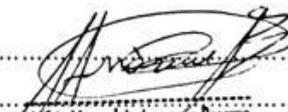
**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 14

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) bueno

**Observaciones**

.....  
 .....

  
 MBA. Manuel A. Arrascaé Becerra  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 41882

Fecha: .....

Firma: .....

No. Colegiatura

**ENCUESTA**

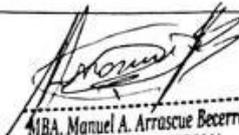
**Objetivo:** la presente encuesta servirá para la recolección de información que a su vez permitirá la elaboración del proyecto de investigación “Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.” – de la Universidad Señor de Sipán.

Tipo de vehículo:.....	Kilometraje:.....
------------------------	-------------------

Lea detenidamente y responda con una X dentro del recuadro según sus expectativas:

Siempre (5), Frecuentemente (4), A veces (3), Raras veces (2), Nunca (1)
--

	5	4	3	2	1
¿El vehículo cuenta con documentación en regla?					
¿Realiza usted una inspección visual periódica de todos los sistemas del vehículo antes de ponerlo en circulación?					
¿La empresa realiza revisiones y mantenimiento periódico a los vehículos?					
¿Existen documentos para registrar las tareas de mantenimiento al vehículo?					
¿El vehículo dispone de equipos de localización (GPS, GMS...)?					
¿El vehículo dispone de herramientas básicas para solucionar cualquier falla?					
En caso de averías, ¿podría determinar de manera precisa cuál es la falla en el vehículo?					
¿Está capacitado técnicamente para solucionar las fallas menores de manera correcta?					
¿Existen ruidos molestos dentro del vehículo?					
¿Se revisan y cambian los filtros del sistema de ventilación a menudo?					
¿Existe sobrecalentamiento u olor a quemado en el vehículo?					
¿Se realiza un correcto mantenimiento del sistema de suspensión?					
¿Se presentan problemas de fuga de líquidos en el vehículo?					
¿Presenta problemas el motor a la hora del arranque?					
¿Los frenos del vehículo están en perfectas condiciones?					
¿Los neumáticos son revisados y cambiados según los estándares?					
¿Conoce los procesos de mantenimiento a los que debe ser sometido un vehículo?					
¿El mantenimiento que se le aplica al vehículo es el correcto?					
¿Se lleva un control diario de recorrido y consumo de combustible del vehículo?					
¿Existen constantes paros del vehículo durante los traslados de mercadería?					

  
 M.A. Manuel A. Arrascaue Becerra  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 41882

No. Colegiatura

**ENTREVISTA - JEFE DE MANTENIMIENTO**

**Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

**Objetivo:** la entrevista proporcionará información que permitirá la elaboración del proyecto de investigación “Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.” – de la Universidad Señor de Sipán.

**Nombre y apellidos:** .....

**Tiempo de servicio en el cargo:**.....

Ítem.	SI	NO	Comentario
1. ¿Los vehículos son sometidos a inspecciones antes de partir a su destino?			
2. ¿Se asignan vehículos de acuerdo a la zona geográfica de destino?			
3. ¿En la asignación de vehículos se considera el grado de capacidad y experiencia del chofer?			
4. ¿Induamerica cuenta con departamento de mantenimiento y talleres para sus vehículos en distintos puntos donde lleva su mercadería?			
5. ¿Induamerica cuenta con planes para ejecutar el mantenimiento de sus vehículos?			
6. ¿Se cuenta con personal calificado para realizar las tareas de mantenimiento de manera técnica/ eficaz?			
7. ¿Se tiene registro del tiempo promedio que se mantiene inoperativo un vehículo por fallas?			
8. ¿El personal del taller está capacitado para resolver cualquier tipo de fallas o averías?			
9. ¿Los talleres contienen los recursos para realizar un trabajo correcto de mantenimiento?			
10. ¿La entrega de repuestos y suministros para mantenimientos son siempre a tiempo?			
11. ¿Cuenta con registro sobre la frecuencia y tipo de fallas mecánicas?			
12. ¿Induamerica considera el impacto ambiental que producen los residuos sólidos y líquidos de sus vehículos?			
13. ¿Se tienen software para el control, registro y planes de mantenimiento de los vehículos?			



MBA. Manuel A. Arriague Becerra  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP. 41882

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Larrea Colchado Luis

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: USS

Nombre del instrumento a validar: Instrumento Entrevista

Autor del instrumento: Barsallo Coico Milka Lisset

Título del Proyecto de Tesis: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS SAC. – LAMBAYEQUE

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				/
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				/
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				/
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				/
Viabilidad	Es viable su aplicación				/

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) Muy BUENO - 17

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Muy BUENO

**Observaciones**

.....

Fecha: 28 Junio - 2019

Firma: [Firma]

No. Colegiatura 200049



**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: LARREA COLCHADO Luis Robert.

Grado Académico: MAGISTER

Cargo e Institución: US S

Nombre del instrumento a validar: Instrumento Cuestionario

Autor del instrumento: Barsallo Coico Milka Lisset

Título del Proyecto de Tesis: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGÍSTICOS SAC. – LAMBAYEQUE

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				/
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				/
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				/
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			/	
Viabilidad	Es viable su aplicación			/	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Muy BUENO

**Observaciones**

.....  
.....

