

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica**

**ANÁLISIS DEL EFECTO DEL DESGASTE DE  
NEUMÁTICOS EN BOMBONAS DE CEMENTO  
A GRANEL EN LA SEGURIDAD VIAL DE  
LA UNIDAD MINERA "SAN RAFAEL"  
MINSUR S.A. - PUNO**

**TESIS**

**Presentado por:**

**Bach. CARLOS FELIPE RAMÍREZ CHINO**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**TACNA - PERÚ**

**2022**


**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

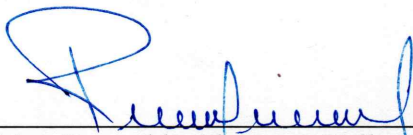
Facultad de Ingeniería

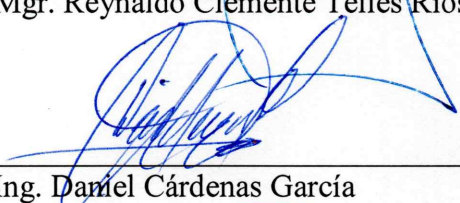
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

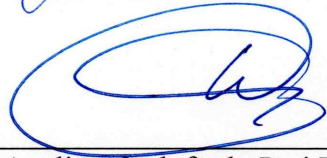
**ANÁLISIS DEL EFECTO DEL DESGASTE DE  
NEUMATICOS EN BOMBONAS DE CEMENTO  
A GRANEL EN LA SEGURIDAD VIAL DE  
LA UNIDAD MINERA "SAN RAFAEL"  
MINSUR S.A. – PUNO**

Tesis sustentada por Bach. Carlos Felipe Ramírez Chino, aprobada el 05 de noviembre del 2021, el jurado calificador estuvo integrado por:

PRESIDENTE :   
Dr. Jesús Plácido Medina Salas

SECRETARIO :   
Mgr. Reynaldo Clemente Telles Rios

VOCAL :   
Ing. Daniel Cárdenas García

ASESOR :   
Dr. Avelino Godofredo Pari Pinto

## DEDICATORIA

**A Dios**, quien guía mi camino por siempre

**A mis padres: Sebastián Ramírez Anahua y Guillermina Chino Huisa**, con todo mi amor, por enseñarme a perseverar en la vida, a lograr mis objetivos; por su incondicional apoyo y por todos sus sacrificados esfuerzos para llegar a concluir mi carrera.

**A mis hermanos mayores**, por lo mucho que significan para mí, por su apoyo incondicional en el camino para lograr mis metas espirituales y profesionales y por entender con madurez lo difícil que es este largo recorrido para lograr felicidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la Jefatura de Mantenimiento de ESSAC - MINSUR (San Rafael), porque me dieron apoyo desinteresado para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Un reconocimiento especial a mi Asesor Dr. Avelino Pari Pinto, por su apoyo incondicional y sugerencias oportunas para realizar la presente tesis.

Finalmente, agradezco de manera particular a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica quienes impartieron sus conocimientos durante la permanencia en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, brindándonos una íntegra formación universitaria.

## **CONTENIDO**

PAGINA DE JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.1.1 Antecedentes .....	5
1.1.2. Problemática de la investigación .....	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	9
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	10
1.5. OBJETIVOS .....	11
1.5.1. Objetivo general .....	11
1.5.2. Objetivos específicos.....	11

1.6. . HIPÓTESIS .....	11
------------------------	----

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	13
2.2. BASES TEÓRICAS .....	19
2.2.1. Neumáticos .....	19
2.2.2. Camión bombona .....	49
2.2.3. Bombona.....	49
2.2.4. Semirremolque .....	49
2.2.5. Seguridad vial en el Perú.....	57
2.2.6. Estudio de las condiciones de neumáticos en bombonas de cemento a granel .....	59
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	74

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO .....	77
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	78
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	78
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	78

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LOS	
---	--

NEUMÁTICOS DE LAS BOMBONAS 1,2,3 y 4” .....	80
4.1.1. Característica del semirremolque .....	80
4.2. CARACTERÍSTICAS VIALES DE LA RUTA YURA - ANTAUTA ....	102
4.2.1. Descripción carretera ruta Yura – Antauta .....	102
4.2.2. Determinación del estado de la carretera Yura-Antauta .....	108
4.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LAS FALLAS Y DEFECTOS PRESENTES EN NEUMÁTICOS .....	120
4.3.1. “Determinar el efecto del desgaste de neumáticos en la seguridad vial del tramo” Y escribir en su desarrollo lo siguiente .....	126

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIONES DE RESULTADOS**

5.1. RESULTADOS .....	142
5.1.1 Análisis de resultados del estudio de las condiciones de neumáticos .....	142
5.1.2. Análisis de resultados de las condiciones viales de la ruta ....	143
5.1.3. Análisis de los resultados de la determinación del efecto de las fallas y defectos presentes en neumáticos usados en bombonas en la seguridad vial de la ruta Yura – Antauta .....	144
CONCLUSIONES .....	145
RECOMENDACIONES.....	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
ANEXOS .....	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Agresión en banda de rodadura .....	14
Figura 2. Proyección de rendimiento para varios modelos de llantas .	15
Figura 3. Gráfico de Pareto de las fallas.....	18
Figura 4. Gráfica del óptimo costo beneficio del MP en neumáticos ...	19
Figura 5. Neumático y sus indicadores .....	20
Figura 6. Estructura.....	20
Figura 7. Partes principales del neumático.....	22
Figura 8. Tipos de construcción de un neumático.....	23
Figura 9. Elementos del neumático .....	28
Figura 10. Neumático Radial .....	31
Figura 11. Convergencia.....	41
Figura 12 .Divergencia .....	42
Figura 13. Camber. ....	42
Figura 14. Fase inicial de la fabricación de neumáticos .....	46
Figura 15. Fase inicial de la fabricación de neumáticos .....	47
Figura 16. Esquemas próximos de las clases de carrocerías .....	50
Figura 17. Semirremolque tipo bombona .....	53
Figura 18. Estructura de semirremolque tipo bombona con descarga inferior .....	55

Figura 19. Chasis de semirremolque tipo bombona con descarga inferior .....	55
Figura 20. Suspensión neumática Watson y Chalin .....	56
Figura 21. Perno maestro y dimensiones .....	56
Figura 22. Sistema de descarga de semirremolque con descarga inferior .....	57
Figura 23. Fallas en llantas neumáticas .....	60
Figura 24. Causas de las fallas de la banda de rodadura.....	61
Figura 25. Causas de las fallas del flanco .....	62
Figura 26. Causas de las fallas del interior de la cubierta .....	63
Figura 27. Causas de las fallas de la banda de la ceja o enganche .....	64
Figura 28. Causas de las fallas de la cámara.....	65
Figura 29. Tipos de desgastes en los neumáticos de las bombonas....	66
Figura 30. Causas del desgaste por paralelismo incorrecto entre ejes y neumáticos .....	67
Figura 31. Esquema de otros tipos de desgaste en neumáticos.....	68
Figura 32. Causas del desgaste por creciente de un borde a otro y en bordes opuestos.....	69
Figura 33. Causas del desgaste de tipo en dientes de sierra, redondo (en cono) y en hondo.....	70
Figura 34. Causas del desgaste de tipo localizado en general y localizado en bordes.....	71
Figura 35. Causas del desgaste de tipo en olas (oblicuos), en rail (circular) y de tipo Maxi – mini. ....	72

Figura 36. Causas del desgaste de tipo en neumático gemelo y en banda de rodamiento en un mismo lado.....	73
Figura 37. Característica semi remolque (bombona).....	81
Figura 38 Instrumentos de medición.....	87
Figura 39. Imagen de una bombona con su remolcador.....	88
Figura 40. Detalles de fallas de neumático 1 de la bombona N° 1.....	98
Figura 41. Detalles de fallas de neumático 11 de la bombona N° 1.....	98
Figura 42 Detalles de fallas de neumático 1 de la bombona N° 2 .....	99
Figura 43 Detalles de fallas de neumático 13 de la bombona N° 2.....	99
Figura 44 Detalles de fallas de neumático 2 de la bombona N° 3 .....	100
Figura 45 Detalles de fallas de neumático 14 de la bombona N° 3.....	100
Figura 46 Detalles de fallas de neumático 1 de la bombona N° 4 .....	101
Figura 47 Detalles de fallas de neumático 13 de la bombona N° 4.....	101
Figura 48. Ruta Yura – Patahuasi .....	103
Figura 49. Ruta Patahuasi – Imata .....	104
Figura 50. Ruta Imata – Santa lucia .....	105
Figura 51. Ruta Santa Lucia – Juliaca.....	106
Figura 52. Ruta Juliaca – U.M. “San Rafael” .....	107
Figura 53. Gráfico de deficiencias observadas en el estado de autovías	111
Figura 54. Gráfico de tramos de concentración de accidentes .....	112
Figura 55. Gráfico trabajos de conservación de autovías .....	113
Figura 56. Gráfico representación de la satisfacción del mantenimiento en vías.....	114
Figura 57. Gráfico del tiempo de transcurrido hasta dar inicio la obra ..	115

Figura 58. Gráfico de puntuación al mantenimiento de autovías .....	116
Figura 59. Gráfico de puntuación en señales verticales de autovías ....	117
Figura 60. Gráfico de puntuación en señales suelo en autovías .....	118
Figura 61. Gráfico de puntuación en pintura de asfalto en autovías .....	119
Figura 62. Clasificación de vehículos de carga.....	164

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Análisis de resultados antes y después de aplicar el control de desgaste de neumáticos.....	16
Tabla 2.	Costos y horas trabajadas .....	16
Tabla 3.	Cálculo del Kilometraje óptimo para el cambio de las llantas...	19
Tabla 4.	Propiedades físicas de materiales de neumáticos .....	28
Tabla 5.	Propiedades mecánicas de materiales de neumáticos .....	29
Tabla 6.	Propiedades térmicas de materiales de neumáticos .....	29
Tabla 7.	Materia prima para la fabricación del neumático en porcentajes en General .....	30
Tabla 8.	Porcentaje en peso de materia prima para la fabricación de neumáticos de uso para vehículos livianos y pesados .....	30
Tabla 9.	Datos generales de neumáticos de las bombonas 1,2,3 y 4" ..	78
Tabla 10.	Datos de los neumáticos de las bombonas 1,2,3 y 4 .....	81
Tabla 11.	Parámetros de los neumáticos de las bombonas .....	82
Tabla 12.	Guía de condiciones presentes en neumáticos .....	83
Tabla 13.	Características de una bombona (Remolcador y semirremolque).....	88
Tabla 14.	Nomenclatura de un neumático de la bombona 1 de la investigación .....	89

Tabla 15. Descripción de las fallas y cada una de sus posibles causas en neumáticos y ruedas.....	90
Tabla 16. Procedimientos de inspección de neumáticos y ruedas .....	95
Tabla 17. Ruta de transporte Yura – Antauta .....	102
Tabla 18. Principales causas de fallas de neumáticos usados en bombonas.....	108
Tabla 19. Evaluación de la Ruta Yura –U.M. “San Rafael. Antauta” .....	109
Tabla 20. Inspección realizada en 09/02/20 (fecha) .....	120
Tabla 21. Inspección de Neumáticos .....	123
Tabla 22. Identificación de peligros y evaluación de riesgos y medidas de control-Formato IPER 1 .....	127
Tabla 23. Controles Adicionales, Evaluación de riesgo residual final .....	131
Tabla 24. Identificación de peligros y evaluación de riesgos y medidas de control-Formato IPER 2 .....	132
Tabla 25. Controles adicionales – Evaluación de riesgo residual final .....	136
Tabla 26. Matriz de evaluación de riesgos .....	138
Tabla 27. Nivel de control .....	140
Tabla 28. Nivel de riesgo .....	141
Tabla 29 A 1 matriz operacional de las variables de investigación.....	156
Tabla 30 A 2 matriz operacional de las variables de investigación.....	157
Tabla 31 A.3. actividades planificadas para la realización de la investigación.....	158
Tabla 32 A.4. equipamiento para la realización de las actividades planificadas en la investigación.....	159

Tabla 33 A.5. cronograma de actividades planificadas en la investigación proyecto.....	160
Tabla 34 A.6. presupuesto estimado para la realización de la investigación.....	162
Tabla 35 Relación de vehículos con carrocería tipo bombona de la Unidad Minera San Rafael.....	163
Tabla 36 Costo de neumáticos por Kilómetro recorrido.....	164

## RESUMEN

El presente estudio de investigación enfoca el análisis del efecto del desgaste de neumáticos en bombonas de cemento a granel y su impacto en la seguridad vial MINSUR UM “San Rafael” Puno.

Se tiene que considerar el análisis del desgaste en los neumáticos de las Bombonas de la empresa UM “San Rafael”, donde se cuenta con 4 remolcadores de la marca International, modelo 9200I SBA 6X4 y 4 Bombonas como semirremolque, de los cuales 4 tracto-bombonas están diseñados para transportar cemento a granel desde el punto de partida de Cementos Yura. El objetivo es encontrar la mejor opción para lograr la horizontalidad entre los equipos antes mencionados, de modo que ayude a reducir el excesivo desgaste de las llantas a su forma normal.

El tipo de investigación que se utiliza en este estudio es básico, en el estudio se utiliza conocimientos de análisis del sistema de suspensión y el control de desgaste de los neumáticos con el fin de reducir costos de operación en los tractos-bombonas, los mismos que se emplearon en una situación real. El nivel de investigación que se ha utilizado es descriptivo.

**Palabras clave:** Análisis del sistema de suspensión, costos de operación, desgaste de neumáticos.

## **ABSTRACT**

This research study focuses on the analysis of the effect of tire wear on bulk cement cylinders and its impact on road safety MINSUR UM "San Rafael" Puno.

It is necessary to consider the analysis of the wear on the tires of the Cylinders of the UM "San Rafael" company, where there are 4 tugboats of the International brand, model 9200I SBA 6X4 and 4 Cylinders as semi-trailers, of which 4 tractors cylinders are designed to transport bulk cement from the starting point of Cementos Yura. The objective is to find the best option to achieve horizontality between the aforementioned equipment, so as to help reduce excessive tire wear to its normal form.

The type of research used in this study is basic, in the study knowledge of suspension system analysis and tire wear control is used in order to reduce operating costs in the tract-bottles, the same ones that were used in a real situation. The level of research that has been used is descriptive.

**Keywords:** Suspension system analysis, operating costs, tire wear.

## INTRODUCCIÓN

A través del presente trabajo de investigación se trata de concretizar las ideas y las teorías, impartidas por los maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, aunado a los esfuerzos, opiniones y anhelos de aprendizaje logrados por el autor en su formación académica.

Es así, que el estudio se origina en la empresa minera MINSUR, donde se aprecia que, desde la ruta de Cementos Yura a diversos puntos de sur hasta llegar a UM San Rafael” se debía adquirir 4 Tracto – Bombona, por lo que gerencia aprueba realizar la compra de 4 Remolcadores de la marca International Modelo 9200I SBA 6X4.

Frente a los problemas observados en el desgaste de neumáticos, se propone como método de solución buscar la horizontalidad del equipo tracto bombona, analizando el sistema de suspensión, lo que se da a conocer en la presente tesis.

En el capítulo I se presenta los datos generales, tipo de investigación, nivel de investigación, autor, asesor e Institución, localidad donde se realiza la investigación, en el capítulo II se trata los antecedentes, identificación y formulación del problema de investigación, justificación e importancia de la investigación; perspectiva social, económica y ambiental,

los objetivos, tanto general como específicos, las hipótesis, variables, de las cuales se tiene la identificación, características, definición y limitaciones de las mismas; y se tiene la descripción de las características de la presente investigación.

En el capítulo III se abordan los aspectos teóricos tales como los antecedentes de la investigación, en los cuales se ven reflejados en los estudios realizados con anterioridad acerca del tema, también nos brindaron mayores luces de hacia dónde va dirigido nuestro problema y la posible solución. Dentro de las bases teóricas, se describen en detalle los elementos del equipo, tomando como puntos importantes, los neumáticos, sistema de suspensión y seguridad vial.

En el capítulo IV, se plantea la metodología de la investigación, en la que se describe la caracterización del diseño, método, el tipo, el nivel y el diseño empleado en la investigación. Así también, los métodos de recolección de datos y los procedimientos a seguir para dicha recolección.

En el capítulo V, se desarrolla la parte esencial del trabajo como los aspectos administrativos, cronograma de las actividades a realizarse esta investigación, también se detallan los bienes, servicios, presupuesto y fuentes de financiamiento con la cuales contará esta investigación.

En el capítulo VI, se presentan los resultados de la investigación, discusión, aportes y aplicaciones. Además de la comparación de los resultados en relación con los antecedentes de los que se está trabajando. Y, por último, se detallan las conclusiones y recomendaciones de la tesis,

las cuales serán de mucha ayuda para investigaciones posteriores a realizarse.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El Reglamento Interno de Tránsito (RITRAN) de la U.M. “San Rafael”, indica que: “Todo vehículo que tenga destino a la UM o realice alguna actividad para San Rafael debe reportarse en el punto de control establecido en Juliaca...” (RITRAN, 2018). Así, de acuerdo a los requisitos listados en esta normativa, en este punto de control se registra el paso del vehículo hacia la U.M, verificándose las condiciones del vehículo, siendo un ítem de especial atención, la inspección de neumáticos. Sin embargo, debido a las características impuestas por el tránsito en vías, es posible experimentar diversas condiciones en los neumáticos.

De esta forma, considerando lo expuesto, el problema de investigación queda configurado de la siguiente forma:

¿Es posible analizar el efecto del desgaste de neumáticos en bombonas de cemento a granel y su impacto en la seguridad vial en la Compañía MINSUR S.A. – UM “San Rafael”?

### **1.1.1 Antecedentes**

El neumático es un elemento de vital importancia en la performance del vehículo, debido a que representa el punto de contacto y transmisión de todas las cargas actuantes en el vehículo hacia la superficie de rodamiento, siendo por ello uno de los principales focos de atención en seguridad vial (Comisariado europeo del automóvil, s.f.).

Aunque el uso de la rueda lleva ya miles de años, el desarrollo de los neumáticos utilizados en vehículos terrestres, constituye una tecnología relativamente moderna (Neumáticos, s.f.).

El primer paso para el desarrollo del neumático actual se da en el año 1839, cuando en EE. UU, Charles Goodyear descubre el proceso de vulcanización del caucho de forma accidental, optimizando la utilización del caucho natural en los primeros intentos de recubrimiento de las ruedas de los vehículos.

Posteriormente, se da el diseño de los primeros neumáticos, destacando el Ingeniero Robert Thompson en el año 1842 y el rediseño y mejora del mismo en 1888 por John Dunlop, convirtiéndose gracias a ello en un éxito comercial.

Finalmente, en el año 1885 la empresa Goodrich decide fabricar neumáticos de color negro por razones estéticas, descubriendo la protección del neumático contra los rayos UV, lo cual constituye una consideración importante para evitar el deterioro del mismo.

Así, sumados a diversas mejoras tecnológicas, como el desarrollo de la huella del neumático, la protección interna y las nuevas arquitecturas de fabricación, llevan a este invento a las características que conocemos hoy. Por otra parte, la actividad minera extractiva en el Perú, en mayor o menor proporción, se desarrolla en las distintas regiones de nuestro país. Particularmente, “la Unidad Minera (U.M.) “San Rafael”, perteneciente a la Compañía Minera MINSUR S.A se encuentra situada en la localidad de Antauta, Departamento de Puno, a 4 500 msnm, siendo una de las operaciones mineras más importantes de Sudamérica al producir cerca del 12 % de estaño a nivel mundial” MINSUR (s.f.) tratando un promedio de 2 830 TM/día de mano del Ingeniero Robert Thompson en el año 1842 y el rediseño y mejora del mismo en 1888 por John Dunlop, convirtiéndose gracias a ello en un éxito comercial.

Finalmente, en el año 1885, la empresa Goodrich decide fabricar neumáticos de color negro por razones estéticas, descubriendo la protección del neumático contra los rayos UV, lo cual, es una consideración importante para evitar el deterioro del mismo.

Así, sumados a diversas mejoras tecnológicas, como el desarrollo de la huella del neumático, la protección interna y las nuevas arquitecturas de fabricación, llevan a este invento a las características que hoy se conoce.

Por otra parte, la actividad minera extractiva en el Perú, en mayor o menor proporción, se desarrolla en las distintas regiones de nuestro país. Particularmente, “la Unidad Minera (U.M.) “San Rafael”, perteneciente a la

Compañía Minera MINSUR S.A ubicada en la localidad de Antauta, Departamento de Puno, a 4500 msnm, es una de las mineras más importantes de Sudamérica” (MINSUR Infografía, s.f.). Tratando un promedio de 2 830 TM/día de mineral de casiterita, que pasa por varios procesos (MINSUR (s.f.). Planta de fundición y refinería de Pisco), tales como: molienda, gravimetría y filtrado, para obtener el concentrado de estaño, base para la obtención de barras de estaño de grado de alta pureza (99,95 %) destinadas al consumo de la demanda internacional (MINSUR Planta de fundición y refinería de Pisco, s.f.).

Posteriormente, luego de los procesos detallados anteriormente, el material sobrante se redirige hacia un depósito espesador, con el fin de separar el agua contenida del relave. Este producto se utiliza conjuntamente con el cemento para el sostenimiento del macizo rocoso (MINSUR 2017), mediante la aplicación del shortcrete, consistente en la proyección neumática del concreto a través de un acople mecánico de dispersión. Luego de los procesos detallados anteriormente, el material sobrante se redirige hacia un depósito espesador, con el fin de separar el agua contenida del relave. Este producto se utiliza conjuntamente con el cemento para el sostenimiento del macizo rocoso mediante la aplicación del shortcrete, consistente en la proyección neumática del concreto a través de un acople mecánico de dispersión MINSUR (s.f.).

Además de esta aplicación del cemento en la U.M “San Rafael”, actualmente la serie de proyectos denominados B2 (construcción de la

planta de reaprovechamiento de relaves), B3 (recrecimiento de la presa de relaves) y B4 (construcción de nuevo depósito de relaves) exige una alta demanda de cemento, siendo necesario garantizar la entrega del producto de forma eficaz y segura. Es por ello que, debido a la proximidad a la operación minera, la compañía minera MINSUR S.A contrata a la empresa YURA S.A, situada en el Departamento de Arequipa, en la localidad del mismo nombre, que transporta esta materia prima desde la planta de producción hasta la operación minera, utilizando tractocamiones acoplados a cierto tipo de semirremolque diseñado para el transporte de mercancías a granel llamado bombona (Sandoval, 2017), siendo por ello este conjunto móvil conocido típicamente de la misma forma. Además de ello, se debe destacar otros usos del concreto en minería, tales como: creación de muros de contención, pavimentos, revestimiento de ductos, como relleno cementado o fluido (pastefill), en el sellado de tuberías antiguas y la construcción de tapones para cierre de minas (UNICON, s.f.).

Finalmente, como cualquier proceso logístico, las condiciones asociadas al sistema impactan en la realización del mismo. En el caso del transporte de cemento a granel, el desgaste del neumático en las bombonas de cemento a granel es un factor importante a considerarse, ya que puede impactar en la disponibilidad y la seguridad vial; provocando retrasos en la entrega del producto y consecuencias legales debido a posibles accidentes y/o incidentes (Virhuez, 2008); siendo importante contemplar condiciones tales como: reducción del dibujo en el neumático, cortes, perforaciones, etc. y la causas de las mismas.

### **1.1.2. Problemática de la investigación**

*El Reglamento Interno de Tránsito (RITRAN) de la U.M. “San Rafael” indica que: “Todo vehículo que tenga destino a la UM o realice alguna actividad para San Rafael debe reportarse en el Punto de Control establecido en Juliaca...” (RITRAN, 2018). Así, de acuerdo a los requisitos listados en esta normativa, en este Punto de Control se registra el paso del vehículo hacia la U.M, verificándose las condiciones del vehículo, siendo un ítem de especial atención, la inspección de neumáticos. Sin embargo, debido a las características impuestas por el tránsito en vías, es posible experimentar diversas condiciones en los neumáticos.*

*De esta forma, considerando lo expuesto, el problema de investigación queda configurado de la siguiente forma:*

*¿Es posible analizar el efecto del desgaste de neumáticos en bombonas de cemento a granel y su impacto en la seguridad vial en la Compañía MINSUR S.A. – UM “SAN RAFAEL”?*

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

*¿Es posible analizar el efecto del desgaste de neumáticos en bombonas de cemento a granel y su impacto en la seguridad vial en la Compañía MINSUR S.A. – UM “SAN RAFAEL”?*

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **Justificación tecnológica**

Desde un punto de vista tecnológico, el desarrollo de la presente

investigación contribuirá a la aplicación de sistemas de control de disponibilidad de neumáticos tanto para los vehículos remolcadores como en los semirremolques. Permitirá, además, conocer nuevas tecnologías de tratamiento de neumáticos como el reencauche o reciclamiento.

### **Justificación teórica**

Desde un punto de vista tecnológico, el desarrollo de la presente investigación, incrementará el conocimiento de los diferentes tipos de desgaste de los neumáticos, y los efectos que estos podrían provocar en la seguridad vial de los tramos por donde circulan los vehículos. Específicamente, en lo que respecta a los neumáticos utilizados en vehículos bombonas de las Unidades Mineras.

### **Justificación medio ambiental**

Desde un punto de vista medioambiental, el desarrollo de la presente investigación, ayudará a preservar el medio ambiente mediante la reducción de incidentes o accidentes que podrían terminar en derrames de sustancia peligrosas, entre otras.

Además, se podrá evitar el mal uso de los mismos (como la quema de neumáticos, por ejemplo) mediante el reciclamiento de las mismas. Esto debido a lo establecido en los sistemas de control de uso de los neumáticos en el área de mantenimiento de las Unidades Mineras.

## **1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES**

La presente investigación se limita únicamente a la inspección realizada en el Puesto de Control Juliaca a las bombonas que transitan a

través del trayecto Yura - Antauta, centrándose netamente en las condiciones que se generan en los neumáticos durante el tránsito, evaluando de forma superficial las características de la vía siempre y cuando impacten notoriamente en el estudio realizado. Por otra parte, se estudia solamente las condiciones presentadas en el neumático y complementariamente en la rueda del mismo, sin profundizar innecesariamente en las causas relacionadas con otros elementos del vehículo (sistema de suspensión, alineamiento, etc.)

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

Analizar el efecto del desgaste de neumáticos en bombonas de cemento a granel, usados en las operaciones de la UM "San Rafael" - MINSUR S.A. en la seguridad vial del tramo Yura – Antauta..

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Estudiar las condiciones de neumáticos en bombonas de cemento a granel que operan en la UM San Rafael.
- Caracterizar las condiciones viales de la ruta Yura - Antauta,
- Determinar el efecto de las fallas y defectos presentes en neumáticos utilizados en bombonas, en la seguridad vial de la ruta Yura- Antauta.

## **1.6. HIPÓTESIS**

Considerando los objetivos señalados, la hipótesis de la

investigación se configura de la siguiente forma:

- El desgaste de neumáticos en bombonas de cemento a granel utilizados, en las operaciones de la UM “San Rafael - MINSUR S.A” influye de manera negativa en la seguridad vial del tramo Yura – Antauta.

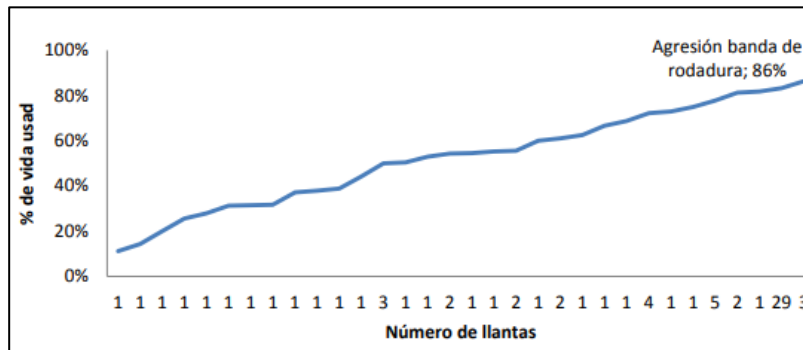
## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

Paucar Ortega y Tacuri Delgado (2015) quienes son autores del proyecto de investigación titulado: “El enfoque sobre las condiciones que tienen como consecuencia el desgaste de manera anormal de los neumáticos de tipo radial el cual dificulta la reutilización para la elaboración de reencauche en vehículos pesados”, donde el objetivo general de la investigación es realizar el análisis de las condiciones que afectan los neumáticos, qué productos son los elegidos para elaborar el reencauche. La investigación es descriptiva buscando el análisis cuantitativo. Concluyen que los problemas de desgaste están asociados a la falta de conocimientos respecto al montaje de los neumáticos y contribuyen a las agresiones que sufren de la misma forma la falta de implementación de programas preventivos, el montaje y desmontaje debe ser elaborado por un personal correctamente capacitado.

**Figura 1**  
*Agresión en banda de rodadura*

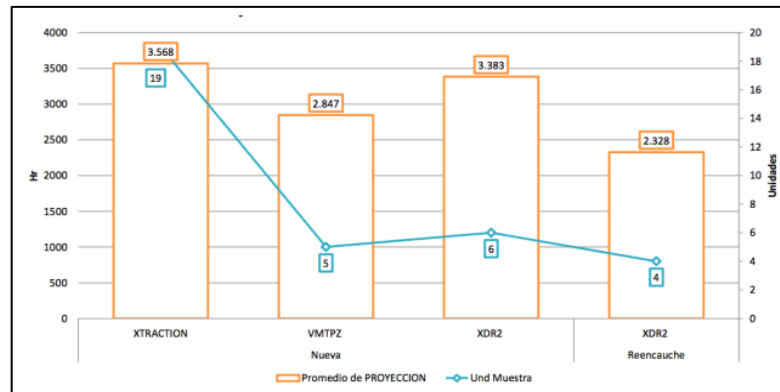


Nota: Los problemas de desgaste están asociados a problemas en cuanto a montaje de los neumáticos. Paucar y Tacuri, 2015.

Oviedo Serrano y Donado Mercado (2016) son autores del trabajo de investigación denominado “Implementación de un diseño enfocado al planteamiento de estrategias para alcanzar el incremento de vida útil de los neumáticos de camiones del sector minero 77G localizado en Cerro Matoso”, cuyo objetivo del trabajo fue elaborar diseño a fin de incrementar la vida útil de los neumáticos, identificar modos de falla, elaborar una evaluación respecto al presupuesto destinado al mantenimiento de los neumáticos, la investigación es de tipo descriptivo. Se concluye que el registro de la presión de los neumáticos es incorrecto en 20 %, lo cual retarda la vida del neumático en un 25 %, de la misma forma, la defectuosa alineación repercute sobre la vida de utilidad de los neumáticos, el producto de no elaborar la limpieza de los neumáticos es una causa de gran importancia respecto al desgaste de las llantas.

**Figura 2**

*Proyección de rendimiento para varios modelos de llantas*



*Nota: Se puede apreciar la proyección de rendimiento para varios modelos de Llantas. Oviedo y Donado, 2016.*

Sandoval, Serva (2017) desarrolló la investigación titulada “Realizar la optimización en el sistema de suspensión del Consorcio Río Mantaro para la reducción del desgaste de los neumáticos del tracto-bombona”, presenta como objetivo desarrollar la optimización del sistema de suspensión con el fin de reducir el desgaste de los neumáticos del acople tracto-bombona, elaborar mejoras respecto al chasis, eliminar los daños que son causados por los golpes y la presencia de desgastes de manera prematura. La investigación es descriptiva correlacional porque se realizan las descripciones de la secuencia de pasos a realizar para elaborar la optimización, donde concluye que para realizar la optimización se agregó topes de material acero de 2” para alcanzar el alza del chasis y mejorar el tracto horizontal y la reducción del desgaste aplazándolo en un promedio de 2 a 4 meses y la reducción de costos generando una reducción del presupuesto de aproximadamente \$ 21 149.91 por mes.

**Tabla 1**

*Análisis de resultados antes y después de aplicar el control de desgaste de*

neumáticos

MES	HORAS TRABAJADAS (HRS)	COSTO DE INVERSION (US\$)	RATIO COSTO POR HORA (US\$/HRS)
SETIEMBRE	2959,8	3905,24	1,32
OCTUBRE	2141,8	4722,28	2,2
NOVIEMBRE	4134,1	9763,1	2,36
DICIEMBRE	6398,4	22900,54	3,58
ENERO	8951,1	46713,94	5,22
FEBRERO	7882,1	23592,84	2,99
MARZO	7525,4	24668,56	3,28
ABRIL	8563,8	13517,9	1,58
PROMEDIO MENSUAL	6526,31	17477,02	2,68

Nota: Optimización del sistema de suspensión para disminución del desgaste en los neumáticos en el tracto-bombona, en el Consorcio Río Mantaro, Sandoval, 2017.

**Tabla 2**

*Costos y horas trabajadas*

MES	REENCAUCHE (UND.)	SCRAP (UND.)	COSTO DE INVERSION (US\$)	AHORRO (US\$)
ENERO	106	6	54514.34	40996.44
FEBRERO	89	12	47450.11	25125.53
MARZO	28	4	17590.32	10456.72
ABRIL	40	10	21025.64	8020.95
TOTAL	263	32	140580.41	84599.64

Nota: Con referencia de Sandoval, 2017.

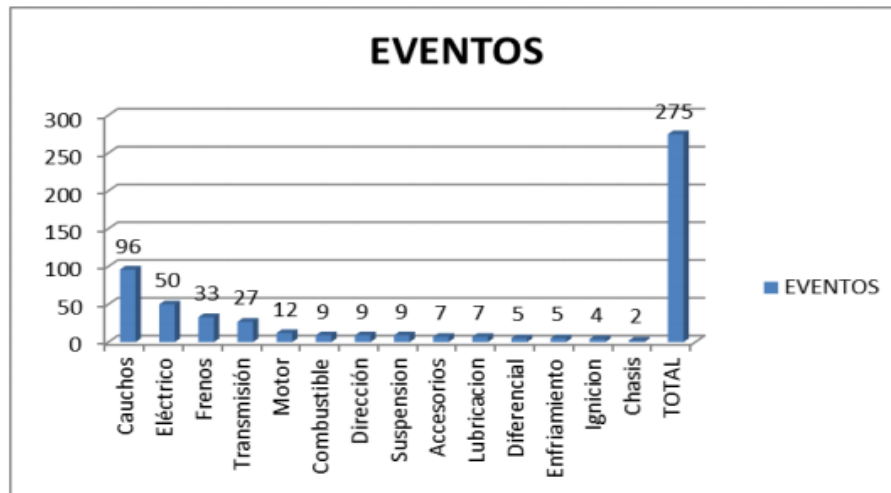
Díaz (2019) cuyo trabajo de investigación se titula “Realizar la reducción de costos e incrementar la vida útil de los neumáticos de las máquinas que laboran en la minera de Yanacocha en Cajamarca”, el objetivo de la investigación fue realizar la reducción con referencia al presupuesto destinado para las operaciones de máquinas de la misma forma lograr que se alargue la vida útil de los neumáticos,

realizando un diagnóstico, identificar los factores que recaen sobre las fallas de los neumáticos, implementar estrategias para la reducción de presupuestos; la investigación es no experimental. Se concluye que los factores relacionados a las fallas son internos y externos, dentro de los internos se encuentran la incorrecta presión de los neumáticos, la temperatura que se registra en la labor y como factores externos el clima, el volumen de carga, el periodo de transporte y las vías por donde se desplaza, para lograr la reducción de costos se debe implementar la rotación de neumáticos teniendo en cuenta la elaboración de inspecciones y la verificación del estado de las vías.

Acuña Escalante (2016) su investigación se titula “Implementación de un diseño enfocado en la elaboración de un plan que plantea estrategias de manera preventiva enfocado en la flota de tractocamiones Kenworth de la empresa Transportes Hagemsa”, cuyo trabajo tiene como objetivo general elaborar un diseño enfocado en el mantenimiento preventivo de las unidades de tractocamiones con el fin de reducir presupuesto destinado al mantenimiento, y mejorar la confiabilidad de las máquinas con el ambiente en el que se desarrollan. La investigación es de tipo cuantitativo-aplicado. Se concluye la implementación de un sistema de mantenimiento de manera correctiva contribuye ampliar la vida de los componentes pertenecientes a los camiones de la empresa de Transportes Hagemsa S.A.C.

