

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS**

**“PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR  
LA OPERATIVIDAD DE VEHÍCULOS EN LA COMPAÑÍA DE  
BOMBEROS “TACNA” N° 24, REGIÓN TACNA – AÑO 2024”**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JUANDIEGO EMILIO CORNEJO CUTIPA**

**TACNA – PERÚ**

**2025**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR  
LA OPERATIVIDAD DE VEHÍCULOS EN LA COMPAÑÍA DE  
BOMBEROS “TACNA” N° 24, REGIÓN TACNA – AÑO 2024”**

Tesis sustentada y aprobada el 21 de noviembre del 2025; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mag. OSCAR ALFREDO CÁRDENAS RIVEROS**

**SECRETARIO : Mag. MANUEL ALONSO RODRÍGUEZ GODÍNEZ**

**VOCAL : M Sc. JOSÉ RAFAEL BAZÁN BERENGUEL**

**ASESOR : Mag. JESÚS ALBERTO MONTOYA LÓPEZ**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Juandiego Emilio Cornejo Cutipa, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI N° 70943882, así como Jesús Alberto Montoya López con DNI N° 29727292; declaramos en calidad de autor y asesor que:

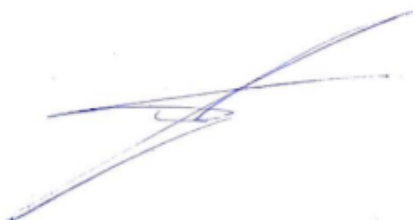
1. Somos autores de la tesis titulada "*Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24, región Tacna – año 2024*", la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Industrial*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a La Universidad y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, acepto todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de mis acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 21 de noviembre del 2025



Juandiego Emilio Cornejo Cutipa  
DNI:70943882



Jesús Alberto Montoya López  
DNI:29727292

## DEDICATORIA

A mis padres Mery y Christian, por permitirme llevar mis estudios e Ingeniería industrial durante estos años, incentivándome a la búsqueda de grandes objetivos y mejora tanto personal como profesional.

A mi abuela Celia Romero Ramos y al Ing. Abel Fernández Maurial, que fueron mis grandes guías de la persona que soy, seré y aspiraré siempre gracias a sus enseñanzas. Siempre los llevaré conmigo.

A mi querida Krissna, por ser quien me ha motivado día a día y acompañado en todo este trayecto de estudios y titulación.

Juandiego Emilio Cornejo Cutipa

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a la Benemérita y Heroica Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24, por permitirme realizar mi investigación en donde he recibido las mejores anécdotas y experiencias.

Agradezco a mi asesor Mgr. Jesús Montoya López por su conocimiento, orientación y permitirme avanzar y concluir con todo el proceso de titulación.

Al Dr. Royer Casto Huarachi, por los consejos y guía en el ámbito profesional y laboral.

A todos los que me han apoyado directamente con sus palabras de aliento y motivación.

Juandiego Emilio Cornejo Cutipa

## INDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Formulación del problema .....	6
1.2.1. Problema general .....	6
1.2.2. Problemas específicos .....	6
1.3. Justificación e importancia .....	6
1.3.1. Justificación metodológica.....	6
1.3.2. Justificación social.....	6
1.3.3. Justificación económica.....	7
1.3.4. Importancia.....	7
1.4. Objetivos .....	7
1.4.1. Objetivo general .....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Hipótesis .....	8
1.5.1. Hipótesis general.....	8
1.5.2. Hipótesis específica.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1. Internacionales.....	9
2.1.2. Nacionales .....	10
2.2. Bases Teóricas .....	12
2.2.1. Mantenimiento .....	12
2.2.1. Operatividad .....	19
2.3. Definición de términos .....	22
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	23

3.1. Diseño de la investigación .....	23
3.2. Materiales e instrumentos .....	23
3.2.1. Técnica .....	23
3.2.2. Instrumentos .....	23
3.3. Población y muestra de estudio .....	24
3.3.1. Unidad de Estudio.....	24
3.3.2. Población .....	24
3.3.3 Muestra.....	24
3.3. Operacionalización de variables.....	24
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico .....	26
3.5.1 Técnicas de recolección de datos .....	26
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos .....	26
3.5.3. Procesamiento y análisis de información .....	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	27
4.1 Trabajo de Campo.....	27
4.2 Diseño e interpretación de los datos .....	27
4.3 Interpretación de resultados .....	28
4.4 Comprobación de hipótesis .....	38
4.5 Propuesta de mejora .....	45
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	86
CONCLUSIONES .....	88
RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	90
ANEXOS.....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticas de emergencias clasificadas a nivel nacional.....	2
Tabla 2. Estadísticas de emergencias a nivel nacional por comandancias .....	3
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	25
Tabla 4. Estadísticos descriptivos para la variable mantenimiento .....	28
Tabla 5. Rango de calificación aplicado a la variable mantenimiento .....	28
Tabla 6. Estadísticos descriptivos para la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento .....	29
Tabla 7. Rango de calificación aplicado a la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento .....	30
Tabla 8. Estadísticos descriptivos para la dimensión verificación del mantenimiento .	31
Tabla 9. Rango de calificación aplicado a la dimensión verificación del mantenimiento .....	31
Tabla 10. Estadísticos descriptivos para la dimensión mantenimiento productivo total .....	32
Tabla 11. Rango de calificación aplicado a la dimensión mantenimiento productivo total.....	33
Tabla 12. Estadísticos descriptivos para la variable operatividad .....	34
Tabla 13. Rango de calificación aplicado a la variable operatividad .....	34
Tabla 14. Estadísticos descriptivos para la dimensión mantenibilidad .....	35
Tabla 15. Rango de calificación aplicado a la dimensión mantenibilidad .....	35
Tabla 16. Estadísticos descriptivos para la dimensión disponibilidad .....	36
Tabla 17. Rango de calificación aplicado a la dimensión disponibilidad .....	37
Tabla 18. Estadísticos descriptivos para la dimensión confiabilidad .....	37
Tabla 19. Rango de calificación aplicado a la dimensión confiabilidad .....	38
Tabla 20. Prueba de normalidad.....	39
Tabla 21. Correlación entre el mantenimiento y la operatividad.....	40
Tabla 22. Resumen del modelo de Hipótesis General .....	40
Tabla 23. Anova de hipótesis general .....	40
Tabla 24. Coeficientes de hipótesis general .....	41
Tabla 25. Correlación entre la continuidad de ejecución del mantenimiento y la operatividad .....	41
Tabla 26. Resumen del modelo de hipótesis específica 1 .....	41
Tabla 27. Anova de hipótesis específica 1 .....	42
Tabla 28. Coeficientes de hipótesis específica 1 .....	42

Tabla 29. Correlación entre la verificación del mantenimiento y la operatividad .....	43
Tabla 30. Resumen del modelo de hipótesis específica 2 .....	43
Tabla 31. Anova de hipótesis específica 2.....	43
Tabla 32. Coeficientes de hipótesis específica 2 .....	44
Tabla 33. Correlación entre la verificación del mantenimiento productivo total y la operatividad .....	44
Tabla 34. Resumen del modelo de hipótesis específica 3.....	44
Tabla 35. Anova de hipótesis específica 3.....	45
Tabla 36. Coeficientes de hipótesis específica 3 .....	45
Tabla 37. Unidades pertenecientes a la compañía de bomberos "Tacna" N° 24 .....	46
Tabla 38. Indicadores de OEE en la unidad ambulancia 24.....	48
Tabla 39. Indicadores de OEE en la unidad escala 24 .....	48
Tabla 40. Indicadores de OEE en la unidad máquina 24 .....	49
Tabla 41. Indicadores de OEE en la unidad auxiliar 24 .....	49
Tabla 42. Indicadores de OEE en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24.....	50
Tabla 43. Clasificación del OEE según porcentaje obtenido.....	50
Tabla 44. Indicadores de gestión administrativos .....	56
Tabla 45. Indicadores de gestión en seguridad y medio ambiente.....	59
Tabla 46. Indicadores de gestión en mantenimiento autónomo .....	65
Tabla 47. Propuesta de indicadores a implementar .....	82
Tabla 48. Indicadores de mejora proyectado .....	83
Tabla 49. Costo de Implementación del TPM en la Compañía de Bomberos Tacna N° 24.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa de la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24 .....	4
Figura 2. Representación gráfica de barras para la variable mantenimiento.....	29
Figura 3. Representación gráfica de barras para la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento .....	30
Figura 4. Representación gráfica de barras para la dimensión verificación del mantenimiento .....	32
Figura 5. Representación gráfica de barras para la dimensión mantenimiento productivo total .....	33
Figura 6. Representación gráfica de barras para la variable operatividad .....	34
Figura 7. Representación gráfica de barras correspondiente a la dimensión mantenibilidad.....	36
Figura 8. Representación gráfica de barras correspondiente a la dimensión disponibilidad.....	37
Figura 9. Representación gráfica de barras correspondiente a la dimensión confiabilidad.....	38
Figura 11. Organigrama propuesto para la compañía de bomberos "Tacna" N° 24....	52
Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de solicitud de mantenimiento.....	53
Figura 13. Cronograma propuesto de charlas en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24.....	60
Figura 14. Parte diario de funciones .....	63
Figura 15. Mantenimiento preventivo por kilometraje.....	67
Figura 16. Mantenimiento preventivo por horómetro para unidades escala .....	69
Figura 17. Mantenimiento Preventivo por Horómetro para Unidades Escala .....	70
Figura 18. Control de operatividad de vehículos .....	72
Figura 19. Checklist de unidades .....	74
Figura 20. Checklist de sistema hidráulico para unidades con escala o grúa pluma...	76
Figura 21. Checklist de cuerpo bomba para unidades de agua .....	77
Figura 22. Ficha técnica de historial de mantenimiento .....	79
Figura 23. Cronograma de Capacitaciones Especializadas .....	81