Fecha: 28 JUNIO 2015

Firma: Luis R. Colchado

No. Colegiatura 200049



**ENTREVISTA - JEFE DE MANTENIMIENTO**

**Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

**Objetivo:** la entrevista proporcionará información que permitirá la elaboración del proyecto de investigación “Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.” – de la Universidad Señor de Sipán.

**Nombre y apellidos:** -----

**Tiempo de servicio en el cargo:**.....

Ítem.	SI	NO	Comentario
1. ¿Los vehículos son sometidos a inspecciones antes de partir a su destino?			
2. ¿Se asignan vehículos de acuerdo a la zona geográfica de destino?			
3. ¿En la asignación de vehículos se considera el grado de capacidad y experiencia del chofer?			
4. ¿Induamerica cuenta con departamento de mantenimiento y talleres para sus vehículos en distintos puntos donde lleva su mercadería?			
5. ¿Induamerica cuenta con planes para ejecutar el mantenimiento de sus vehículos?			
6. ¿Se cuenta con personal calificado para realizar las tareas de mantenimiento de manera técnica/ eficaz?			
7. ¿Se tiene registro del tiempo promedio que se mantiene inoperativo un vehículo por fallas?			
8. ¿El personal del taller está capacitado para resolver cualquier tipo de fallas o averías?			
9. ¿Los talleres contienen los recursos para realizar un trabajo correcto de mantenimiento?			
10. ¿La entrega de repuestos y suministros para mantenimientos son siempre a tiempo?			
11. ¿Cuenta con registro sobre la frecuencia y tipo de fallas mecánicas?			
12. ¿Induamerica considera el impacto ambiental que producen los residuos sólidos y líquidos de sus vehículos?			
13. ¿Se tienen software para el control, registro y planes de mantenimiento de los vehículos?			

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.  
 Mg. Luis Roberto Luján Colchaco  
 SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN

**ENCUESTA**

**Objetivo:** la presente encuesta servirá para la recolección de información que a su vez permitirá la elaboración del proyecto de investigación “Gestión del Mantenimiento utilizando la herramienta RCM para aumentar la Eficiencia de los vehículos de la empresa Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.” – de la Universidad Señor de Sipán.

Tipo de vehículo:.....	Kilometraje:.....
------------------------	-------------------

Lea detenidamente y responda con una X dentro del recuadro según sus expectativas:

Siempre (5), Frecuentemente (4), A veces (3), Raras veces (2), Nunca (1)
--

	5	4	3	2	1
¿El vehículo cuenta con documentación en regla?					
¿Realiza usted una inspección visual periódica de todos los sistemas del vehículo antes de ponerlo en circulación?					
¿La empresa realiza revisiones y mantenimiento periódico a los vehículos?					
¿Existen documentos para registrar las tareas de mantenimiento al vehículo?					
¿El vehículo dispone de equipos de localización (GPS, GMS...)?					
¿El vehículo dispone de herramientas básicas para solucionar cualquier falla?					
En caso de averías, ¿podría determinar de manera precisa cuál es la falla en el vehículo?					
¿Está capacitado técnicamente para solucionar las fallas menores de manera correcta?					
¿Existen ruidos molestos dentro del vehículo?					
¿Se revisan y cambian los filtros del sistema de ventilación a menudo?					
¿Existe sobrecalentamiento u olor a quemado en el vehículo?					
¿Se realiza un correcto mantenimiento del sistema de suspensión?					
¿Se presentan problemas de fuga de líquidos en el vehículo?					
¿Presenta problemas el motor a la hora del arranque?					
¿Los frenos del vehículo están en perfectas condiciones?					
¿Los neumáticos son revisados y cambiados según los estándares?					
¿Conoce los procesos de mantenimiento a los que debe ser sometido un vehículo?					
¿El mantenimiento que se le aplica al vehículo es el correcto?					
¿Se lleva un control diario de recorrido y consumo de combustible del vehículo?					
¿Existen constantes paros del vehículo durante los traslados de mercadería?					


 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.  
 M<sup>g</sup> Luis Roberto Larrea Colchado  
 SE<sup>c</sup> ACADEMICO FACULTAD DE INGENIERIA  
 ARQUITECTURA Y URBANISMO



## CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 10 de julio del 2019

**Quien suscribe:**

**Sr. Elmer Bazán Díaz**

**Jefe de Operaciones – Induamerica Servicios Logísticos S.A.C.**

AUTORIZA Permiso para recojo de información en función del proyecto de investigación, denominado GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C. – LAMBAYEQUE.

Por el presente, el que suscribe DENNIS GONZALES MALDONADO jefe de operaciones de la empresa INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C., AUTORIZO a la alumna MILKA LISSET BARSALLO COICO, con DNI 77665823, estudiante de la Escuela Profesional de INGENIERIA INDUSTRIAL, y autora del trabajo de investigación denominado; “GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA RCM PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C. – LAMBAYEQUE.” al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de la tesis antes mencionada.

Se garantiza la absoluta confiabilidad de la información solicitada.

Atentamente

  
INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS SAC  
Elmer Bazán Díaz  
JEFE DE OPERACIONES PIURA