**Figura 3**

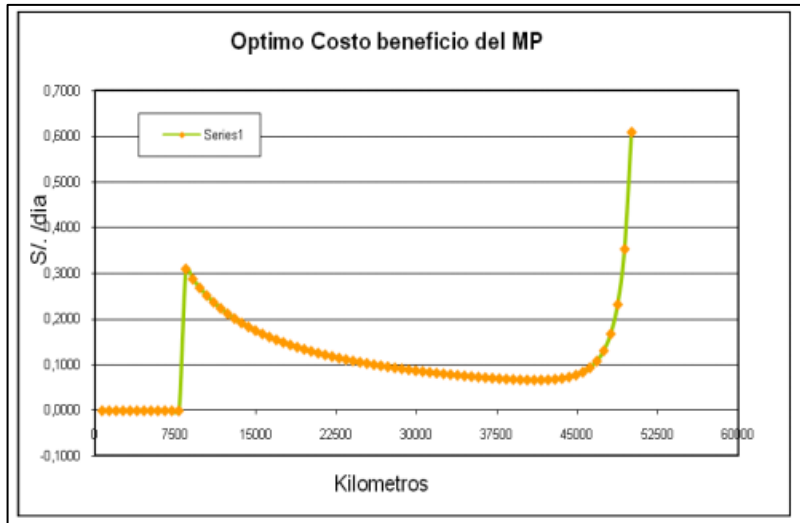
Gráfico de Pareto de las fallas



Nota: Adaptada de La implementación de un sistema de mantenimiento ampliará la vida de los componentes de los camiones, Acuña, 2016.

Contreras (2017) en la Tesis titulada “Proyecto y gestión de un plan de mantenimiento en la flota de equipo liviano de la organización ABIT SAC ubicado en la UM Arasi SAC”, tuvo como objetivo general la elaboración de un plan de mantenimiento para la organización Abit SAC ubicado en la UM Arasi. Siendo una investigación de tipo descriptivo, donde finalmente concluye que la organización no cuenta con el registro correspondiente referente al departamento de Mantenimiento sobre historial de mantenimiento y reparaciones, el diseño del plan de mantenimiento tanto correctivo como preventivo de acuerdo al tipo y zona de trabajo debería incrementar la disponibilidad de cada vehículo liviano y la reducción de costos..

**Figura 4**  
Gráfica del óptimo costo beneficio del MP en neumáticos



Nota: Adaptada de Proyecto y gestión de un plan de mantenimiento en la flota de equipo liviano de la organización ABIT S.A.C. ubicado en la UM Arasi SAC, de Contreras, 2017

**Tabla 3**  
Cálculo del Kilometraje óptimo para el cambio de las llantas

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	\$/día
40950	2,59681E-05	691,2053417	691,205342	5,63%	94,37%	12284,4378	0,0671

Fuente: Contreras (2017)

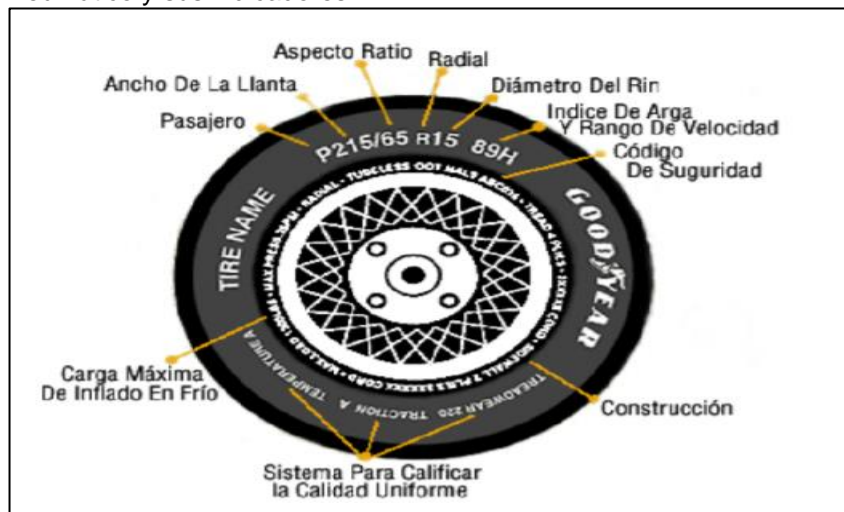
## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Neumáticos

La terminología de neumático está enfocada en un toroide constituido a partir de compuestos en consistencia sólida, deformables de manera elástica, montado sobre una base metálica esta tiene forma de anillo a su vez confina aire en un determinado volumen, el cual está albergado en un aro. El neumático está constituido por un material sintético el cual se asimila a un armazón elaborado a base de una aleación de fierro o acero, este definirá la calidad del neumático. El neumático presenta de manera impresa

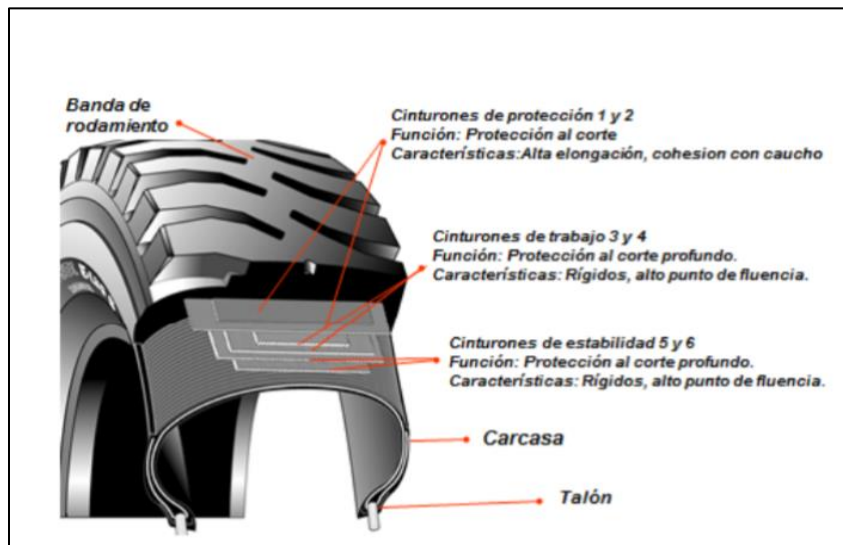
información como los datos del fabricante: nombre, la máxima carga que es capaz de soportar, medidas de seguridad que se deben de tener en cuenta, el grado, la velocidad de acuerdo a su clasificación, el tamaño de sus dimensiones (Zamora García, 2019).. (Zamora García, 2019)

**Figura 5**  
Neumático y sus indicadores



Nota: Adaptada de reducción de costos en operación de maquinaria pesada en minera Yanacocha Cajamarca mediante el incremento de la vida útil de neumáticos, Zamora García, 2019.

**Figura 6**  
Estructura.



Nota: Adaptada de Zamora (2019)

Son contenedores de aire, hechos de un material de sacrificio compuesto por caucho, tejido textil y una malla de acero, existe una gran tecnología detrás de la fabricación de estos elementos rodantes para poder cumplir con las exigencias de trabajo en los diferentes puntos de terreno y climas.

En la figura 6 se aprecia que son el sistema que el vehículo utiliza para transmitir el movimiento y poderse desplazar, son los únicos puntos de apoyo entre el vehículo y el terreno, a través de ellos se transmite la potencia de frenado cuando reducimos la velocidad. Por ello, los neumáticos deben ser capaces de realizar estas funciones, incluso en condiciones desfavorables: lluvia, fango, grava, y condiciones de la vía: cuestas, curvas.

#### **Funciones del neumático:**

- Soportar y transmitir al terreno el peso del vehículo.
- Realizar los esfuerzos longitudinales necesarios para responder a la tracción y el frenado.
- Adaptarse a las irregularidades menos evidentes de la calzada, mejorando la vida de los amortiguadores.
- Realizar los esfuerzos laterales precisos para mantener la trayectoria.

#### **Teoría de neumáticos**

Un neumático es una pieza toroidal de caucho colocada en las ruedas de vehículos y equipos de transporte terrestre. Las funciones básicas de los neumáticos se pueden listar como sigue:

Transmitir las fuerzas de aceleración y frenado del vehículo hacia la

superficie de rodamiento.

- Mantener y/o modificar la dirección del vehículo
- Absorber el impacto causado por las características de la superficie de rodamiento.
- Soportar las cargas y el peso del vehículo.

Por lo tanto, es de interés conocer las diversas partes del neumático, ya que las condiciones presentadas en las mismas, pueden ofrecer una idea del nivel de riesgo durante la operación de transporte. De acuerdo a la NTP

(2012), el neumático de un vehículo posee varios componentes internos, siendo los más importantes la banda de rodamiento, el costado u hombro, la carcasa, el talón y la pestaña (figura 2). Por ello, dada su importancia, los defectos y fallas de neumáticos en estas partes son relevantes, siendo que, la evaluación de fallas o defectos durante la inspección debe centrarse en ellas.

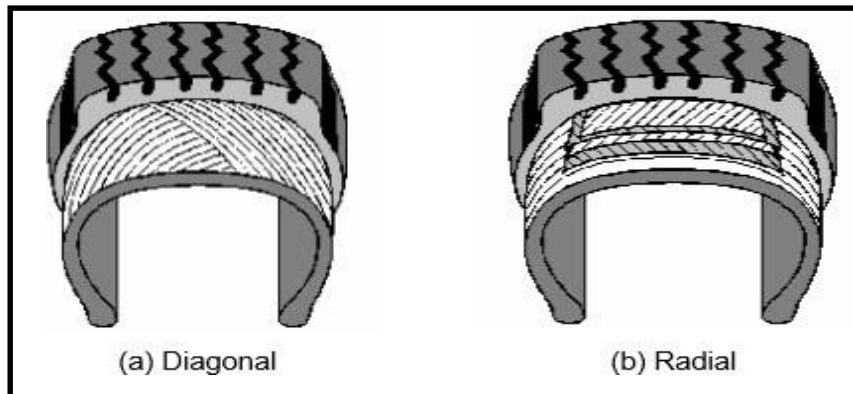
**Figura 7**  
Partes principales del neumático



Fuente: Adaptada de NTP 300.001, 2012

Por otra parte, la disposición de los elementos internos del neumático define el tipo de estructura del mismo. De acuerdo a NTP 300.001 (2012), los neumáticos se clasifican en diagonales, radiales o diagonales cinturados, como se muestra en la figura 7.

**Figura 8**  
Tipos de construcción de un neumático



Nota: CONAE.

De esta manera, la selección de acuerdo al tipo de estructura interna tendrá mayor o menor impacto en el riesgo de las condiciones sobre la seguridad vial.

#### **Descripción de las dimensiones del neumático:**

- **Diámetro total**

- La distancia medida desde un extremo de la banda rodante que va al lado opuesto estando el neumático sin carga.

- **Ancho total**

- Medida de la sección transversal del neumático estando éste sin carga. Esta medida incluye los costados de la llanta.

- **Ancho de sección**

- Medida de la sección transversal excluyendo rebordes del neumático.

- **Ancho de la sección de rodadura**

- Distancia que existe entre los extremos de la banda rodante, cuando el neumático se halla sin carga.

- **Profundidad de la sección de rodadura**

- La mayor profundidad de la ranura existente entre la banda de rodamiento y su base.

- **Altura de sección**

- Distancia entre el asiento de ceja hasta la banda de rodamiento, estando el neumático sin carga.

- **Ancho de rim**

- Distancia transversal entre los costados del asiento de la ceja del rin.

- **Diámetro nominal de rin**

- Diámetro del rin medido desde el asiento de ceja hasta el extremo opuesto del mismo.

- **Radio estático con carga**

- Distancia entre el centro del eje del vehículo y la superficie de rodamiento estando el neumático soportando su máxima capacidad de carga.

- **Ancho de sección con carga**

- Es el ancho de sección máximo que el neumático obtiene al estar soportando su máxima capacidad de carga.

- **Espacio mínimo entre duales**

- La distancia mínima aceptada entre los centros de las ruedas en un arreglo dual “yoyos”.

- **Revoluciones por milla**

- El número de revoluciones que da el neumático en una milla (1 milla= 1 609 km) a una velocidad de 55 mph (88 km/h) indicada en la pared lateral del neumático.

### **Características de los neumáticos**

- Las principales características de los neumáticos son:

- Contar con niveles inferiores de ruido y vibraciones.
- Contar con una buena flexibilidad radial, transversal y circunferencial.

- La rodadura debe de presentar baja resistencia

- Los neumáticos deben de contar con una alta adherencia sobre la superficie esta puede estar en condiciones secas y mojadas.
- Debe de contar con una resistencia alta frente a la fatiga.

La elección de los neumáticos contribuye a los sistemas: dirección, suspensión, frenos y el consumo de combustible (Trinidad Taquire, 2017).

### **Funciones de los neumáticos**

Las principales funciones que desempeñan los neumáticos son:

- Respecto al área donde se utiliza debe de brindar soporte y transmitir el peso del vehículo de manera vertical.

- Respecto a las funciones de amortiguación, tracción y frenado el neumático debe de proporcionar esfuerzos de forma longitudinal.
- Para lograr un buen control y estabilidad los neumáticos deben de brindar esfuerzos laterales.
- Los neumáticos también deben de desempeñar la función de suspensión de forma primaria, con el objetivo de reducir y filtrar las ondulaciones (Trinidad Taquire, 2017).

### **Elementos que constituyen el neumático**

- **Flanco**

Esta elaborado a base de una goma de consistencia flexible, que es óptimo para adaptarse a las deformaciones durante la rodadura. Dentro de las funciones que desarrolla es brindar protección neumático frente a golpes registrados en el área lateral, esta área se extiende desde el talón de la banda que proporciona estabilidad de forma lateral y se localiza la parte descriptiva del neumático (Meneses Huari, 2018).

- **Hombro**

Es la parte que se encuentra más expuesta frente a golpes y bordillos, ayuda a que se genere la distribución del calor producido en el proceso de rodamiento dentro de la carretera. (Meneses Huari, 2018)

- **Lonas de carcasa**

Está constituido por cables que tienen como base fibras textiles los cuales están situados con un ángulo de manera recta y pegados al caucho localizado en la cubierta y estos permiten que se logre oponer resistencia la

presión (Meneses Huari, 2018).

- **Lonas de cima**

Están localizadas de manera oblicua cursos y pegados mutuamente formado triángulos de manera que no cambie su forma, esta estructura garantiza la flexibilidad y robustez (Meneses Huari, 2018).

- **Talón**

Está localizado en la parte interna y constituida con alambres, que son de acero y se agrupan formando un cable trenzado y circular, contribuye a que no patine proporcionándole ajustes (Meneses Huari, 2018).

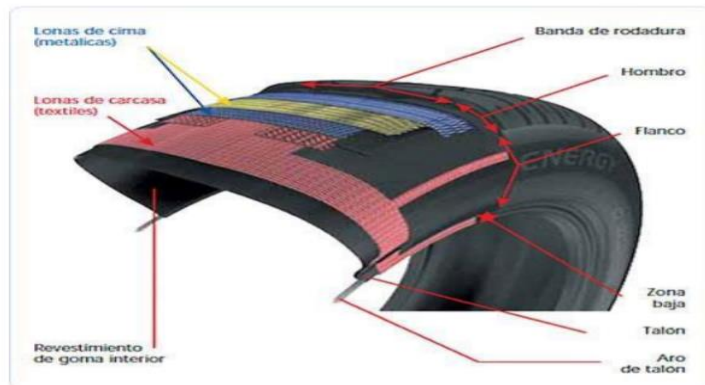
- **Revestimiento de la goma inferior**

Es una capa interna a base de goma y contribuye a contener el aire localizado en la parte interna del neumático contribuyendo a la estanqueidad (Meneses Huari, 2018).

- **Banda de rodadura**

Contribuye a la amortiguación y el agarre. Presenta diferentes compuestos en el centro y en la zona de hombros, el cuidado es determinante para poder realizar un reencauche el cual podría proporcionales una vida más al neumático. (Meneses Huari, 2018)

**Figura 9**  
Elementos del neumático



Nota: Adaptada de Evaluación de neumáticos en la flota de volquetes FMX para reducir costos de mantenimiento de Meneses Huari, 2018.

### Materiales de neumáticos

Los materiales de los neumáticos se visualizan en las tablas siguientes:

**Tabla 4**

*Propiedades físicas de materiales de neumáticos*

Propiedades Físicas	Unidades	Normas	Nylon 6.0	Nylon 6.6	POLISOPRENO
- Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	DIN 53479 ASTM D792 ISO 1183	1,14	1,14	1,5
Absorción de humedad en equilibrio a 23 °C y con humedad relativa 50%	%	DIN 53715	3,0	2,5	0,65
Absorción de agua ante saturación	%	DIN 53495 ASTM D570	9,0	8,0	0,88

Nota: Escobar y Haro (2012)

**Tabla 5***Propiedades mecánicas de materiales de neumáticos*

Propiedades Mecánicas	Unidades	Normas	Nylon 6.0	Nylon 6.6	POLISOPRENO
Resistencia a la tensión	MPa	DIN 53455	80	90	25
Tensión de ruptura a compresión	MPa	ASTM D695	90	100	21,86
Módulo de elasticidad a tracción	MPa	DIN 53457	3000	3300	16
Módulo de elasticidad a flexión	MPa	DIN 53457	2400	3600	18
Elongación antes de la ruptura	%	DIN 53452	60	50	450
Resistencia a penetración de esfera	MPa	DIN 53456	160	170	70

Nota: Escobar y Haro (2012)

**Tabla 6***Propiedades térmicas de materiales de neumáticos*

Propiedades Térmicas	Unidades	Normas	Nylon 6.0	Nylon 6.6	POLISOPRENO
Temperatura máxima de uso en un periodo corto	°C	---	150	160	120
Punto de fusión	°C	DIN 53736	220	245	180
Temperatura de transición vítrea	°C	DIN 53736	-5	-5	-50

Nota: Escobar y Haro (2012)

**Materia prima para la fabricación de neumáticos**

El neumático es un componente complejo, por ello, para su fabricación se requiere de una serie de materia prima que se visualiza en la tabla siguiente:

**Tabla 7***Materia prima para la fabricación del neumático en porcentajes en general*

N°	DENOMINACIÓN	PORCENTAJE
1	Carcasa de acero, nylon o rayón	16
2	Caucho sintético o natural	38
3	Negro de humo, silica, carbón	30
4	Lubricantes, aceites resinas	10
5	Productos químicos	4
6	Productos químicos contra el envejecimiento	1
7	Otros materiales	1

Nota: Elaboración propia

Específicamente para la fabricación de neumáticos aplicados a automóviles livianos y vehículos pesados (camiones), el porcentaje de materias primas se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 8***Porcentaje en peso de materia prima para la fabricación de neumáticos para vehículos livianos y pesados*

COMPONENTE	TIPO DE VEHÍCULO		FUNCIÓN
	Automóviles [% en peso]	Camiones [% en peso]	
Cauchos	48	45	Estructural – deformación
Negro de humo	22	22	Mejora oxidación
Oxido de zinc	1,2	2,1	Catalizador
Materia prima textil	5	0	Esqueleto estructural
Acero	15	25	Esqueleto estructural
Azufre	1	1	-
Otros	12	-	Juventud

Fuente: Castro G. (2008)

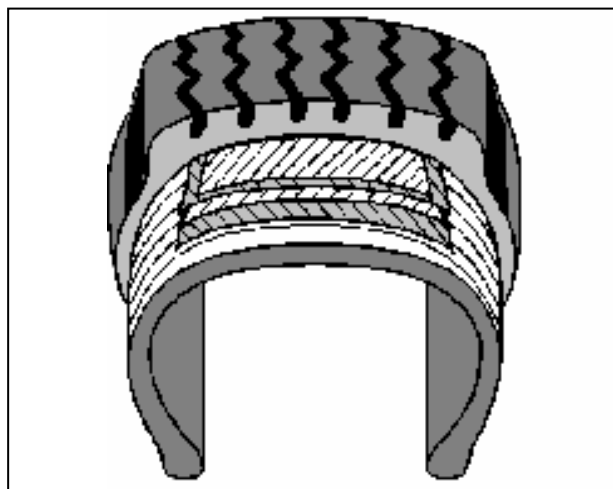
## Radiales

Los neumáticos de tipo radial fueron diseñados en 1948 por Michelin, la parte externa está constituida por una o un conjunto de lonas que tienen

como base cables de forma radial entre los talones con un ángulo de 90°.

La estructura presenta estabilidad, que le proporciona el cinturón de dimensión ancha, de capas textiles o metálicas estos son alineados de forma alternada en ángulos de 20° localizada en la parte inferior media de la carcasa y la banda de rodadura, está conformada por menos cantidad de lonas en la parte externa del neumático lo cual proporciona flexibilidad, la banda encargada de rodadura proporciona una rigidez mayor, estas no se deforman en las superficies rectas o curvas, presentan mejoras en tracción, frenado, estabilidad y mayor resistencia durante la rodadura. (Paucar Urdialez, 2012)

**Figura 10**  
*Neumático Radial*



Nota Cardona (2011).

### **Ventajas y desventajas de acuerdo al tipo de neumáticos**

Los neumáticos radiales poseen arquitectura de tipo radial permiten reducir el consumo de energía y el roce, la capa exterior del neumático radial está constituida por un conjunto de capas de estructura metálica, las cuales

están localizadas en el talón, está adherida a tres o cuatro capas, debe ser indeformable, la estructura radial contribuye a disociar el trabajo localiza dflacos, las separaciones contribuyen a que el neumático brinde mayor prestación, permite que la adherencia a las superficies y minimiza el desgaste, cuenta con un espesor que contribuye a alcanzar de manera eficaz la durabilidad, los flacos cuentan con una flexibilidad alta la cual contribuye al confort sin afectar la estabilidad, garantiza mayor seguridad (Tejada Diaz, 2014).

Los neumáticos convencionales están constituidos por capas diagonales, están localizadas de manera inclinada con respecto al centro y dirigidas hacia la ceja. Esta constitución proporciona al neumático mayor dureza la cual contribuye a soportar la carga del vehículo y que cuente con estabilidad, sin embargo, la dureza del neumático no proporciona un alto índice de adherencia a las superficies el cual puede producir altos índices de inseguridad frente a curvas y un índice bajo de agarre e incrementa el consumo de combustible (Martinez Casas, s. f).

### **Procesos de fabricación de neumáticos**

La fabricación de un neumático moderno consta de 3 etapas diferenciadas:

- a) Preparación de las materias primas
- b) Reunión de los componentes en la fase de confección de la cubierta
- c) Vulcanización del caucho

Durante la vulcanización del caucho, este se calienta en presencia de azufre en un molde adecuado permitiendo que la goma adquiera una forma

estable y definitiva y otorga a los componentes de la goma las propiedades físicas deseadas.

Los neumáticos se forman sobre tambores de acero plegables. Las capas de tejido se afianzan sobre el tambor doblando sus bordes alrededor de los aros del talón, envueltos ya con las correspondientes tiras de refuerzo y sujeción.

El procedimiento para pegar a la carcasa la banda de goma extruida que constituirá la banda de rodadura es diferente para los dos tipos de cubiertas. Las cubiertas diagonales reciben la banda de rodadura cuando aún están montadas sobre el tambor de montaje, de perfil casi plano. Después, la cubierta cilíndrica completa se conforma para que adquiera la típica forma de rosquilla al introducirla en el molde. Los neumáticos radiales, por su propia naturaleza, requieren un tratamiento distinto; en este caso, la envolvente es desmontada del tambor de conformación de perfil casi plano y se le da la forma de toroide antes de añadir las cinturas rígidas y prácticamente inextensibles. Sobre este refuerzo en corona se coloca luego la banda extruida.

La etapa final de la fabricación de los neumáticos consiste en moldear la cubierta cruda ya confeccionada en el interior de un molde de acero de dos mitades o en sectores. Este molde presenta en su cara interna un grabado que corresponde al negativo del dibujo que aparecerá en la banda de rodadura y los flancos del neumático, o tiene atornillados una serie de postizos que forman el negativo del normalmente complicado dibujo de

rodaje, a base de regatas, tacos, nervios, resaltes, finas ranuras y demás, que dan al neumático terminado sus interesantes características de buen agarre al terreno

- **Mezclas de caucho**

La primera operación para la fabricación del neumático consiste en preparar las apropiadas mezclas de caucho. En un mezclador interno se trabaja la mezcla de caucho para que adquiera plasticidad, y luego se le añade el azufre para la vulcanización y los demás ingredientes, hasta obtener los diferentes tipos de mezclas de goma necesarios para la elaboración de los distintos componentes del neumático. Para la banda de rodadura se añade al caucho una carga relativamente abundante de negro de humo en forma de polvo fino, con lo que se logra mayor resistencia al desgaste. Las mezclas para el engomado de las telas de la carcasa deben ser adecuadas para dar resistencia a las delgadas capas que se impregnan y mantienen juntas las fibras componentes, y deben ser resistentes tanto a la fatiga producida por las continuas flexiones como a la constante tensión.

Los aros de los talones se engoman con una mezcla de elevado contenido en azufre, que se convierte en una masa muy dura en la fase de vulcanización en el molde.

Esos aros de los talones se fabrican con alambre de acero de gran resistencia a la tracción, constituyendo una banda de cinco a seis hilos dispuestos en paralelo, embebida en una dura mezcla de goma y formando una cinta continua; de esta cinta se enrollan cierto número de espiras en un

tambor de dimensiones adecuadas para que, al vulcanizar, los aros adquieran una constitución sólida prácticamente inextensible.

- **Preparación del tejido**

El algodón, que se utilizó en los neumáticos durante la primera etapa de su historia, ha sido sustituido en las envolventes modernas por fibras sintéticas, que al estar formadas por hilos continuos y de gran longitud son muchos más resistentes, para un mismo espesor y densidad, que los antiguos torzales de algodón hilados a partir de la reunión de fibras cortas.

El material de las telas de la carcasa y del refuerzo en corona está constituido por un tejido de trama prácticamente inexistente y cuya urdimbre soporta todo el esfuerzo, manteniéndose unidos los hilos gracias a una serie muy espaciada, de delgados hilos de trama. En este tipo de tejido no existen los “nudillos” propios del tejido normal en que los hilos de trama y de urdimbre se cruzan, reduciéndose así el efecto de aserrado y fricción entre los hilos cruzados cuando un tejido de estas características se somete a flexión bajo carga. La capa de tejido “sin trama” se recubre por cada lado con una delgada capa de goma, en una operación de calandrado (prensado entre rodillos). A continuación, el tejido engomado se corta en tiras, las cuales son empalmadas para formar bobinas, con los hilos dispuestos en la dirección adecuada. Después con la cinta continua de esas bobinas se confeccionan las carcasas de los diferentes tipos de neumáticos

- **Confección del neumático**

Los neumáticos se forman sobre tambores de acero plegables. Las capas

de tejido se afianzan sobre el tambor doblando sus bordes alrededor de los aros del talón, envueltos ya con las correspondientes tiras de refuerzo y sujeción.

El procedimiento para pegar a la carcasa la banda de goma extruida que constituirá la banda de rodadura es diferente para los dos tipos de cubiertas. Las cubiertas diagonales reciben la banda de rodadura cuando aún están montadas sobre el tambor de montaje, de perfil casi plano. Después, la cubierta cilíndrica completa se conforma para que adquiera la típica forma de rosquilla al introducirla en el molde. Los neumáticos radiales, por su propia naturaleza, requieren un tratamiento distinto; en este caso, la envolvente es desmontada del tambor de conformación de perfil casi plano y se le da la forma de toroide antes de añadir las cinturas rígidas y prácticamente inextensibles. Sobre este refuerzo en corona se coloca luego la banda extruida.

La etapa final de la fabricación de los neumáticos consiste en moldear la cubierta cruda ya confeccionada en el interior de un molde de acero de dos mitades o en sectores. Este molde presenta en su cara interna un grabado que corresponde al negativo del dibujo que aparecerá en la banda de rodadura y los flancos del neumático, o tiene atornillados una serie de postizos que forman el negativo del normalmente complicado dibujo de rodaje, a base de regatas, tacos, nervios, resaltes, finas ranuras y demás, que dan al neumático terminado sus interesantes características de buen agarre al terreno

- **Obtención de materia prima**

Los principales materiales que intervienen en la confección de cubiertas son el alambre de acero de los talones inextensibles, el material textil o alambre de acero de la envolvente y cinturas y, naturalmente, el caucho mezclado con diversos aditivos que le dan la necesaria robustez y resistencia al desgaste y a la fatiga. Los materiales más empleados en la envolvente del neumático son el rayón, el nylon y el poliéster, aunque para neumáticos de camión se suele utilizar cable fino de acero. Las telas de refuerzo en la corona, las cinturas, se fabricaron inicialmente de acero, sobre todo en caso de neumáticos de camión, pero en la actualidad se utiliza con mayor frecuencia el nylon y otros materiales como la fibra de vidrio para neumáticos destinados a automóviles. Las mezclas de goma se hacen de caucho sintético cuando se destinan a neumáticos de vehículos turismos, mientras que los destinados a camiones de gran tonelaje suelen ser de caucho natural porque tiene unas propiedades de histéresis que les permiten rodar a menor temperatura.

### **Obtención de compuestos**

Los compuestos para la elaboración de los neumáticos son:

- Rellenos reforzantes; está constituido por negro humo el cual está constituido por partículas de carbón a las cuales se le adhiere resistencia, tenacidad y torsión al desgaste.
- Fibras reforzantes; está conformado por hilos los cuales proporcionan resistencia.

- Plastificantes; contribuyen en la preparación de las mezclas para realizar el control de viscosidad, el cual contribuye a la reducción de fricción, flexibilidad.
- Agentes vulcanizantes; se emplea el azufre el cual se emplea para brindar estructura de las cadenas de polímeros.
- Acelerantes; está constituido por sulfurados, benzotiazon, óxido de zinc y ácidos esteárico.
- Retardantes; N-nitroso difenil amina.
- Antioxidantes o antiozonizantes y adhesivos (Castro, 2008).

### **Preparación de partes**

### **Preparación del caucho**

Para la preparación del caucho se emplean:

- Caucho sintético natural, es la materia prima empleada para realizar la fabricación.
- Negro humo, proporciona dureza y consistencia
- Azufre, es empleado para vulcanizar el jebe.
- Cementos y pinturas, empleados para brindar el acabado.
- Fibras de acero y rayón, son empleados para brindar fortalecimiento en la llanta.
- Antioxidantes, son empleados para brindar resistencia frente a daños como la luz, el oxígeno u ozono.
- Aceites y grasas, proporciona maleabilidad a la mezcla.

Los insumos se mezclan empleando una fórmula luego de realizar pruebas en laboratorio, la mezcla es denominada pesada, el caucho picado en cubos es introducido sobre una cámara con rodillos de forma espiral los cuales mezclan los ingredientes, luego pasa a otro molino quien termina de mezclar para posteriormente con una faja transportadora dirigirse al último molino este se encarga de laminar la mezcla para que posteriormente se lubrica y enfría (Carrión Nin, 1999).

### **Preparación de las pestañas**

Las elaboraciones de las pestañas son elaboradas mediante el empleo de cuatro máquinas, las cuales desarrollan diferentes actividades, pero de forma complementaria.

- Tubuladora de aros
- Formadora de aros
- Máquina encintadora
- Máquina colocadora de aletas (Carrión Nin, 1999)

### **Preparación del rodante**

Para la preparación del rodante se emplea la máquina tubuladora, la cual está compuesta por un cuerpo de forma cilíndrico, un tornillo sin fin y un cabezal en el cual está localizado una matriz la cual proporciona el diseño que se quiera conseguir, esta debe de ser alimentado continuamente paulatinamente al proceso de extrusión que se realice (Carrión Nin, 1999).

## **Preparación de los pliegues**

Los pliegues están constituidos por tejidos de consistencia de rayón, acero, fibra de vidrio o nylon, los cuales son cubiertos por caucho y posteriormente son cortados en dimensiones y ángulos para su almacenamiento. (Carrión Nin, 1999)

## **Ensamble del producto**

Para desarrollar el ensamblaje lo elabora un operario el cual introduce los componentes sobre un tambor hasta lograr la fabricación de la carcasa, sobre esta se coloca la banda de rodamiento es la capa externa la que tiene contacto con las superficies, luego de que la llanta se extrae del tambor debe de ser lubricada, antes de ser vulcanizadaes llamada llanta verde (Herrera Castillo, 2004).

## **Proceso de vulcanización**

El proceso de vulcanización es un efecto químico que apoya la formación de enlaces entre las cadenas de azufre y hule, se somete a temperatura alta y presión. Este proceso hace que el hule pase del estado plástico al elástico, las presas elaboran la grabación sobre los neumáticos (Herrera Castillo, 2004).

## **Inspección de calidad**

Para el proceso de control de la calidad se realizan análisis de laboratorio realizando procesos físicos y químicos y estos se compara con los estándares, luego se elaboran pruebas verificando las condiciones desde la preparación de la compuesto, la tempera y las dimensiones; cuando

se realiza el procedimiento de vulcanizado se realiza la revisión de la presión, tiempo y la temperatura finalmente los neumáticos son evaluados respecto al rendimiento y las pruebas de desgaste (Carrión Nin, 1999).

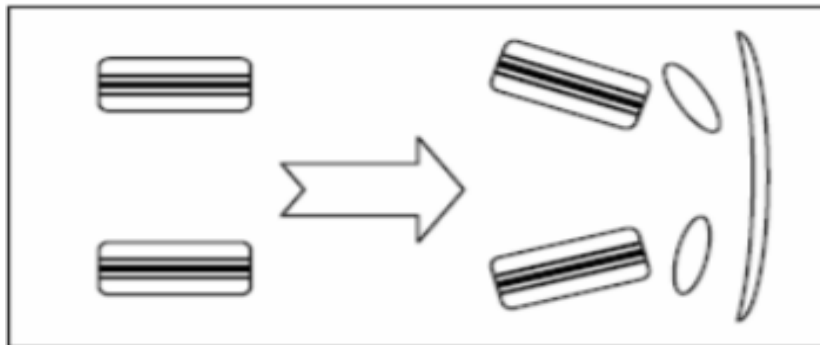
## Modos de falla y desgaste de neumáticos

### Problemas mecánicos

Los problemas mecánicos que se presentan son de convergencia, divergencia y camber.

- **Convergencia:** Este problema se origina a consecuencia que los bordes situados en la parte delantera o traseras se encuentran apegados entre sí, estas comienzan a divergir cuando este alcanza velocidades altas (Ureta Puello y Valenzuela Arrieta, 2005).. (Ureta Puello & Valenzuela Arrieta, 2005)

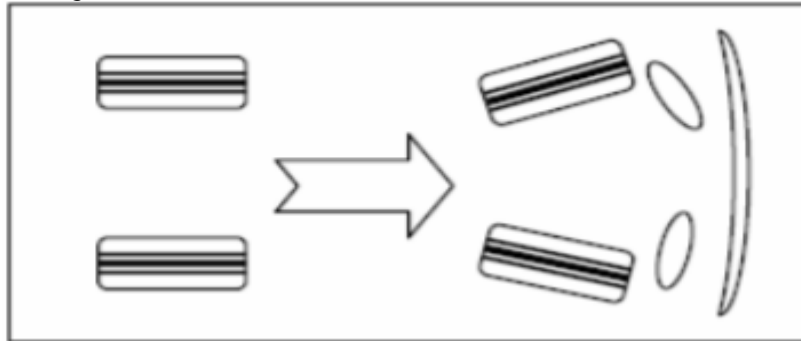
**Figura 11.**  
Convergencia.



Nota: Adaptada de Modelo general de análisis causa raíz de fallas y desgastes irregulares de llantas en la flota de transporte de mercancías Coordinadora Mercantil S.A., Ureta y Valenzuela, 2005.

- **Divergencia:** Da a conocer que los bordes situados en la parte trasera de los neumáticos se encuentran más apegados que los bordes delanteros, esta es empleado en vehículos de tracción delantera para brindar equilibrio cuando converge mientras se desplaza a alta velocidad

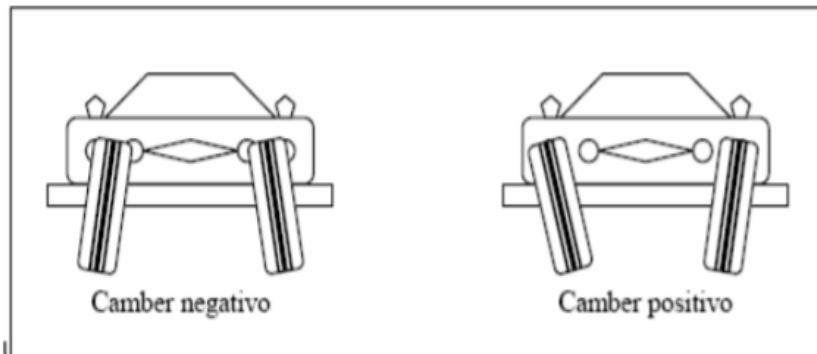
**Figura 12.**  
Divergencia



Nota: Ureta & Valenzuela (2005)

- **Camber:** Es el ángulo que se origina entre la rueda con la línea vertical y perpendicular al piso, este puede darse de forma positiva que es hacia afuera o de forma negativa hacia adentro es originado generalmente por la sobrecarga y porque se cuentan con diámetros distintos.