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia .....	97
Anexo 2. Instrumento para el levantamiento de información.....	98
Anexo 3. Resultados de la encuesta.....	100
Anexo 4. Confiabilidad de instrumentos.....	128
Anexo 5. Validación de expertos .....	141

## RESUMEN

El mantenimiento dentro de las instituciones o empresas tanto públicas como privadas es de las áreas de soporte más importante frente a las diversas situaciones que pueda afrontar una empresa para su continuidad en producción o servicio, la tesis se enfoca en la propuesta de mantenimiento tomando las bases del Mantenimiento Productivo Total en la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 024 en la Región de Tacna, Perú. La motivación surge debido a una de las grandes problemáticas que tienen los bomberos en cuanto a la atención de emergencias, ya sea por las deficiencias en cuanto a personal, equipamiento, herramientas o en principal, la correcta gestión de la flota vehicular. La metodología adoptada se basó en la realización de encuestas a los bomberos de la compañía a estudiar, abarcando bomberos voluntarios y personal rentado. Los resultados obtenidos revelan que el mantenimiento en la compañía de bomberos “Tacna” N° 024 es regular en sus dimensiones de continuidad y verificación. Es así como la investigación representa un esfuerzo significado por promover la práctica de una correcta gestión del mantenimiento en la compañía de bombero Tacna N° 024 en la Región Tacna. La implementación de la propuesta de mantenimiento es considerado y viable ya que tomará resultados óptimos para la compañía aumentando la confiabilidad de los vehículos, mejorando la toma de decisiones para su disponibilidad y mantenibilidad.

**Palabras clave:** Mantenimiento; Mantenimiento Productivo Total; Operatividad; Confiabilidad; Disponibilidad,

## ABSTRACT

Maintenance within both public and private institutions or companies is one of the most important support areas for the various situations a company may face to maintain its production or service. This thesis focuses on a maintenance proposal based on Total Productive Maintenance at Fire Company "Tacna" No. 024 in the Tacna Region, Peru. The motivation arises from one of the major problems firefighters faces in responding to emergencies, whether due to deficiencies in personnel, equipment, tools, or, primarily, proper management of the vehicle fleet. The methodology adopted was based on surveys among firefighters at the company under study, including both volunteer and paid firefighters. The results reveal that maintenance at Fire Company "Tacna" No. 024 is average in terms of continuity and verification. Thus, this research represents a significant effort to promote the practice of proper maintenance management at Tacna Fire Company No. 024 in the Tacna Region. Implementing this maintenance proposal is considered feasible as it will yield optimal results for the company by increasing vehicle reliability and improving decision-making regarding vehicle availability and maintainability.

**Keywords:** Maintenance; Total Productive Maintenance; Operability; Reliability; Availability

## INTRODUCCIÓN

La finalidad de este proyecto es ejecutar el estudio del mantenimiento y la operatividad en la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24, situada en la Región Tacna, centrándose en la evaluación de la gestión del mantenimiento en las unidades de bomberos. En la actualidad el mantenimiento en las unidades de bombero es tan necesarias tanto para la población como para las distintas actividades que se presenten en la ciudad. Entonces, ¿Qué efecto tiene la ejecución del plan de mantenimiento en el aumento de la operatividad de los vehículos de la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24, en la región Tacna, durante el año 2024?

Analizando el impacto de las diferentes dimensiones del mantenimiento en la operatividad para la atención de emergencias de la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24, situada en la región Tacna, se organizó en cinco capítulos:

El primer capítulo describe la problemática abordada, incluyendo su formulación, la justificación del estudio, los antecedentes y definiendo de los términos fundamentales.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico que aborda conceptos relacionados con el Mantenimiento y la Operatividad.

En el tercer capítulo explica la metodología empleada, indicando el tipo y diseño de la investigación, la población analizada, la operacionalización de las variables y los instrumentos utilizados para recopilar la información.

El cuarto capítulo aborda los resultados obtenidos a través del instrumento aplicado comprobando las hipótesis.

El quinto capítulo incluye la interpretación de resultados y su discusión, estableciendo comparaciones con estudios anteriores.

Finalmente se presentan las conclusiones extraídas, junto con las recomendaciones sugeridas, las fuentes bibliográficas y los anexos del estudio.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

En América Latina, los servicios de atención a emergencias cumplen un rol importante en los diferentes países y ciudades, con la función principal de ser la primera respuesta ante emergencia, salvamento de vida, control y extinción de incendios, etc. A pesar de ello, cada país maneja diferentes instituciones y alcances específicos, algunos únicamente voluntarios, otros militarizados y en algunos países remunerados.

En el Perú, el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP), está integrado por Voluntarios activo y personal asimilado, quienes prestan sus servicios sin recibir compensación económica, que no tienen la condición de servidores ni funcionarios públicos. Esta organización cuenta con una estructura conformada por 20 comandancias departamentales y más de 200 compañías distribuidas a nivel nacional. Para cumplir con sus funciones y responder eficazmente ante emergencias, estas unidades cuentan con vehículos operativos, equipos técnicos, herramientas adecuadas y procesos de formación continua.

**Tabla 1**

*Estadísticas de emergencias clasificadas a nivel nacional*

Tipo de emergencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Total
Incendios	1286	966	902	908	797	985	1185	1370	1239	1088	921	11647
Fugas de gas licuado	538	479	484	478	502	569	617	603	596	579	471	5916
Emergencias médicas	2598	2385	2972	2985	2529	2818	2746	2878	2843	2708	2345	29807
Rescates	3175	344	363	320	357	309	349	330	329	325	271	3614
Derrame de productos	5	3	10	10	8	6	3	6	10	6	6	73
Corto circuito	139	134	160	149	168	167	197	194	196	196	179	1879
Servicios especiales	333	504	313	351	561	377	499	393	442	624	438	4835
Accidentes vehiculares	1150	1161	1205	1088	1007	1147	1127	1137	1110	1003	901	12036
Falsa alarma	333	293	341	367	358	377	446	447	400	464	323	4149
Otros	122	104	164	87	151	127	105	134	119	141	73	1327
<b>Total</b>	<b>6821</b>	<b>6373</b>	<b>6914</b>	<b>6743</b>	<b>6438</b>	<b>6882</b>	<b>7274</b>	<b>7492</b>	<b>7284</b>	<b>7134</b>	<b>5928</b>	<b>75283</b>

*Nota.* Adaptado de Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú

Analizando la tabla 1, a nivel nacional los bomberos atienden en gran magnitud las diversas emergencias atendidas, siendo en su mayoría emergencias médicas, accidentes vehiculares e incendios.

En la ciudad de Tacna está la VIII Comandancia Departamental de Tacna, la cual está encargada del correcto gestionamiento de 16 compañías, tanto ciudad como periferia.

**Tabla 2**

*Estadísticas de emergencias a nivel nacional por comandancias*

<b>Comandancias departamentales</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Total</b>
I CD Piura	223	155	132	108	140	154	196	198	192	134	132	1764
II CD Lambayeque	17	8	10	8	6	10	12	0	0	0	0	71
III CD La Libertad	357	343	310	264	226	239	200	151	143	127	107	247
VIII CD Tacna	150	159	165	190	149	181	157	149	132	0	0	1432
IX CD Cusco	282	371	203	165	396	242	276	315	256	427	0	2933
XI CD Loreto	68	56	51	20	14	22	16	20	13	31	19	330
XIII CD Ancash	108	116	104	78	97	108	92	93	74	52	34	956
XIV CD Huánuco	53	42	53	64	65	59	60	113	106	83	35	733
XV CD Junín Oriente	82	78	74	85	135	122	117	121	98	28	0	940
XVI CD Madre de Dios	357	357	373	581	649	734	852	882	931	946	889	7551
XVII CD San Martín	264	272	362	321	293	361	426	474	444	451	358	4026
XVIII CD Tumbes	27	29	50	38	38	47	55	41	54	35	17	431
XIX CD Apurímac	63	26	28	40	53	50	37	30	31	21	0	379
XX CD Puno	272	276	207	259	214	220	227	238	232	214	194	2553
XXI CD Moquegua	30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
XXII CD Amazonas	41	33	31	38	0	0	0	0	0	0	0	143
XXIII CD Cajamarca	289	230	269	214	196	246	315	236	170	209	0	2374
XXVII CD Huancavelica	0	15	15	13	12	14	0	0	0	0	0	69
<b>TOTAL</b>	<b>2683</b>	<b>2582</b>	<b>2437</b>	<b>2486</b>	<b>2683</b>	<b>2809</b>	<b>3038</b>	<b>3061</b>	<b>2876</b>	<b>2758</b>	<b>1785</b>	<b>29198</b>

*Nota.* Adaptado de Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú

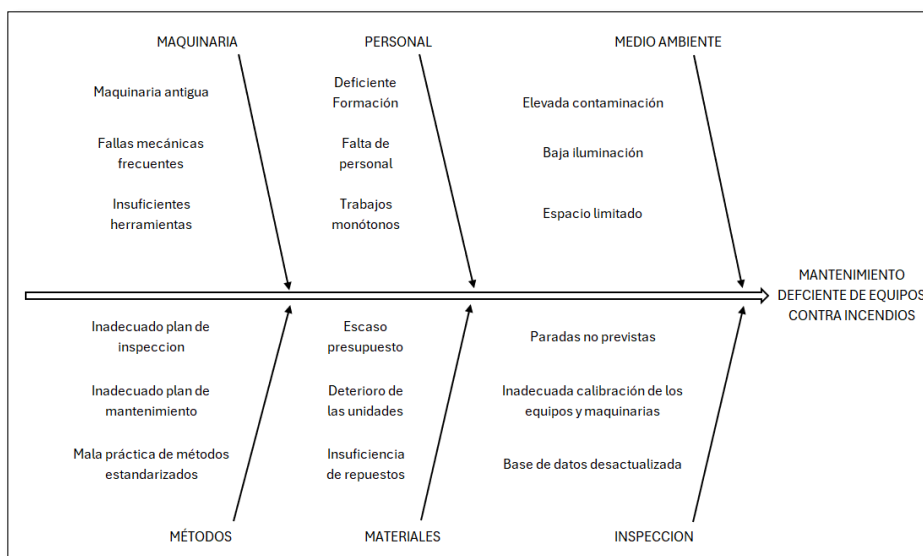
En la tabla 2, podemos observar que la cantidad total en atención a emergencias en las diferentes comandancias departamentales sin considerar Lima y Callao. Teniendo a la VIII comandancia departamental de Tacna que está ubicada entre las primeras a nivel nacional en cuanto a cantidad de emergencias por año.

Es entonces donde está la Compañía de Bomberos “Tacna” – N° 24, siendo la compañía con más frecuencia de salidas a emergencias. Aproximándose a los cien años de servicio en la atención de emergencias y que cuenta con un incremento considerable de personal con el pasar de los años, con actualmente cerca de 80 bomberos voluntarios operativos. Esta compañía se caracteriza por sus unidades las

cuales se encuentran la Unidad Contra Incendios, Unidad Auxiliar, Unidad Escala y la Ambulancia.

**Figura 1**

*Diagrama de Ishikawa de la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24*



Como se aprecia en la Figura 1, el diagrama de Ishikawa se puede observar los principales problemas dentro de la compañía de bomberos Tacna N° 24, mostrando deficiencias en la gestión de mantenimiento de la flota vehicular, reflejadas en fallas frecuentes, menor disponibilidad y confiabilidad. El Diagrama de Ishikawa logra mostrar una ausencia de planificación, escasa verificación de tareas y falta de recursos, las cuales vienen generando como efecto una operatividad irregular en los vehículos. Esta situación afecta la capacidad de respuesta ante emergencias y compromete la seguridad de la población.

En lo que respecta a los vehículos de emergencia, estos deben permanecer en excelente estado y operativos durante las 24 horas del día. Asimismo, deben regirse a los lineamientos establecidos por la norma NFPA 1911 de la National Fire Protection Association, que regula la inspección, mantenimiento, pruebas y retiro de unidades en servicio. La inexistencia de un programa de mantenimiento en los vehículos del CGBVP actuales puede provocar, con el tiempo, fallos frecuentes, reducción del rendimiento y, eventualmente, su inoperatividad, representando un riesgo para el personal operativo. Cabe destacar que la mayoría de estos vehículos son de fabricación estadounidense, lo que encarece sus procesos de reparación y mantenimiento.

El mantenimiento, junto con los principios de mejora continua, se ha consolidado como un pilar estratégico en empresas de servicios y producción, permitiendo optimizar recursos, evitar fallos críticos y garantizar la continuidad operativa. Según Pérez Rondón (2021) el mantenimiento ha dejado de ser una actividad meramente correctiva para convertirse en una función de gestión integrada que incide transversalmente en todas las áreas de la organización. Esta perspectiva señala que los distintos departamentos deben coordinarse dentro de un plan de mantenimiento estructurado, contribuyendo así al logro de los objetivos globales y evitando el estancamiento organizacional.

El mantenimiento en la actualidad permite a las empresas optimizar sus procesos, evitar paradas no programadas y prevenir tiempos muertos. En la compañía de bomberos "Tacna" N° 24 al no contar con un plan de mantenimiento garantiza que la vida útil de los vehículos sea inevitablemente corta, a su vez, encontraremos que afecta a la población de Tacna en las emergencias solicitadas, pero no atendidas. Entonces ¿qué tipo de mantenimiento es el más adecuado?, ¿qué áreas estarían involucradas? y ¿por qué deberían darle importancia al mantenimiento de los vehículos?

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se ha consolidado como una estrategia efectiva para optimizar recursos, reducir costos operativos y mejorar la calidad del producto, impactando directamente en la satisfacción del cliente. Según Cerquín (2023), en el caso de una empresa maderera en Cajamarca, la implementación de TPM incrementó la disponibilidad de equipos del 64% al 94% elevó el OEE del 65% al 81%, y mejoró los estándares de calidad del 90% al 96%. Estas mejoras generaron un ahorro significativo de alrededor de S/. 11.300,00 en costos totales, además de beneficios medibles en la eficiencia operativa. Este enfoque demuestra cómo TPM promueve una participación coordinada de todos los departamentos involucrados, al tiempo que disminuye la carga del área de mantenimiento y mejora de confiabilidad de los procesos.

Es así como la problemática identificada evidencia la necesidad urgente de implementar un plan de mantenimiento vehicular estructurado en la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24, que permita mejorar la disponibilidad, rendimiento y confiabilidad, de sus unidades de emergencia. La aplicación de metodologías como el TPM.

El objetivo de esta investigación es analizar cómo la propuesta de un plan de mantenimiento, apoyado en metodologías como el Mantenimiento Productivo Total, puede mejorar el desempeño operativo de los vehículos pertenecientes a la Compañía de Bomberos Tacna N° 24, mejorando así los indicadores de OEE en las unidades de

emergencia, evitando caídas drásticas y contribuyendo al servicio y la seguridad de la población atendida.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en la mejora de la operatividad de los vehículos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en su dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?
- b. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en su dimensión verificación del mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?
- c. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en su dimensión mantenimiento productivo en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?

## **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación metodológica**

La justificación metodológica se entiende como el desarrollo de un enfoque innovador para solucionar problemas identificados en una investigación (Arias González, 2021). En este caso, el estudio implementa técnicas de mantenimiento ajustadas a las particularidades de la compañía de bomberos, así como una nueva visión gerencial para enfrentar las dificultades presentes, considerando que actualmente no disponen de un plan de mantenimiento eficaz para sus vehículos.

### **1.3.2. Justificación social**

El propósito de este estudio es apoyar en el logro de las metas trazadas por el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, según el Artículo 4 en el Decreto Legislativo N° 1260, esta institución se encarga de ejecutar acciones dirigidas a enfrentar, controlar y sofocar incendios, así como a rescatar y proteger a personas en peligro a causa de siniestros o accidentes diversos. También tiene la responsabilidad de responder ante

situaciones de emergencia y ofrecer ayuda inmediata dentro del alcance de sus recursos.

Es así como estos servicios voluntarios bajo este decreto permitirán que la población se vea beneficiada ante cualquier situación de emergencia, ya que sin unidades no es posible asistir a la emergencia.

### **1.3.3. Justificación económica**

El propósito de este estudio es diseñar métodos más eficaces para la adquisición de bienes necesarios en labores de mantenimiento, buscando minimizar los gastos ocasionados por pérdidas innecesarias y, a su vez, optimizar la relación costo-beneficio en la gestión de estos recursos.

### **1.3.4. Importancia**

Este proyecto de investigación es relevante ya que busca una mejora de procesos en el área de mantenimiento de la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24. Teniendo como objetivo mantener los vehículos en óptimas condiciones para su uso en atención a emergencias. Asimismo, promoverá una mejor operatividad por parte de la compañía a la población de Tacna.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del plan de mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Verificar de qué forma influye el plan de mantenimiento en su dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos en la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024
- b. Identificar de qué forma influye el plan de mantenimiento en su dimensión verificación del mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024
- c. Conocer de qué forma influye el plan de mantenimiento en su dimensión mantenimiento productivo total en la mejora de la operatividad de vehículos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

El plan de mantenimiento influye significativamente en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.