**Figura 13.**  
Camber.



Nota: Ureta y Valenzuela (2005).

## Problemas de presión

La presión baja genera inestabilidad, el desgaste acelerado de las bandas, se incrementa el consumo de combustible y una respuesta lenta frente a los frenos, esto como consecuencia genera el incremento de la temperatura y disminuye la duración de los neumáticos. La presión

elevada genera que se presenten dificultades en la dirección, estabilidad y maniobrabilidad, la duración del neumático disminuye por la gran cantidad de aire caliente presente en el interior del neumático (Ureta Puello y Valenzuela Arrieta, 2005).

### **Efecto de sobrecarga**

El efecto de sobrecarga se origina cuando la carga recae sobre el neumático y esta es superior a la capacidad de carga, esto es independiente de la presión que se pueda generar, esto genera la pérdida del kilometraje, se arquea el neumático, se desgasta la parte céntrica de la banda de rodadura, se pierde la tracción y la vida del neumático disminuye (Ureta Puello y Valenzuela Arrieta, 2005).

### **Proceso de control de neumáticos**

#### **Control de presión**

Se realiza el control mediante procesos de revisión de la pisada, se aprecia el control de desgaste incluyendo el repuesto. El control de la presión es un procedimiento que debe de ejecutarse de forma diaria, con el fin de que se asegure que se cuenta con una presión adecuada. El registro del control de la presión garantiza la detección de problemas futuros, cuando se detecte problemas de presión se deben de desarrollar inspecciones y reparaciones en el caso que fueran necesarios (Ccoñas Ramos, 2014).

#### **Control de la banda de rodadura**

Este control se debe realizar de manera constante, los neumáticos

cuentan con bidendum, los cuales son empleados para controlar el desgaste, indica que cuando los desgastes alcanzan este indicador se debe realizar el cambio del neumático, dentro de las recomendaciones que se pueden realizar es efectuar un reencauche antes que el registro del desgaste alcance al indicador, esto contribuye a que se pueda conservar el espesor original del caucho (Ureta Puello y Valenzuela Arrieta, 2005).

### **Control de rotación de neumáticos**

Movilizar los neumáticos realizando el desplazamiento de los ejes que no poseen tracción hacia lo que contribuye a que la vida del neumático sea más larga, esta consideración se efectúa cuando los neumáticos son de las mismas características. Se emplea el uso de una ficha que registra los movimientos, la presión y el recorrido de los neumáticos (Ureta Puello y Valenzuela Arrieta, 2005).

### **Teoría de desgaste de neumáticos**

La resistencia a los pinchazos y resistencia a los golpes pueden reducirse considerablemente, por consiguiente, se tendrá que cambiar por un neumático nuevo. Las causas del desgaste en los neumáticos pueden clasificarse de forma general en los factores de diseño (material, calidad del compuesto de la banda y rodamiento, dibujo de la cubierta, perfil, área de contacto con el suelo), por la construcción de la carcasa y otros factores relacionados con las condiciones de operación, como son: la carga, presión de aire, velocidad, frenado, superficie de la carretera, temperatura y condiciones climáticas.

- Se denomina desgaste abrasivo al producido por una superficie dura al deslizar sobre otra superficie más blanda.
- En este deslizamiento se crean surcos en la superficie blanda originando una pérdida de material.
- Este tipo de desgaste puede producirse también por la existencia de una partícula dura atrapada entre dos superficies más blandas que deslizan entre sí
- En la cuantificación de este fenómeno se supone que la partícula abrasiva tiene forma cónica

### **Desgaste regular y uniforme**

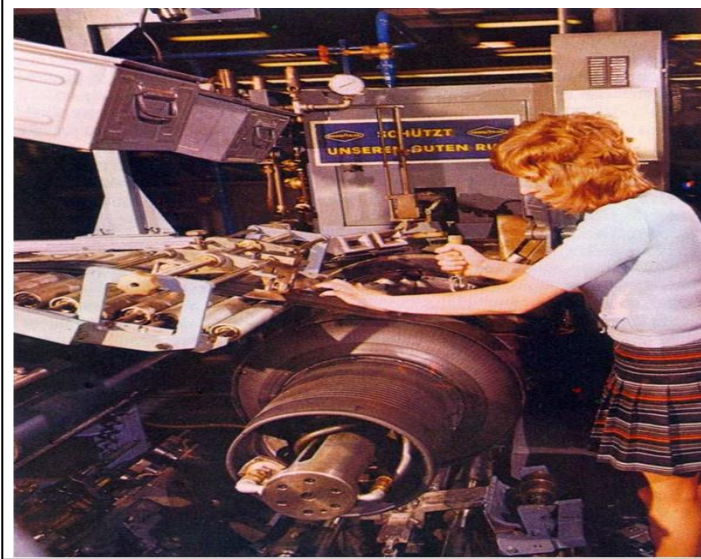
El molde está montado en una prensa que dispone de un diafragma cilindro de goma, en el momento en que se cierra el molde se infla hasta una elevada presión en el interior de la cubierta. Esta operación obliga al material todavía plástico de la cubierta cruda a introducirse en el dibujo del interior del molde. En seguida, se aplica calor, en forma de vapor de agua, desde unas cavidades de la prensa, a través del molde exterior, y llenando de vapor a presión el interior de la cámara o diafragma de vulcanización que previamente se introdujo en el neumático. El calentamiento provoca la combinación química del caucho con el azufre que se había añadido a las varias mezclas de goma utilizadas en los diversos componentes del neumático.

En la figura 16 se puede ver la fase de enrollado de cintas sobre la horma o molde cuya forma corresponde al perfil interior de la cubierta.

Esas cintas están compuestas por alambre de acero y una mezcla dura de caucho.

**Figura 14**

*Fase inicial de la fabricación de neumáticos*



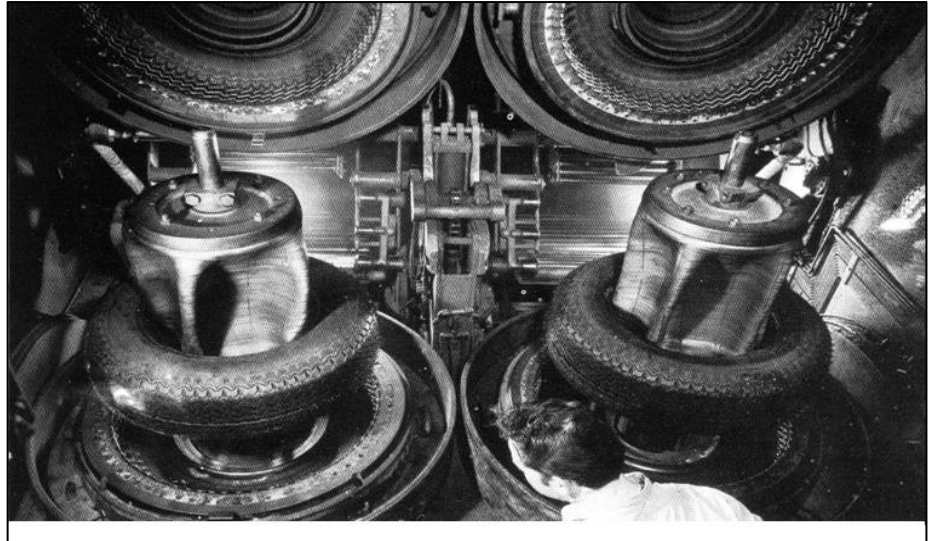
Nota: Adaptada de Sandoval, 2017.

En la figura 17 se observa la extracción de los neumáticos de los moldes. El moldeo se realiza en caliente y bajo presión para dar a la cubierta su forma definitiva (incluso en la banda de rodadura) y las propiedades especificadas.

Esto último se logra por efecto de la vulcanización: pequeñas cantidades de azufre, dosificadas cuidadosamente, se combinan con el caucho mediante el tratamiento térmico, modificando con ello su estructura.

**Figura 15**

*Fase inicial de la fabricación de neumáticos*



Nota: Sandoval 2017

### **Factores que influyen en la duración de vida de los neumáticos La temperatura interna de funcionamiento**

Cuando un neumático rueda, se calienta debido a:

- El trabajo que efectúa
- El calentamiento de los tambores de freno
- El calentamiento de los reductores

La temperatura crítica interna del AIRE en un neumático es el límite a partir del cual existe un peligro para el neumático. En ausencia de fuentes térmicas exteriores al neumático, se admite que dicha temperatura crítica se alcance cuando el aire que se encuentra en el interior del neumático llega a 80° C (dicha temperatura es siempre más baja que la temperatura interna del propio neumático).

En consecuencia, conviene comprobar si dicha elevación de temperatura no es tal que perjudique excesivamente al neumático. La

comprobación se realiza aplicando la ley física de Mariotte, que dice:

$$\text{La relación} = \frac{P \times V}{T} = \text{es una constante } R \quad [1]$$

Donde:

- P = Presión absoluta (en kPa).
- V = Volumen interno del neumático (en L).
- T = Temperatura absoluta (en K) ó 273 + t (en ° C).

El cálculo de R dependerá de la temperatura del neumático, es decir si el neumático rodo o no rodo. A saber:

a) En frío (neumáticos que no han rodado)

$$R = \frac{(P_o \times V_o + 1)}{273 + t_o} \quad [2]$$

b) En caliente (neumáticos que han rodado)

$$R = \frac{(P_1 \times V_1 + 1)}{273 + t_1} \quad [3]$$

Aunque el volumen interno del neumático no ha cambiado ( $V_o = V_1$ ), la temperatura y la presión han cambiado. Se mide la presión de los neumáticos en caliente (respetando las consignas de seguridad) con el manómetro utilizado para medir la presión en frío y se determina de este modo la temperatura interior del neumático según la operación

$$t_1 = \frac{[(P_1+1) \times T_o+273]}{(P_o+1)} - 273 \quad [4]$$

## **2.2.2. Camión bombona**

### **Definición**

El camión bombona se encuentra dotado tanto por una cuba o bombo giratorio los mismos que se encuentran soportados por el bastidor de un camión conveniente para aguantar el peso.

## **2.2.3. Bombona**

Denominado también como cuba o bombo, posee una forma cilíndrica o bicónica al encontrarse montada sobre la parte posterior.

Este bombo yace encima del chasis a través de rodillos y soportes, definido también como recipiente de metal, resistente, redondo y de gran volumen dotado de una espita y cierre hermético, tiene por finalidad el transporte de líquidos muy volátiles, gases a presión, etc.

## **2.2.4. Semirremolque**

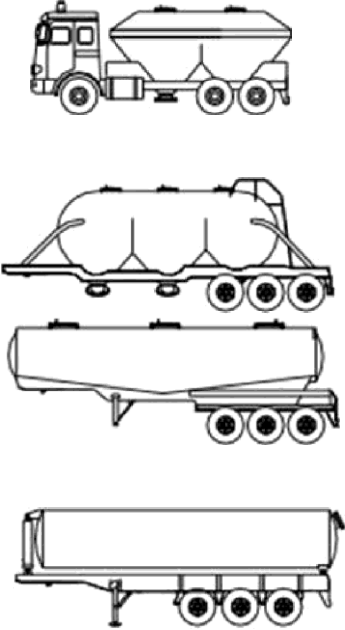
Vehículo no motorizado posee ejes traseros, es conectado a un camión, por medio de un mecanismo “quinta rueda”, referente al enganche se ejecuta de forma rápida consintiendo la articulación entre uno y otro vehículo, de esta manera es arrastrado además de soportar parte del peso. El semirremolque porta en la parte delantera un pivote “King Pin” el mismo que consiente tanto la unión y flexibilidad transferida del camión, éste a su vez lleva un sistema de enganche con bloqueo de palancas “Tornamesa”.

### **Tipos de semirremolque**

Para determinado tipo de semirremolque, se encuentran proyectados

para el transporte de una clase de carga en específico, lo que hace que sean diferentes en diversidad de aspectos primordiales. A continuación, se indican los diseños más habituales.

**Figura 16**  
*Esquemas próximos de las clases de carrocerías*

Código	Carrocería	Categoría	Definición	Gráficos referenciales
BOB	BOMBONA	N2N3 O3 O4	<p>Vehículos con carrocería cerrada,</p> <p>Puede tener sección cónica o</p> <p>Trapezoidal en la parte inferior,</p> <p>Sistema de volteo u otros que permiten la descarga de la mercancía transportada a granel (cemento, harina, alimentos balanceados, etc).</p>	

Nota: Diseño óptimo de tolva para semirremolque tipo bombona de 30 m3 para la empresa Fama Andina S.A.C. en la ciudad de Trujillo, Dávila Reátegui, 2018.

En la figura 16 se muestra esquemas próximos de las clases de carrocerías más habituales para el transporte de carga pesada, además de exponer la clase de semirremolque:

- Furgón
- Portacontenedor
- Plataforma
- Bombona
- Volquete

- Cisterna

Estos tipos de carrocerías se encuentran normalizados legalmente de acuerdo al Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

### **Semirremolque Plataforma**

Este tipo de semirremolque posee una carrocería plana, tiene por finalidad el transporte de carga en general, este vehículo estándar es un piso largo y nivelado encima de un chasis, éste además puede ser modificado con determinados equipos con la finalidad de mayor practicidad para el traslado de artículos especiales. Puede poseer elementos de sujeción para la fijación de carga.

### **Semirremolque Furgón**

Este tipo de semirremolque posee una carrocería la misma que se encuentra cerrada para el transporte de carga y cuenta con compuertas laterales y posteriores.

Su empleo es requerido para el transporte de carga que necesita ser protegida contra agentes externos como medio ambiente, sin embargo, suelen ser empleados para encomiendas, mercancía refrigerada, etc.

### **Semirremolque Cisterna**

Posee una carrocería tipo tanque cerrado que tiene por finalidad el traslado de mercancías líquidas, además de la posibilidad de contar más de un solo compartimiento y equipados son sistema de carga y descarga.

Suelen llenarse por medio de una abertura que tiene en la parte superior de la carrocería y la descarga por medio del fondo ya sea por gravedad o por presión de aire.

### **Semirremolque Portacontenedor**

Cuenta con una estructura simple con bajo peso muerto y fácil mantenimiento. Tiene por única finalidad el transporte de contenedores y se encuentra equipado con accesorios para tal finalidad, no requiere de piso solo soportes de apoyo de los contenedores.

### **Semirremolque Bombona**

Este tipo de semirremolque bombona está fabricado con carrocería cerrada, empleado para el traslado de carga a granel tales como harinas, cemento, etc. Referente a la descarga podrá poseer sección trapezoidal o cónica, esta podrá realizarse de forma manual con presión de aire o caída por gravedad.

Podrá contener uno o tres divisiones en forma de cono en el fondo de cada uno de estas se encuentra una tolva por medio de la cual fluye el producto a descargar.

### **Semirremolque Volquete**

También denominado como camión basculante o bañera. Este tipo de semirremolque tiene por finalidad el traslado de materiales de construcción, minerales, mercancías a granel o desechos. Posee una carrocería tipo baranda la misma que yace abierta tanto para carga como descarga, sistema de volteo hidráulico para esta última.

**Figura 17**  
*Semirremolque tipo bombona*



*Nota:* Dávila Reátegui, 2018

Están diseñados para realizar el transporte de mercadería de manera a granel dentro de estos se encuentran el cemento, la harina, alimentos balanceados entre otros; para realizar la carga de la bombonera de manera fácil cuenta con separadores angulares el cual permite que un hombre ingrese en su interior para poder verificar, el remolque se coloca sobre otro vehículo y transfiere su peso hacia la quinta llanta (Saldoval Serva, 2017).

Puede poseer uno o tres secciones en forma de cono, en el fondo de cada uno de ellas se encuentra una tolva donde fluye determinado producto para su descarga la misma que se podrá realizar por métodos tales como por presión de aire o gravedad.

La descarga podrá poseer sección trapezoidal o cónica, este vehículo está fabricado con carrocería cerrada.

De acuerdo a Dávila (2018) una bombona es un “vehículo con carrocería cerrada y abierta en la parte inferior, con capacidad de más carga útil, fabricados principalmente para el transporte de productos a granel,

además de poseer un sistema de volteo manual tanto con sistema neumático por gravedad”.

Este tipo de vehículos son empleados para el transporte de productos a granel, siendo el producto más transportado la piedra caliza chancada, además de poseer buenas características de descarga y carga, asimismo de la demanda en carga de grandes cantidades. Siendo compuesto por los siguientes elementos básicos:

### **Características:**

#### **Tolva**

Recipiente con abertura en la parte inferior, en el cual se almacena el material a transportar, el mismo que varía desde plásticos a aceros de acuerdo al tipo de uso. De compartimiento único, suele tener una capacidad de 30 a 32 T.

#### **Estructura:**

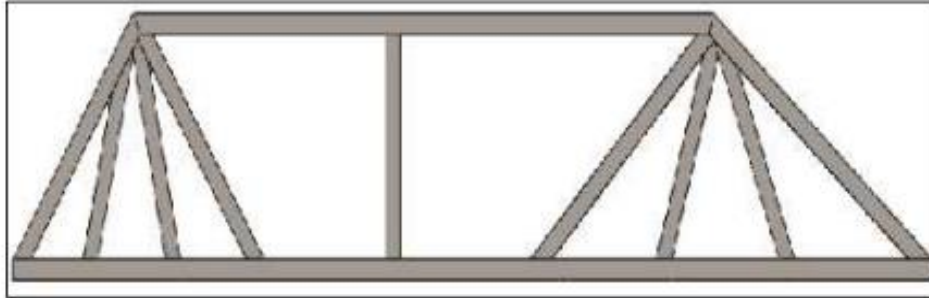
Agrupación de elementos encargados de dar forma al semirremolque.

Dentro de las ventajas que posee:

- Ocupan menor espacio para efectos de estética interior es así que obtiene óptima rentabilidad en la totalidad del espacio.
- Poseen gran robustez y son ligeras.

Consigue adoptar otras formas, es por ello que logran ser variables frente a nuevas circunstancias.

**Figura 18**  
*Estructura de semirremolque tipo bombona con descarga inferior*



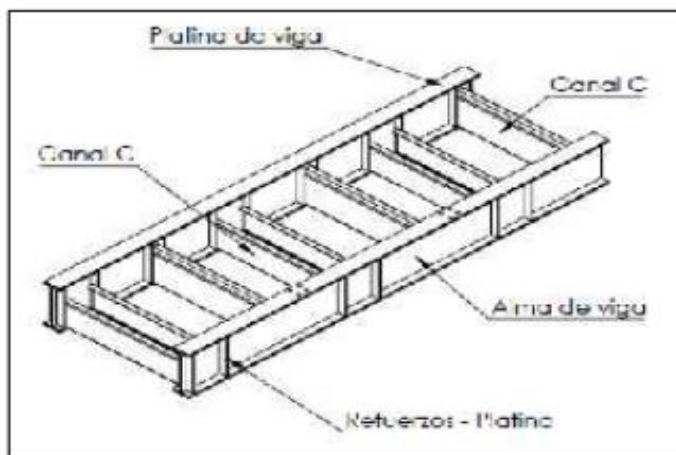
Nota: Área de diseño de Fama Andina S.A.C.

## Chasis

Constituye el soporte del vehículo, está compuesto por los siguientes elementos: bastidor, tren motriz, suspensiones, ejes y otras partes neumáticas.

Tiene por objetivo conectar de manera rígida al punto de apoyo delantero y suspensión trasera de un semirremolque al igual para el ensamble de las diversas partes del vehículo. Además, deberá ser proyectada con la capacidad de soportar su propio peso, el de la carrocería y de la carga a transportar.

**Figura 19**  
*Chasis de semirremolque tipo bombona con descarga inferior*



Nota: Área de diseño de Fama Andina S.A.C.

## Sistema de suspensión

Tiene como misión disminuir las fuerzas de impacto originadas durante el transporte y operación. Su finalidad el transporte ligero para el conductor y mercancía respectivamente.

**Figura 20.**  
*Suspensión neumática Watson y Chalin*

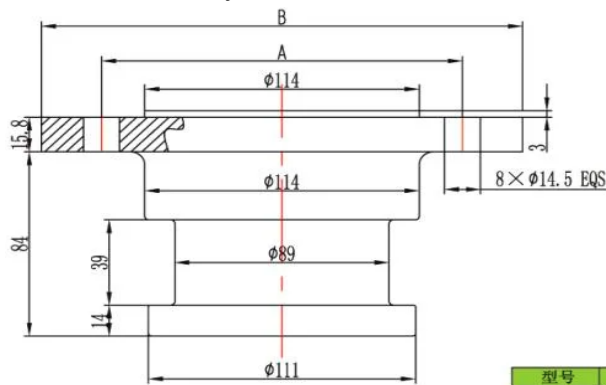


Nota: Catálogo de autopartes ferroso – Trujillo

## El perno maestro

Conocido como kingpin, es el elemento de unión entre el semirremolque y el tracto. Se encuentra fijado al semirremolque, planteado para el enganche con el mecanismo de la quinta rueda resistiendo las fuerzas tanto para frenar como mover de manera conveniente de la unidad tractora hacia el semirremolque.

**Figura 21**  
*Perno maestro y dimensiones*





Nota: Catálogo de autopartes ferroso – Trujillo

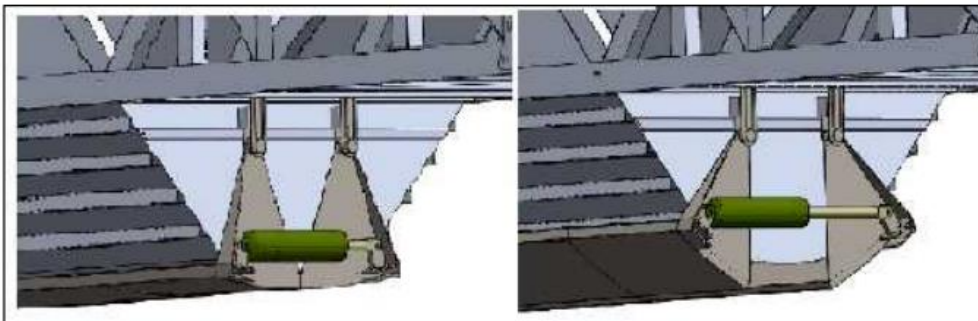
### **Sistemas de compuertas de descarga**

Es el sistema encargado de disponer la mercancía transportada. Opera por efecto de gravedad y un sistema de pistones neumáticos, los mismos que actúan sobre las dos compuertas inferiores.

Este sistema mecánico simple garantiza la fácil disposición del producto, siendo inclusive capaz de ser operado por el mismo operador.

**Figura 22**

*Sistema de descarga de semirremolque con descarga inferior*



Nota: Área de diseño de Fama Andina S.A.C.

### **2.2.5. Seguridad vial en el Perú**

Complementariamente, se presenta la normativa legal vigente relacionada al trabajo de investigación.

**a) Constitución Política del Perú (CPP 1993)**

Otorgan el marco legal inicial relacionado a la seguridad vial:

- Artículo 2, inciso 1.- Derechos fundamentales de la persona. “Toda persona tiene derecho: A la vida... y a su libre desarrollo y bienestar...”
- Artículo 7.- Derecho a la salud. Protección al discapacitado. “Todos tienen derecho a la protección de su salud...”.

Debido a que fallas en neumáticos pueden conllevar accidentes de tránsito, es de interés para la conservación de la vida y la salud de las personas la implementación de medidas para el resguardo de la seguridad vial.

**b) Ley nro. 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (2016)**

El objetivo de esta ley es promover una cultura de riesgos laborales en el país.

- **Principio de Prevención.** - “El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores...”
- Artículo 21, incisos (a), (b) y (c). Las medidas de prevención y protección del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo: “

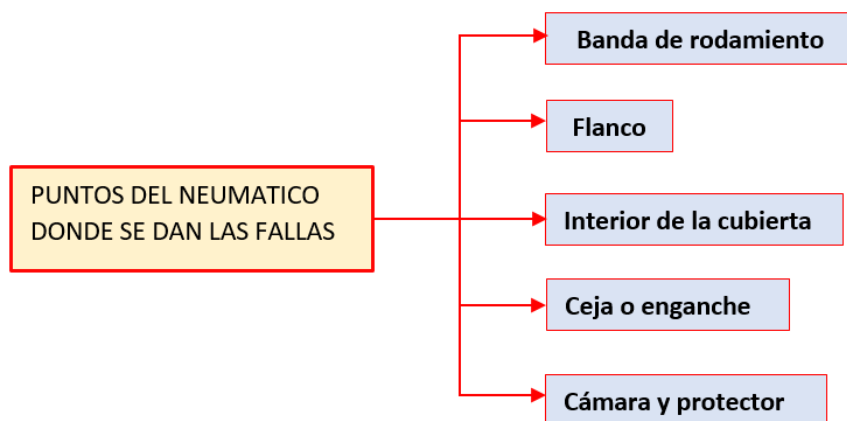
- (a) Eliminación de los peligros y riesgos. Se debe combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador...
- (b) Tratamiento, control o aislamiento de los peligros y riesgos, adoptando medidas técnicas o administrativas
- (c) Minimizar los peligros y riesgos, adoptando sistemas de trabajo seguro que incluyan disposiciones administrativas de control.”

Esta normativa refuerza la política de implementación de medidas para el aumento de la seguridad en el trabajo. Considerando las actividades de transporte, son referidas a la seguridad vial.

#### **2.2.6 Estudio de las condiciones de neumáticos en bombonas de cemento a granel**

Las fallas en llantas neumáticos generalmente se dan en: la banda de rodamiento, en los flancos, en el interior de la cubierta, en la ceja o enganche y en la cámara. Esquemáticamente las fallas se muestran en la figura 23 y las causas de las fallas de cada una de ellas se muestran en las figuras siguientes.

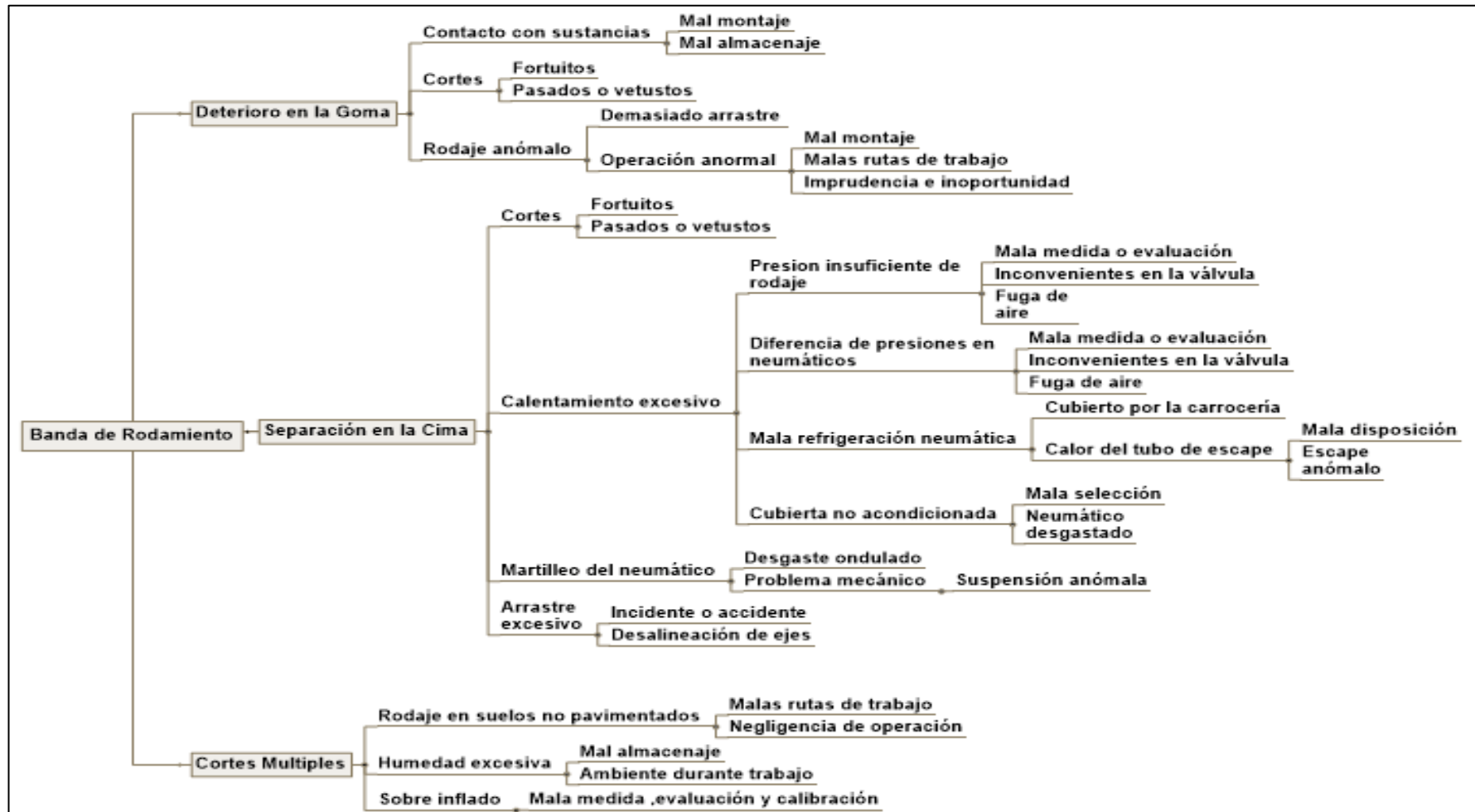
**Figura 23**  
Fallas en llantas neumáticas



Nota: Elaboración propia

Figura 24

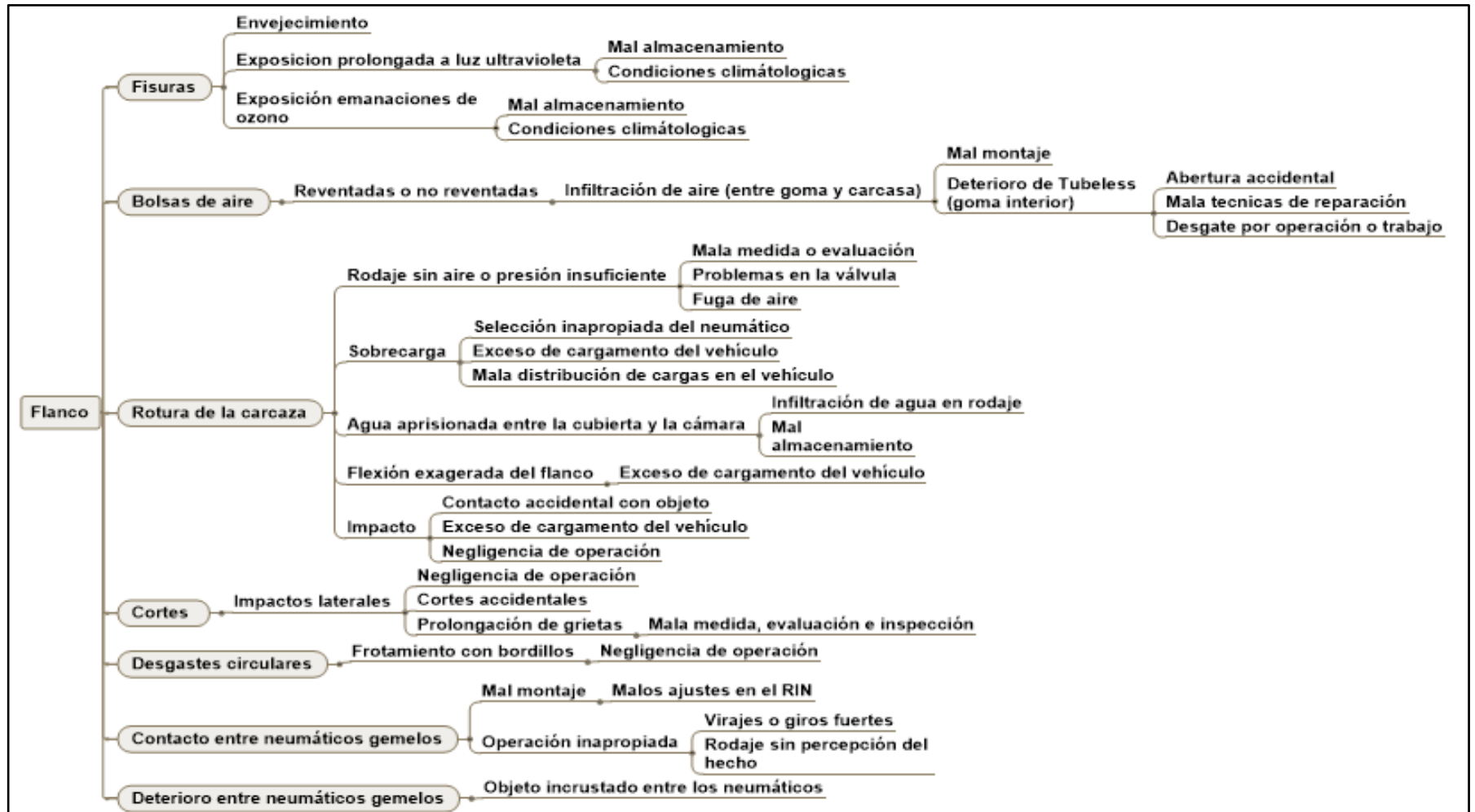
Causas de las fallas de la banda de rodadura



Nota: Elaboración propia

Figura 25

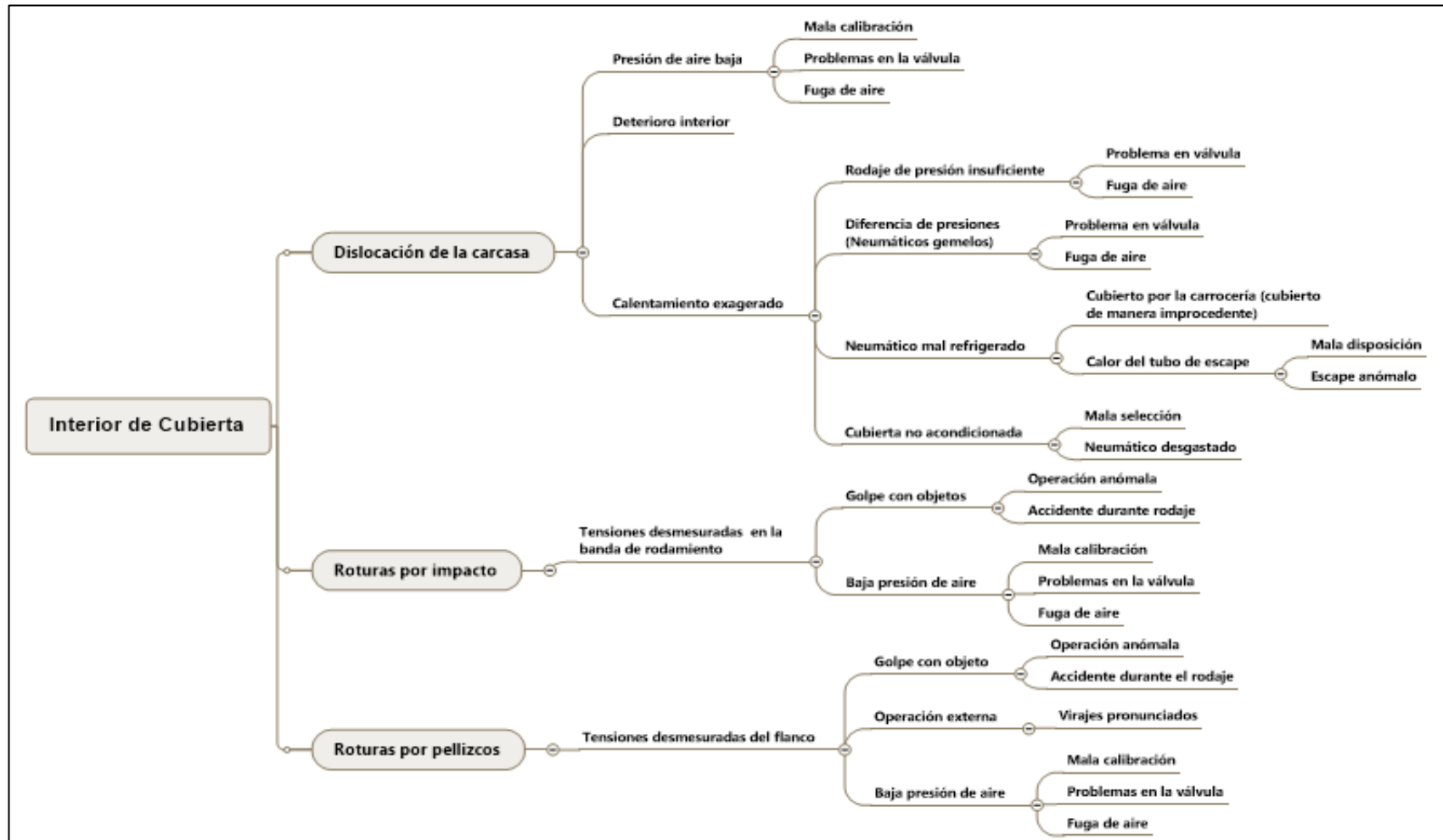
Causas de las fallas del flanco



Nota: Elaboración propia

Figura 26

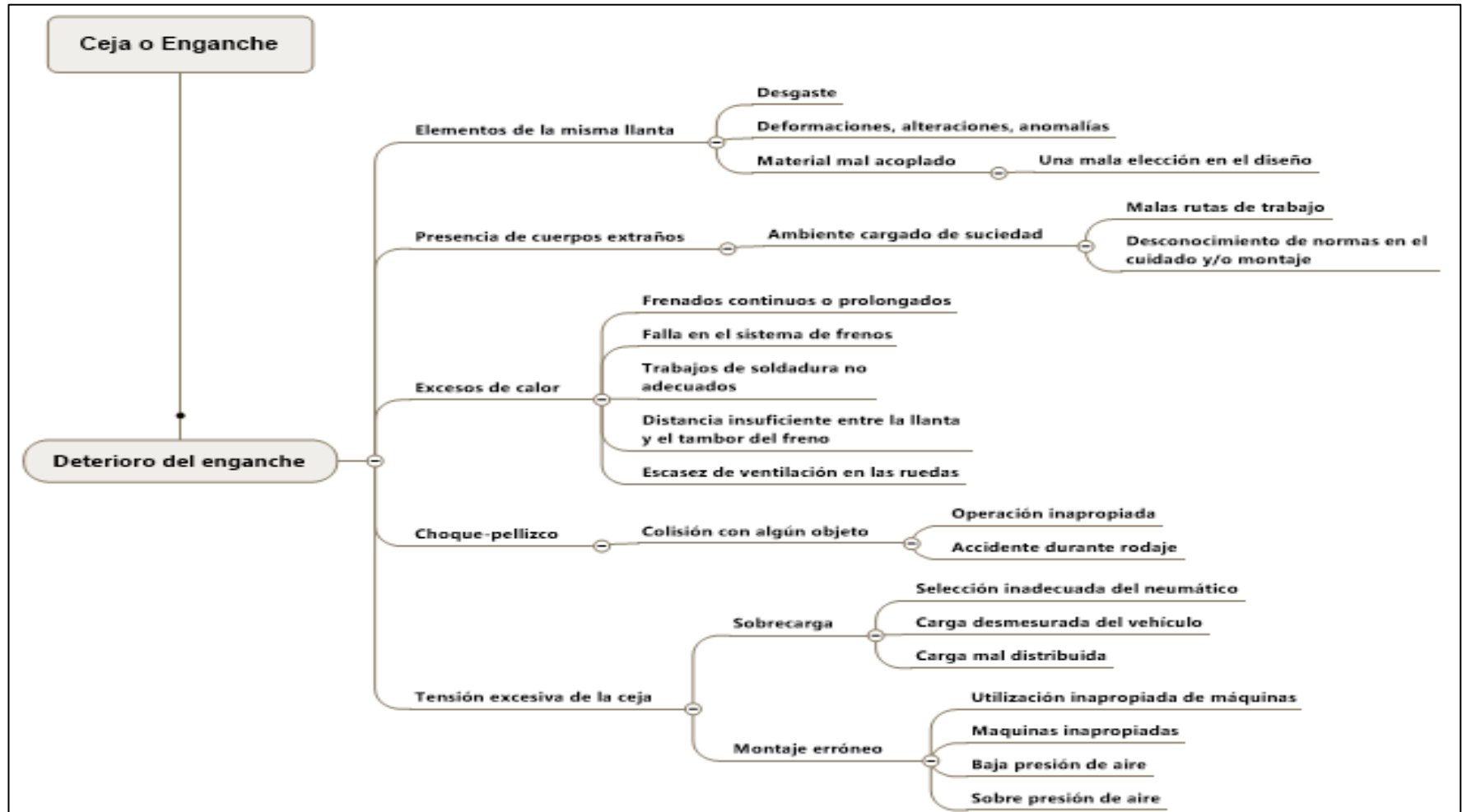
Causas de las fallas del interior de la cubierta



Nota: Elaboración propia

Figura 27

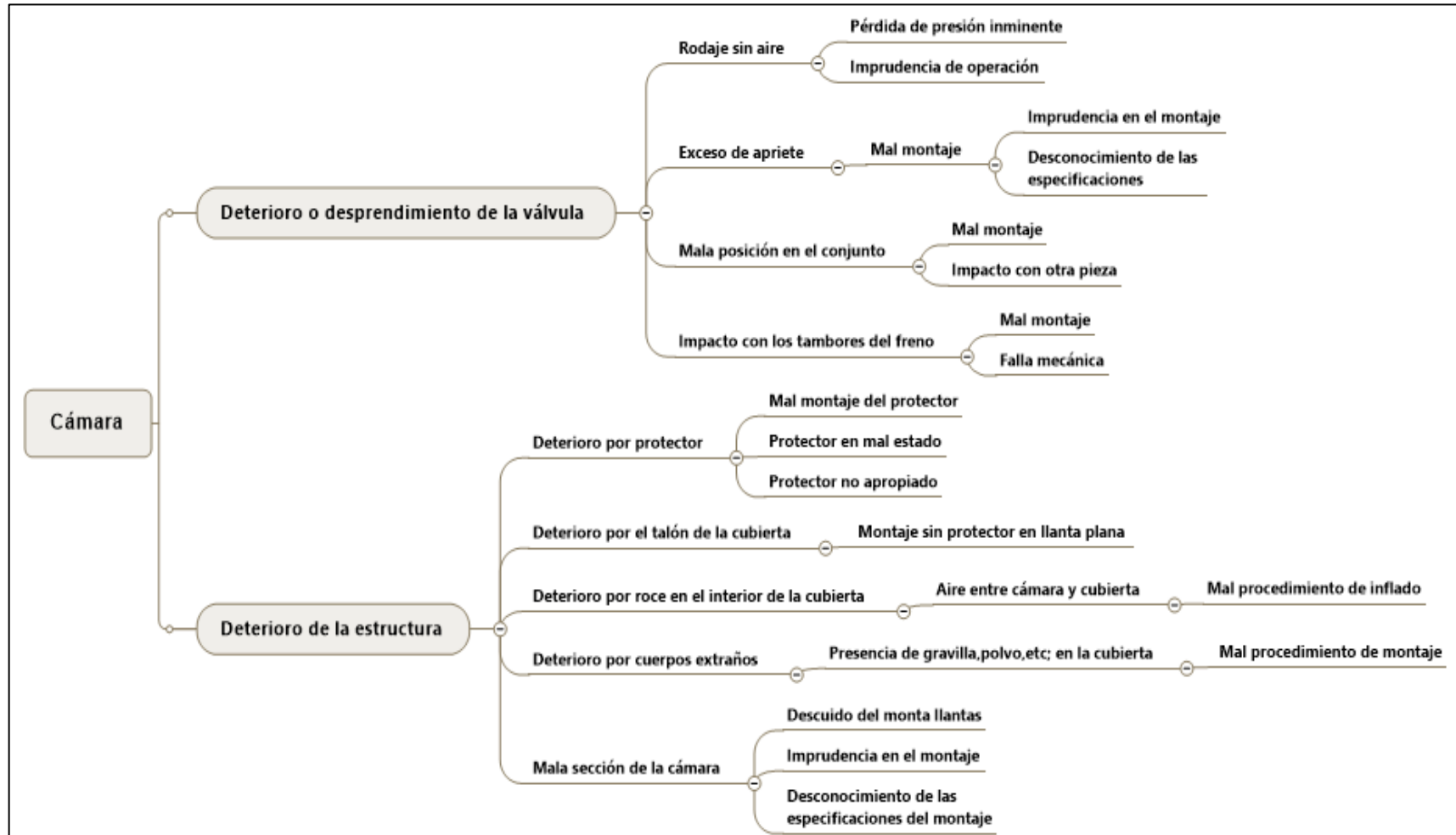
Causas de las fallas de la banda de la ceja o enganche



Nota: Elaboración propia

Figura 28

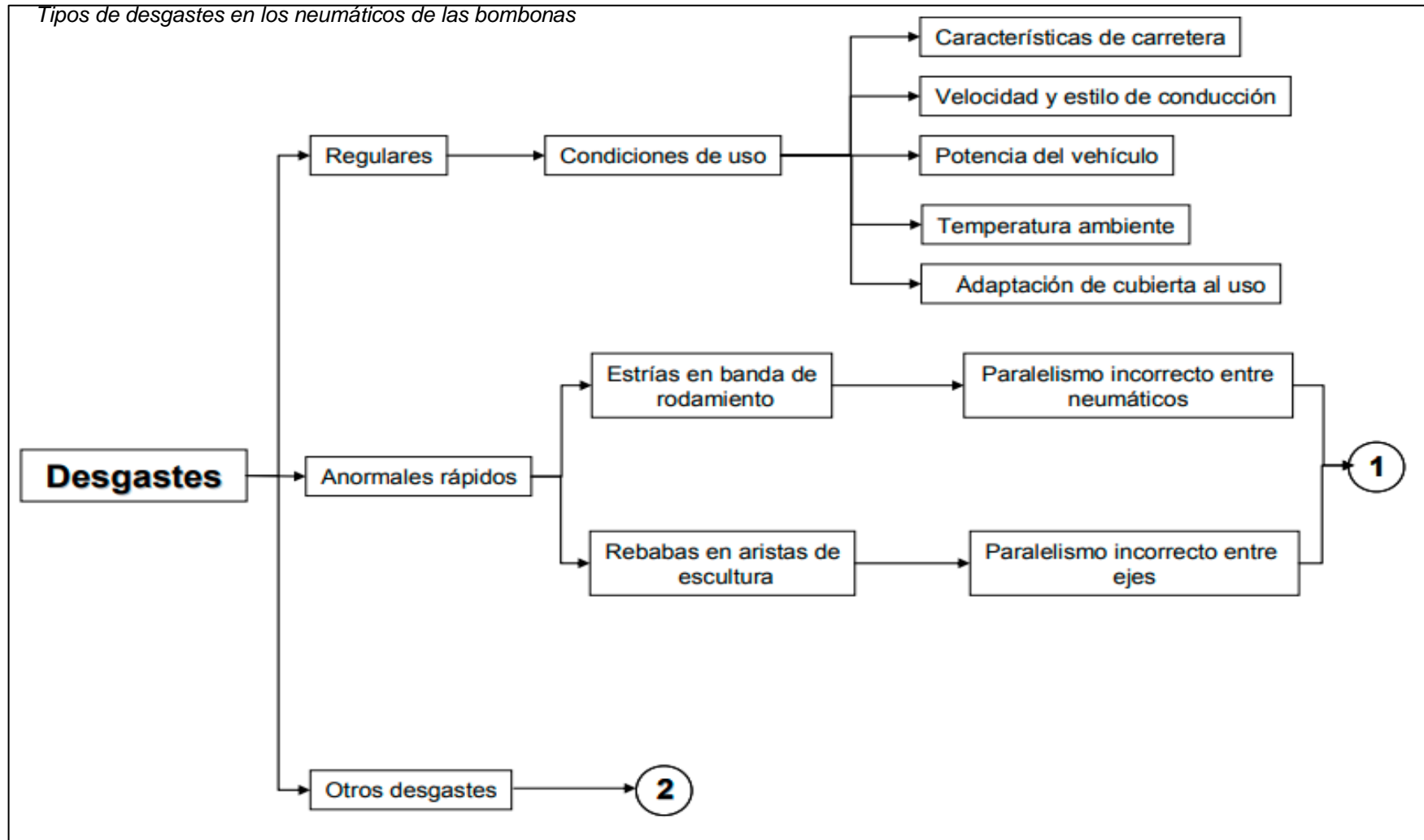
Causas de las fallas de la cámara



Nota: Elaboración propia

Figura 29

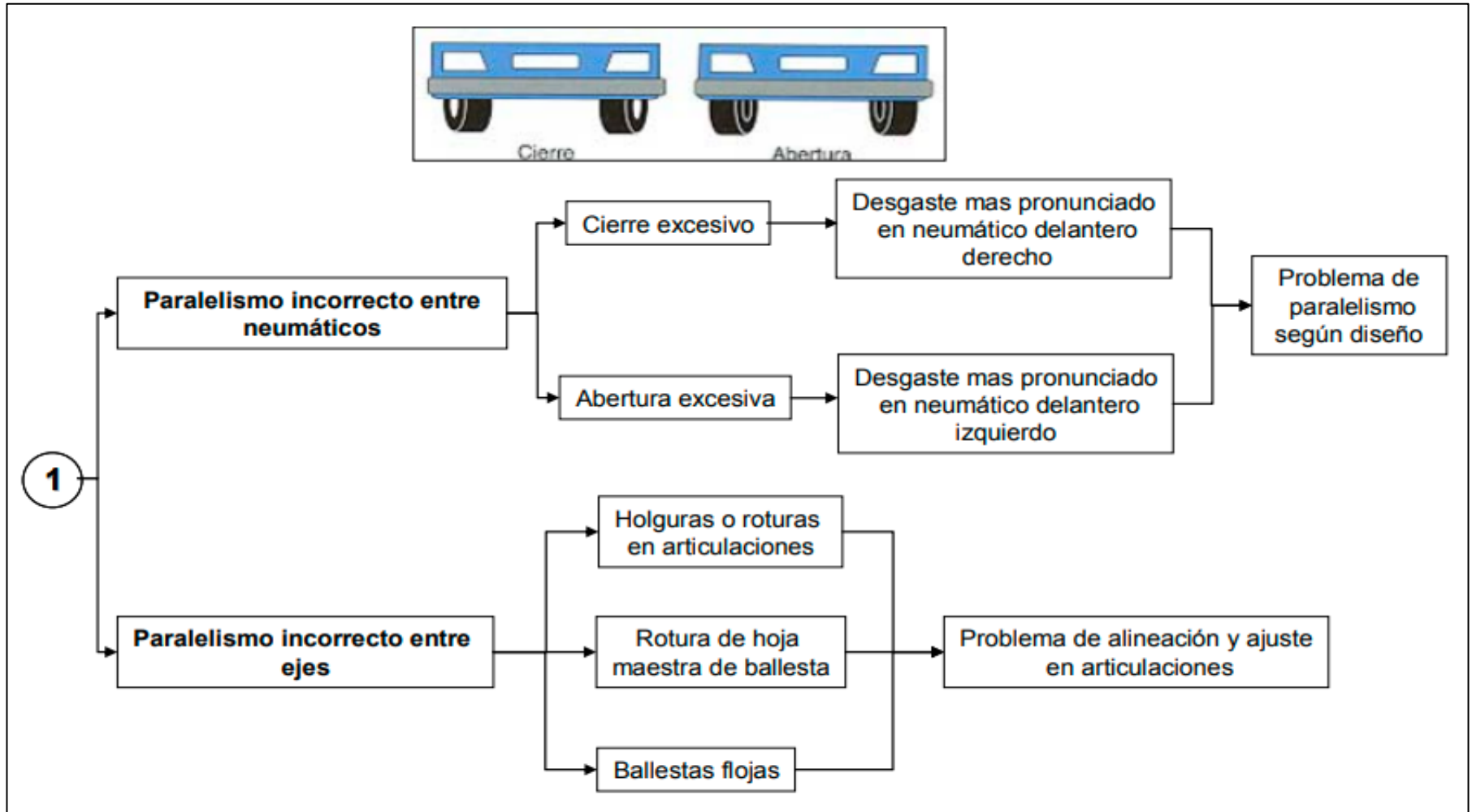
*Tipos de desgastes en los neumáticos de las bombonas*



Nota: Elaboración propia

Figura 30

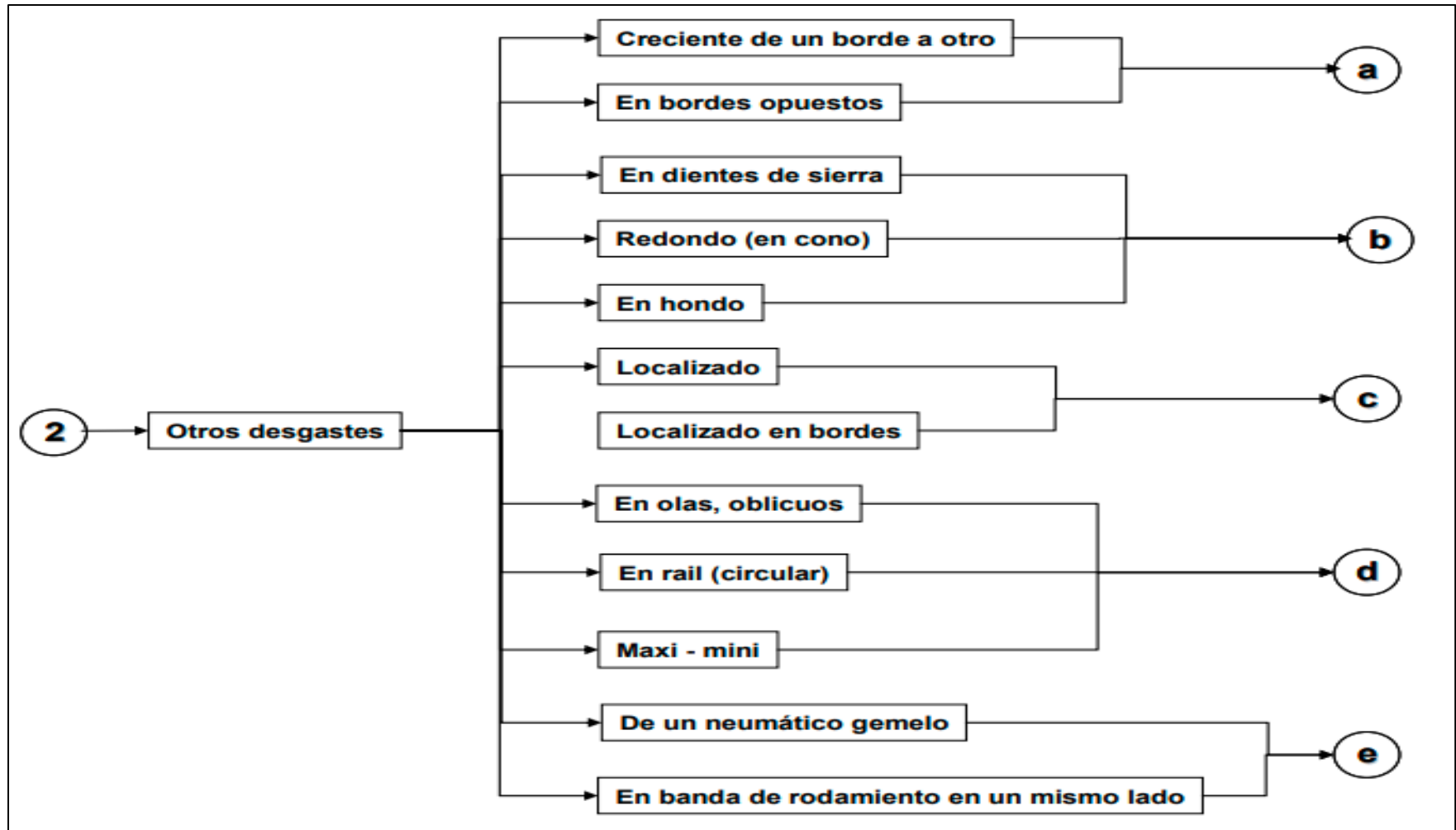
Causas del desgaste por paralelismo incorrecto entre ejes y neumáticos



Nota: Elaboración propia

Figura 31

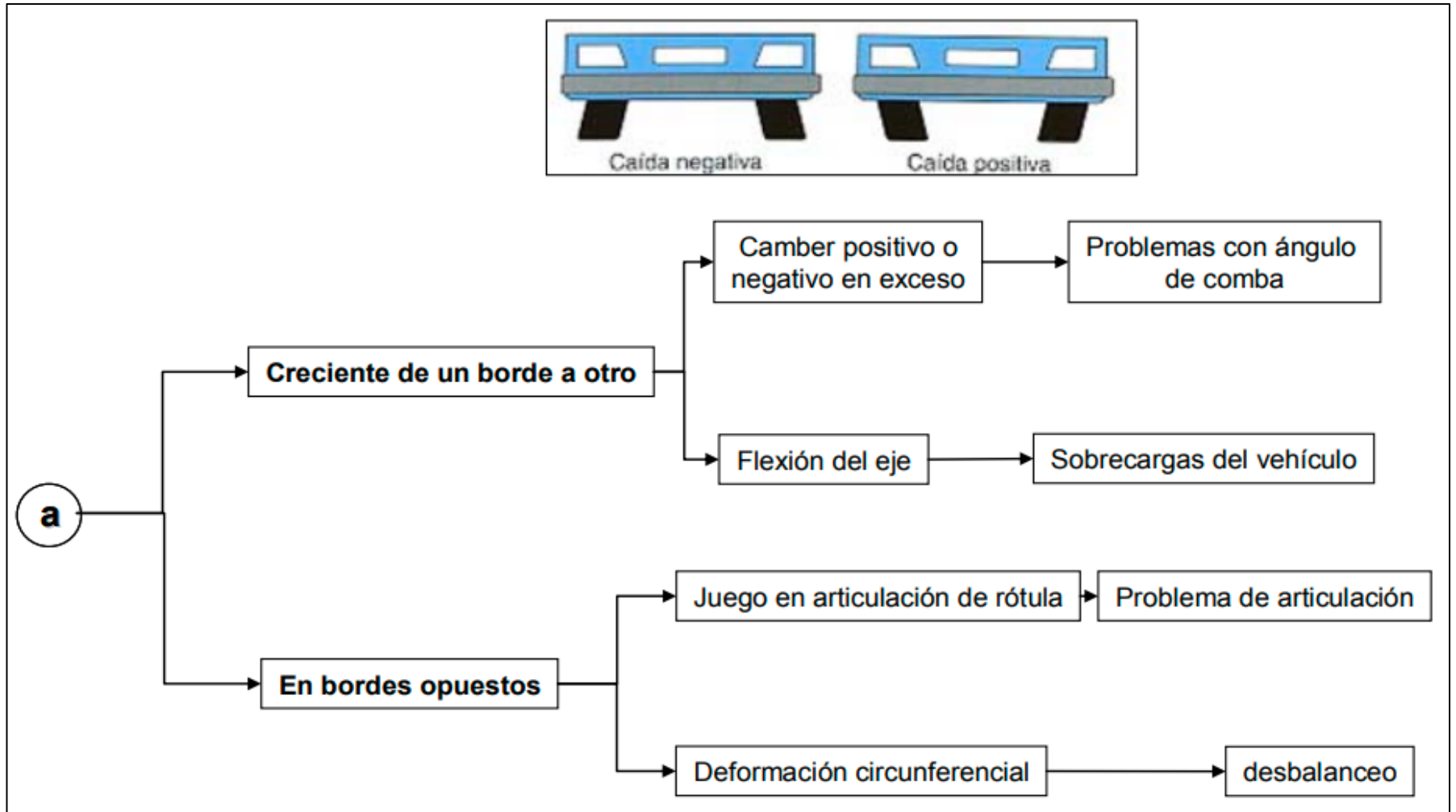
Esquema de otros tipos de desgaste en neumáticos



Nota: Elaboración propia

**Figura 32**

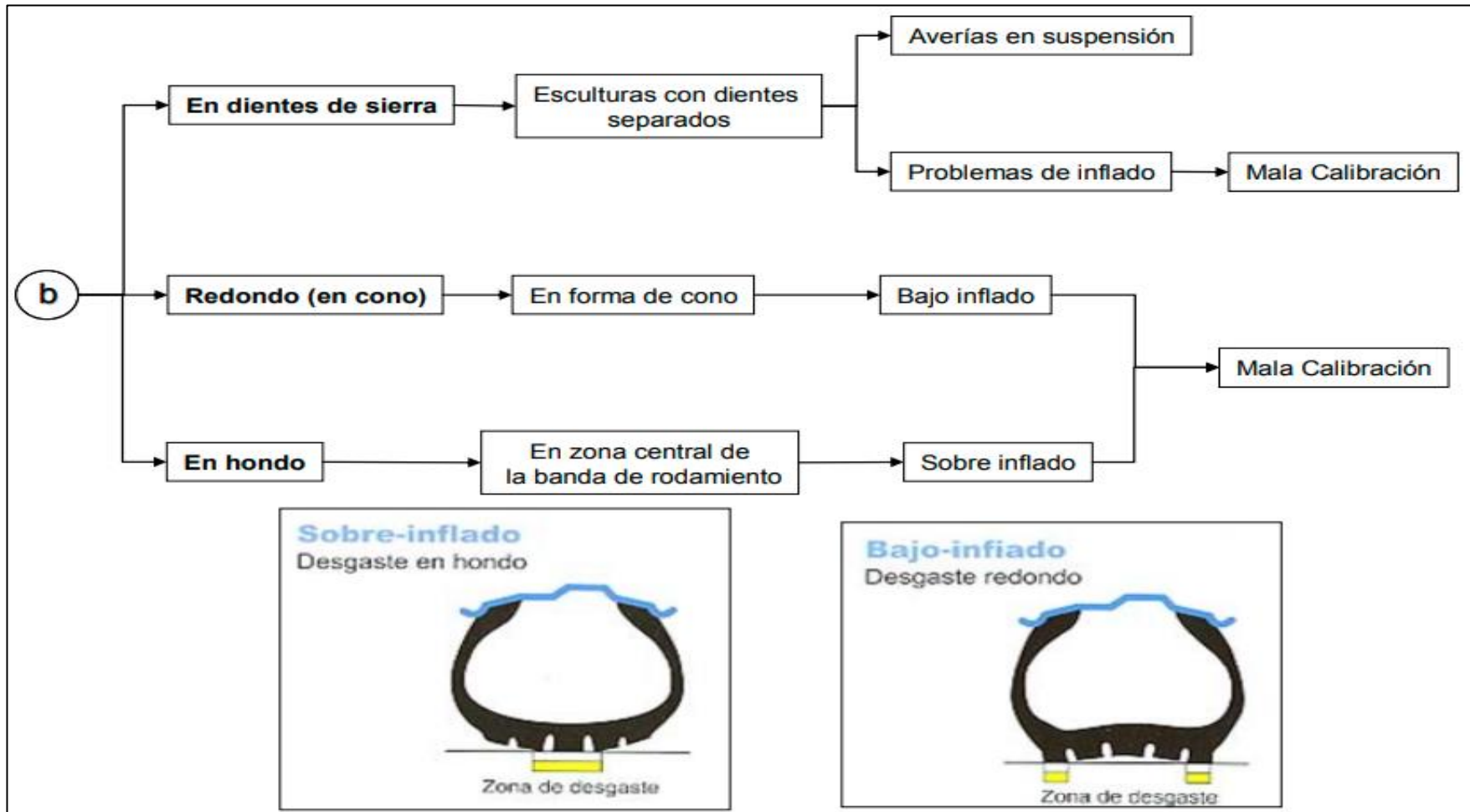
*Causas del desgaste por creciente de un borde a otro y en bordes opuestos*



Nota: Elaboración propia

Figura 33

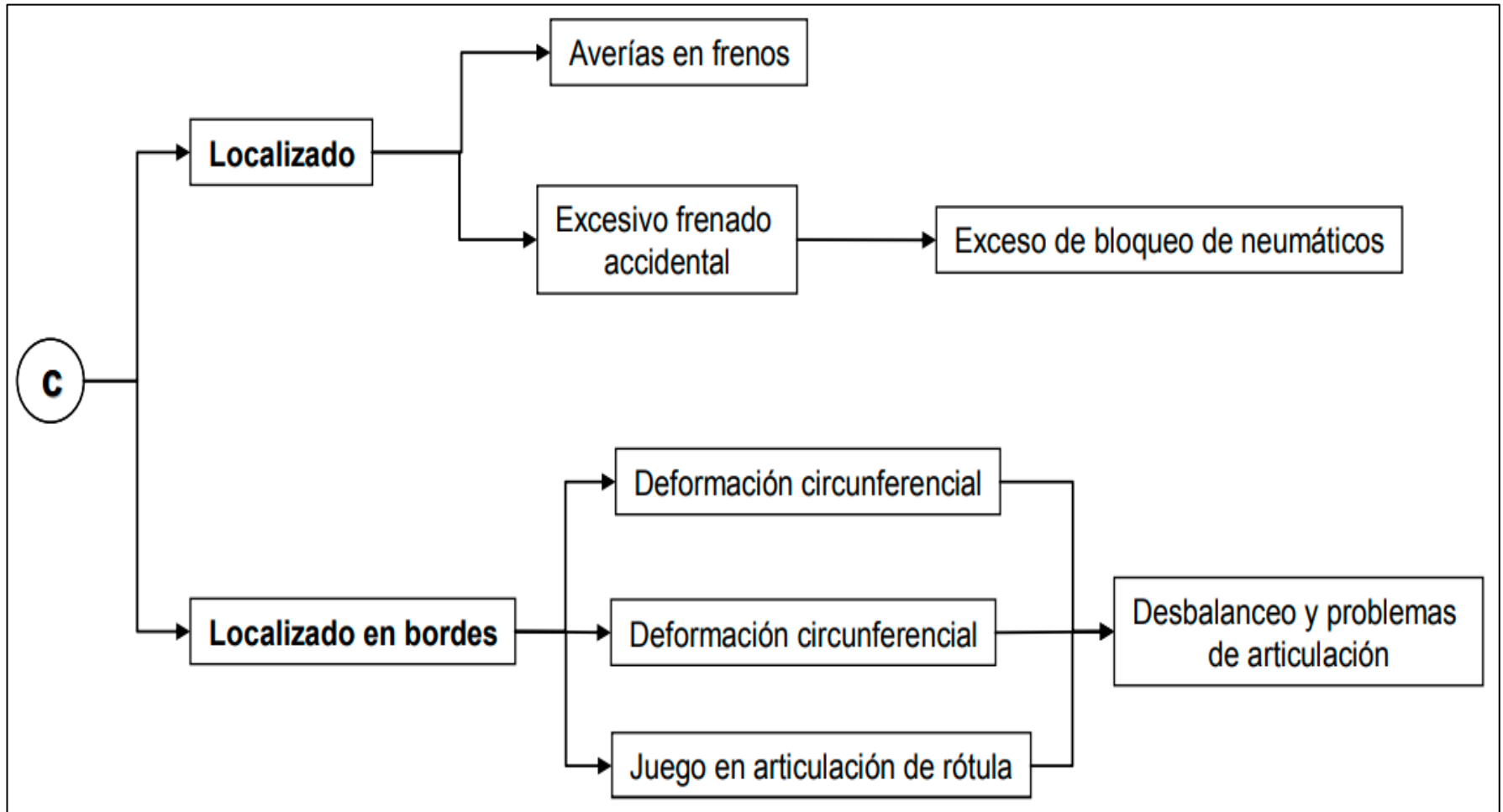
Causas del desgaste de tipo en dientes de sierra, redondo (en cono) y en hondo



Nota: Elaboración propia

**Figura 34**

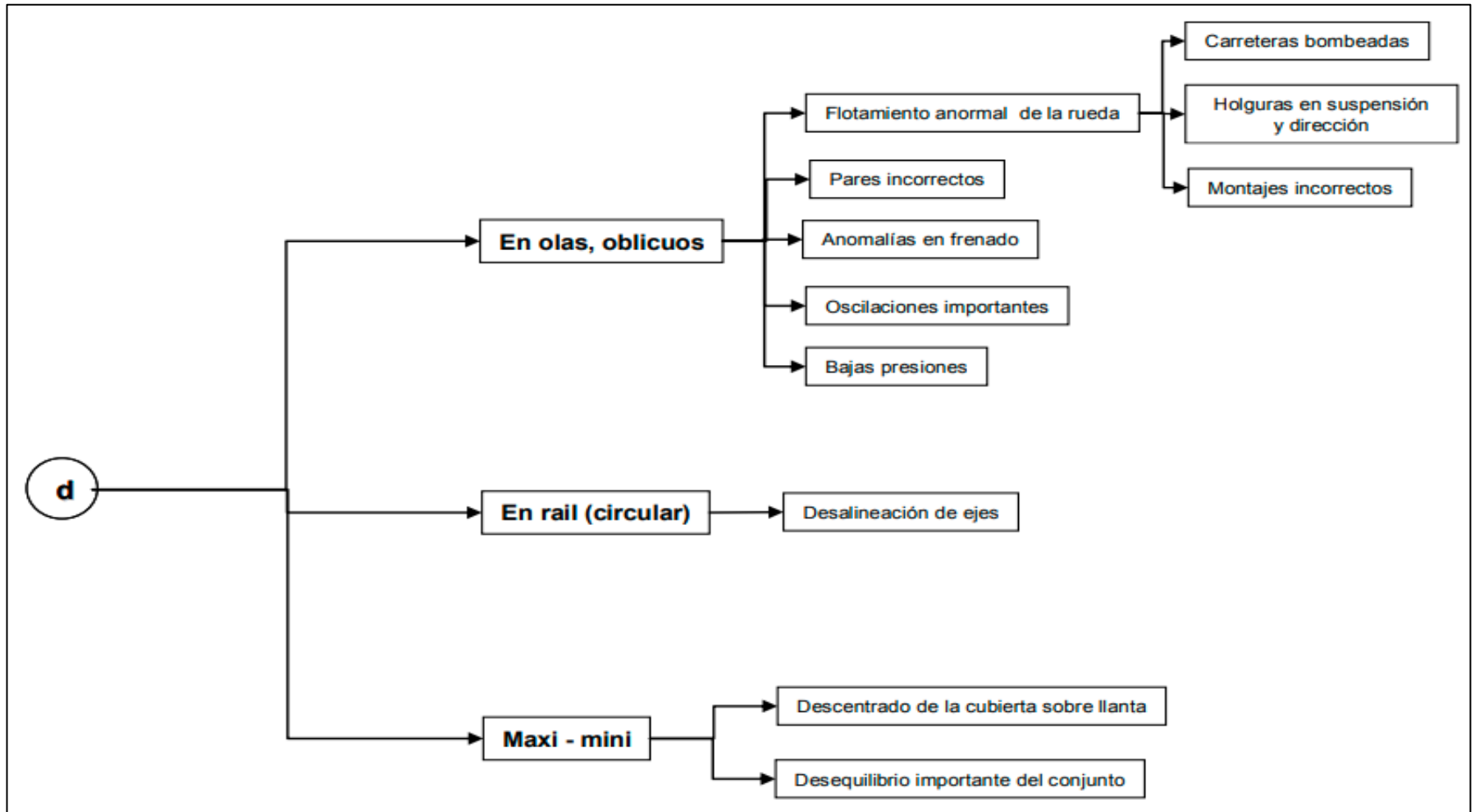
*Causas del desgaste de tipo localizado en general y localizado en bordes*



Nota: Elaboración propia

**Figura 35**

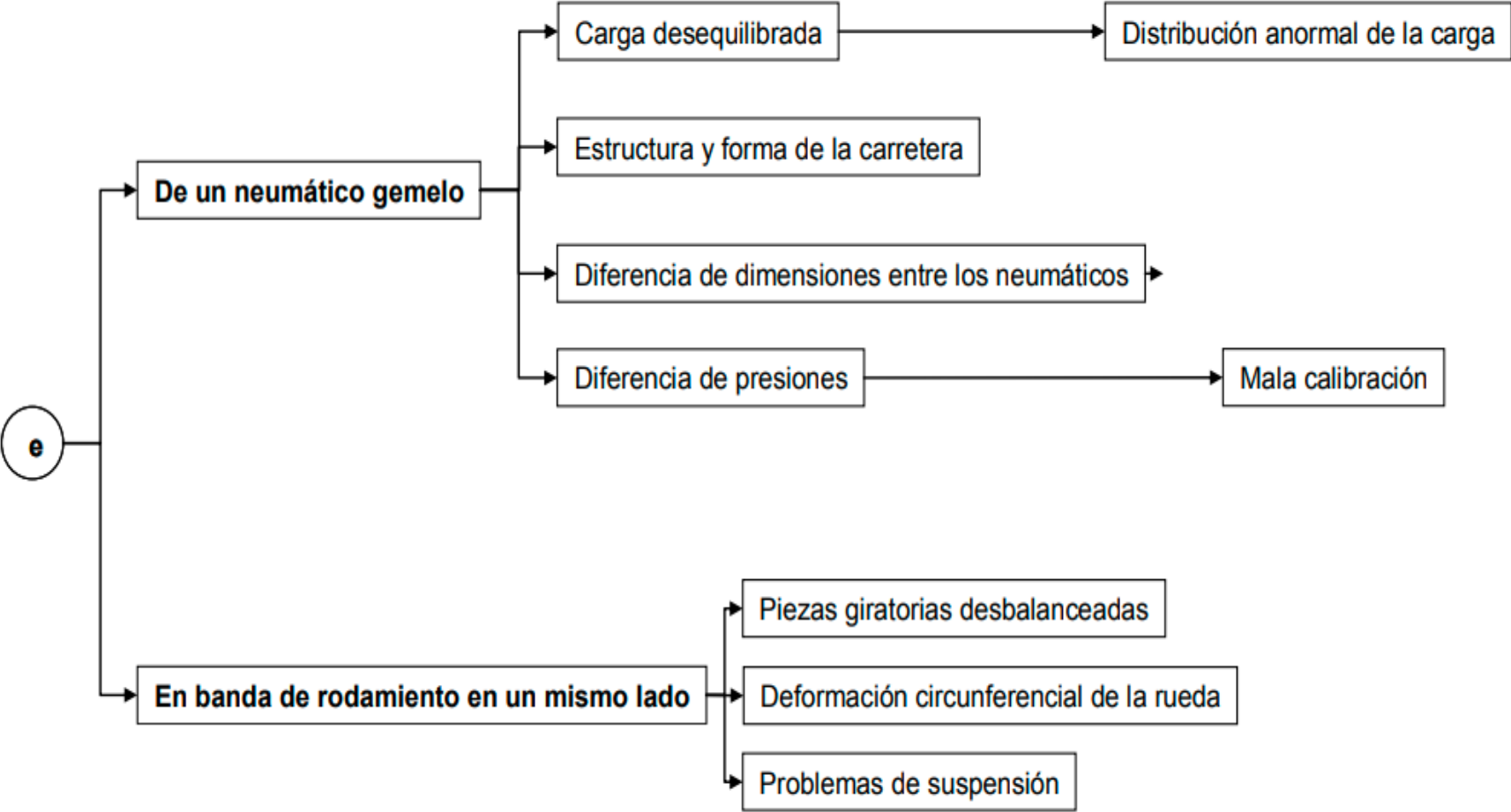
*Causas del desgaste de tipo en olas (oblicuos), en rail (circular) y de tipo Maxi – mini.*



Nota Elaboración propia

**Figura 36**

Causas del desgaste de tipo en neumático gemelo y en banda de rodamiento en un mismo lado



Nota: Elaboración propia

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

#### **Neumáticos**

El neumático está definido como un producto que aporta la única fuente de unión que se encuentra entre el vehículo y el suelo, este desempeña diferentes funciones como soportar el peso que el vehículo le transfiere, rodar de manera regular y proporcionando seguridad. Es complemento que sirve como guía frente a diferentes tipos de pavimentos, sirve de amortiguador frente a la presencia de carreteras de consistencia irregular, proporciona suspensión, frenada y estabilidad (Cordero Marchán, 2018).