### **1.5.2. Hipótesis específica**

- a. El plan de mantenimiento en su dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento mejora la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.
- b. El plan de mantenimiento en su dimensión verificación del mantenimiento mejora la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.
- c. El plan de mantenimiento en su dimensión mantenimiento productivo total mejora la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Internacionales

En el presente trabajo titulado “Propuesta de Mejoramiento para la Planta Física (Máquinas y Equipos) de la Estación Bomberos Piendamó; Basado en los Pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado del TPM” (Montoya y Figueroa, 2019), los autores nos presentan como principal herramienta al mantenimiento Productivo Total o TPM en la Estación de Bomberos Voluntarios de Piendamó – Cauca; en donde detallan que la falta de responsabilidades, la mala gestión y pocas mejoras, ha llevado a que los altos mandos tomen mejores decisiones con herramientas de gestión y control de procesos. Basándonos en la principal área que es el mantenimiento, el autor considera al TPM como principal herramienta de mejoramiento para las máquinas y equipos. Se llevó a cabo una evaluación inicial, orientando posteriormente los esfuerzos hacia la implementación de mantenimiento autónomos y planificados. Se llevó a cabo una intervención directa sobre los equipos y la maquinaria de la estación de bomberos, lo cual contribuyó a mejorar la eficiencia en los tiempos de respuesta durante emergencias, momentos en que estos equipos son usados constantemente.

El estudio titulado “Propuesta de Mantenimiento Enfocado en la Reducción de Costos y Mejora de la Operatividad en la Flota Vehicular – Bomberos Durán” (Naranjo y Vera, 2022), la cual tuvo desarrollo en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Durán, institución de primera respuesta ante emergencias en la región de guayaquil en Ecuador. Al efectuar un estudio sobre la administración del mantenimiento de los camiones utilizados en la extinción de incendios, se detectó un rendimiento deficiente del operador y una baja disponibilidad de las unidades dentro de los actuales procedimientos de mantenimiento. Se ejecutó un plan de mantenimiento preventivo de las bombas de esta institución, asegurando con esta propuesta una mejor gestión y planificación de mantenimiento, con resultados esperados tras obtener tras la implementación de esta propuesta.

En esta investigación titulada “Diseño del plan de mantenimiento preventivo para los automotores del cuerpo oficial de Bomberos de la Alcaldía de Soacha, Cundinamarca. (Bareño e atl. , 2019) nos muestran el diseño de plan de mantenimiento preventivo para el parque automotor del cuerpo oficial de bomberos del municipio de Soacha,

Cundinamarca. La necesidad del plan de mantenimiento preventivo es por la necesidad del daño que hay en los vehículos, ya que solo contaban con mantenimientos correctivos los cuales no favorecen a la vida útil del vehículo, aumenta los costos de este y los mantiene fuera de servicio dejando vulnerable a la población. A través indicadores de gestión en los automotores, es que conocemos las operaciones a ejecutar para el mantenimiento del vehículo, conociendo el historial único de cada vehículo con inspecciones diarias.

### **2.1.2. Nacionales**

En este estudio titulado “Propuesta del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de vehículos contra incendios en la compañía de bomberos B-1, Callao – 2019” (López, 2019), tiene el objetivo el diseñar un plan de mantenimiento para asegurar su fiabilidad y mantenibilidad con el pasar del tiempo frente a la gran cantidad de equipos y maquinarias inoperativas. La población estudiada fueron los integrantes de la unidad básica operativa “Unión Chalaca” N° 1. A través de un enfoque cuantitativo, se ha observado una inconformidad por parte del personal bomberil en cuanto a mantenimiento y paradas no programadas, señalándolas como frecuentes y riesgosas. Se concluye que, el mantenimiento por kilometraje como herramienta de control contribuye a una mejor preparación para la adquisición de diversos componentes que con el tiempo se ven afectadas al desgaste. Asimismo, recalcan el compromiso por parte de los pilotos maquinistas y encargados de las unidades, ya que de no seguir adecuadamente el plan de mantenimiento la data para toma de decisiones de esta misma no sería correcta.

El estudio titulado “Plan de Mantenimiento Preventivo para Reducir Fallas en los Vehículos de la Empresa Transportes y Servicios Nepcar S.A.C Basado en la Metodología de Mantenimiento Centrada en la Confiabilidad (RCM)” (Arévalo, 2022) se basa en el plan de mantenimiento preventivo reduciendo las fallas de sus unidades empleando la metodología RCM. Se realizó el diagnóstico de la empresa donde se evidenciaba la existencia de problemáticas en la división de mantenimiento de la organización. En cuanto a los modos de fallas con la herramienta AMFE se pudo conocer el número prioritario de riesgo de cada componente y a su vez los vehículos en mayor condición crítica. En términos generales, los resultados fueron que los indicadores de confiabilidad y mantenibilidad obtuvieron mejoras a comparación de

meses anteriores. Es así como el autor concluyo indicando que la disponibilidad de los vehículos aumentó en altos porcentajes.

El estudio titulado “Propuesta de mejora del proceso de mantenimiento en un taller mecánico, aplicando la metodología de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en una empresa de transporte urbano. (Lévano, 2021) busca la propuesta de mejora para la gestión de mantenimiento procedente del taller de mantenimiento Máxima Calidad SAC. Para ello comienzan con el informe del diagnóstico situacional de la empresa, donde se recalcan los tiempos improductivos e inadecuada logística afectando a los resultados de la empresa. Es así como el autor se basa en el Mantenimiento Productivo Total donde se espera una mejor respuesta en la adquisición de repuestos y la reducción de recorridos innecesarios.

En el estudio titulado “Sistema de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de los vehículos de la compañía de bomberos de Trujillo” (Aliaga, 2021) busca la mejora de sus indicadores de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en sus unidades vehiculares. Todo ello debido a las fallas mecánicas y eléctricas lo cual las pone fuera de servicio y no permite la atención a emergencias. El autor utiliza la técnica AMEF para las distintas propuestas de mantenimiento. Concluyendo con la suma importancia el plan para su correcto diagnóstico y mantener la operatividad de los vehículos.

En el artículo “Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. (Canahua, 2021) la autora busca demostrar la viabilidad de la aplicación de las metodologías TPM-Lean Manufacturing en la empresa metalmeccánica Frecep SAC, debido al crecimiento en su demanda pero que no puede ser aprovechado por los equipos actuales. La autora señala que la metodología propuesta es conveniente para el diagnóstico situacional y a su vez proponer alternativas a fin de mejorar los procesos de fabricación. Asimismo, recalca la mejora en la producción de repuestos de la empresa de 32,86% a 85,58% ya que se corrigieron factores como exceso de horas utilizadas en mantenimiento, incumplimiento de los mantenimientos preventivos, que son los que se obtuvo a través de la metodología TPM.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Mantenimiento**

El mantenimiento, en la actualidad, es una de las principales acciones que permite la conservación de equipos, instalaciones o vehículos. Teniendo orígenes con la Revolución Industrial donde los conceptos básicos fueron evolucionando hasta pasar a una gestión del mantenimiento donde se evalúan diferentes aspectos como personal, maquinaria, repuestos, importaciones, etc. Tomando uno de los papeles fundamentales para la industria en sus diversos sectores logrando objetivos de mantenibilidad, rentabilidad y mejora continua para maximizar en base a la disponibilidad de sus equipos.

Este conjunto de acciones tiene sus comienzos en la Revolución industrial donde el concepto de mantenimiento se basaba en la reparación instantánea o mantenimiento correctivo, dando así comienzo a las acciones de la industria clásica para la maquinaria y equipos ante cualquier adversidad. Con el pasar de los siglos, el mantenimiento ha pasado por varias metodologías y análisis detallados de sus procesos, junto a los avances tecnológicos, hicieron que los procesos pasen a transformaciones digitales, una globalización de mercado y conocimiento en diversas maquinarias para el cumplimiento de las nuevas demandas del mercado.

En la era moderna, el mantenimiento no solo se limita a la reparación y puesta a marcha de los distintos equipos, sino que también desempeña la gestión de este mismo, siendo una parte crucial de la empresa donde encontramos un mantenimiento más integral con las diversas áreas, evaluaciones de proveedores y repuestos, programaciones acorde un plan para extender la conservación y el comercio internacional que ha permitido el acceso a opciones más económicas.

El mantenimiento se refiere al desarrollo de diversas tareas por parte del equipo encargado, con la finalidad de garantizar que las máquinas, equipos y componentes implicados en los procesos operativos se mantengan en un estado óptimo que permita su desempeño eficiente. (Pérez, 2021)

De igual manera, según lo señalado por Pastor (2019), el mantenimiento consiste en preservar un activo que presenta desgaste o pérdida de valor debido al uso, con el objetivo de asegurar que continúe operando correctamente, evitando fallas o interrupciones imprevistas.

Del mismo modo, se refiere al uso de estrategias y procedimientos destinados a mantener operativos los equipos e instalaciones, prolongando su vida útil y garantizando un desempeño eficaz por el mayor tiempo factible. (García, 2010)

El mantenimiento no solo es una actividad indispensable de solo planeamiento, sino que es una actividad dinámica que requiere supervisiones, mejoras continuas y cambios constantes para asegurar el proceso al cual está principalmente enlazado, la producción de bienes o servicios.

El mantenimiento logra dar a conocer las capacidades de sus máquinas, toma de decisiones para su correcta programación e innovaciones para cumplir con los objetivos de la demanda de una organización. Asimismo, mantener en óptimas condiciones los equipos por un periodo prolongado, hace que los equipos tengan un valor más amplio con el tiempo previniendo futuras fallas con desgaste masivo o incluso la inoperatividad de este

.