#### **Mantenimiento**

El mantenimiento está definido como un grupo de técnicas que están orientados a reservar equipos e instalaciones, alargando al máximo el tiempo, en el cual se elabora la búsqueda del rendimiento de manera máxima. Agrupa un conjunto de técnicas que permiten diagnosticar las averías, revisiones orientadas al funcionamiento óptimo en beneficio de la empresa (Sanzol Iribarren, 2010).

#### **Desgaste**

El desgaste está asociado a la pérdida de los materiales de las interfaces de dos cuerpos, cuando se realiza un movimiento de manera relativa con respecto a las acciones a una fuerza, se implican movimientos de manera relativa dentro de los componentes dentro de los cuales se presentan desgastes más destacados como por adherencia, abrasión, fatiga, ludimiento, erosión y corrosivo (Díaz del Castillo Rodríguez, 2007).

## **Caucho**

El caucho es un material que puede ser de origen natural o sintético que presenta como principal característica la elasticidad, resistencia eléctrica y la repelencia frente al agua, del cual se obtiene un líquido de consistencia lechosa denominado como látex, este se puede localizar en diferentes plantas; el caucho de origen sintético se elabora a base de hidrocarburos insaturados (Mallqui Antialon, 2008).

## **Seguridad vial**

La seguridad vial es una norma, establece un orden de conductas que debe cumplir el ser humano, esta es fiscalizada a fin de que se cumpla con los criterios establecidos, de lo contrario es sancionada. Estas son elaboradas con el objetivo de buscar la búsqueda de la seguridad protegiendo la vida, la integridad psicológica de los individuos (Organización Mundial de la Salud, 2014).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo es una investigación de tipo combinado, es decir de campo y documental, que suministra información sobre los tipos de neumáticos y ayuda a evaluar el correcto uso de los mismos, se caracteriza por procedimientos formales de investigación que comprende objetivos y necesidades de información claramente definidos.

Con el objetivo de analizar las condiciones que afectan a los neumáticos, se realizó una investigación basada en la técnica cuantitativa, a través de una ficha de inspección, aplicada a una muestra de Tracto Bombonas que circulan en las vías de Arequipay Puno. Esta ficha permite conocer la situación actual en el uso de llantas.

Para la consulta de información teórica se accedió a páginas electrónicas especializadas en internet, además se recopiló información de ESSAC - ENGINEERING SERVICES S.A.C., empresa sub contratista que brinda servicios a la U.M. "San Rafael" ubicada en Puno, adicionalmente.

- a) **Estudio de las condiciones de los neumáticos.**- Para este fin se utilizarán métodos de trazabilidad a fin de realizar el seguimiento

de las condiciones de los neumáticos de las bombonas, tanto al entrar al Puesto de Control y al salir del mismo. La evaluación se realizará en un periodo de tiempo de 30 días calendario, al finalizar se estudiará estadísticamente la evolución de las condiciones.

- b) **Estudio de la idoneidad de la ruta Yura - Antauta.-** Se realizará mediante cuestionarios a los operadores, para identificar los tramos críticos de la vía, sin profundizar en un estudio de riesgos de esta ruta..

### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO**

**Población:** La U.M. "San Rafael" cuenta con un aproximado de 100 Tracto Bombonas

**Muestra:** Se tomarán para muestra del estudio 4 unidades Tracto bombonas.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 9**

*Datos generales de neumáticos de las bombonas 1,2,3 y 4"*

Variables	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores	Nivel de medición
		Banda de Rodamiento	Milímetros	Razón
			Marca de neumático, Código de velocidad,	
Inspección de desgaste de neumáticos	Variable Independiente	Diseño o grabado	Perfil. Arquitectura, Índice de carga, Diámetro de llanta, Presión máxima, Limite de carga.	Razón
			Milímetros	Razón
		Pliegos		
		Cinturón	Milímetros	Razón
		Absorbedor		
		Costado	Milímetros	Razón
		Pestaña	Milímetros	Razón
Flota de tracto-bombonas	Variable Dependiente	Numero de llantas	Adimensionar	Razón
		Ruta de Recorrido	Kilometraje	Razón

Nota: Elaboración propia

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para la realización del presente trabajo de investigación, se utilizarán los implementos y equipos de protección personal (EPP) detallados en la tabla A.3 de la sección Anexos.

### 3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento de la información obtenida durante el trabajo de campo, se utilizará el software Microsoft Excel®, utilizando sus complementos diversos para la realización de cuadros estadísticos y de operación de variables.

Adicionalmente, se utilizará el software GIS (Sistema de Información Global) Google Maps® para la investigación de las condiciones de los tramos en la ruta Yura – Antauta..

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LOS NEUMÁTICOS DE LAS BOMBONAS 1,2,3 y 4”**

##### **4.1.1. Característica del semirremolque**

Semi Remolque para transporte de cal / cemento / harina.

- Diseño con 55 grados de inclinación.
- Capacidad de 30 – 39 m3.
- Sistema de descarga mediante fluidizadores.
- Presión de trabajo hasta 2 bares.
- Peso neto 30 000 kg
- Peso bruto 38 500 kg

##### **Componentes**

- Suspensión neumática.
- Ejes con frenos de capacidad de 30 000 libras cada uno y track de 77.5”King Pin de 2”.
- Sistema neumático y eléctrico con luces L.E.D
- Sistema de enganche para servicio super pesado.
- Neumático de 425/65R22m<sup>5</sup>. Aro 13 X 22.5 de aluminio.

**Figura 37**  
Característica semi remolque (bombona)



Nota: Elaboración propia

#### 4.1.2. Datos generales del neumático

**Tabla 10**

*Datos de los neumáticos de las bombonas 1,2,3 y 4*

N° de VEHÍCULOS	PLACAS DEL TRACTO CAMIÓN	PLACAS DE LA BOMBONA	DATOS GENERALES DEL NEUMÁTICO					TL/TT
			POSICIÓN	TIP O	MARCA (FABRICANTE DEL NEUMÁTICO)	TAMAÑO DE LLANTA	DIMENSIÓN - CLASIFICACIÓN DE VELOCIDAD	
1	V6B-857	F36-855	1	IV	DUNLOP	11R22.5	148/145L	TL
			2	IV	DUNLOP	11R22.5	148/145L	TL
			11	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			12	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			13	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
2	AVI-794	C8J-975	14	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			1	IV	MICHELIN	11R22.5	295/80M	TL
			2	IV	MICHELIN	11R22.5	295/80M	TL
			11	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			12	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
3	V7T-876	F1Q-980	13	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			14	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			1	IV	MICHELIN	11R22.5	295/80M	TL
			2	IV	MICHELIN	11R22.5	295/80M	TL
			11	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
4	V5A-747	F0Q-999	12	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			13	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			14	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			1	IV	AMBERSTONE	11R22.5	295/80M	TL
			2	IV	AMBERSTONE	11R22.5	295/80M	TL
			11	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			12	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			13	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL
			14	IV	TRIANGLE	11R22.5	146/143M	TL

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a lo encontrado se observó que todos los neumáticos de las bombonas tienen iguales parámetros de aspectos constructivos. Estos datos se visualizan en la tabla siguiente:

**Tabla 11**

*Parámetros de los neumáticos de las bombonas*

<b>N°</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>DATOS</b>
<b>1</b>	Presión de referencia (catálogo de fabricante)	120 PSI
<b>2</b>	Material	Aluminio
<b>3</b>	Dimensión (Inches)	13 x 22.5

Nota: Elaboración propia

### 4.1.3 Guía de condiciones presentes en neumáticos

**Tabla 12**  
*Guía de condiciones presentes en neumáticos*

PLACA DE RODAJE DEL VEHÍCULO	CONDUCTOR	INSPECTOR
V6B-857	CLEMENTE MAMANI	CARLOS RAMIREZ CHINO
CÓDIGO	CONDICIÓN	DICTAMEN
BR001	PROFUNDIDAD DE COCADA INFERIOR AL ESTÁNDAR	<b>SE RECHAZA</b>
DESCRIPCIÓN	Medición en zona menos profunda de cocada resulta inferior al estándar: VEHÍCULOS LIVIANOS: 3 mm    VEHÍCULOS PESADOS: 5 mm	
COMPLICACIONES	Desgaste irregular.	
CAUSAS PROBABLES	a) Desgaste natural causado por el tránsito del vehículo b) Desgaste irregular causado por defectos mecánicos del vehículo, presión de inflado inadecuada o conducción deficiente (frenadas o giros bruscos)	
REFERENCIA		
ACCIONES Y/O RECOMENDACIONES	NEUMÁTICO	1. Si el desgaste es uniforme: <b>SE RECHAZA</b> 2. Si el desgaste es irregular, se toma como referencia la medida de la zona menos profunda de cocada. Si esta medida es inferior al estándar: <b>SE RECHAZA</b>
	VEHÍCULO	Si se trata de desgaste irregular, debe ejecutarse un análisis para identificar la causa del mismo, considerando la forma en que se presenta
	CONDUCCIÓN	Utilizar técnicas adecuadas de conducción, evitando frenadas intempestivas o giros ejecutados a velocidad considerable

PLACA DE RODAJE DEL VEHÍCULO	CONDUCTOR	INSPECTOR
AVI-794	PASTOR VILCA	CARLOS RAMIREZ CHINO
CÓDIGO	CONDICIÓN	DICTAMEN
BR002	PERFORACIONES EN LA BANDA DE RODAMIENTO	SE ACEPTA SE RECHAZA
DESCRIPCIÓN	Incrustación de objetos extraños (clavos, piedras, etc.) en la banda de rodamiento	
COMPLICACIONES	Evidencia de separación de la banda de rodamiento y/o visibilidad de los cinturones y cuerdas.	
CAUSAS PROBABLES	a) Condiciones severas de operación (caminos agrestes, con presencia de desechos y materiales punzocortantes y/o piedras afiladas) b) Aplicación inadecuada del neumático para las vías de operación utilizadas. c) Vandalismo.	
REFERENCIA		
ACCIONES Y/O RECOMENDACIONES	NEUMÁTICO	1. Remover el objeto extraño y determinar la magnitud del daño: a) Si la perforación excede a la profundidad de cocada en más 10 mm: <b>SE RECHAZA.</b> b) Si se encuentra fuga de aire: <b>SE RECHAZA.</b>
	VEHÍCULO	Elegir adecuadamente la llanta para la vía de operación.
	CONDUCCIÓN	Evitar vías agrestes, planificando adecuadamente el viaje.

PLACA DE RODAJE DEL VEHÍCULO	CONDUCTOR	INSPECTOR
------------------------------	-----------	-----------

V7T-876                      NILTON CONDO                      CARLOS RAMIREZ CHINO

CÓDIGO                      CONDICIÓN                      DICTAMEN

BR003                      DAÑO POR DESLIZAMIENTO BRUSCO EN OPERACIÓN.                      **SE ACEPTA**  
**SE RECHAZA**

DESCRIPCIÓN                      Zona con presencia de desgaste excesivo debido a patinaje del vehículo en la vía. Se presenta generalmente en eje de tracción y libre.

COMPLICACIONES                      Abrasión de la banda de rodamiento, exposición de los cinturones, cuerdas y en casos más severos, la carcasa.

CAUSAS PROBABLES                      a) Utilización de frenos nuevos o no balanceados.  
b) Técnicas de conducción deficiente (frenado brusco).



REFERENCIA

ACCIONES Y/O RECOMENDACIONES	NEUMÁTICO	1. Evaluar la profundidad de cocada: a) Si la zona posee una profundidad inferior al estándar: <b>SE RECHAZA.</b>
	VEHÍCULO	2. Si la zona evidencia exposición de cuerdas: <b>SE RECHAZA.</b>  Verificar el sistema de frenos.
	CONDUCCIÓN	Utilizar técnicas adecuadas de manejo.

PLACA DE RODAJE DEL VEHÍCULO	CONDUCTOR	INSPECTOR
------------------------------	-----------	-----------

V5A-747                      HECTOR CARI                      CARLOS RAMIREZ CHINO

**CÓDIGO**                      **CONDICIÓN**                      **DICTAMEN**

BR004                      DESPRENDIMIENTO DE BLOQUES EN LA BANDA DE RODAMIENTO                      **SE ACEPTA**  
**SE RECHAZA**

**DESCRIPCIÓN**                      Desgarre en ciertas secciones de la banda de rodamiento

**COMPLICACIONES**                      Visibilidad de los cinturones, cuerdas, y en casos severos, la carcasa.

**CAUSAS PROBABLES**                      a) Condiciones severas de operación (caminos agrestes, con presencia de guijarros)  
b) Aplicación inadecuada del neumático para las vías de operación utilizadas.  
c) Técnicas de conducción deficientes (rodamiento contra rebordes agudos, sardinelaos o impactos fuertes contra objetos).

Puede agravarse por temperatura del neumático

**REFERENCIA**



**ACCIONES Y/O RECOMENDACIONES**

NEUMÁTICO

1. Evaluar la profundidad y el ancho del desprendimiento:

- a) Si la profundidad es menor a la profundidad de cocada y el ancho no es excesivo:
- b) Si se encuentra fuga de aire: **SE RECHAZA**

VEHÍCULO

Elegir adecuadamente la llanta para la vía de operación.

CONDUCCIÓN

Evitar vías agrestes, planificando adecuadamente el viaje.

Nota: Elaboración propia

### **Criterios de equipos de laboratorio ha utilizado en el análisis del desgaste de neumáticos en la unidad minera San Rafael**

Para realizar el análisis de desgaste de neumáticos no se utiliza equipos de laboratorio alguno, en tanto se aplica el método científico de "La Observación" y es realizada por una persona con bastante experiencia en el tema, debidamente capacitada y se fundamenta en cuadros estadísticos de análisis de desgaste de neumáticos, en artículos de investigación, informes, etc.

Sin embargo, se utiliza instrumentos de medición como:

- Profundímetro
- Manómetro de medición de presión de aire
- Software para control estadístico

#### **Figura 38**

Instrumentos de medición: a) Profundímetro y b) Manómetro de presión de neumáticos



a)



b)

Nota: Recopilación propia

Las bombonas estudiadas se constituyen de un remolcador y un semirremolque y sus características son las siguientes:

**Figura 39**  
 Imagen de una bombona con su remolcador



REMOLCADOR

SEMI REMOLQUE

**Nota:** Elaboración propia

Las características del remolcador y del semirremolque se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 13**  
 Características de una bombona (Remolcador y semirremolque)

N°	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
1	Chasis	Chasis fabricado de lámina estructural
2	Categoría del remolcador	N2, N3
3	Categoría del semiremolque	O3, O4
4	Neumáticos, Remolcador y semirremolque	11 R 22.5 de diferentes marcas como: Dunlop, Triangle, Michelin y Ambersto NE.
5	Aros de neumáticos	Aros de aleación de aluminio de 571,5 mm (22,5 pulg) de diámetro
6	Sistema de suspensión	Suspensión neumática marca Watson & Chalin
7	Materiales del semirremolque	Acero estructural A36 Aleación de aluminio 5086 H 116 Aleación de aluminio 6061 T6
8	Tipo de remolcador	Tracto remolcador con enganche (Kingping)

**Nota:** Elaboración propia

Las nomenclaturas de los neumáticos de las bombonas llevan gravado en el flanco de la cubierta. Por ejemplo, analizando la designación de un neumático correspondiente a la bombona N° 1 de la tabla 10.

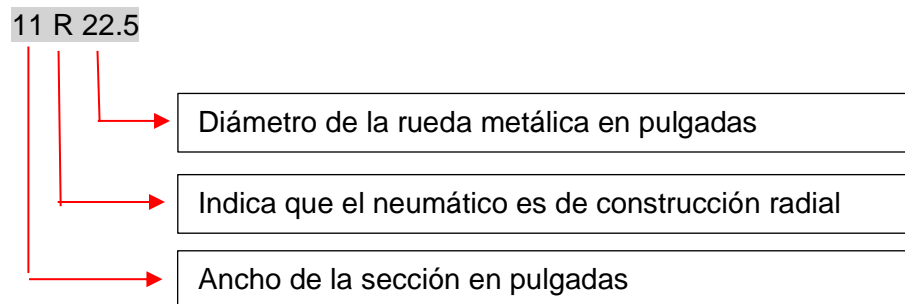
**Tabla 14**

*Nomenclatura de un neumático de la bombona 1 de la investigación*

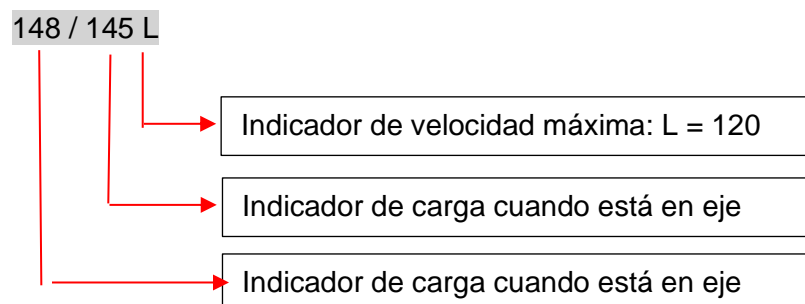
N°	CARACTERÍSTICA	DETALLE
1	Placa del tractor	V6B - 857
2	Placa de la bombona	F3G - 855
3	Marca del fabricante	DUNLOP
4	Formula rodante del neumático	11 R 22.5
5	Indicador de carga y velocidad	148/145 L
6	TL/TT	TL

Nota: Elaboración propia

De la tabla anterior para la formula rodante, se tiene la descripción siguiente:



Para el indicador de carga se tiene la descripción siguiente:



#### 4.1.4. Descripción de fallas y sus posibles causas de los neumáticos de las bombonas 1,2,3 Y 4.

**Tabla 15**

*Descripción de las fallas y cada una de sus posibles causas en neumáticos y ruedas*

FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	POSIBLE CAUSA RAÍZ	MÉTODO O ESTRATEGIA DE VERIFICACIÓN
Cortes en la banda de rodamiento	Cortes en pequeñas proporciones repartidos a lo largo de la banda de rodamiento.	Rodaje en suelos no pavimentados / Rutas de trabajo	Verificar la ruta de trabajo del vehículo afectado.  Revisar cortes y su profundidad en todas las ruedas, si existen.
		Rodaje en suelos no pavimentados / Imprudencia de operación	Dialogar con el conductor acerca de su recorrido e indagar sobre su nivel de conocimiento de manejo y cuidado de llantas.  Realizar cronología de hechos si es posible.
		Humedad excesiva / Almacenaje o Ambiente (Rodaje)	Revisar las condiciones de almacenaje de los neumáticos, medir humedad relativa.  Mirar el estado del caucho respecto a la concentración de humedad en el mismo.
Separación en la cima de la banda de rodamiento.	Desprendimiento parcial o total de la banda de rodamiento.	Sobre presión / mala calibración	Los cortes están ubicados más que todo en a parte central de la banda de rodamiento.  Verificar la calibración de la llanta y la metodología de la elaboración.
		Cortes / Accidentales y/o antiguos	Mirar las heridas de la banda si es posible. (existencia de cortes)
		Calentamiento excesivo / diferencia de presión en pares.	Evaluar la forma del incidente, revisar los descargos del operador.  Evaluar la forma del incidente, revisar los descargos del operador.  Si es posible, obtener datos de las condiciones de manejo (inconvenientes) momentos antes del incidente
ANTES DEL INCIDENTE.			

FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	POSIBLE CAUSA RAÍZ	MÉTODO O ESTRATEGIA DE VERIFICACIÓN
<b>Deterioro de la Goma de la banda de rodamiento</b>	Reducción de la resistencia mecánica del material el cuál físicamente se torna envejecido.	Calentamiento excesivo / Neumático mal refrigerado	Mirar las posibles fuentes de calor y el estado de cubrimiento del neumático
		Calentamiento excesivo / baja presión	Detectar la calibración de la llanta antes de su rodaje. Descubrir fugas en la cámara.
		Calentamiento excesivo /cubierta no adaptada	Mirar el tipo de cubierta usada y a qué velocidad y presión rodaba antes del incidente. Revisar cantidad de carga.
		Martilleo del neumático	Mirar el tipo de desgaste producido. Revisar el estado de la suspensión y otros componentes.
		Arrastre excesivo	Mirar el tipo de desgaste producido.
		Contacto con sustancias / Almacenaje o rodaje	Detectar presencia de sustancias en la goma del neumático.
		Rodaje anormal	Mirar el tipo de desgaste producido. Limitar los arrastres.
<b>Deterioro del flanco por objeto entre neumáticos gemelados</b> <b>Deterioro del flanco por contacto entre un par de neumáticos</b>	Marcas y hundimientos en el flanco que deterioran las lonas internas.  Rozamientos y desgastes por contactos indebidos	Cortes	Mirar la forma y cantidad de cortes en la banda de rodamiento. Chequear el tipo de operación que se le está dando al vehículo. Reparar todo corte o herida profunda para evitar su progresión.
		Objeto alojado entre el par	Retirar el elemento alojado entre las llantas. Ver la posibilidad de rodar con un equipo sin neumáticos gemelados. Mejorar el mantenimiento de los caminos si es posible.
		Mal montaje	Revisar la metodología del montaje (tiempo invertido en la operación, par aplicado, no de pernos, etc.)
<b>Grietas en el Flanco</b>	Grietas que deteriora la goma del material produciendo desprendimiento del material, ocasionando exposición de las lonas	Operación inadecuada	Revisar los descargos de la operación del vehículo momentos antes del incidente. Chequear rastros de sobre esfuerzos en los ejes y sistema de transmisión y suspensión del vehículo.
		Envejecimiento – Exposición a luz UV – contacto con el ozono	Observar detalladamente la estructura de la carcasa, si es necesario compararla con una llanta nueva. Mirar si hay descascara miento del material. Detectar si en las rutas hay exposición continua de ozono o rayos UV.

FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	POSIBLE CAUSA RAÍZ	MÉTODO O ESTRATEGIA DE VERIFICACIÓN	
<b>Bolsas de aire necesario. reventadas o no en el Flanco</b>	Protuberancias que tienden a debilitar el material de la carcasa y romperlo	Infiltración del aire de inflado / Mal montaje	Chequear el tipo de montaje realizado, tubetype o tubeless adecuadamente.	
		Infiltración del aire de inflado / Deterioro de la goma interior (tubeless)	Mirar el interior revisando el estado del deterioro.	
		Rodaje con presión insuficiente	Chequear el estado de la válvula. Revisar el estado de la cámara localizar posibles escapes. Determinar el estado de operación del vehículo momentos antes de la ocurrencia del incidente.	
		Sobrecarga	Determinar con que presión fue calibrada la llanta. Verificar el posicionamiento de la carga dentro del furgón y su cantidad. Observar las características de la llanta montada. Revisar si es la recomendada. Revisar que los neumáticos gemelos son los correspondientes.	
<b>Rotura de la carcasa por el lado del flanco</b>	Roturas localizadas o extendidas a lo largo del flanco	Agua aprisionada entre la cubierta y la cámara	Revisar la presencia de humedad en el interior de la cámara. Revisar el estado de las capas internas, el estado de corrosión muestra la presencia de agua.	
		Flexión exagerada del flanco o impactos	Determinar a través del operador y testigos la forma de la ocurrencia del incidente. Si es un impacto, el objeto impactado debe estar cerca al lugar de incidencia. La llanta debe mostrar rastro del impacto, marca, abolladura, etc. Si es un impacto, el objeto impactado debe estar cerca al lugar de incidencia. La llanta debe mostrar rastro del impacto, marca, abolladura, etc.	
		Corte de forma radial en el flanco	Impactos laterales / Operación inadecuada y accidentes	Revisar la cantidad de reparaciones de la llanta. Tal vez una de las reparaciones no quedó del todo bien, o afectó la resistencia en otro punto cercano de la llanta. Revisar la vida útil y el estado de envejecimiento de la carcasa.
		Impactos laterales / prolongación de grietas		
<b>Cortes en el flanco</b>				

FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	POSIBLE CAUSA RAÍZ	MÉTODO O ESTRATEGIA DE VERIFICACIÓN
<b>Desgastes circulares en el flanco</b> <b>Roturas por impactos en el interior de la cubierta</b> <i>Roturas por pellizcos en el interior de la cubierta</i>	Desgastes y desprendimientos de goma en el flanco del neumático.	Frotamiento con bordillos u objetos / mala operación	Observar las rutas de operación. Conocimiento del cuidado en operación de las llantas. Mirar la forma de la marca del roce. Son característicos de este tipo de impactos.
	Roturas en el interior de la cubierta en la banda de rodamiento que no son perceptibles visibles con la llanta montada en el Rin	Tensión excesiva / choque con objeto Tensión excesiva / presión de aire baja	Mantener comunicación sobre impactos fuertes de las llantas producidos durante su operación.
	<i>Roturas en el interior de la cubierta en el flanco que no son perceptibles y en algunas ocasiones la rotura de la carcasa es instantánea</i>	<i>Choque con objeto - Impacto</i>	Revisar la ruta de operación. Presencia de andenes, obstáculos. <i>La forma de la rotura muestra inmediatamente que fue una compresión excesiva del flanco</i> Revisar rastros de impactos en la banda de rodamiento cercanos a la posición de la falla en el flanco.
		<i>Operación extrema / virajes muy pronunciados o a alta velocidad</i>  <i>Presión de aire baja</i>	Verificar la velocidad a la que ocurrió el incidente. Mirar tipo de curva, velocidad permitida y recomendada para tomarla. Chequear el estado de la válvula. Revisar el estado de la cámara localizar posibles escapes. Determinar el estado de operación del vehículo momentos antes de la ocurrencia del incidente.
<b>Dislocación de la carcasa</b>	<i>Rompimiento de la carcasa debido a sobre esfuerzos del material</i>	<i>Calentamiento excesivo</i>	<b>VER RECOMENDACIONES EN LA FALLA – DESPRENDIMIENTO EN LA CIMA DE LA BANDA DE RODAMIENTO / CAUSA CALENTAMIENTO EXCESIVO.</b>
		<i>Presión de aire baja</i>	Chequear el estado de la válvula. Revisar el estado de la cámara localizar posibles escapes. <i>Determinar el estado de operación del vehículo momentos.</i> Antes de la ocurrencia del incidente.
<b>Deterioro del enganche</b>	<i>Pérdida parcial o completa de las propiedades mecánicas o del material que compone al enganche de las llantas neumáticas.</i>	<i>Tensión excesiva de la ceja</i>	Revisar el estado de la carga, si hay o no sobrecarga. Revisar el montaje realizado.
		Elementos de la misma llanta que producen el deterioro Choque – impacto – pellizco	Chequear el desgaste, las deformaciones y el estado del material del enganche. Desgarros localizados en la goma en la zona baja.

FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	POSIBLE CAUSA RAÍZ	MÉTODO O ESTRATEGIA DE VERIFICACIÓN
		Exceso de calor	Mirar el estado de los frenos. Inspeccionar si hay trabajos de soldaduras realiza neumático. Determinar la cantidad frecuentes de frenadas en el recorrido de operación. Dos en el Rin u otras partes cercanas al
		Presencia de cuerpos extraños	Revisar si otros neumáticos existen la presencia de cuerpos extraños (polvo, tierra, etc.)  Mirar la existencia de ralladuras ocasionadas por la fricción de los cuerpos extraños.
<b>Deterioro de la estructura de la cámara</b>	Ralladuras, grietas y perforaciones que pueda sufrir la cámara de aire	Deterioro por el protector	Revisar la presencia del protector y el estado en que se encuentra. Detectar si es el protector adecuado al tipo de llanta que fue colocado.
		Deterioro por el talón de cubierta / mal montaje	Revisar la presencia del protector.
		Deterioro por cuerpos extraños	Revisar perforaciones en la cámara.  Mirar el estado de suciedad del interior de la cubierta.
		Mala selección de la cámara	Mirar si la cámara es la dimensión correspondiente a la carcasa.  Mirar si hay presencia de otros pliegues en la cámara.
<b>Deterioro o desprendimiento de la válvula de inflado</b>	Pérdida de la válvula o desprendimiento parcial de la misma.	Rodaje sin aire	Chequear el estado de la válvula.  Revisar el estado de la cámara localizar posibles escapes. Determinar el estado de operación del vehículo momentos antes de la ocurrencia del incidente
		Exceso de apriete / mal montaje	Determinar con que par fue apretada la llanta. Mirar el procedimiento de montaje.
		Mala posición del conjunto	Mirar la posición de todo el conjunto. El balanceo de la llanta.  Ayudará. Revisar el modo de montaje.


Nota: Elaboración propia

#### 4.1.5 Procedimiento de inspección de neumáticos

El procedimiento de inspección de los neumáticos se muestra en las tablas siguientes:

**Tabla 16**

*Procedimientos de inspección de neumáticos y ruedas*

		<b>ESSAC – ENGINEERING SERVICES S.A.C</b> PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION DE NEUMATICOS Y RUEDAS “UNIDAD MINERA SAN RAFAEL – MINSUR” North American Estándar Inspection Procedure – Level II. <i>Commercial Vehicle Safety Alliance</i> , 2007. PERIODO: 20XX – 20XX	
<b>ANTE UNA INSPECCION DE NEUMATICOS Y RUEDAS SE DEBE TENER EN CUENTA LO SIGUIENTE</b>	Medición de la profundidad de cocada	De acuerdo al estándar corporativo, la profundidad de cocada mínima permitida para los neumáticos es de 5 mm.	<p>Se mide en una línea perpendicular a la banda de rodamiento, desde el hombro interior hacia el hombro exterior, tomando muestras representativas a lo largo de dicho sector. No se tomará en cuenta los testigos (TWI) del neumático para la medición de la profundidad de cocada.</p> <p>Se analiza las medidas tomadas. La medida más baja representa la profundidad de cocada efectiva del neumático.</p>
	Antigüedad del neumático	No se aceptarán neumáticos con más de 5 años de antigüedad.	
	Posición del neumático	No se aceptarán neumáticos diseñados para el eje de tracción en ejes direccionales.	
	<b>DEFECTOS NO PERMITIDOS EN NEUMÁTICOS</b>	Defectos en el talón (ceja).	No están permitidos abultamientos, quemaduras, cortes con alambres expuestos y/o oxidados, rugosidad o arrugas, ni separaciones o aberturas profundas en esta sección.
	Defectos en las paredes y hombros	No están permitidos abultamientos, grietas diagonales continuas en la pared, cortes profundos y extensos o zonas esponjosas ni alambres expuestos.	
	Defectos en la banda de rodamiento	No están permitidos desgarres profundos, alambres expuestos, separación evidente de banda de rodamiento, separación del hombro o reencauche.	

---

**PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN DE NEUMÁTICOS Y RUEDAS**

		Verificar en el área frontal de la rueda presencia de grietas y/o deslizamientos en elementos mecánicos de unión. Examinar en el rim deformaciones o grietas.
<b>PASO 1</b>	<b>INSPECCIÓN DE LA RUEDA DEL NEUMÁTICO</b>	Verificar presencia de tuercas faltantes sueltas o rotas, deformación en el orificio de montura de las tuercas. Verificar colocación de dispositivos traba tuercas en la rueda. Buscar en el cubo de rueda pérdidas de lubricante. Verificar la antigüedad del neumático, de acuerdo a la codificación impresa en la parte lateral de la misma; la cual no debe sobrepasar los 5 años de fabricación.
<b>PASO 2</b>	<b>INSPECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL NEUMÁTICO</b>	Verificar la idoneidad de la ubicación del neumático respecto al eje instalado (eje de dirección, tracción o libre); estando prohibida la colocación de neumáticos reesculturados (reencauchados) en el eje de dirección. Verificar la adecuada presión de inflado, de acuerdo al manual del fabricante. Medir la profundidad de cocada, trazando una línea perpendicular a la banda de rodamiento, desde el hombro interior hacia el hombro exterior, tomando muestras representativas a lo largo de dicho sector. La medida más baja representa la profundidad de cocada efectiva del neumático, siendo esta que no debe ser menor a 5 mm de profundidad para vehículos pesados y 3 mm para vehículos livianos. Verificar si existe separación de la banda de rodamiento, desde el hombro del neumático o en la zona de unión del reencauche. Verificar la presencia cortes profundos, con presencia o no, de cuerdas, alambres o lonas expuestas y/o oxidados en todo el neumático.  Verificar la presencia de abultamientos o deformaciones blandas en todo el neumático.
<b>PASO 3</b>	<b>INSPECCIÓN DEL NEUMÁTICO POR CONDICIÓN</b>	Inspeccionar el neumático considerando 3 zonas:  Talón (ceja). - Verificar la presencia de quemaduras, arrugas y/o aberturas profundas en esta sección. Paredes laterales y hombros. - Verificar la presencia de grietas diagonales continuas Banda de rodamiento (corona). - Verificar la presencia de objetos extraños incrustados y/o desgarres profundos.  Examinar la forma del desgaste presente en la banda de rodamiento. Verificar si existe contacto del neumático con cualquier parte del vehículo. Verificar la presencia de desechos y/o objetos extraños entre neumáticos, colocados en un mismo eje.

**SEGURIDAD EN LA EJECUCION DE “INSPECCIÓN DE NEUMÁTICOS Y RUEDAS”. Ley 29783 (Seguridad y Salud en el Trabajo)**

Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	Guantes de cuero badana y guantes de neopreno (insumos químicos)	Para evitar en lo posible el contacto físico, en este caso específico con los neumáticos y ruedas.
	Casco tipo jockey con barbiquejo - ANSI Z89.1	Para evitar lesiones craneales debidas a acciones externas.
	Lentes de seguridad con luna clara - ANSI Z87.1	Para evitar introducción de partículas en la zona ocular.
	Protección respiratoria de media cara de doble vía 3M	Para evitar absorción de partículas vía respiratoria.
	Chaleco naranja con cintas reflectivas y log. - ANSI 107	Para advertir la presencia del inspector durante el procedimiento.
	Zapatos con punta de acero	<p>Para evitar peligros como:</p> <p>Peligros mecánicos: Caída de objetos, golpes con algún objeto sobre el pie, objetos punzocortantes.</p> <p>Peligros térmicos: Frío y calor generados en el área de trabajo.</p> <p>Peligros químicos: Derrame de líquidos agresivos o metales derretidos.</p> <p>Peligros corporales: Luxaciones, esguinces y resbalos provocadas por el área de trabajo</p>
	Orejas y/o Tapones de oído 3M N° 1270	Para evitar contaminación acústica durante la inspección, usó del claxon de los vehículos.
Correcto uso y desplazamiento de la zona de trabajo.		Evitar colocarse en medio de las ruedas de ejes y/o cualquier zona de riesgo.
Establecer, delimitar y restringir la zona de trabajo.		Uso de conos de seguridad en un perímetro de 3m de radio.

Nota: Elaboración propia

#### 4.1.6. Estado físico de fallas de los neumáticos

Las fallas de los neumáticos de las bombonas 1,2,3 y 4 se presentan de manera ilustrativa, en las figuras siguientes:

Figura 40


*Detalles de fallas de neumático 1 de la bombona N° 1*

	<p><b>Neumático</b> – De marca DUNLOP y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 148/145L</p> <p><b>Análisis de la falla</b> – Desgaste o desprendimiento de bloques debido a mala conducción.</p>
--	--

Nota: Recolección propia

Figura 41


*Detalles de fallas de neumático 11 de la bombona N° 1*

	<p><b>Neumático</b> – De marca TRIANGLE y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 148/143M</p> <p><b>Análisis de la falla</b> – Cortes múltiples es producido por el rodaje en suelos pedregosos, carreteras malas, caminos sin asfaltar. Otros factores que influyen son la humedad y el sobre-inflado.</p>
---	---

Nota: Recolección propia

Figura 42


Detalles de fallas de neumático 1 de la bombona N° 2

	<p><b>Neumático</b> – De marca MICHELIN y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 295/80M</p> <p><b>Análisis de la falla</b> – Separación de reencauche se deben normalmente a un calentamiento excesivo del neumático. Rodaje a presión insuficiente (un bajo-inflado, incluso causal, puede manifestar deterioros que se manifestarán posteriormente por una separación).</p> <p>Poca o mala ventilación del neumático.</p> <p>Rodaje prolongado sobre un mal revestimiento.</p>
---	---

Nota: Recolección propia


Figura 43

Detalles de fallas de neumático 13 de la bombona N° 2

	<p><b>Neumático</b> – De marca TRIANGLE y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 148/143M</p> <p><b>Análisis de la falla</b> – Deterioro de la goma hombros el desgarramiento de la goma puede evolucionar y propagarse hasta las lonas de cima. Las causas principales son: Cortes, Arrastres excesivos y paso sobre bordillos</p>
---	---

Nota: Recolección propia

Figura 44  
Detalles de fallas de neumático 2 de la bombona N° 3

	<p><b>Neumático</b> – De marca MICHELIN y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 295/80M.</p> <p><b>Análisis de la falla – Deterioro debido al calor</b> la llanta transmite a la cubierta el calor de los frenos. Un calor excesivo provoca degradaciones a nivel del enganche: goma quemada, pegajosa, baquelizada con grietas. el reventón de la cubierta, la rotura del aro</p>
---	---

Nota: Recolección propia


Figura 45  
Detalles de fallas de neumático 14 de la bombona N° 3

	<p><b>Neumático</b> – De marca TRIANGLE y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 148/143M.</p> <p><b>Análisis de la falla – rotura por impacto</b> el aplastamiento puede ser tal que el flanco se pellizque entre el obstáculo y el borde de la llanta. La carcasa puede sufrir daños no visibles que pueden producir posteriormente una rotura de cables y una pérdida instantánea del aire.</p>
---	--

Nota: Recolección propia

Figura 46

Detalles de fallas de neumático 1 de la bombona N° 4

	<p><b>Neumático</b> – De marca AMBERSTON y tamaño R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 295/80M.</p> <p><b>Análisis de la falla</b> – Corte en el flanco, un corte en el flanco puede no tener consecuencias inmediatas, pero es posible que se agrave progresivamente hasta la rotura de la carcasa.</p>
---	---

Nota: Recolección propia

Figura 47

Detalles de fallas de neumático 13 de la bombona N° 4

	<p><b>Neumático</b> – De marca TRIANGLE y tamaño 11R22.5 y dimensión y clasificación de velocidad: 148/143M.</p> <p><b>Análisis de la falla</b> – Rotura sobre corte en la banda de rodamiento, un corte en la banda de rodamiento, alcanzando localmente las lonas, altera su resistencia. Pueden penetrar en la herida y producir degradaciones progresivas en importantes en la cubierta.</p>
---	--

Nota: Recolección propia.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS VIALES DE LA RUTA YURA - ANTAUTA

### 4.2.1. Descripción carretera ruta Yura – Antauta

De acuerdo a la información facilitada por el área de operación del Grupo ESSAC se obtiene el siguiente cuadro resumen del destino común al cual se desplaza la flota de Tracto bombona considerando como punto de partida la empresa Cementos Yura S.A. ubicada en el distrito de Yura en la ciudad de Arequipa; a una velocidad promedio de cada.

**Tabla 17**  
*Ruta de transporte Yura - Antauta*

Ruta de Transporte Yura-Antauta							
N°	Inicio	Destino	Kilometraje (Km)	Tiempo de recorrido aprox.	de Altura (msnm)	inicio	Altura destino (msnm)
1	Yura	Patahuasi	54.3	1hr. 30 min	2590		3900
2	Patahuasi	Imata	54.6	1hr. 20 min.	3900		4000
3	Imata	Santa Lucia	72.9	1hr. 40 min	4000		4025
4	Santa Lucia	Juliaca	63.2	1hr. 20 min.	4025		3825
5	Juliaca	Check Point MINSUR Juliaca	15	20 min	3825		3825
6	Check Point MINSUR Juliaca	U.M. "San Rafael" Antauta	182	4hr 10 min.	3825		4500
<b>TOTAL</b>			<b>442 KM</b>	<b>9hrs</b>			

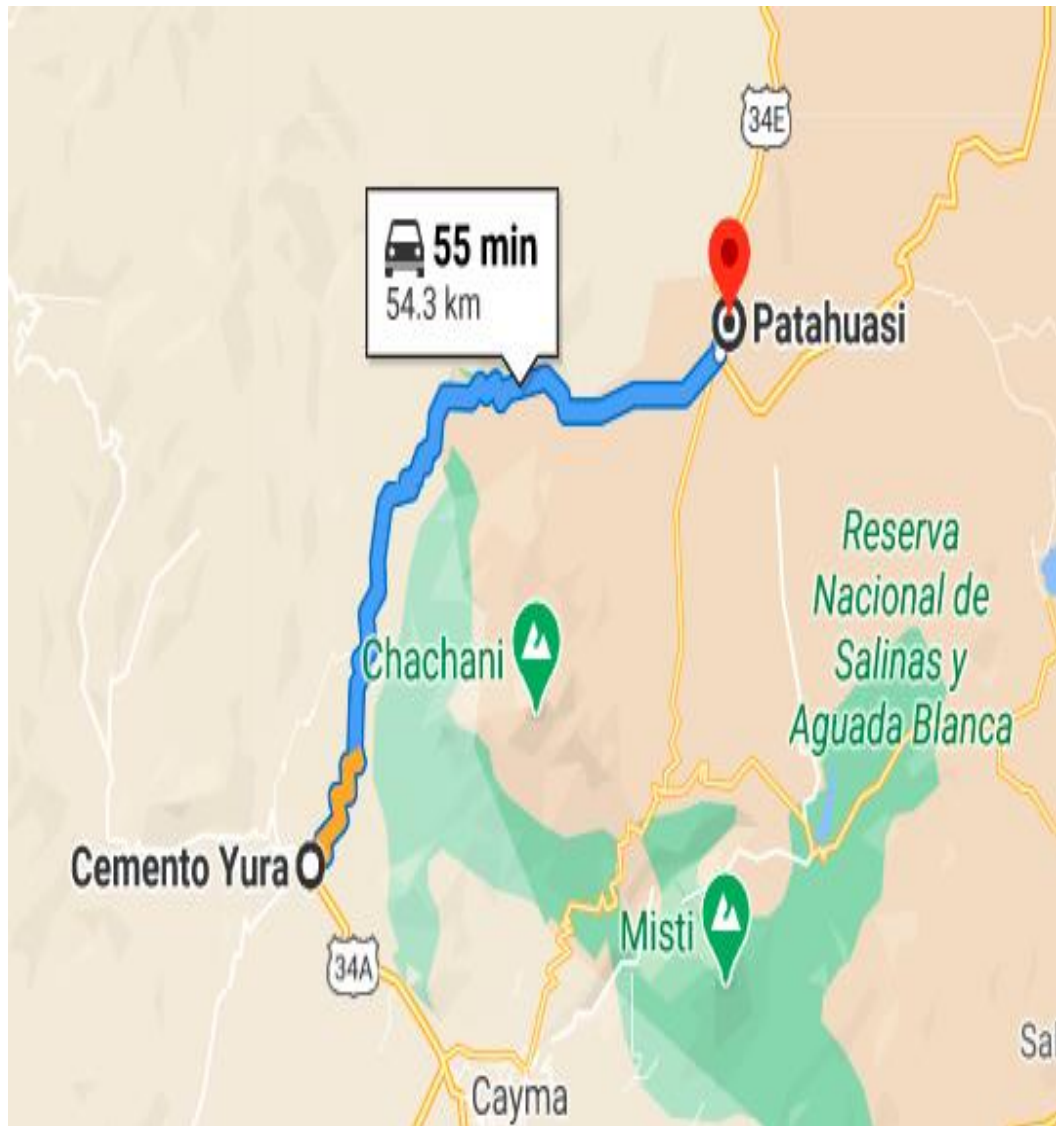
Nota: Elaboración propia

### Mapa de la ruta Yura-Antauta Tramo a Tramo

YURA - Patahuasi: Con una temperatura promedio día que fluctúa entre 10°C y 21°C, poco nuboso, sensación térmica de 20 °C, vientos de 11km/h

**Figura 48**

*Ruta Yura – Patahuasi*



Nota: Google Maps

Patahuasi – Imata: Con una temperatura promedio día que fluctúa entre -2°C y 14°C, Poco nuboso, vientos de 5km/h

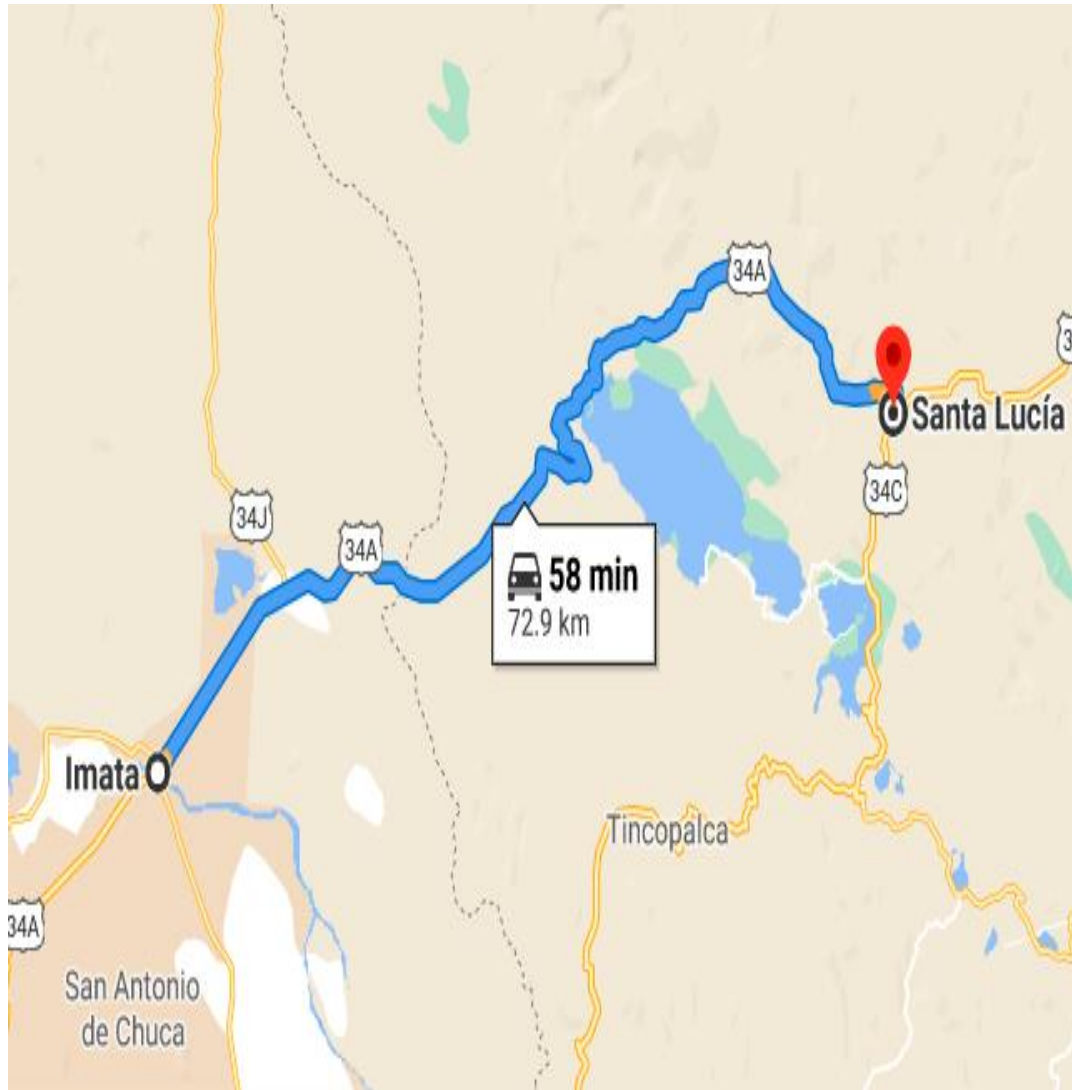
**Figura 49**  
Ruta Patahuasi – Imata



Nota: Google Maps

Imata – Santa Lucía: Con una temperatura promedio día que fluctúa entre 6°C y 16°C, Intervalos nubosos, vientos de 7km/h,

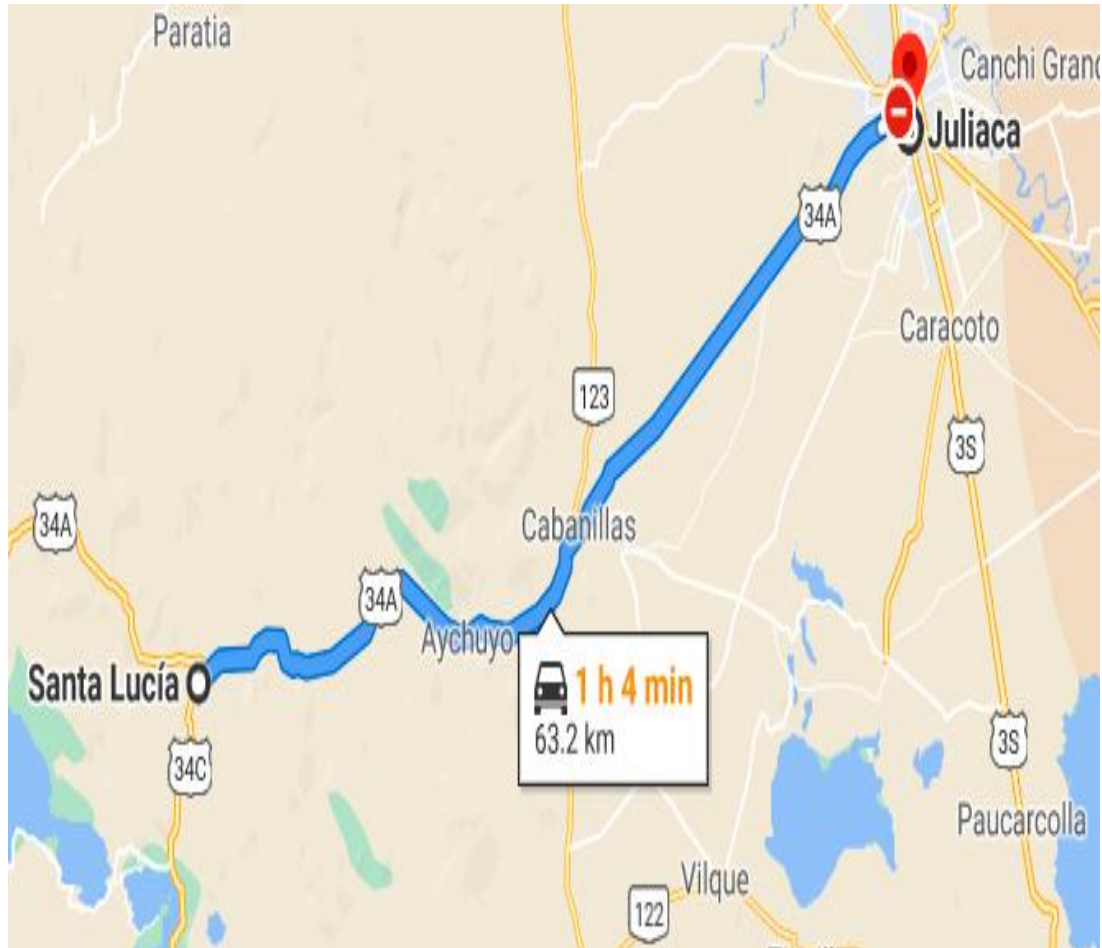
**Figura 50**  
Ruta Imata – Santa lucía



Fuente: Google Maps

Santa Lucía – Juliaca: Con una temperatura promedio día que fluctúa entre -5°C y 18°C, Probabilidad de precipitaciones 2%, Humedad 40%, Vientos de 10km/h

**Figura 51**  
Ruta Santa Lucía – Juliaca



Nota: Google Maps

Juliaca – U.M. “San Rafael” Antauta: Santa Lucía – Juliaca: Con una temperatura promedio día que fluctúa entre -2°C y 13°C, Probabilidad de precipitaciones 21%, Humedad 62%, Vientos de 10km/h.

**Figura 52**

Ruta Juliaca – U.M. “San Rafael”



Nota: Google Maps

**Tabla 18***Principales causas de fallas de neumáticos usados en bombonas*

N°	FALLA DEL NEUMÁTICO	CAUSA DE LA FALLA
1	Banda de rodamiento - Deterioro de la goma  - Separación de la Banda  - Cortes múltiples	Mal montaje, Malas rutas de trabajo, Imprudencia del conductor. Cortes fortuitos, Calentamiento excesivo del neumático, golpes del neumático por suspensión defectuosa. Rodaje en suelos no pavimentados, Humedad excesiva, Sobre inflado.
2	Flancos - Fisuras  - Bolsas de aire  - Rotura de la carcasa  - Cortes	Envejecimiento, Mal almacenamiento, Malas condiciones climatológicas Infiltración de aire entre la banda y la carcasa, malas técnicas de reparación Sobrecarga, Impactos imprevistos, Fuga de aire. Cortes accidentales, prolongación de grietas por mala inspección.
3	Interior de la cubierta - Dislocación de la carcasa  - Roturas por impacto  - Roturas por pellizcos	Presión de aire baja, deterioro interior, calentamiento exagerado Golpes con objetos cortantes, baja presión de aire. Golpes con objetos por operación defectuosa, virajes pronunciados, baja presión de aire.

---

Nota: Elaboración propia

#### **4.2.2. Determinación del estado de la carretera Yura-Antauta**

Para determinar el estado de la carretera Yura – Antauta, usaremos los datos obtenidos por la evaluación realizada por la empresa ESSAC Engineering Service S.A.C, que consiste en una encuesta que se realiza a los conductores de las bombonas que circulan por el tramo de carretera y que se visualizan en los formatos siguientes.

**Tabla 19**

*Evaluación de la Ruta Yura –U.M. “San Rafael. Antauta”*

ESTADO FÍSICO DE LA RUTA	Si	No	OBSERVACIONES
¿Has observado deficiencias o irregularidades en el estado de las autovías/autopistas/carreteras que usas normalmente?			
¿Existe algún punto o tramo de concentración de accidentes por las autopistas/autovías/carreteras por las que circulas normalmente?			
Mencionarlas en el caso que existiesen			
¿Se realizaron reparaciones o trabajos de conservación por las autovías/autopistas/carreteras que utilizas? (cuándo fue la última vez que se realizaron (fecha aprox.) y el tramo en que las realizaron)			
¿Crees que es suficiente el mantenimiento que se realiza actualmente en las autovías/ autopistas/carreteras que utilizas?	Autopistas	Autovías	Carreteras
¿Por qué?			
Desde que observaste que las autovías / autopistas/carreteras que usabas se encontraban deterioradas, ¿Cuánto tiempo ha pasado hasta que se han iniciado reparaciones? (Respuesta del tiempo en la parte de observaciones)			
¿Qué puntuación le darías del 1 al 10 al mantenimiento de autopistas/autovías/carreteras en cuestión de pavimento (1 min y 10 máx.)?			

Nota: Elaboración propia



## ESSAC – ENGINEERING SERVICES S.A.C

EVALUACIÓN DE LA RUTA YURA- U.M. "SAN RAFAEL"  
ANTAUTA  
PERIODO: 20XX – 20XX

N°	PUNTO DE PARTIDA	FECHA Y HORA DE PARTIDA	FECHA Y HORA LLEGADA	RESULTADO ALCOTEST	
				POSITIVO	NEGATIVO
1	Yura				
2	Patahuasi				
3	Imata				
4	Santa Lucia				
5	Juliaca				
6	Check Point MINSUR Juliaca				
7	U.M. "San Rafael" Antauta				

EMPRESA:

PLACA(S):

CONDUCTOR:

DNI:

CARGA U

OCUPANTE(S):

OBSERVACIONES:

FIRMA CONDUCTOR:

N° LICENCIA DE CONducIR:

Nota: Elaboración propia

### Compilación del resultado de los cuestionarios

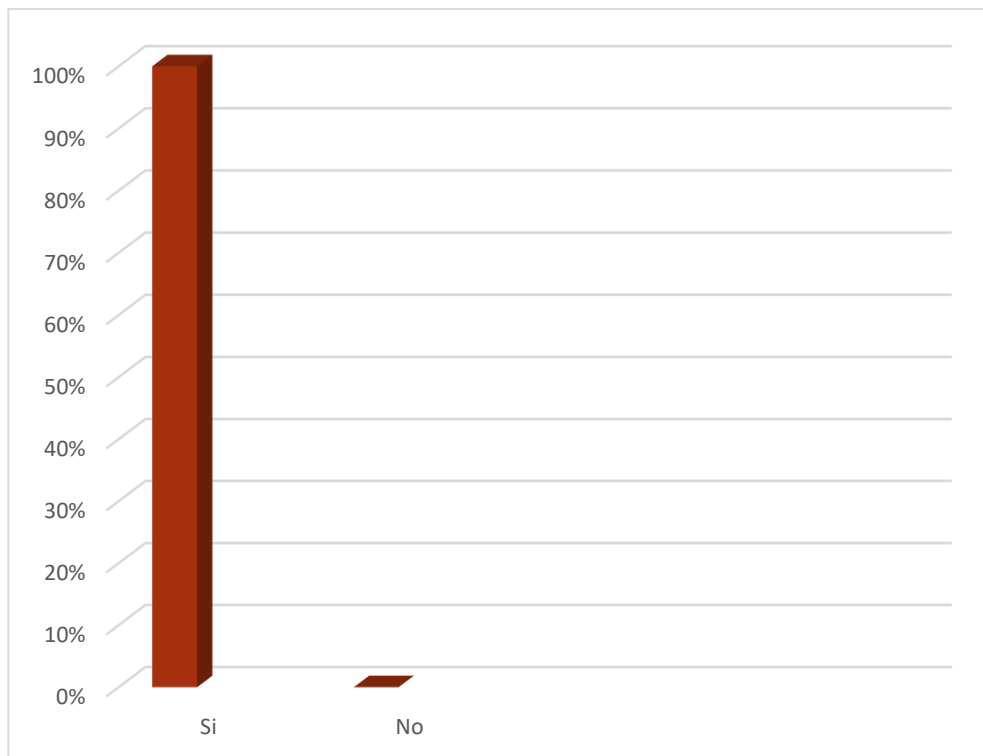
1) ¿Has observado deficiencias o irregularidades en el estado de las autovías/autopistas/carreteras que usas normalmente?

Si **100.00 %**

No **0.00 %**

**Figura 53**

Gráfico de deficiencias observadas en el estado de autovías



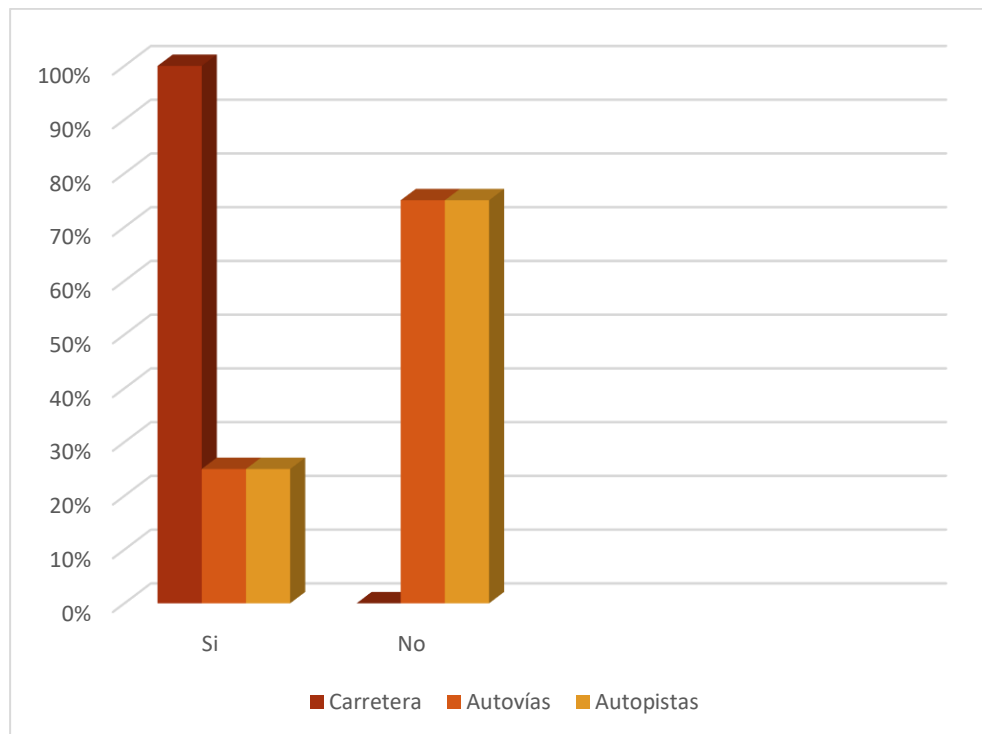
Nota: Elaboración Propia

2. ¿Existe algún punto o tramo de concentración de accidentes por las autopistas/autovías/carreteras por las que circulas normalmente?  
Mencionarlas en el caso que existiesen

Sí, hay tramos de concentración de accidentes en las autovías **(25 %)**, autopistas **(25 %)** y carreteras por las que circuló **100,00 %** No, no existen tramos de concentración de accidentes en las autovías, autopistas y carreteras por las que circuló **0,00 %**

**Figura 54**

Gráfico de tramos de concentración de accidentes

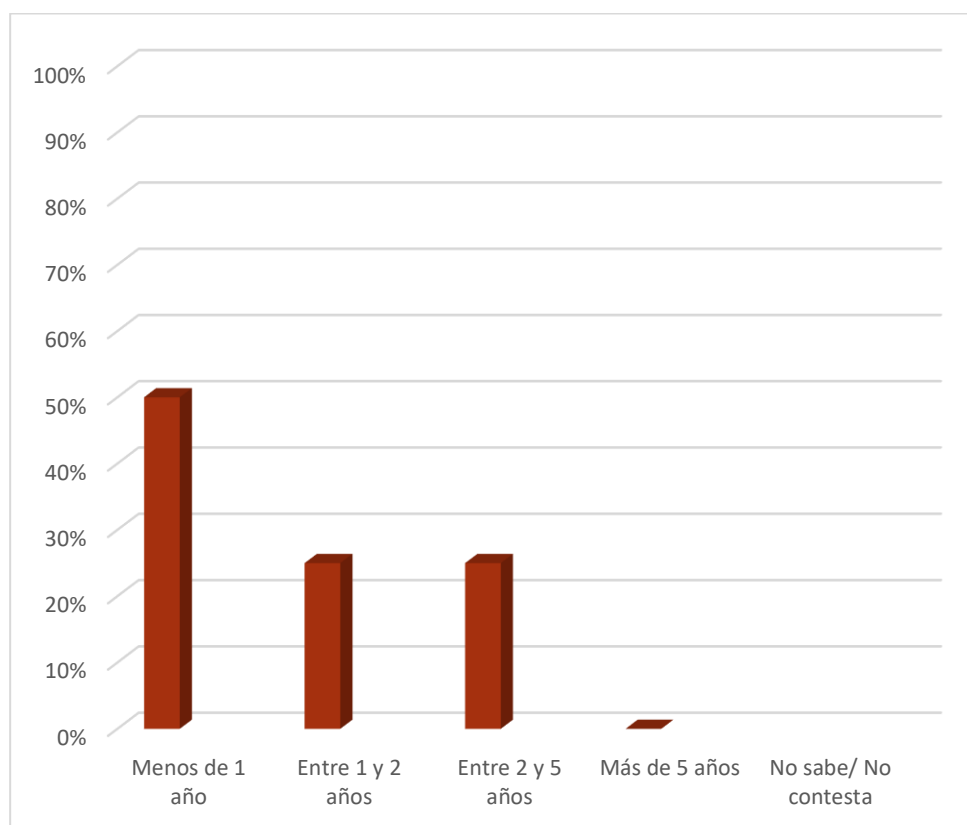


Nota: Elaboración Propia

3) ¿Se realizaron reparaciones o trabajos de conservación por las autovías/autopistas/carreteras que utilizas? (cuándo fue la última vez que se realizaron (fecha aprox.) y el tramo en que las realizaron)

Hace menos de un año	<b>50,00%</b>
Entre 1 y 2 años	<b>25,00%</b>
Entre 2 y 5 años	<b>25,00%</b>
Más de 5 años	<b>0,00%</b>
No sabe / No contesta	<b>0,00%</b>

**Figura 55**  
Gráfico trabajos de conservación de autovías



Nota: Elaboración Propia

4) ¿Crees que es suficiente el mantenimiento que se realiza actualmente en las autovías / autopistas/carreteras que utilizas?

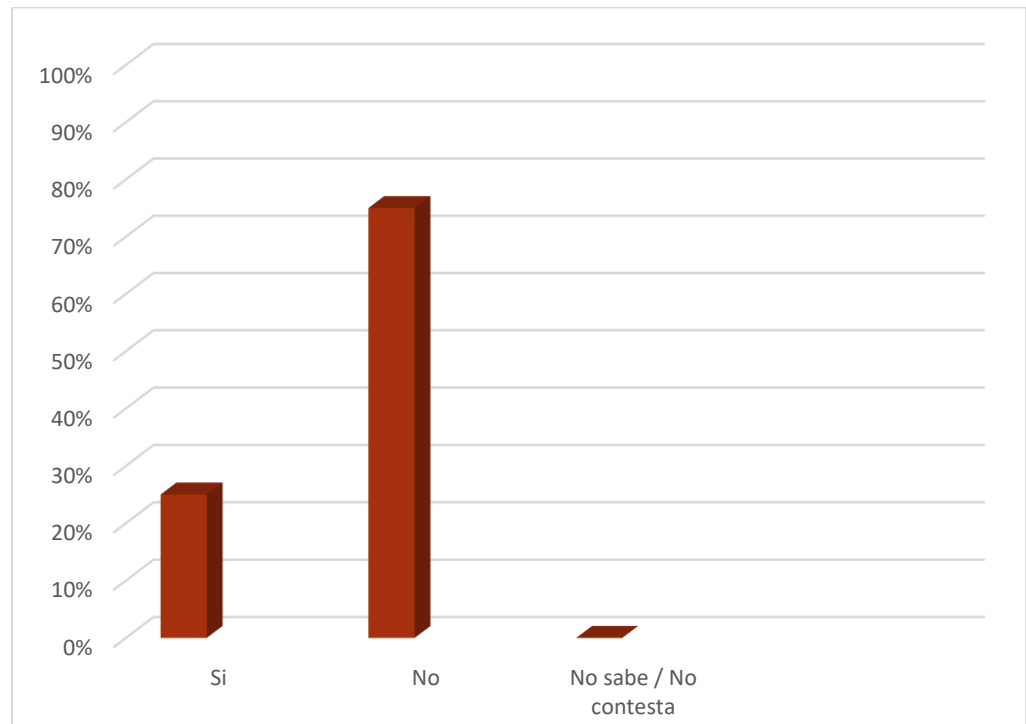
Si **25,00%**

No **75,00%**

No sabe / No contesta **0,00%**

**Figura 56**

Gráfico representación de la satisfacción del mantenimiento en vías



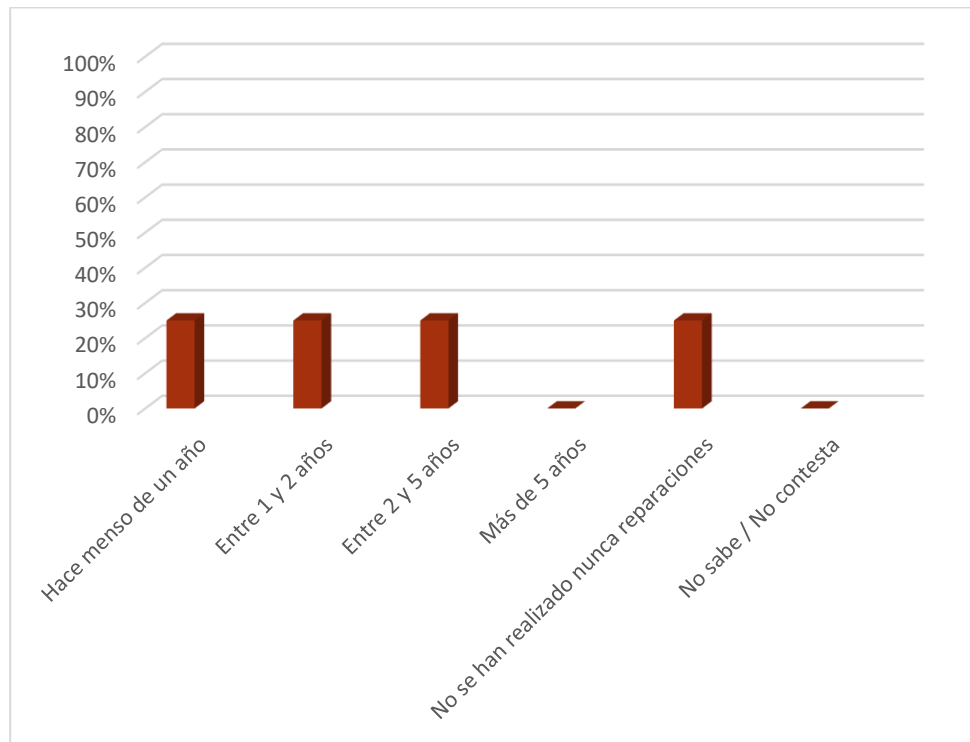
Nota: Elaboración Propia

5) Desde que observaste que las autovías / autopistas/carreteras que usabas se encontraban deterioradas, ¿Cuánto tiempo ha pasado hasta que se han iniciado reparaciones? (Respuesta del tiempo en la parte de observaciones)

Hace menos de un año	<b>25,00%</b>
Entre 1 y 2 años	<b>25,00%</b>
Entre 2 y 5 años	<b>25,00%</b>
Más de 5 años	<b>0,00%</b>
No se han realizado nunca reparaciones	<b>25,00%</b>
No sabe / No contesta	<b>0,00%</b>

**Figura 57**

Grafico del tiempo de transcurrido hasta dar inicio la obra



Nota: Elaboración Propia

6) ¿Qué puntuación le darías del 1 al 10 al mantenimiento de autopistas/autovías/carreteras en cuestión de pavimento (1 min y 10 max)?