#### **2.2.1.1. Objetivos del Mantenimiento**

Los objetivos están definidos en las necesidades específicas de la empresa, generalmente ligadas a la producción o el servicio ininterrumpido junto al funcionamiento de la maquinaria y equipos a utilizar, los cuales se definen como las siguientes:

- Disminuir al máximo las fallas operativas de los equipos y los costos que estas implican: Las máquinas están diseñadas para mantener un nivel constante de producción, pero pueden presentar averías que ocasionan paradas en el proceso, pérdida de insumos, fallos en la calidad del producto y riesgos potenciales para los trabajadores.
- Mantener los costos operativos dentro de parámetros adecuados y buscar su optimización: Los gastos asociados al uso de los equipo durante la elaboración de productos o la prestación de servicios deben ser controlados y ajustados para asegurar una operación eficiente y sostenible.
- Aprovechar al máximo la inversión destinada a instalaciones y maquinaria, procurando que se cumpla o incluso se supere su tiempo de vida útil previsto.
- Garantizar que los equipos funcionen en condiciones seguras, tanto para el personal que los manipula como para el medio ambiente.

### **2.2.1.2. Actividades del Mantenimiento**

Las acciones básicas del mantenimiento se dividen en una serie de procesos sencillas las cuales tienen una estructura ya estandarizada:

- **Planear:** En esta etapa se dan las elecciones de los sistemas de mantenimiento a seguir, seguidamente se da la elaboración de presupuestos generales, así como las recomendaciones y selecciones de las maquina/equipos.
- **Programar:** Seguidamente, programaremos el cronograma actividades, el cual incluye actividades como instrucciones para las actividades, manejo de los insumos y materia prima, repuestos y herramientas a utilizar, y la coordinación de las personas a ejecutar las acciones de mantenimiento y el tiempo correspondiente.
- **Ejecutar:** En la etapa de implementación se realizan diversas tareas clave, tales como la instalación de los equipos
- **Medir:** Se recolectará y procesará información de campo, elaborando los indicadores de gestión correspondiente y el registrar actividades desarrolladas para su evaluación posterior.
- **Controlar:** Es aquí donde compararemos los resultados obtenidos contra lo planeado, y tomar decisiones para las actividades posteriores, escogiendo las mejores opciones para el equipo. (revisar y ajustar los planes).

### **2.2.1.3. Principales perdidas en empresas**

- **Pérdidas por Paradas programadas:** Este tipo de pérdida representa el tiempo detenido cuando la producción se interrumpe para realizar el mantenimiento anual o periódico planificado. En compañías que funcionan de manera continua a lo largo del año, estas pausas permiten al equipo de mantenimiento inspeccionar el desgaste y trabajar en su corrección mientras la planta no está operativa. Aunque estos intervalos son esenciales para mantener el rendimiento y garantizar la seguridad de los equipos, se consideran como pérdidas en términos de los objetivos de producción, por lo que se diseñan estrategias para recuperar la producción y satisfacer la demanda proyectada.
- **Pérdidas por Ajustes de la producción:** Estas pérdidas corresponden al tiempo que se pierde cuando se hacen los cambios en los planes de producción, esto debido a efectos de la demanda en la que el producto si ya no es requerido puede hacer que la empresa produzca menos de su capacidad o en el peor de los casos hasta el cierre definitivo. Ocasionando así que las maquinarias y

equipos no se aprovechen en su totalidad o tengan tiempos de paradas excesivos.

- Pérdidas por Fallos de los equipos: Estas pérdidas son el tiempo que se pierde cuando una planta detiene su producción debido a que el equipo inesperadamente pierde sus funciones específicas, debido a un fallo de funcionamiento o al rendimiento por debajo de lo previsto.
- Pérdidas por Fallos de proceso: Estos tipos de fallas están vinculados al tiempo inactivo generado cuando la planta detiene sus operaciones por motivos externos al equipo en sí. Entre estos factores se encuentran equivocaciones operativas, cambios en los materiales procesados, atascos en válvulas, escapes o vertidos, entre otros. Estas situaciones provocan interrupciones en la producción y originan pérdidas considerables.
- Pérdidas de producción normales: Se trata de reducciones en la eficiencia que se presentan durante la producción regular, originadas por los tiempos de inicio, paradas o modificaciones requeridas para la elaboración de producciones mixtas.
- Pérdidas de producción anormales: Son pérdidas de rendimiento que se produce cuando una planta rinde por debajo de su estándar dando como resultado disfunciones y otras condiciones que afectan directamente el funcionamiento.
- Pérdidas por Defectos de calidad: Estos tiempos perdidos se dan en la producción cuando los productos son rechazables, irrecuperables o que no están dentro de las especificaciones estandarizadas de un producto.
- Pérdidas por Reprocesamiento: Corresponden a aquellas generadas al tener que regresar el material defectuoso a una fase previa del proceso para ser corregido y cumplir con los criterios de calidad establecidos.

#### **2.2.1.4. Sistemas de Mantenimiento**

Se mencionó que el mantenimiento se fue diseñando y mejorando acorde los diferentes sectores industriales, es así por lo que la elección adecuada del tipo de mantenimiento aportará estrategias y ventajas según la maquinaria, tipo de empresa o equipos que tengamos.

**a. Mantenimiento en Uso**

Es la ejecución de tareas comunes que son realizadas por el operador o encargado del equipo como lo son las limpiezas rutinarias, inspecciones, lubricación, ajuste de tornillos, etc. (Markets, 2018)

**b. Mantenimiento Correctivo**

Altamente utilizado en nuestro país y Latinoamérica, siendo su objetivo poner en marcha su funcionamiento cuando la máquina deja de operar debido alguna falla o avería, reemplazando o reparando dicho componente para evitar así que afecte lo menos posible la productividad de la empresa. (Pérez, 2021)

Se trata de llevar a cabo actividades orientadas a la evaluación, control, mantenimiento y corrección de un componente que actúe como un sistema abierto, teniendo como propósito el prevenir, detectar o resolver posibles errores o fallos, reduciendo así la probabilidad de que ocurran averías. (Dounce, 2014)

Es así como este tipo de mantenimiento solo toma las acciones básicas de reparar para poner en puesta a marcha el equipo o maquinaria.

**c. Mantenimiento Preventivo (Preventive Maintenance)**

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo evitar o minimizar futuras reparaciones mediante inspecciones programadas y reemplazando oportunamente de piezas que muestran signos de desgaste. Su eficacia depende en gran medida de seleccionar correctamente la frecuencia de dichas previsiones. (Gómez, 1998)

Se trata de una estrategia de mantenimiento cuya finalidad principal es anticiparse a la aparición de fallas dentro de un sistema productivo, a través de la ejecución de acciones esenciales como monitoreo, revisión, verificación de calibraciones, ajustes necesarios y reemplazo de piezas cuando corresponda. (Montilla, 2016)

**d. Mantenimiento Programado**

Este mantenimiento se realiza deteniendo el equipo tras un periodo de tiempo determinado, para llevar a cabo las actividades necesarias y luego reiniciar su funcionamiento. Normalmente, este intervalo es el recomendado por el proveedor del equipo. (Montilla, 2016)

**e. Mantenimiento a Cero Horas**

Se trata de una intervención de mantenimiento previamente organizada, orientada a devolver al equipo una condición equivalente a la de su fabricación inicial, lo que implica el reemplazo o renovación de elementos clave y componentes fundamentales. (Markets, 2018)

**f. Mantenimiento de Verificación**

Una vez al equipo se le haya realizado un cambio importante, tiene como objetivo comprobar el funcionamiento óptimo con las nuevas condiciones. (Markets, 2018)

**g. Mantenimiento de Calibración**

Se basa en la verificación y ajuste de parámetros con la finalidad que el equipo o maquinaria vuelva a su punto óptimo de funcionamiento. (Markets, 2018)

**2.2.1.5. Plan de Mantenimiento**

Esta acción se basa en agrupar las acciones y tareas de mantenimiento planificadas con antelación, destinadas a ser aplicadas en los equipos para asegurar que se mantenga la disponibilidad operativa establecida. (García, 2010)

**2.2.1.6. Fallas**

- **Falla Funcional**

Se trata de una avería que provoca la interrupción total de funcionamiento de una máquina o equipo, impidiendo que continúe operando. (Montilla, 2016)

Este tipo de falla es de los más comunes cuando se tiene un nuevo equipo o frente a cualquier impediente que le permite cumplir sus funciones, muchas veces requiere asistencia técnica o del mismo operador ya que no presentan una gravedad para el equipo.

- **Falla Potencial**

Es una categoría de avería que imposibilita el funcionamiento del equipo o maquinaria, creando progresivamente un escenario que desemboca en una parada operativa.

### **2.2.1.7. Filosofías de Gestión del Mantenimiento**

La creación y modernización del mantenimiento generó tal impacto que generó la creación de diferentes tipos de mantenimiento. Sin embargo, es tal su importancia que generó que se planteen nuevas estrategias donde no solo implique un área, sino que abarque toda una gestión aprovechando los máximos recursos para cumplir con los objetivos del mantenimiento. Es así como se mencionarán las filosofías más comunes de la actualidad:

#### **a. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Se trata del uso coordinado de estrategias, medios y procedimientos que permiten a los equipos, las instalaciones y a toda la organización realizar sus funciones programadas, adaptándose con eficiencia a un entorno cambiante y en constante evolución. (Rey, 2001).