1 – 0,00%

2 – 0,00%

3 – 0,00%

4 – 50,00%

5 – 25,00%

6 – 0,00%

7 – 25,00%

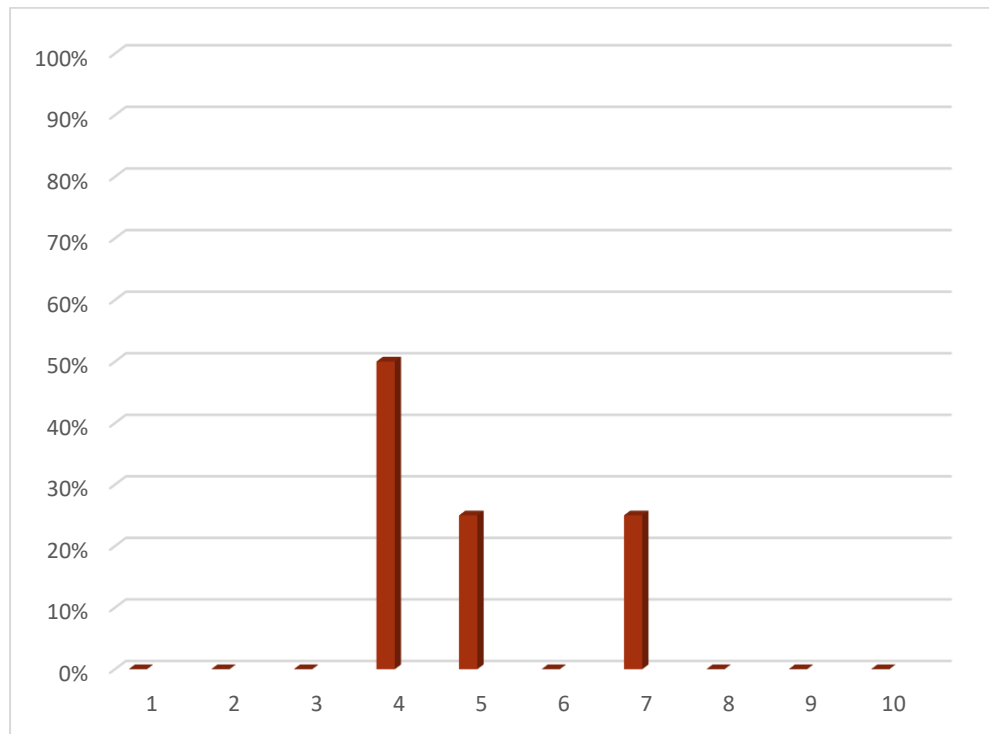
8 – 0,00%

9 – 0,00%

10 – 0,00%

**Figura 58**

Gráfico de puntuación al mantenimiento de autovías



Nota: Elaboración Propia

7) ¿Qué puntuación le darías del 1 al 10 al mantenimiento de autopistas/autovías/carreteras en cuestión de señales verticales (1 min y 10 max)?

1 – 0,00%

2 – 0,00%

3 – 0,00%

4 – 0,00%

5 – 25,00%

6 – 25,00%

7 – 25,00%

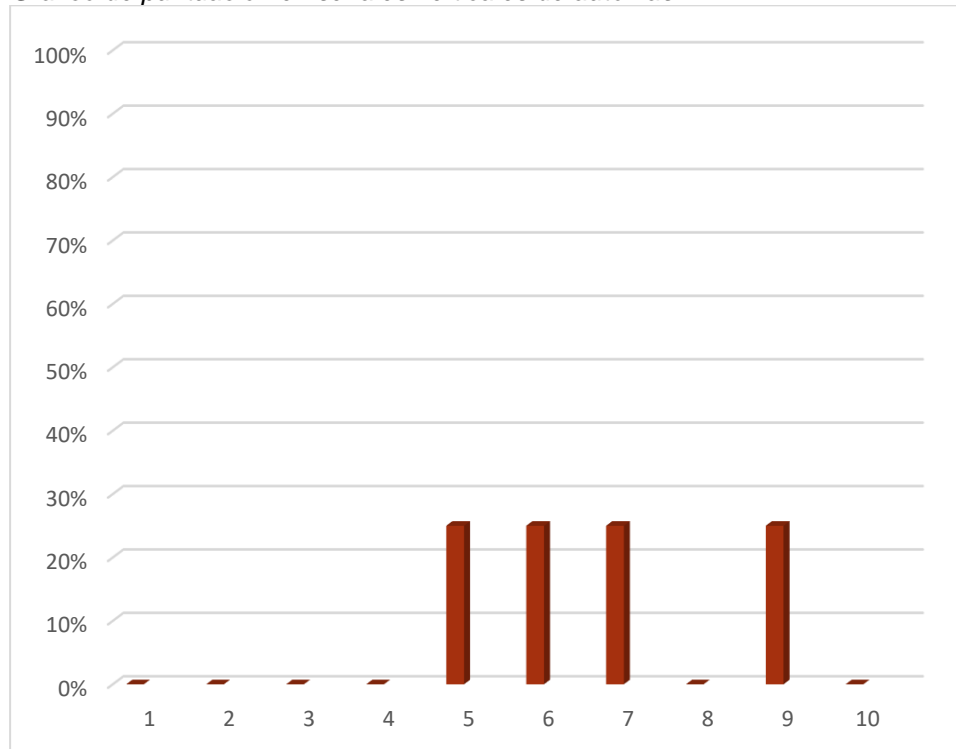
8 – 0,00%

9 – 25,00%

10 – 0,00%

**Figura 59**

*Gráfico de puntuación en señales verticales de autovías*



Nota: Elaboración Propia

8) ¿Qué puntuación le darías del 1 al 10 al mantenimiento de autopistas/autovías/carreteras en cuestión de señales del suelo (1 min y 10 max)?

1 – 0,00%

2 – 25,00%

3 – 0,00%

4 – 25,00%

5 – 25,00%

6 – 0,00%

7 – 25,00%

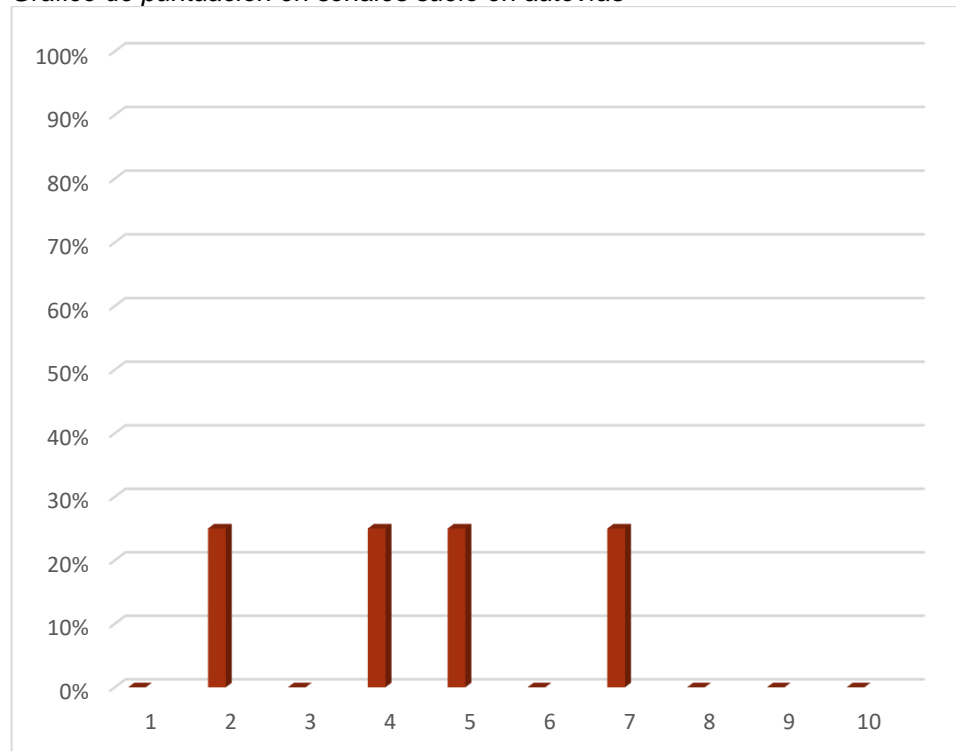
8 – 0,00%

9 – 0,00%

10 – 0,00%

**Figura 60**

Gráfico de puntuación en señales suelo en autovías



Nota: Elaboración Propia

9) ¿Qué puntuación le darías del 1 al 10 al mantenimiento de autopistas/autovías/carreteras en cuestión de pintura del asfalto (1 min y 10 max)?

1 – 0,00%

2 – 0,00%

3 – 0,00%

4 – 25,00%

5 – 25,00%

6 – 25,00%

7 – 25,00%

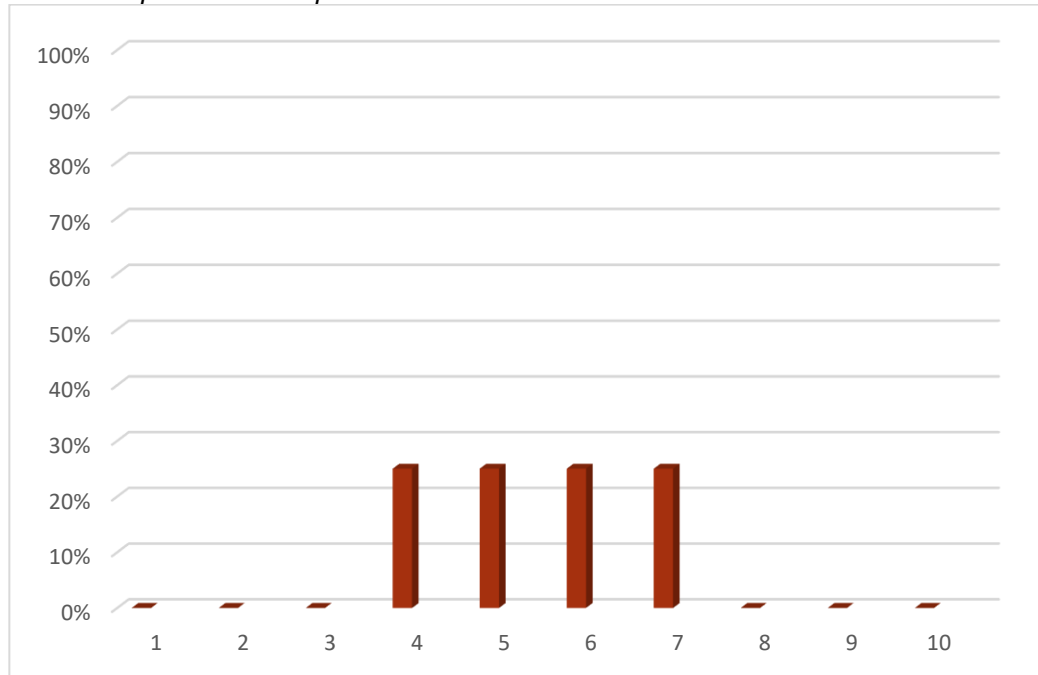
8 – 0,00%

9 – 0,00%

10 – 0,00%

**Figura 61**

*Gráfico de puntuación en pintura de asfalto en autovías*



Nota: Elaboración Propia:

### 4.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LAS FALLAS Y DEFECTOS PRESENTES EN NEUMÁTICOS

**Tabla 20**

*Resultado de la Inspección detallada de los neumáticos de las Tracto bombonas de fecha 09/02/20 (Continuación de tabla 12) inspección*

INSPECCIÓN												
N°	PLACA DEL TRACTO CAMIÓN	PLACA DE LA BOMBONA	POSICIÓN DE NEUMATICOS		O / R (NEUMÁTICO ORIGINAL O REENCAUCHE)	CON CARGA / SIN CARGA (30 TON)	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	ESPESOR BANDA DE RODADURA (mm)		DETERIORIDAD EN BANDA (mm)	DESTINO FINAL DEL NEUMÁTICO	RECORRIDO CHECK POINT MINSUR JULIACA - U.M. "San Rafael" Antauta (km)
			INICIAL	FINAL				INICIAL (PROF.)	FINAL (PROF.)			
1	V6B-857	F36-855	1	1	O	CC	118.80	8.5	7,82	0,68	Reencauche	182
			2	2	O	CC	119.00	8	7,20	0,80	Reencauche	182
			11	11	O	CC	119.50	8.2	7,71	0,49	Reencauche	182
			12	12	O	CC	118.90	8	7,46	0,54	Reencauche	182
			13	13	O	CC	119.30	8	7,46	0,54	Reencauche	182
			14	14	O	CC	118.60	8.3	7,83	0,47	Reencauche	182
2	AVI-794	C8J-975	1	1	O	CC	120.30	13	12,46	0,54	Reencauche	182
			2	2	O	CC	119.96	13.5	13,15	0,35	Reencauche	182
			11	11	O	CC	118.65	10	8,59	0,31	Reencauche	182
			12	12	O	CC	118.73	10.4	8,95	0,25	Reencauche	182
			13	13	O	CC	119.05	10.2	7,75	0,45	Reencauche	182
			14	14	O	CC	118.95	10.2	8,35	0,35	Reencauche	182
3	V7T-876	F1Q-980	1	1	O	CC	119.95	12	11,42	0,58	Reencauche	182
			2	2	O	CC	119.98	12.6	11,71	0,49	Reencauche	182
			11	11	O	CC	118.95	6.2	8,15	0,45	Reencauche	182
			12	12	O	CC	118.99	6.4	7,30	0,60	Reencauche	182
			13	13	O	CC	119.05	6.1	7,63	0,47	Reencauche	182
			14	14	O	CC	119.09	6.2	7,79	0,51	Reencauche	182
4	V5A-747	F0Q-999	1	1	O	CC	119.90	10.4	9,70	0,70	Reencauche	182
			2	2	O	CC	119.83	10.2	9,46	0,74	Reencauche	182
			11	11	O	CC	117.85	8.4	7,95	0,45	Reencauche	182
			12	12	O	CC	118.55	8.2	7,73	0,47	Reencauche	182
			13	13	O	CC	118.90	8.2	7,66	0,54	Reencauche	182
			14	14	O	CC	119.10	8.2	7,77	0,43	Reencauche	182

(Continuación de tabla 12) Inspección

**INSPECCIÓN**

N°	PLACA DEL TRACTO CAMIÓN	PLACA DE LA BOMBONA	POSICIÓN DE NEUMÁTICOS		O / R (NEUMÁTICO ORIGINAL O REENCAUCHE)	CON CARGA / SIN CARGA (30 TON)	PRESIÓN (EN TRABAJO) (PSI)	ESPESOR BANDA DE RODADURA (mm)		DETERIORIDAD EN BANDA (mm)	DESTINO FINAL DEL NEUMÁTICO	RECORRIDO U.M. "San Rafael" Antauta - CEMENTOS YURA AREQUIPA (km)
			INICIAL	FINAL				INICIAL (PROF.)	FINAL (PROF.)			
1	V6B-857	F36-855	1	2	O	SC	119.10	7,82	6,665	1,155	Reencauche	442
			2	1	O	SC	119.08	7,2	5,835	1,365	Reencauche	442
			11	11	O	SC	118.50	7,71	6,87	0,84	Reencauche	442
			12	13	O	SC	118.60	7,46	6,55	0,91	Reencauche	442
			13	12	O	SC	119.70	7,46	6,55	0,91	Reencauche	442
2	AVI-794	C8J-975	14	14	O	SC	118.70	7,83	7,025	0,805	Reencauche	442
			1	1	O	SC	120.10	12,46	11,55	0,91	Reencauche	442
			2	2	O	SC	119.76	13,15	12,555	0,595	Reencauche	442
			11	14	O	SC	118.05	8,59	8,065	0,525	Reencauche	442
			12	13	O	SC	118.93	8,95	8,53	0,42	Reencauche	442
3	V7T-876	F1Q-980	13	12	O	SC	119.55	7,75	6,98	0,77	Reencauche	442
			14	11	O	SC	118.35	8,35	7,755	0,595	Reencauche	442
			1	2	O	SC	119.55	11,42	10,44	0,98	Reencauche	442
			2	1	O	SC	119.78	11,71	10,87	0,84	Reencauche	442
			11	14	O	SC	118.95	8,15	7,38	0,77	Reencauche	442
4	V5A-747	F0Q-999	12	12	O	SC	118.99	7,3	6,285	1,015	Reencauche	442
			13	13	O	SC	118.45	7,63	6,825	0,805	Reencauche	442
			14	11	O	SC	116.09	7,79	6,915	0,875	Reencauche	442
			1	2	O	SC	118.90	9,7	8,51	1,19	Reencauche	442
			2	1	O	SC	119.33	9,46	8,2	1,26	Reencauche	442
			11	14	O	SC	117.65	7,95	7,18	0,77	Reencauche	442
			12	13	O	SC	118.35	7,73	6,925	0,805	Reencauche	442
			13	12	O	SC	118.90	7,66	6,75	0,91	Reencauche	442
			14	11	O	SC	119.40	7,77	7,035	0,735	Reencauche	442

Nota: Elaboración propia

**INSPECCIÓN**

N°	PLACA DEL TRACTO CAMIÓN	PLACA DE LA BOMBONA	POSICIÓN DE NEUMÁTICOS		O / R (NEUMÁTICO ORIGINAL O REENCAUCHE)	CON CARGA / SIN CARGA (30 TON)	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	ESPESOR BANDA DE RODADURA (mm)		DETERIORIDAD EN BANDA (mm)	DESTINO FINAL DEL NEUMÁTICO	RECORRIDO CEMENTOS YURA AREQUIPA – CHECK POINT MINSUR JULIACA (km)
			INICIAL	FINAL				INICIAL (PROF.)	FINAL (PROF.)			
1	V6B-857	F36-855	1	1	O	CC	118.80	11.8	8.5	3,30	Reencauche	260
			2	2	O	CC	119.00	11.9	8	3,90	Reencauche	260
			11	11	O	CC	119.50	10.6	8.2	2,40	Reencauche	260
			12	12	O	CC	118.90	10.6	8	2,60	Reencauche	260
			13	13	O	CC	119.30	10.6	8	2,60	Reencauche	260
2	AVI-794	C8J-975	14	14	O	CC	118.60	10.6	8.3	2,30	Reencauche	260
			1	1	O	CC	120.30	15.6	13	2,60	Reencauche	260
			2	2	O	CC	119.96	15.2	13.5	1,70	Reencauche	260
			11	11	O	CC	118.65	10.4	10	1,50	Reencauche	260
			12	12	O	CC	118.73	10.4	10.4	1,20	Reencauche	260
3	V7T-876	F1Q-980	13	13	O	CC	119.05	10.4	10.2	2,20	Reencauche	260
			14	14	O	CC	118.95	10.4	10.2	1,70	Reencauche	260
			1	1	O	CC	119.95	14.8	12	2,80	Reencauche	260
			2	2	O	CC	119.98	14.6	12.6	2,40	Reencauche	260
			11	11	O	CC	118.95	10.8	6.2	2,20	Reencauche	260
4	V5A-747	F0Q-999	12	12	O	CC	118.99	10.8	6.4	2,90	Reencauche	260
			13	13	O	CC	119.05	10.4	6.1	2,30	Reencauche	260
			14	14	O	CC	119.09	10.8	6.2	2,50	Reencauche	260
			1	1	O	CC	119.90	13.8	10.4	3,40	Reencauche	260
			2	2	O	CC	119.83	13.8	10.2	3,60	Reencauche	260
			11	11	O	CC	117.85	10.6	8.4	2,20	Reencauche	260
			12	12	O	CC	118.55	10.5	8.2	2,30	Reencauche	260
			13	13	O	CC	118.90	10.8	8.2	2,60	Reencauche	260
			14	14	O	CC	119.10	10.3	8.2	2,10	Reencauche	260

Los neumáticos que presentan desgaste en el espesor de banda de rodadura menor o igual a 5 mm de profundidad o un recorrido de 35360 km serán destinados a la realización de un reencauche, los cuales serán llevados a la empresa REENCAUCHADORA AREQUIPA S.A. ubicado en Esq. Huánuco y Junín Mz. 25 Lt. 1, Pachacútec, Cerro Colorado, que ofrece bandas certificadas de calidad ISO-9001:2015 E ISO-14000

**Tabla 21**

*Inspección de Neumáticos*

INSPECCION													
N°	PLACA DEL TRACTO CAMIÓN	PLACA DE LA BOMBONA	POSICIÓN DE NEUMÁTICOS		O / R (NEUMÁTICO ORIGINAL O REENCAUCHE)	CON CARGA / SIN CARGA (30 TON)	PRESIÓN (EN TRABAJO) (PSI)	ESPESOR BANDA DE RODADURA (mm)		DETERIORID AD EN BANDA (mm)	DESTINO FINAL DEL NEUMÁTICO	RECORRIDO CEMENTOS AREQUIPA - POINT MINSUR (km)	YURA CHECK JULIACA
			INICIA L	FINA L				INICIAL (PROF.)	FINAL (PROF.)				
1	V6B-857	F36-855	1	1	R	CC	119.10	15	10,60	4,40	Desecho	260	
			2	2	R	CC	119.08	15	10,80	4,20	Desecho	260	
			11	11	R	CC	118.50	15	13,00	2,00	Desecho	260	
			12	12	R	CC	118.60	15	13,20	1,80	Desecho	260	
			13	13	R	CC	119.70	15	12,85	2,15	Desecho	260	
			14	14	R	CC	118.70	15	11,90	3,10	Desecho	260	
2	AVI-794	C8J-975	1	1	R	CC	120.10	15	10,90	4,10	Desecho	260	
			2	2	R	CC	119.76	15	11,20	3,80	Desecho	260	
			11	11	R	CC	118.05	15	13,64	1,36	Desecho	260	
			12	12	R	CC	118.93	15	13,80	1,20	Desecho	260	
			13	13	R	CC	119.55	15	12,40	2,60	Desecho	260	
			14	14	R	CC	118.35	15	8,70	6,30	Desecho	260	
3	V7T-876	F1Q-980	1	1	R	CC	119.55	15	10,10	4,90	Desecho	260	
			2	2	R	CC	119.78	15	10,40	4,60	Desecho	260	
			11	11	R	CC	118.95	15	13,60	1,40	Desecho	260	
			12	12	R	CC	118.99	15	13,14	1,86	Desecho	260	
			13	13	R	CC	118.45	15	11,10	3,90	Desecho	260	
			14	14	R	CC	116.09	15	10,90	4,10	Desecho	260	
4	V5A-747	F0Q-999	1	1	R	CC	118.90	15	10,40	4,60	Desecho	260	
			2	2	R	CC	119.33	15	10,20	4,80	Desecho	260	
			11	11	R	CC	117.65	15	12,40	2,60	Desecho	260	
			12	12	R	CC	118.35	15	13,50	1,50	Desecho	260	
			13	13	R	CC	118.90	15	13,40	1,60	Desecho	260	
			14	14	R	CC	119.40	15	12,80	2,20	Desecho	260	

**INSPECCIÓN**

N°	PLACA DEL TRACTO CAMIÓN	PLACA DE LA BOMBONA	POSICIÓN DE NEUMÁTICOS		O / R (NEUMÁTICO ORIGINAL O REENCAUCHE)	CON CARGA / SIN CARGA (30 TON)	PRESIÓN (EN TRABAJO) (PSI)	ESPESOR BANDA DE RODADURA (mm)		DETERIORIDAD EN BANDA (mm)	DESTINO FINAL DEL NEUMÁTICO	RECORRIDO	
			INICIAL	FINAL				INICIAL (PROF.)	FINAL (PROF.)			CHECK MINSUR U.M. "San Rafael"	POINT JULIACA - Antauta (km)
1	V6B-857	F36-855	1	1	R	CC	119.10	10,60	9,69	0,91	Desecho	182	
			2	2	R	CC	119.08	10,80	9,94	0,86	Desecho	182	
			11	11	R	CC	118.50	13,00	12,59	0,41	Desecho	182	
			12	12	R	CC	118.60	13,20	12,83	0,37	Desecho	182	
			13	13	R	CC	119.70	12,85	12,41	0,44	Desecho	182	
			14	14	R	CC	118.70	11,90	11,26	0,64	Desecho	182	
2	AVI-794	C8J-975	1	1	R	CC	120.10	10,90	10,06	0,84	Desecho	182	
			2	2	R	CC	119.76	11,20	10,42	0,78	Desecho	182	
			11	11	R	CC	118.05	13,64	13,36	0,28	Desecho	182	
			12	12	R	CC	118.93	13,80	13,55	0,25	Desecho	182	
			13	13	R	CC	119.55	12,40	11,86	0,54	Desecho	182	
			14	14	R	CC	118.35	8,70	7,40	1,30	Desecho	182	
3	V7T-876	F1Q-980	1	1	R	CC	119.55	10,10	9,09	1,01	Desecho	182	
			2	2	R	CC	119.78	10,40	9,45	0,95	Desecho	182	
			11	11	R	CC	118.95	13,60	13,31	0,29	Desecho	182	
			12	12	R	CC	118.99	13,14	12,76	0,38	Desecho	182	
			13	13	R	CC	118.45	11,10	10,30	0,80	Desecho	182	
			14	14	R	CC	116.09	10,90	10,06	0,84	Desecho	182	
4	V5A-747	F0Q-999	1	1	R	CC	118.90	10,40	9,45	0,95	Desecho	182	
			2	2	R	CC	119.33	10,20	9,21	0,99	Desecho	182	
			11	11	R	CC	117.65	12,40	11,86	0,54	Desecho	182	
			12	12	R	CC	118.35	13,50	13,19	0,31	Desecho	182	
			13	13	R	CC	118.90	13,40	13,07	0,33	Desecho	182	
			14	14	R	CC	119.40	12,80	12,35	0,45	Desecho	182	

**INSPECCIÓN**

N°	PLACA DEL TRACTO CAMIÓN	PLACA DE LA BOMBONA	POSICIÓN DE NEUMÁTICOS		O / R (NEUMÁTICO ORIGINAL O REENCAUCHE)	CON CARGA / SIN CARGA (30 TON)	PRESIÓN (EN TRABAJO) (PSI)	ESPESOR BANDA DE RODADURA (mm)		DETERIORIDAD EN BANDA (mm)	DESTINO FINAL DEL NEUMÁTICO	RECORRIDO U.M. "San Rafael" Antauta - CEMENTOS YURA AREQUIPA (km)
			INICIAL	FINAL				INICIAL (PROF.)	FINAL (PROF.)			
1	V6B-857	F36-855	1	2	R	SC	119.10	9,69	8,37	1,32	Desecho	442
			2	1	R	SC	119.08	9,94	8,68	1,26	Desecho	442
			11	11	R	SC	118.50	12,59	11,99	0,6	Desecho	442
			12	13	R	SC	118.60	12,83	12,29	0,54	Desecho	442
			13	12	R	SC	119.70	12,41	11,76	0,645	Desecho	442
2	AVI-794	C8J-975	14	14	R	SC	118.70	11,26	10,33	0,93	Desecho	442
			1	1	R	SC	120.10	10,06	8,83	1,23	Desecho	442
			2	2	R	SC	119.76	10,42	9,28	1,14	Desecho	442
			11	14	R	SC	118.05	13,36	12,95	0,408	Desecho	442
			12	13	R	SC	118.93	13,55	13,19	0,36	Desecho	442
3	V7T-876	F1Q-980	13	12	R	SC	119.55	11,86	11,08	0,78	Desecho	442
			14	11	R	SC	118.35	7,40	5,51	1,89	Desecho	442
			1	2	R	SC	119.55	9,09	7,62	1,47	Desecho	442
			2	1	R	SC	119.78	9,45	8,07	1,38	Desecho	442
			11	14	R	SC	118.95	13,31	12,89	0,42	Desecho	442
4	V5A-747	F0Q-999	12	12	R	SC	118.99	12,76	12,20	0,558	Desecho	442
			13	13	R	SC	118.45	10,30	9,13	1,17	Desecho	442
			14	11	R	SC	116.09	10,06	8,83	1,23	Desecho	442
			1	2	R	SC	118.90	9,45	8,07	1,38	Desecho	442
			2	1	R	SC	119.33	9,21	7,77	1,44	Desecho	442
			11	14	R	SC	117.65	11,86	11,08	0,78	Desecho	442
			12	13	R	SC	118.35	13,19	12,74	0,45	Desecho	442
			13	12	R	SC	118.90	13,07	12,59	0,48	Desecho	442
			14	11	R	SC	119.40	12,35	11,69	0,66	Desecho	442

Nota: Elaboración propia

**4.3.1. “Determinar el efecto del desgaste de neumáticos en la seguridad vial del tramo” Y escribir en su desarrollo lo siguiente**

Primero es necesario tener claro qué y cuáles son los peligros en salud ocupacional:

- Peligro Biomecánico o ergonómico
- Peligro Locativo
- Peligro Químico
- Peligro Mecánico
- Peligro Biológico
- Peligro Físico
- Peligro Psicosocial

Aplicando los formatos IPER 1 y 2 que nos ayudan a identificar peligros y evaluar riesgos. Los resultados se muestran en las tablas siguientes:

Además de los resultados presentados en los formatos IPER 1 y 2 se presentan los controles adicionales, es decir: “Evaluación de riesgos residual final” tabla 10. (el número de tabla que sigue) .

¿Finalmente, con los resultados presentados, se obtiene la matriz de peligros que se presenta en la Tabla 11? y su nivel de control en la tabla 12.



## Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Y Medidas de Control - FORMATO IPER 1

Tabla 22

Identificación de peligros y evaluación de riesgos y medidas de control-Formato IPER 1

										Jerarquía de Controles - Orden de Prioridad								
Empresa:		ESSAC								1	Eliminación							
Área:		MANTENIMIENTO DE EQUIPO PESADO								2	Sustitución							
Actividad:		INSPECCIÓN DE NEUMÁTICOS								3	Controles de Ingeniería							
Fecha de elaboración:										4	Señalización, Alertas y/o Control Administrativo							
Fecha de actualización:										5	EPP adecuado							
N°	Actividad	Personal expuesto	Tipo de peligro	Descripción del peligro	Riesgo	Consecuencia	Causas	Cumplimiento legal	Afecta a:	Controles				Evaluación de Riesgo				
										Propios	Terceros	Ingeniería	Administración	EPPs	Severidad	Probabilidad	Nivel de Riesgo	Criticidad del riesgo
1	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección	Ergonómico: Postura/posición incomoda	Postura inadecuada al realizar la inspección de neumáticos	Desgaste	Lesiones Musculoesqueléticas. Tensión muscular, dolor de cuello en región cervical	Por mala postura al momento de la inspección de neumáticos.	Ley 29783, Art. 56. RM 375- 2008-TR, Norma Básica de Ergonomía	x					Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III	C	2	Mediano
2	Inspección de neumáticos	Personal de inspección	Locativos: Materiales mal sujetos	Baterías camión ancladas	del no	Caída de materiales	Golpes, contusiones, cortes	Mal colocado de baterías	Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y	x				Uso obligatorio de equipo de protección	III	C	2	

	tracto bombonas							Salud en el Trabajo.				personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	
3	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección y personal del tracto bombona	Locativos: Cables dispersos	Cables de equipo diverso	Caidas al mismo nivel	Golpes, fracturas	Cables debajo de tracto bombona o en piso	Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.	x	x	Algunos cables sujetos	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III D 1 Bajo
4	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección y personal del tracto bombona	Químicos: Sustancias Inflamables	Fugas en el tanque de petróleo del tracto camión	Quemaduras	Quemaduras en la piel	Posibles deterioros por su uso o manipulación adversa.	Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.	x	x		Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	I C 3 Alto
5	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección	Químicos: Nieblas, nieblas o rocío	Zona de trabajo con dificultad de visión y desplazamiento	Caidas al mismo nivel	Golpes, fracturas	Zona húmeda y de baja visibilidad	Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.	x			Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III C 2 Medio

6	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección y personal del tracto bombona	Mecánicos: Vehículos en movimiento	Mal uso del freno de mano, cuñas o mal enganche por parte del conductor del tracto bombona	Caídas al mismo nivel, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Descuido del conductor del vehículo	Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.	x		Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	I C 3 Alto
7	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección	Biológicos: Hongos, bacterias, virus	Condiciones de higiene del área	Exposición	Enfermedades de la piel, alergias, infecciones	Por limpieza deficiente en área de trabajo.	Ley 29783, Art. 56. Ley General de Salud 26842, Capítulos IV, V, VII. RM 375-2008-TR, Norma Básica de Ergonomía, Título VIII	x		Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III D 1 Bajo
8	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección	Físicos: Iluminación deficiente	Nivel de iluminación deficiente	Sobreesfuerzos	Fatiga visual	Luminarias insuficientes o en mal estado	RM-375-2008 Norma Básica de Ergonomía y de procedimiento de riesgos disergonómicos Título VII-31	x	Iluminación artificial y natural	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III B 3 Alto
9	Inspección de neumáticos tracto bombonas	Personal de inspección	Físicos: Iluminación excesiva	Luz natural excesiva	Desgaste	Deslumbramiento, cansancio visual	Falta de regulación de luz natural	RM-375-2008 Norma Básica de Ergonomía y de procedimiento de riesgos disergonómicos Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas	x	Lentes de seguridad con luna oscura - ANSI Z87.1	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III B 3 Alto

10	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Personal de inspección y personal del tracto bombona	Físicos: Exposición a temperaturas ambientales extremas (frio, calor)	Condiciones ambientales extremas	Desgaste	Enfermedades respiratorias, dolores de cabeza, tensión muscular	El lugar de la inspección a 3800 m.s.n.m.	complementarias en minería Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería. Ley General de Salud 26842.	x	Se cuenta con ropa adecuada para el lugar	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	III	A	3	Alto
11	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Personal de inspección	Psicosocial: Estrés laboral	Sobrecarga de trabajo	Desgaste	Tensión física o emocional	Acumulación de tracto bombonas en la zona del check point.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería. Ley General de Salud 26842.	x		Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la operación (antes, durante y después).	IV	A	2	Mediano

Nota: Elaboración propia

**Tabla 23***Controles Adicionales, Evaluación de riesgo residual final.*

N°	Controles Adicionales				Evaluación de Riesgo Residual Final				
	Eliminación	Sustitución	Ingeniería	Administración	EPPs	Severidad	Probabilidad	Nivel de Riesgo	Criticidad del riesgo
1				Capacitación en ergonomía, pausas activas, gimnasia laboral		III	D	1	Bajo
2						IV	D	1	Bajo
3				Sujetar y ocultar cables		IV	D	1	Bajo
4			Capacitación en el uso de extintores y primeros auxilios			IV	D	1	Bajo
5						IV	D	1	Bajo
6						IV	D	1	Bajo
7						IV	D	1	Bajo
8				Cambiar luminarias quemadas. Realizar inspecciones periódicas para verificar condiciones de luminarias		IV	C	1	Bajo
9				El correcto uso de lentes de seguridad con luna oscura - ANSI Z87.1		IV	C	1	Bajo
10						III	D	1	Bajo
11						III	D	1	Bajo

Nota: Elaboración propia

## Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Y Medidas de Control - FORMATO IPER 2

**Tabla 24**

Identificación de peligros y evaluación de riesgos y medidas de control-Formato IPER 2

		ESSAC								Jerarquía de Controles - Orden de Prioridad			
Empresa:		MANTENIMIENTO DE EQUIPO PESADO								1	Eliminación		
Área:		TRANSPORTE DE CEMENTO DE TRACTOS-BOMBONAS RUTA YURA - ANTAUTA								2	Sustitución		
Actividad:										3	Controles de Ingeniería		
Fecha de elaboración:										4	Señalización, Alertas y/o Control Administrativo		
Fecha de actualización:										5	EPP adecuado		

N°	Actividad	Personal expuesto	Tipo de peligro	Descripción del peligro	Riesgo	Consecuencia	Causas	Cumplimiento legal	Afecta a:		Controles	Evaluación de Riesgo inicial				
									Propios	Terceros		Severidad	Probabilidad	Nivel de Riesgo	Criticidad del riesgo	
1	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Cortes en la banda de rodamiento	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Humedad excesiva. Imprudencia de operación. Rutas de trabajo	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	A	4	Excesivamente alto

2	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Separación en la cima de la banda de rodamiento	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Cortes accidentales y/o antiguos. Calentamiento excesivo, diferencia de presión en pares, neumático mal refrigerado, baja presión, cubierta no adaptada. Martilleo del neumático. Arrastre excesivo.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	A	4	Excesivamente alto
3	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Deterioro de la Goma de la banda de rodamiento	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Contacto con sustancias. Rodaje anormal. Cortes.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	A	4	Excesivamente alto
4	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Deterioro del flanco por objeto entre neumáticos gemelados	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Objeto alojado entre el par.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	B	4	Excesivamente alto
5	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Deterioro del flanco por contacto entre un par de neumáticos	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Mal montaje. Operación inadecuada.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	C	3	Alto
6	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Grietas en el flanco	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Envejecimiento. Exposición a luz UV, contacto con el ozono	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	C	3	Alto
7	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Bolsas de aire si es necesario, reventadas o no en el flanco	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Infiltración del aire de inflado / Mal montaje, deterioro de la goma interior (tubeless)	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas	x	x	Inspección de neumáticos tracto	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	D	2	Mediano

8	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Rotura de la carcasa por el lado del flanco	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Rodaje con presión insuficiente. Sobrecarga. Agua aprisionada entre la cubierta y la cámara. Flexión exagerada del flanco o impactos.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	bombonas. Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	B	4	Excesivamente alto
9	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Cortes en el flanco	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Impactos laterales / Operación inadecuada y prolongación de grietas	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	B	4	
10	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Desgastes circulares en el flanco	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Frotamiento con bordillos u objetos / mala operación	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	C	3	Alto
11	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Roturas por impactos en el interior de la cubierta	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Tensión excesiva / choque con objeto, presión de aire baja	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	D	2	Mediano
12	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Roturas por pellizcos en el interior de la cubierta	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Choque con objeto – Impacto. Operación extrema / virajes muy pronunciados o a alta velocidad. Presión de aire baja	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	C	3	Alto
13	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Dislocación de la carcasa	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Calentamiento excesivo. Presión de aire baja.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I	C	3	Alto

14	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Deterioro del enganche	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Tensión excesiva de la ceja. Elementos de la misma llanta que producen el deterioro. Choque – impacto – pellizco. Exceso de calor. Presencia de cuerpos extraños.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I D 2	Mediano
15	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Deterioro de la estructura de la cámara	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Deterioro por el protector. Deterioro por el talón de cubierta / mal montaje. Deterioro por roce en el interior de la cubierta. Deterioro por cuerpos extraños. Mala selección de la cámara.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I E 1	Bajo
16	Transporte de cemento de tracto-bombona ruta Yura - Antauta	Personal del tracto bombona	Mecánicos: Neumáticos del Tracto-Bombona	Deterioro o desprendimiento de la válvula de inflado	Volcamientos, despistes, choques, atropellos	Golpes, contusiones, cortes, fracturas	Rodaje sin aire. Exceso de apriete / mal montaje. Mala posición del conjunto. Impacto con los tambores del freno.	Ley 29783, Art. 56. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.	x	x	Inspección de neumáticos tracto bombonas.	Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante toda la actividad.	I B 4	Excesivamente alto

Nota: Elaboración propia

**Tabla 25**  
*Controles adicionales – Evaluación de riesgo residual final*

N°	Controles Adicionales				Evaluación de Riesgo Residual Final				
	Eliminación	Sustitución	Ingeniería	Administración	EPPs	Severidad	Probabilidad	Nivel de Riesgo	Criticidad del riesgo
1			Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”			I	C	3	Alto
2			Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”			I	C	3	Alto
3			Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”			I	C	3	Alto
4			Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”			I	C	3	Alto
5			Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”			I	D	2	Mediano
6			Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”			I	D	2	Mediano
7			<b>Capacitación “Buen uso, control y mantenimiento del neumático”</b>			<b>I</b>	<b>D</b>	<b>2</b>	<b>Mediano</b>

8	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	C	3	Alto
9	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	C	3	Alto
10	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	D	2	Mediano
11	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	D	2	Mediano
12	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	D	2	Mediano
13	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	D	2	Mediano
14	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	D	2	Mediano
15	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	E	1	Bajo
16	Capacitación "Buen uso, control y mantenimiento del neumático"	I	C	3	Alto

Nota: Elaboración propia

## Evaluación del Riesgo MATRIZ DE PELIGROS

Con la señalización y reconocimiento de los peligros se considera que ya se tiene lo más básico para la elaboración de la matriz, sin embargo, para realizarla se deben tener en cuenta los controles que existen en el momento de la inspección por parte de la empresa ESSAC, estos controles pueden ser en la fuente, medio y trabajador.