El Mantenimiento productivo total (TPM) ofrece un enfoque actualizado para la gestión del mantenimiento, incentivando a los colaboradores de una organización, sin distinguir jerarquías, a través de iniciativas estructuradas en grupos reducidos de trabajo en equipo. (Cuatrecases y Torell, 2010).

En este contexto, el Mantenimiento Productivo Total se orienta al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Incrementar de forma considerable la eficiencia total de la empresa, así como el desempeño del equipo humano que participa en los procesos de producción y mantenimiento.
- Desarrollar en los operarios de producción un sentido de compromiso de propiedad sobre sus equipos y sistemas, a través de programas de capacitación y la adopción activa de nuevas técnicas.
- Impulsar la mejora continua mediante la conformación de equipos colaborativos que fortalezcan la interacción y el trabajo conjunto en las diversas áreas de la organización.

**b. Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM)**

Este método de mantenimiento enfocado en la confiabilidad es ampliamente aceptado y aplicado para la creación de planes que combinan diferentes estrategias de mantenimiento. Está basado en estrategias organizativas y de gestión del mantenimiento, mediante la elaboración de programas planificados que toman en cuenta la confiabilidad de los equipos, con el propósito de realizar intervenciones eficaces que preserven su funcionamiento inicial. (Campos e atl., 2019)

**c. Mantenimiento Basado en el Riesgo RBM (Risk Based Maintenance)**

Esta modalidad de mantenimiento concentra sus acciones en los equipos considerados más críticos, identificados mediante evaluaciones que toman en cuenta el riesgo y la probabilidad de fallos. Apropiado para ser aplicado en instalaciones con operaciones peligrosas, tales como plantas petroquímicas, nucleares, entre otras. En el mantenimiento basado en riesgos (RBM) emplean Sistemas Integrados de Seguridad para reducir el riesgo a niveles que se consideran aceptables o tolerables. (Montilla, 2016)

**2.2.1. Operatividad**

La operatividad es la manera de nosotros poder definir que nuestro está funcionando, que cumple las condiciones o la finalidad de poder cumplir el objetivo, la demanda o el servicio que cubra.

Condición funcional de las máquinas en la que ejecutan correctamente las tareas previstas y mantienen las especificaciones técnicas establecidas en su documentación.

La disminución de los fastos relacionados con el mantenimiento está asociada a la disponibilidad de los equipos, la cual abarca aspectos como:

- Desarrollo de actividades por parte del personal operativo.
- Capacitación continua y mejora del equipo humano.
- Establecimiento adecuado de prioridades de servicios.
- Evaluación para distinguir entre servicios esenciales y no esenciales.

### **2.2.2.1. Disponibilidad**

Descrita como parte del tiempo que el sistema que está produciendo o en estado operativo. La función del mantenimiento es asegurar que el equipo permanezca en funcionamiento durante al menos el número de horas estipulado anualmente.

La disponibilidad de un elemento indica el porcentaje del tiempo durante el cual estuvo listo para que el sistema operativo pueda utilizarlo y cumplir con su función. (Tavares, 2019).

Asimismo, puede definirse como el grado de fiabilidad atribuido a un sistema o componente que ha pasado por un proceso de mantenimiento, en cuanto a su habilidad para retomar sus funciones correctamente durante un tiempo específico. Este parámetro se define del lapso en el que está disponible en y funciona en condiciones ideales para su operación.

La disponibilidad es un indicador que cuantifica, en términos generales, el porcentaje total del tiempo en que se prevé que un sistema pueda desempeñar adecuadamente sus funciones.

La disponibilidad es un parámetro que refleja el tiempo, expresado en porcentaje, durante el cual una máquina o equipo se mantiene en estado adecuado cumpliendo con su principal función, sin implicar el funcionamiento constante, sino que está apto para entrar en operación cuando sea necesario. (Pérez, 2021)

### **2.2.2.2. Confiabilidad**

Es la capacidad atribuida a un componente, equipo o sistema para desempeñar una función esencial de manera efectiva durante un tiempo previamente establecido y bajo condiciones operativas estándar. Además, se puede definir como la aptitud de un elemento para cumplir eficazmente con su tarea asignada en un lapso determinado y bajo un ambiente operativo controlado.

Se menciona (García, 2012) algunos de los beneficios de la confiabilidad para la productividad u operatividad:

- Incremento en las ganancias derivadas del proceso productivo.
- Reducción de la duración y modificación en la regularidad de las paradas operativas, tanto programadas como inesperadas.

- Mejora en la gestión y aprovechamiento del conocimiento vinculado a los procedimientos y estrategias propias de la entidad.

### **2.2.2.3. Mantenibilidad**

La mantenibilidad hace referencia a la habilidad prevista de un equipo o sistema para ser reparado o sometido a mantenimiento de manera eficiente mientras opera dentro de un periodo específico.

Definida también, en términos probabilísticos, como la probabilidad de reestablecer la falla que presenta un equipo en un determinado tiempo.

### **2.2.2.4. Principales KPI'S de Operatividad en el mantenimiento**

#### **a. Mean Time Between Failures (MTBF)**

Este indicador hace referencia al lapso estimado que transcurre desde el inicio de operación de un equipo hasta la aparición de una falla. Un valor más elevado de este indicador refleja una mayor confiabilidad del sistema, siendo por ello uno de los elementos fundamentales para medir su desempeño

Se determina al dividir el resultado de multiplicar la cantidad de unidades por sus horas de funcionamiento entre el total de fallas registradas en dichas unidades durante el periodo analizado. (Tavares, 2019)

#### **b. Mean Time to Fail (MTTF)**

Este indicador refleja el promedio de tiempo que un sistema opera sin interrupciones y con su máxima eficiencia durante un periodo de tiempo determinado.

Este índice se determina entre lapso de uso de un grupo de componentes no reparables y la cantidad de fallas ocurridas en ese mismo grupo durante el tiempo evaluado. Su uso es común en componentes que, al fallar no se reparan sino que se sustituyen. (Tavares, 2019)

#### **c. Mean Time to Repair (MTTR)**

Se refiere al análisis de la variabilidad en los tiempos requeridos para realizar reparaciones en un sistema o equipo. Este indicador evalúa la habilidad para

restaurar una unidad a su estado óptimo de operación tras una falla, dentro de un plazo determinado.

Este indicador se obtiene al dividir el tiempo acumulado empleado en reparaciones correctivas de un conjunto de equipos defectuosos del total de fallas reportadas en dichos equipos durante un lapso específico. Su uso es recomendable cuando el tiempo invertido en reparaciones tiene un peso significativo respecto al tiempo de funcionamiento del componente. (Tavares, 2019)

### **2.3. Definición de términos**

#### **2.3.1. Mantenimiento**

Conjunto de actividades para reparar o mejorar un equipo o maquinaria (García, 2012).

#### **2.3.2. Falla**

Eventos inesperados que implican el mal funcionamiento de un equipo o maquinaria (Smith y Hinchcliffe, 2004).

#### **2.3.3. Parada**

Tiempo de no funcionamiento del equipo, donde puede encontrarse en mantenimiento o fuera de servicio (Nakajima, 1988).

#### **2.3.4. Máquina**

Sistema mecánico que lleva a cabo una determinada acción (García, 2012).

#### **2.3.5. Disponibilidad**

Indica la posibilidad de que un sistema, equipo o maquinaria cumpla adecuadamente con su trabajo (Smith y Hinchcliffe, 2004).

#### **2.3.6. Operatividad**

Capacidad de realizar funciones, acciones o tareas para lograr un objetivo (Nakajima, 1988).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño de la investigación

El enfoque de investigación es no experimental y transversal, dado que los estudios se realizan sin intervenir deliberadamente en las variables, enfocándose únicamente en la observación de los fenómenos en su contexto original para su análisis. (Hernández, 2014)

También se define como la no manipulación de la variable independiente, básicamente se observando el hecho fenómeno tal y como se presenta con la intención de analizarlo. En los diseños transeccionales, los datos y la información se obtienen en un solo punto temporal dentro de la investigación, con el propósito de medir o describir los acontecimientos tal como se presentan. (Tacillo, 2016)

Del mismo modo, en este diseño no se introducen estímulos ni se crean condiciones experimentales para las variables estudiadas; los sujetos son observados en su ambiente natural sin alterar ninguna situación. (Arias, 2021)

### 3.2. Materiales e instrumentos

#### 3.2.1. Técnica

La técnica de recolección de datos empleada en la presente investigación es la encuesta, instrumento ampliamente utilizado en estudios de enfoque cuantitativo, especialmente en diseños no experimentales y de corte transversal. Este método permite obtener información directa de los participantes respecto a percepciones, opiniones, comportamientos o características específicas relacionadas con las variables de estudio, en un momento determinado del tiempo.

#### 3.2.2. Instrumentos

El instrumento para medir el mantenimiento en la compañía de Bomberos “Tacna” N° 24 en el año 2024 fue el cuestionario.

### 3.3. Población y muestra de estudio

#### 3.3.1. Unidad de Estudio

La unidad de estudio está conformada por los bomberos operativos de la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24, ubicada en la Región Tacna. Este grupo poblacional representa el conjunto de sujetos que participan de manera directa en las actividades operativas y de respuesta ante emergencias, tales como incendios, rescates, atención de accidentes y otras situaciones de riesgo, desempeñando funciones que demandan un alto nivel de exigencia física, técnica y organizacional.