**Tabla 26**

*Matriz de evaluación de riesgos*

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS		NIVEL DE PROBABILIDAD				
		No existen controles o Ha ocurrido varias veces más de 1 vez al año	Existen controles, pero estos no son adecuados o Ha ocurrido 1 vez al año	Existen controles adecuados, pero no se cumplen o Ha ocurrido en los 3 últimos años	Existen controles, son adecuados y se cumplen. No ha pasado hasta el momento	Existen controles, son los más adecuados y se cumplen. No ha pasado hasta el momento
SEVERIDAD		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Improbable	Prácticamente imposible que suceda
		A	B	C	D	E
Catastrófico	Lesiones que conducen a la muerte de la persona sometida al riesgo; pérdida de facultades físicas permanentemente, tales como: amputaciones, pérdida de los sentidos como sordera, daños psicológicos, lumbalgia, hipoacusia, entre otros.	4	4	3	2	1

<b>Critico</b>	Perdida de las facultades físicas temporalmente por: laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas, dermatitis, intoxicaciones, el tratamiento médico continua, o queda imposibilitado de laborar, luego de 24 horas de someterse al riesgo	<b>II</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Marginal</b>	Daños superficiales, cortes leves, magulladuras pequeñas, irritación en los ojos, molestias vagas, dolores de cabeza leves, quemaduras leves, solo requiere tratamiento médico ambulatorio, sin quedar imposibilitado de laborar, por necesidad de descanso médico, o con descanso no mayor de 24 horas.	<b>III</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Insignificante</b>	Primeros auxilios, tratamiento médico menor sin pérdida de días de trabajo	<b>IV</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Nota: Elaboración propia

## Tabla del Nivel de Control

**Tabla 27**

*Nivel de control*

CRITICIDAD DEL RIESGO		CRITERIO DE TOLERABILIDAD	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
Bajo	<b>1</b>	No se necesita moderar la acción correctiva. Se requieren hacer comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.	<b>1 MES</b>
Mediano	<b>2</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas en un momento determinado.	<b>0-72HORAS</b>
Alto	<b>3</b>	No debe empezar el trabajo, hasta que se haya reducido el riesgo. Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	<b>0-72HORAS</b>
Excesivamente alto	<b>4</b>	No debe empezar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, debe prohibirse el trabajo.	<b>0-24 HORAS</b>

Nota: Elaboración propia

**Tabla 28**

*Nivel de riesgo*

**Tabla del nivel de riesgo**

<b>IA</b>	<b>4</b>	Excesivamente alto
<b>IB</b>	<b>4</b>	Excesivamente alto
<b>IC</b>	<b>3</b>	Alto
<b>ID</b>	<b>2</b>	Mediano
<b>IE</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IIA</b>	<b>4</b>	Excesivamente alto
<b>IIB</b>	<b>4</b>	Excesivamente alto
<b>IIC</b>	<b>3</b>	Alto
<b>IID</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IIE</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IIIA</b>	<b>3</b>	Alto
<b>IIIB</b>	<b>3</b>	Alto
<b>IIIC</b>	<b>2</b>	Mediano
<b>IIID</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IIIE</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IVA</b>	<b>2</b>	Mediano
<b>IVB</b>	<b>2</b>	Mediano
<b>IVC</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IVD</b>	<b>1</b>	Bajo
<b>IVE</b>	<b>1</b>	Bajo

Nota: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIONES DE RESULTADOS**

#### **5.1. RESULTADOS**

##### **5.1.1 Análisis de resultados del estudio de las condiciones de neumáticos**

De la tabla 6 se observa lo siguiente:

- Los cuatro vehículos en la posición 1 y 2 no llevan neumáticos de la misma marca, ello indicará una señal de desgaste no uniforme.
- El vehículo 1 en las dimensiones del vehículo un índice de velocidad "L" que equivale a 120 km/h, a diferencia del resto de neumáticos que llevan un índice de velocidad "M" equivalente a 130 km/h. Ello indica más resistencia.
- Todas las ruedas metálicas "llantas" son de material aluminio, lo cual, indicará un desgaste uniforme.

En la tabla 7 se observa lo siguiente:

- El desgaste se da en casi todas las partes del neumático; es decir, en la banda de rodadura, en los flancos, en el interior de la cubierta, en la carcasa, etc. Ello indica que los neumáticos operan en toda su dimensión.

- .

### 5.1.2. Análisis de resultados de las condiciones viales de la ruta

De los resultados obtenidos se determina que la vía materia de estudio, presenta deficiencias o irregularidades en su estado. Esto de acuerdo a los resultados de la encuesta realizada por la empresa *Engineering Services*, además se reconoció las rutas de Yura hasta Antauta.

- **Yura – Patuasi:** Las condiciones viales se encuentran deterioradas, hay bastantes curvas cerradas, como también barrancos, derrumbes, subida y bajada en las vías.
- **Patahuasi – Imata:** Las condiciones viales se encuentra deterioradas, pistas rajadas, trochas en vías, también tiene varias pendientes, curvas, calaminato y subida y bajada se encuentra en la vía.
- **Imata – Santa Lucia:** Las condiciones viales se encuentran en buen estado, tiene pendiente, curvas y subidas.
- **Santa Lucia – Juliaca:** Las condiciones viales se encuentran en buen estado, tiene curvas y es pampa.
- **Juliaca- Check Point Minsur Juliaca:** Las condiciones viales se encuentran en buen estado.
- **Check Point Minsur Juliaca- Antauta:** Las condiciones viales se encuentran deterioradas, trochas, curvas cerradas, derrumbes y pendientes.

### **5.1.3. Análisis de los resultados de la determinación del efecto de las fallas y defectos presentes en neumáticos usados en bombonas en la seguridad vial de la ruta Yura – Antauta**

De acuerdo a los resultados obtenidos, la seguridad vial de la ruta Yura-Antauta, se ve afectada en el grado de identificación de peligros y evaluación de riesgos y medida de control de iper.

- **Yura - Patahuasi:** Se puede presentar cortes en la banda de rodamientos o rotura de la carcasa por el lado franco y puede ocasionar lo siguientes: volcamiento, despistes, choques y atropellos (nivel alto).
- **Patahuasi – Imata:** Se puede presentar neblinas, nieblas o temperaturas extremadamente fríos y puede ocasionar lo siguientes: volcamientos, despistes, choques y atropellos (nivel alto).
- **Imata – Santa Lucía:** Se puede presentar deterioro de reencauche o deterioro estructura de la cámara y puede ocasionar lo siguiente: despiste, choque y atropellos (nivel alto).
- **Santa Lucía – Juliaca:** Se puede presentar exceso de velocidad y puede ocasionar despiste, atropello a peatones y choque (nivel mediano).
- **Juliaca – Check Point Minsur Juliaca:** Se puede presentar atropellos a peatones (nivel bajo).
- **Check Point – Antauta:** Se puede presentar exceso de velocidad, deterioro de goma, corte banda de rodamiento y puede ocasionar volcamientos, despiste, choque y atropellos (nivel alto).

## **CONCLUSIONES**

Se identificó en forma teórica las condiciones de neumáticos en operación; asimismo, se elaboró los procedimientos de inspección, identificando el uso de elementos de protección personal en cada proceso y se determinó los necesarios para el trabajo realizado. Con un correcto seguimiento y control de instrumentos de medición se realizó una guía de las condiciones más comunes presentes en neumáticos, en la cual, realizando una descripción, toma de notas y captura en fotos de las condiciones verificadas durante la inspección.

Se determinó el trazo de la ruta Yura – Antauta, con un recorrido de ida que realizan las tracto-bombonas cargadas de material que comprende la siguiente ruta Yura - Patahuasi – Imata – Santa Lucia – Juliaca – Puesto de control“ U.M. San Rafael” Antauta con un total de 442 km de recorrido en un tiempo aproximado de 9 h a una velocidad promedio de 60 km/h, siendo el punto más bajo en el distrito de Yura con una altura de 2 590 msnm y el punto más alto en el distrito de Antauta con una altura de 4 500 msnm; asimismo, se elaboró cuestionarios de evaluación de ruta para los conductores con los siguientes resultados: Existen muchas deficiencias o irregularidades en el estado de la ruta trazada; existen puntos o tramos de concentración de accidentes por la ruta trazada; los trabajos de

mantenimiento, reparación o trabajos de conservación de asfalto son de forma escasa; los trabajos de mantenimiento en cuestión de señales del suelo, señales verticales y pintura del asfalto son de forma continua.

Se elaboró el estudio de la evolución de condiciones de neumáticos, gracias a los datos obtenidos en las inspecciones realizadas, mediante herramientas estadísticas y de análisis causa-raíz.

Se determinó y evaluó cada uno de los peligros que se presentan en el proceso de inspección de neumáticos, dentro de éstos los niveles de riesgo 1 están asociados a los peligros locativos un 50 % y biológicos 50 %; los niveles de riesgo 2 están asociados a los peligros ergonómicos un 25 %, químicos 25 %, locativos 25 % y psico-sociales 25%; los niveles de riesgo 3 están asociados a los peligros químicos 20 %, mecánicos 20 % y físicos 60 %.

Además, se determinó y evaluó cada uno de los peligros que se presentan en el proceso de transporte de cemento de tracto- bombona ruta Yura - Antauta, dentro de éstos los niveles de riesgo 1, riesgo 2, riesgo 3 y riesgo 4 están asociados a los peligros mecánicos en un 100 %.

## **RECOMENDACIONES**

La matriz de peligros es la herramienta base para identificar los factores que afectan la organización y proponer mejoras acertadas como inicio y eje de un programa, la no existencia de la misma, impide realizar mejoras acertadas y establecer los planes de actuación y mejora. Se proporciona una matriz de acuerdo a las visitas e inspecciones realizadas, pero es preciso hacer los cambios y actualizar cada vez que haya variación de procesos, áreas, personal, traslados, etc. Esto asegurará la continua puesta al día de la información del personal.

Es necesario establecer un fondo de recursos que se destinarán para las mejoras necesarias concernientes a seguridad y salud ocupacional, ya que, al no existir un plan de recursos, no se asegura el cumplimiento de las múltiples actividades que se deben ejecutar en la empresa.

Debido a que no fue posible verificar las evidencias como documentos que demuestren la realización y seguimiento de actividades en materia de seguridad, es sumamente importante comenzar a generar un sistema documental que sostenga y registre todo lo realizado para así comenzar a diseñar y mejorar las propuestas de mejora en torno a la salud y bienestar de la población trabajadora.

La alta gerencia debe mostrar un mejor respaldo y mostrar diligencia a la hora de establecer las medidas básicas en seguridad que se deben tomar para la realización de las inspecciones de neumáticos del tracto – bombonas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castillo, H. (2013). Análisis de riesgo de seguridad vial en la nueva carretera Costanera en el tramo Pueblo Nuevo (Ciudad de Ilo) – Fundición Southern Perú Copper Corporation (SPCC). [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú.

COMISARIADO EUROPEO DEL AUTOMÓVIL. (s.f.). Seguridad activa y pasiva del vehículo. Recuperado el 6 de octubre de 2019, <https://www.cea-online.es/blog/128-seguridad-activa-y-pasiva-del-vehículo>

CONAE. (s.f.). Manual de Información técnica de neumáticos [archivo PDF]. México D.F. Dirección de Transportes. [http://www.fivi.cat/archivos\\_fivi/manual\\_llantas.pdf](http://www.fivi.cat/archivos_fivi/manual_llantas.pdf)

Dávila, L. (2018). Diseño óptimo de tolva para semirremolque tipo bombona de 30 m<sup>2</sup> para la empresa Fama Andina S.A.C en la ciudad de Trujillo. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo-Perú.

Fernández, J., Tafur, J. y Palacios, M. (2011). Propuesta de un modelo para

la gestión de los neumáticos de una flota de vehículos. En “5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management”. XV Congreso de Ingeniería de Organización, CIO2011, 07/09/2011 - 09/09/2011, Cartagena, España. pp. 646-651.

Meneses Huari, Walter. (2018). Evaluación de neumáticos en la flota de volquetes FMX para reducir costos de mantenimiento, en Compañía Minera Casapalca S.A. [Tesis de pregrado]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.

MINSUR. (s.f.). Planta de fundición y refinería de Pisco. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de <http://www.minsur.com/nuestras-operaciones/planta-de-fundicion-y-refineria-de-pisco>

MINSUR. (s.f.). Como se obtiene el estaño. Infografía. Recuperado el 9 de marzo de 2019, de <http://www.minsur.com/wp-content/uploads/pdf/INFOGRAFIA-Proceso-de-Planta-Estaño.pdf>

MINSUR. (24 de mayo de 2017). Proyecto B2 de la UM San Rafael [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=1\\_YvN9Euxno](https://www.youtube.com/watch?v=1_YvN9Euxno)

MINSUR. (s.f) Unidad Minera San Rafael. Proceso productivo. Recuperado el 23 de abril de 2019, de <https://www.minsur.com/nuestras-operaciones/unidad-minera-san-rafael/proceso-productivo/>

Neumático. (s.f). Wikipedia. Recuperado el 22 de mayo de 2019, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Neumático>

NTP 300.001. (28 de junio de 2012). Norma Técnica Peruana 300.001: Neumáticos: Definiciones y clasificaciones. Comisión de Normalización Fiscalización de Barreras Comerciales no arancelarias. Normas Legales nro. 469188. Diario Oficial El Peruano.

Paucar, B. y Tacuri, L. (2015). Estudio de las condiciones que generan un desgaste anormal de los neumáticos radiales para vehículos pesados que impiden su reutilización como base para el reencauche. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca-Ecuador.

Ríos, H. (2012). Sostenimiento con shortcrete robotizado en la Mina Carahuacra. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

RITRAN. (13 de abril de 2018). Reglamento Interno de Tránsito Unidad Minera "San Rafael" R-SR- SSO-02. Estándares de seguridad. Lima-Perú.

Rojas, R. (2015) Diseño e implementación de un sistema para el control y mantenimiento de los neumáticos de la empresa Vías del Austro. [Tesis de pregrado]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca

- Sandoval, B. (2017). Optimización del sistema de suspensión para disminución del desgaste en los neumáticos en el tractor-bombona, en el consorcio Río Mantaro. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Tarazona, A. (2018). Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares. Asociación Automotriz del Perú.
- UNICON. (s.f.). Concreto para minería. Recuperado de <http://www.unicon.com.pe/principal/categoria/para-mineria/129/c-129>.
- Urueta Puello, J., Valenzuela Arrieta, E. (2005). Modelo general de análisis causa raíz de fallas y desgastes irregulares de llantas en la flota de transporte de mercancías Coordinadora Mercantil S.A. [Tesis pregrado]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Departamento de Ingeniería Mecánica. Cartagena de Indias D.T. y C. Cartagena-Colombia.
- Virhuez, J. y Salcedo del Castillo, M. (2008). Sistema de control post venta de neumáticos. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú.
- Zamora García, Héctor. (2019). Reducción de costos en operación de maquinaria pesada en minera Yanacocha Cajamarca mediante el incremento de la vida útil de neumáticos, 2018 . [Tesis

pregrado]. Repositorio institucional de la Universidad César  
Vallejo. Chiclayo-Perú

# **ANEXOS**

## ANEXO 01: TRAZABILIDAD DE NEUMÁTICOS

# ESPECIFICACIONES 9200®

VEHÍCULO	REMOLCADOR
MARCA	INTERNATIONAL®
MODELO	9200I SBA 6X4
CABINA	Techo Bajo con Litera
Peso Bruto	60,000 Lb (27,215 Kg)
Peso Seco	17,205 Lb (7,804 kg) Aprox.
No. Proposal	17543-01



Foto de referencia

### MOTOR

Marca - Modelo	CUMMINS - ISX-450
Cilindrada	14.9 L
Nº Cilindros	6
Combustible	DIESEL
Alimentación	Turbo-cargado Postenfriado
Potencia	450HP@1800RPM
Torque	1650 lb-ft@1200 RPM
Norma de Emisiones	EPA98
Inyección	Alta Presión de Inyección (HPI-TP)
Freno de Motor	Inferbrake (3 Tiempos)

### TRANSMISIÓN

Marca	FULLER
Modelo	RTL0(F)-16918B
Tipo	Mecánica. Con bomba interna de lubricación y enfriador.
Nº de velocidades	18 Vel. con doble Overdrive y 03 de reversa.
Traacción	6x4

### DIRECCIÓN

Marca	Sheppard
Modelo	M-100
Tipo	Hidráulica

### EMBRAGUE

Marca	Easton Fuller
Díámetro	15.5"
Tipo	Bi-Disco, mecánico, cerámico.
Torque	1700 Lb-ft

### FRENOS DE SERVICIO

Tipo	100% Neumático. Con ABS (Bendix AntiLock Brake System) y ATC (Automatic Traction Control).
Delantero	Tambor y zapata 16.5" x 5.0"
Posterior	Tambor y zapata 16.5" x 7.0"
Filtro Secador	Bendix AD-9, con secador
Compresor de Aire	Cummins 18.7 CFM de capacidad

### EJES

<b>Eje delantero</b>	
Marca	Meritor
Modelo	MFS-14-143A Wide Track.
Capacidad	14,000 Lb (6,350 Kg)

### Eje posterior

Marca	Meritor
Modelo	RT-46-164P Wide track. Con bomba de lubricación y bloqueo de diferencial delantero-posterior y posterior-posterior.
Capacidad	46,000 Lb (20,865 Kg)
Ratio de Corona	4,56

### SUSPENSIÓN DELANTERA

Marca	INTERNATIONAL
Tipo	Muelles parabólicos, taper leaf, con amortiguadores.
Capacidad	14,000 Lb (6,350 Kg).

### SUSPENSIÓN POSTERIOR

Marca	Hendrickson
Modelo	HAS-460-55"
Tipo	Bolsas de aire. De 55" de espacio entre ejes. Capacidad de 46,000 Lb.

### CABINA

Tipo	Convencional Low - Roof (techo bajo) de 51". Con camarote.
Material	Aluminio
Asientos	Piloto y copiloto con suspensión de aire, respaldar alto, material vinyl, ajustables.

### INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS

Tablero	Velocímetro, tacómetro, odómetro, horómetro, indicador digital de recorrido, indicador de temperatura de aceite de motor, transmisión y coronas.
	Aire acondicionado.
Audio	Radio CD/ FM/ AM.
Alarma	De retroceso, audible y luz de diodo.

### AROS - NEUMÁTICOS

Aros delanteros	De disco, de aluminio, 8.25 x 22.5"
Aros posterior	De disco de aluminio 13.00 x 22.5"
Neumáticos delanteros	12R22.5, 16 Pliegues
Neumáticos posterior	425/65R22.5, 20 Pliegues

### QUINTA RUEDA

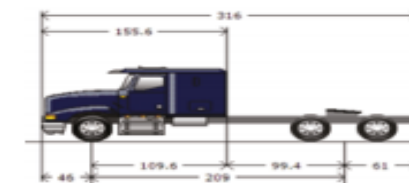
Marca/Modelo	Fontaine/SL7FMA-D69-3
Tipo	Fija
King Pin	2"

### TANQUE DE COMBUSTIBLE

Tanque de combustible	02 de 120 Gal (454 L), total 240 Gal (908 L)
Material	Aluminio
Tipo	Circular de 24" de diámetro, montadas al lado izquierdo y derecho debajo de la cabina.

### DIMENSIONES

Largo Cabina	155.6" (3.95 m)
Longitud Total	316" (8.02 m)
Distancia entre Ejes	209" (5.30 m)



\* Dimensiones expresadas en pulgadas

OFICINA LIMA: Calle Los Cipreses 420 Urb. Los Ficus - Santa Anita  
OFICINA AREQUIPA: Via Evitamiento Km. 3.9 - Cerro Colorado  
OFICINA TRUJILLO: Av. Todoroo Velázquez 1091

CENTRAL TELEFÓNICA  
**(01) 604 - 3360**

Tabla 29

A 1 matriz operacional de las variables de investigación.

N°	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UN. DE MEDIDA	ESCALA	VALORES	INSTRUMENTO
01	Idoneidad para el tránsito de la ruta Yura – Antauta.	Características presentadas en los diferentes tramos de la ruta Yura – Antauta	Forma, tipo de superficie de rodamiento y riesgo en los diferentes tramos de la ruta Yura - Antauta	Forma de los diferentes tramos de la ruta Yura – Antauta.	Índice de evaluación de la forma del tramo del conductor	Puntaje	Intervalo	0: Tramo recto 1: Curva suave 2: Curva pronunciada 3: Curva sumamente pronunciada	Cuestionario
				Tipo de superficie de rodamiento en los diferentes tramos de la ruta Yura - Antauta	Coficiente de fricción de la superficie de rodamiento	-	Intervalo	0: Deslizamiento 1: Rugosidad.	Investigación teórica
				Nivel de riesgo por tramo recorrido de la ruta Yura – Antauta.	Índice de confort del conductor	Puntaje		0: Tramo cómodo. 1: Tramo con cierta incomodidad al transitar. 2: Tramo incómodo.	Cuestionario
					Índice de riesgo por tramo	Puntaje	Intervalo	0-4: Riesgo leve 5-7: Riesgo moderado 8-10: Riesgo crítico	Estimación
	Índice de sensación de del conductor	0: Tramo rutinario, sin sobresaltos 1: Tramo a poner mayor concentración. 2: Tramo de mucho cuidado.	Cuestionario						
02	Estado previo de los neumáticos al momento de la inspección en el Puesto de Control.	Características previas presentadas en los neumáticos, en inspecciones anteriores.	Profundidad del dibujo (cocada) y defectos visualmente identificables en inspecciones anteriores.	Estado de la cocada	Medida de la profundidad de cocada	Milímetros (mm)	Intervalo	Menor a 5 mm: Inaceptable Mayor igual a 5 mm: Aceptable	Medición directa de acuerdo a procedimiento.
				Presión de inflado	Nivel de presión actual	PSI		De acuerdo a manual del fabricante	
				Defectos en neumáticos	Índice inicial de seguridad del neumático	Puntaje		0-4: Crítico 5-10: Aceptable	Observación

Nota: Elaboración propia

**Tabla 30**

*A 2 matriz operacional de las variables de investigación*

N°	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UN. DE MEDIDA	ESCALA	VALORES	INSTRUMENTO
02	Estado actual de los neumáticos al realizar la inspección de ingreso en el Puesto de Control.	Características presentes en los neumáticos durante la inspección de ingreso al Puesto de Control	Profundidad del dibujo (cocada) y defectos visualmente identificables en en inspecciones anteriores.	Estado de la cocada	Medida de la profundidad de cocada	Milímetros (mm)	Intervalo	Menor a 5 mm: Inaceptable Mayor igual a 5 mm: Aceptable	Medición directa de acuerdo a procedimiento.
				Presión de inflado	Nivel de presión actual	PSI		De acuerdo a manual del fabricante	
				Defectos en neumáticos	Índice inicial de seguridad del neumático	Puntaje		0-4: Crítico 5-10: Aceptable	Observación
03	Estado final de los neumáticos al realizar la inspección de salida en el Puesto de Control.	Características presentes en los neumáticos durante la inspección de salida al Puesto de Control	Profundidad del dibujo (cocada) y defectos visualmente identificables en en inspecciones anteriores.	Estado de la cocada	Medida de la profundidad de cocada	Milímetros (mm)	Intervalo	Menor a 5 mm: Inaceptable Mayor igual a 5 mm: Aceptable	Medición directa de acuerdo a procedimiento.
				Presión de inflado	Nivel de presión actual	PSI		De acuerdo a manual del fabricante	
				Defectos en neumáticos	Índice inicial de seguridad del neumático	Puntaje		0-4: Crítico 5-10: Aceptable	Observación
04	Valoración de cada condición identificada de acuerdo al peligro y riesgo que representan para la seguridad vial en la ruta Yura – Antauta.	Valoración del riesgo de las condiciones identificadas en los neumáticos del vehículo durante la inspección en el Puesto de Control y su relación a los tramos de la ruta Yura – Antauta.	Nivel de riesgo de las condiciones identificadas en los neumáticos durante las inspecciones y su relación a los tramos de la ruta Yura – Antauta.	Nivel de riesgo de cada condición identificada	Índice de riesgo de condición	Puntaje	Intervalo	0-3: Crítico 4-7: Moderado 7-10: Leve	Herramientas estadísticas y de análisis causa y efecto

Nota: Elaboración propia

**Tabla 31**

**A.3. actividades planificadas para la realización de la investigación**

N°	VARIABLES RELACIONADAS	ACTIVIDADES	ACCIONES RELACIONADAS	POBLACIÓN Y MUESTRA
1.	1.1 Estado previo de los neumáticos al momento de la inspección en el Puesto de Control 1.2 Estado actual de los neumáticos al realizar la inspección de ingreso en el Puesto de Control. 1.3 Estado final de los neumáticos al realizar la inspección de salida en el Puesto de Control.	Verificación de las condiciones en neumáticos en el Puesto de Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación teórica de las condiciones de neumáticos en operación.</li> <li>• Preparación de los procedimientos de inspección, que incluya metodología orientada a la seguridad en el trabajo.</li> <li>• Inspección visual de las condiciones de neumáticos, de acuerdo al procedimiento de inspección.</li> <li>• Descripción, toma de notas y captura en fotos de las condiciones verificadas durante la inspección.</li> <li>• Marcaje del neumático para el seguimiento de la trazabilidad.</li> </ul>	POBLACIÓN: Bombonas utilizadas para el transporte de cemento a granel.  MUESTRA: Se tomará una muestra representativa luego de evaluar el flujo vehicular histórico.
2.	1.4 Idoneidad para el tránsito de la ruta Yura – Antauta.	Verificación de las condiciones relacionadas a la ruta Yura – Antauta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del mapa de la ruta Yura – Antauta.</li> <li>• Preparación de los cuestionarios de evaluación para los conductores</li> <li>• Realización de los cuestionarios</li> <li>• Compilación del resultado de los cuestionarios.</li> </ul>	POBLACIÓN: Conductores de las bombonas utilizadas para el transporte de cemento a granel.  MUESTRA: De valor equivalente al del punto anterior.
3.	1.5 Valoración de cada condición identificada de acuerdo al peligro y riesgo que representan para la seguridad vial en la ruta Yura – Antauta	Trabajo de gabinete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de la evolución de condiciones del neumático, mediante herramientas estadísticas y de análisis causa-efecto</li> <li>• Asignación del nivel de riesgo de cada condición.</li> <li>• Vinculación de cada condición con tramo recorrido (si aplica)</li> </ul>	POBLACIÓN: Condiciones identificadas en neumáticos.  MUESTRA: Se fijará de acuerdo a la frecuencia de la condición.

Nota: Elaboración propia

**Tabla 32****A.4. equipamiento para la realización de las actividades planificadas en la investigación**

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>IMPLEMENTOS Y EQUIPOS</b>	<b>EPP</b>
1.	Verificación de las condiciones en neumáticos en el Puesto de Control.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ordenador personal con conexión a internet.</li><li>• Procedimiento de inspección de neumáticos.</li><li>• Medidor de profundidad de cocada.</li><li>• Cámara fotográfica de resolución aceptable/alta.</li><li>• Punzón o desarmador convencional.</li><li>• Material de escritorio (Notas de apuntes, lapiceros, corrector, resaltador, engrapadora)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Casco.</li><li>• Lentes de seguridad</li><li>• chaleco reflectante.</li><li>• Guantes de trabajo.</li><li>• Zapatos de seguridad.</li></ul>
2.	Verificación de las condiciones relacionadas a la ruta Yura – Antauta.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ordenador personal con conexión a internet.</li><li>• Software GIS (Google Maps®)</li><li>• Cuestionarios de evaluación al conductor.</li><li>• Material de escritorio (Notas de apuntes, lapiceros, corrector, resaltador, engrapadora)</li><li>• Ordenador personal con conexión a internet.</li></ul>	No aplica
3.	Trabajo de Gabinete	<ul style="list-style-type: none"><li>• Material de escritorio (Notas de apuntes, lapiceros, corrector, resaltador, engrapadora)</li><li>• Ordenador personal con conexión a internet.</li><li>• Software estadístico (Microsoft Excel®)</li></ul>	No aplica

Nota: *Elaboración propia*





**Tabla 34****A.6. presupuesto estimado para la realización de la investigación**

N°	ÍTEM REQUERIDO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	SUBTOTAL (S/.)
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				
1.	Medidor de profundidad de cocada electrónico	1	100.00	100.00
2.	Punzón o desarmador convencional	1	35.00	35.00
<b>MATERIAL DE ESCRITORIO</b>				
3.	Lapiceros <i>Faber – Castell</i> (pack 12 un.)	2	8.20	16.40
4.	Cuaderno <i>Justus</i> (80 hojas cuadriculadas)	2	2.90	5.80
5.	Paquete de folios de papel <i>Chamex</i> 75g.	1	10.40	10.40
6.	Corrector tipo lapicero <i>Artesco</i>	2	1.90	3.80
7.	Laptop	2	2000.0	2000.0
8.	Engrapador <i>Artesco</i> 22H M-515 - AZUL	1	8.90	8.90
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)</b>				
9.	Casco <i>3M</i> blanco	1	29.90	29.90
10.	Chaleco reflectante naranja L <i>SM</i>	1	49.90	49.90
11.	Guantes de hilo con palma de caucho <i>Dewait</i>	1	13.90	13.90
12.	Botas de seguridad Ranger <i>Werken</i>	1	79.90	79.90
13.	Lentes de seguridad luna clara <i>3M</i>	2	6.90	13.80
14.	Lentes de seguridad luna oscura <i>3M</i>	2	6.90	13.80
<b>TOTAL (S/.)</b>				<b>2387.70</b>

Nota: *Elaboración propia (2019), en base a Mercadolibre.com, Tailoy.com.pe y Promart.pe*

**Tabla 35**

*Relación de vehículos con carrocería tipo bombona de la Unidad Minera San Rafael*

N°	PLACA DEL VEHICULO	MARCA	MODELO
1	V6B – 857 / F36- 855	Volvo	VNL – G4T
2	AVI – 974 / C8J – 973	Internacional	FH – 12
3	V7T – 876 / F1Q – 980	DAF	CVN-32T
4	V5A – 7471 FON – 999	Freightliner	CL -720
5	VOT – 7731 F3H-971	Scania	CL 720
6	VOO-911 / VDX-971	Mack	CXV-613E
7	V9G – 755 / ANK – 976	Mercedes	UNL – 64T
8	V7K – 8601 D9P – 986	Kenworth	FH 12 x62T
9	AXB – 733/VCD-997	Volvo	FH 6X4T

Nota: Elaboración propia

**Aplicación de los neumáticos según la clasificación de los vehículos señalando en los que utilizan como carrocerías tipo bombona**

Los neumáticos que se utilizan en las bombonas, es decir tanto en el vehículo remolcador como en el semirremolque, son utilizados para:

- Transporte de cemento a granel
- Transporte de cemento en bolsas
- Transporte de material de construcción
- Transporte de harina
- Transporte de alimentos balanceados

De acuerdo a las estadísticas, cada neumático se desecha, luego de realizar 10 viajes (ida y vuelta), siendo el tramo de ida o vuelta de 2 km, por lo que cada neumático tendrá un recorrido útil antes de desecharse de  $10 \times 4 = 40$  km.

Entonces:

$$- \text{Costo por Kilometro de Recorrido} = \frac{\text{Costo total del Neumatico}}{\text{Recorrido Util}} \quad [10]$$

- De la expresión 10, se obtiene los datos de la tabla 9.

**Tabla 36**

Costo de neumáticos por Kilómetro recorrido

N°	MARCA DE NEUMÁTICA	COSTO UNITARIO [S/.]	COSTO POR KILÓMETRO RECORRIDO, [S/.]
1		1200	30
2		1000	25
3		800	20
4		600	15

Nota: Elaboración propia

### Cclasificación general de todos los vehículos de carga

Según el DS N° 058 – 2003 – MTC, la categoría “N” corresponde a los vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros, o comúnmente conocidos como “Vehículos de carga”. En base a ello, los vehículos de carga pertenecientes a la categoría “N” se clasifican en:

N1 – Vehículos de Peso bruto Vehicular (PBV) de 3, 5 t o menos.

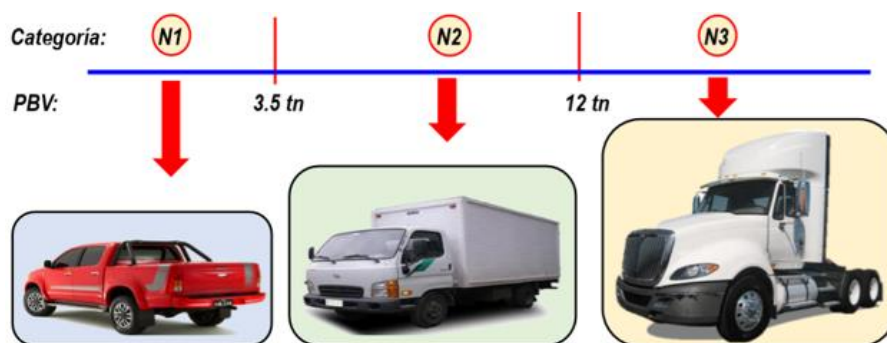
N2 - Vehículos de Peso bruto Vehicular mayor a 3, 5 t hasta 12 t.

N3 - Vehículos de Peso bruto Vehicular mayor a 12 t.

Gráficamente la clasificación se visualiza en la siguiente figura:

**Figura 62.**

*Clasificación de vehículos de carga*



**Nota:** Tarazona A. (2018)