#### 3.3.2. Población

La población objeto de estudio, está constituida por 80 usuarios operativos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 024, Región Tacna.

#### 3.3.3 Muestra

Para la determinación de la muestra de estudio se empleó la ecuación 1, la cual permitió calcular el tamaño de la muestra efectiva. Como resultado, la muestra real estuvo conformada por 66 bomberos operativos pertenecientes a la Compañía de Bomberos “Tacna” N.º 24, correspondiente al año 2024.

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

### 3.3. Operacionalización de variables

La Tabla 3 presenta la operacionalización de las variables de estudio, en la cual se detallan la variable independiente mantenimiento y la variable dependiente operatividad. Para cada variable se expone su definición operacional, así como las dimensiones, indicadores, escala de medición y el método de recolección de datos empleado. La variable mantenimiento se estructura en dimensiones relacionadas con la continuidad de su ejecución, la verificación de las actividades y la aplicación del Mantenimiento Productivo Total, mientras que la variable operatividad se analiza a partir de las dimensiones de mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad.

**Tabla 3***Operacionalización de variables*

<i>Variable</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Indicador</i>	<i>Escala</i>	<i>Métodos</i>
Variable independiente: mantenimiento	El mantenimiento comprende una serie de intervenciones orientadas a restablecer, mantener y extender la funcionalidad de un equipo, unidad o maquinaria, lo que requiere una planificación eficiente y la asignación oportuna de los recursos necesarios para su correcta ejecución	Continuidad de ejecución del mantenimiento	Monitoreo del plan de mantenimiento	Ordinal	Cuestionario Tipo Likert
			Mejora continua del plan de mantenimiento		
		Verificación del mantenimiento	Planificación del mantenimiento		
			Programación de mantenimiento		
Variable dependiente: operatividad	La operatividad refiere a la habilidad de un equipo o maquinaria para operar de manera constante, sin experimentar averías, necesitar mantenimiento, realizar ajustes o sufrir paradas imprevistas.	Mantenimiento Productivo Total	Mantenimiento Autónomo	Ordinal	Cuestionario Tipo Likert
		Mantenimiento planificado			
		Mantenibilidad	Indicador de mantenibilidad de flota		
		Disponibilidad	Indicador de disponibilidad de flota		
		Confiability	Indicador de no averías		

De igual manera, las variables de estudio son definidas y desarrolladas de forma detallada en el Anexo 5, donde se presenta el juicio de expertos, el cual permitió validar la pertinencia, claridad y coherencia de las dimensiones e indicadores propuestos. Dicho proceso de validación contribuye a garantizar la consistencia metodológica del instrumento de recolección de datos y respalda la validez de contenido de las variables analizadas en la investigación.

### 3.4. Escalas de medición

Se utilizarán diversas técnicas e instrumentos con el fin de recolectar datos cuantificables acerca de las variables estudiadas. Para ello, se implementará la escala de Likert, lo que permitirá asignar valores numéricos que faciliten una evaluación más exacta.

### **3.5. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico**

#### **3.5.1 Técnicas de recolección de datos**

La técnica fue la encuesta para la recolección de datos del personal bomberil operativo de la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 024, Región Tacna.

#### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

Se implementará un cuestionario dirigido al personal de las diversas áreas involucradas, con la finalidad de evaluar cómo influye la propuesta del plan de mantenimiento en el incremento de la operatividad de los vehículos pertenecientes a la compañía de bomberos "Tacna" N° 24, en la región Tacna, durante el año 2024.

#### **3.5.3. Procesamiento y análisis de información**

Para la recolección de la información primaria, se ejecutó la solicitud a la VIII Comandancia Departamental de Tacna dando autorización para la ejecución de la encuesta en la compañía de bomberos Tacna N° 24.

Los instrumentos fueron aplicados en la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24, y los datos recolectados se procesaron mediante el software estadístico IBM SPSS versión 26.0. Con este programa se realizó el análisis de la información, así como la elaboración de tablas de frecuencias y porcentajes. Para comprobar la normalidad de los datos, se utilizó la prueba no paramétrica de Kolmogórov-Smirnov, la cual es útil para determinar si las muestras siguen una distribución normal.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Trabajo de Campo

En base a la definición de usuarios realizada previamente, se aplicó el instrumento según el cronograma propuesto. La temporalidad varió debido a que el personal voluntario cubre jornadas en diversos horarios y/o turnos en la compañía de bomberos, por lo que se tuvo que hacer el seguimiento correspondiente y aplicar el cuestionario, culminando en febrero del presente año.

### 4.2 Diseño e interpretación de los datos

Tras finalizar la obtención de datos mediante los instrumentos de evaluación previamente determinados, se realizó el análisis de la variable independiente (Mantenimiento) y de la variable dependiente (Operatividad). Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación, se procedió a interpretar y examinar detalladamente cada uno de los indicadores establecidos.

En este contexto, es importante reconocer que los datos solo cobran valor cuando el investigador les da sentido mediante su interpretación, ya que disponer de abundante información resulta inútil sin un tratamiento analítico riguroso. Por tal motivo, los hallazgos fueron expuestos de manera general y se utilizó un enfoque porcentual para su análisis.

En el siguiente apartado, se evidenciarán los resultados para las variables estudiadas.

Variable independiente – Mantenimiento: Se elaboraron tablas y gráficos relacionados a la variable de estudio, contando con 03 indicadores para una mejor obtención de resultados.

Variable dependiente – Operatividad: Se elaboraron tablas y gráficos relacionados a la variable de estudio, contando con 03 indicadores para una mejor obtención de resultados.

### 4.3 Interpretación de resultados

#### 4.3.1 Resultados sobre la variable Mantenimiento

La tabla 4 muestra la distribución de la variable Mantenimiento, donde la mayoría de los casos presentan un nivel Regular (68,18%), seguido por el nivel Alto (30,30%), mientras que el nivel Bajo es el menos frecuente con solo un caso (1,52%).

**Tabla 4**

*Estadísticos descriptivos para la variable mantenimiento*

Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	1	1,52%
Regular	45	68,18%
Alto	20	30,30%
Total	66	100,00%

La tabla 5 presenta el rango de calificación establecido para la variable mantenimiento, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 24 y 55 puntos, lo que indica una gestión de mantenimiento deficiente. El nivel regular abarca el intervalo de 56 a 85 puntos, representando un desempeño intermedio con presencia de aspectos por mejorar. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 86 y 120 puntos, lo que refleja un adecuado desarrollo de las actividades de mantenimiento dentro de la organización.

**Tabla 5**

*Rango de calificación aplicado a la variable mantenimiento*

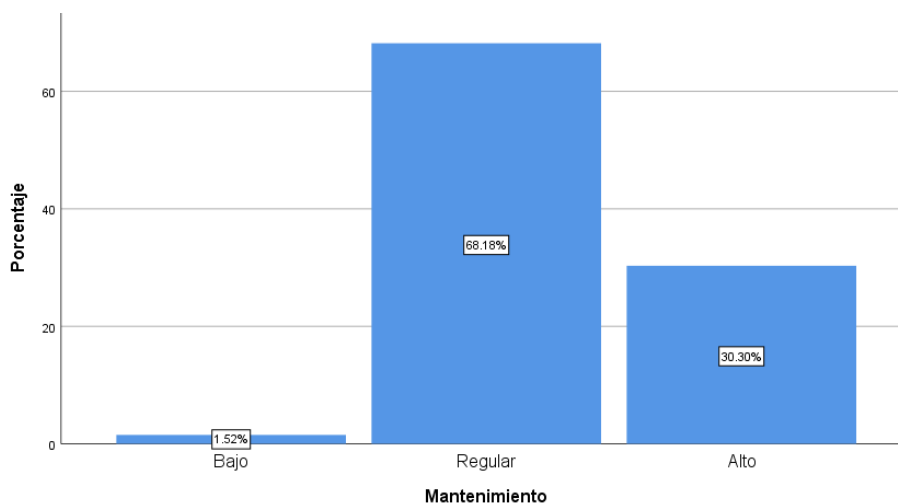
Niveles	Puntaje
El mantenimiento es bajo	[ 24 - 55)
El mantenimiento es regular	[ 56 - 85)
El mantenimiento es alto	[ 86 - 120)

La Figura 2 muestra la distribución porcentual de los niveles de la variable mantenimiento. Se aprecia que el nivel regular concentra la mayor proporción de casos, alcanzando el 68,18%, lo que indica que la mayoría de las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio. En segundo lugar, se encuentra el nivel alto con 30,30%, reflejando que una parte importante presenta condiciones favorables de mantenimiento.

Por su parte, el nivel bajo registra únicamente 1,52%, evidenciando una presencia mínima de situaciones críticas.

**Figura 2**

*Representación gráfica de barras para la variable mantenimiento*



#### 4.3.1.1. Análisis por dimensión

##### a. Dimensión Continuidad de ejecución del mantenimiento

La tabla 6 muestra la distribución de la dimensión Continuidad de ejecución del mantenimiento, donde la mayoría de los casos presentan un nivel Regular (68,18%), seguido por el nivel alto (25,76%), mientras que el nivel bajo es el menos frecuente con solo 4 casos (6,06%).

**Tabla 6**

*Estadísticos descriptivos para la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento*

Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	4	6,06%
Regular	45	68,18%
Alto	17	25,76%
Total	66	100,00%

La tabla 7 presenta el rango de calificación establecido para la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a

puntuaciones entre 8 y 18 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 19 a 28 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 29 y 40 puntos.

**Tabla 7**

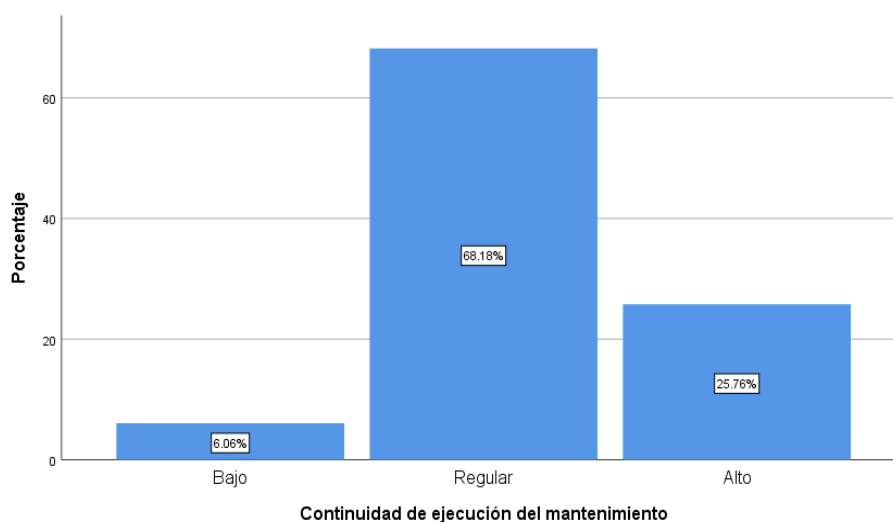
*Rango de calificación aplicado a la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento*

<b>Niveles</b>	<b>Puntaje</b>
La continuidad de ejecución del mantenimiento es baja	[ 8 - 18)
La continuidad de ejecución del mantenimiento es regular	[ 19 - 28)
La continuidad de ejecución del mantenimiento es alta	[ 29 - 40)

La Figura 3 muestra la distribución porcentual de los niveles de la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento. Se aprecia que el nivel regular concentra la mayor proporción de casos, alcanzando el 68,18%, lo que indica que la mayoría de las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio. En segundo lugar, se encuentra el nivel alto con 25,76%, reflejando que una parte importante presenta condiciones favorables de ejecución del mantenimiento. Por su parte, el nivel bajo registra únicamente 6,06%, evidenciando una presencia mínima de situaciones críticas.

**Figura 3.**

*Representación gráfica de barras para la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento*



### **b. Dimensión Verificación del Mantenimiento**

La tabla 8 presenta los estadísticos descriptivos para la dimensión Verificación del mantenimiento, donde la mayoría de los casos se encuentran en el nivel Regular con

46 registros (69,70%), seguido por el nivel alto con 18 casos (27,27%), mientras que el nivel bajo es el menos frecuente con solo 2 casos (3,03%).

**Tabla 8**

*Estadísticos descriptivos para la dimensión verificación del mantenimiento*

<b>Niveles</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Bajo	2	3,03%
Regular	46	69,70%
Alto	18	27,27%
Total	66	100,00%

La tabla 9 presenta el rango de calificación establecido para la dimensión verificación del mantenimiento, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 9 y 20 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 21 a 32 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 33 y 45 puntos.

**Tabla 9**

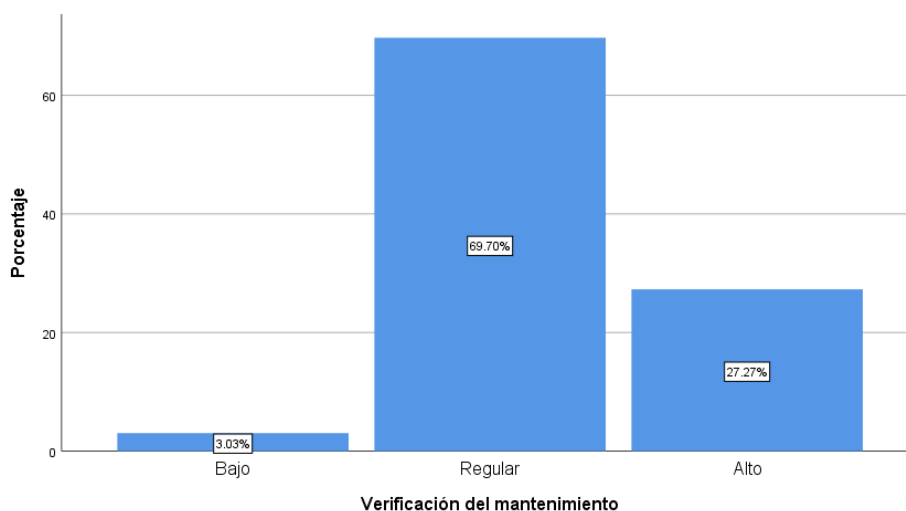
*Rango de calificación aplicado a la dimensión verificación del mantenimiento*

<b>Niveles</b>	<b>Puntaje</b>
La verificación del mantenimiento es baja	[ 9 - 20)
La verificación del mantenimiento es regular	[ 21 - 32)
La verificación del mantenimiento es alta	[ 33 - 45)

La Figura 4 muestra la distribución porcentual de los niveles de la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento. Se aprecia que el nivel regular concentra la mayor proporción de casos, alcanzando el 69,70%, lo que indica que la mayoría de las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio. En segundo lugar, se encuentra el nivel alto con 27,70%, reflejando que una parte importante presenta condiciones favorables de verificación del mantenimiento. Por su parte, el nivel bajo registra únicamente 3,03%, evidenciando una presencia mínima de situaciones críticas.

**Figura 4**

*Representación gráfica de barras para la dimensión verificación del mantenimiento*



#### **b. Dimensión Mantenimiento Productivo Total**

La tabla 10 muestra los estadísticos descriptivos para la dimensión Mantenimiento productivo total, donde la mayoría de los casos presentan un nivel Regular con 43 registros (65,15%), seguido por el nivel alto con 23 casos (34,85%).

**Tabla 10**

*Estadísticos descriptivos para la dimensión mantenimiento productivo total*

Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Regular	43	65,15%
Alto	23	34,85%
Total	66	100,00%

La tabla 11 presenta el rango de calificación establecido para la dimensión mantenimiento productivo total, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 7 y 16 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 17 a 26 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 27 y 35 puntos.

**Tabla 11**

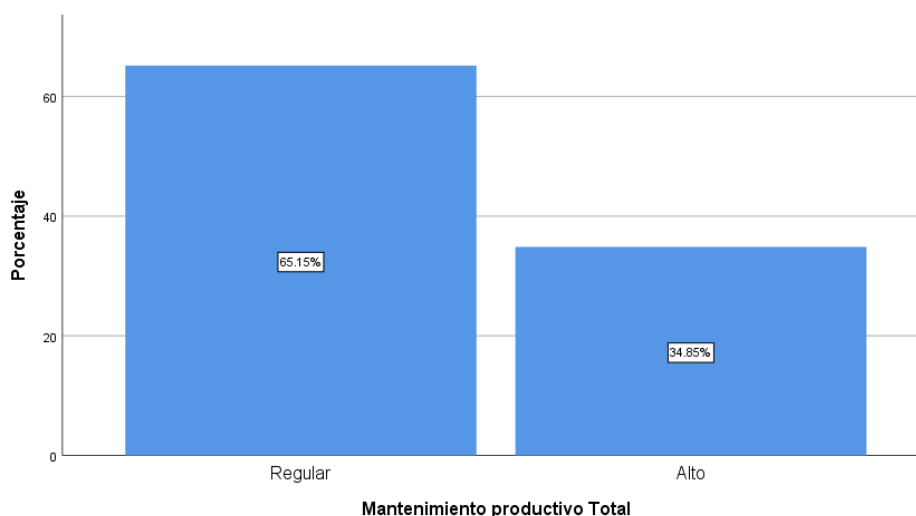
*Rango de calificación aplicado a la dimensión mantenimiento productivo total*

<b>Clasificación</b>	<b>Valoración</b>
El mantenimiento productivo total es bajo	[ 7 - 16)
El mantenimiento productivo total es regular	[ 17 - 26)
El mantenimiento productivo total es alto	[ 27 - 35)

La Figura 5 muestra la distribución porcentual de los niveles de la dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento. Se aprecia que el nivel regular concentra la mayor proporción de casos, alcanzando el 65,15%, lo que indica que la mayoría de las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio. En segundo lugar, se encuentra el nivel alto con 34,85%, reflejando que una parte importante presenta condiciones favorables de mantenimiento.

**Figura 5**

*Representación gráfica de barras para la dimensión mantenimiento productivo total*



#### **4.3.2 Resultados sobre la variable Operatividad**

La tabla 12 muestra los estadísticos descriptivos para la variable Operatividad, donde la totalidad de los casos (66) se encuentra en el nivel Regular, representando el 100% de la muestra.

**Tabla 12***Estadísticos descriptivos para la variable operatividad*

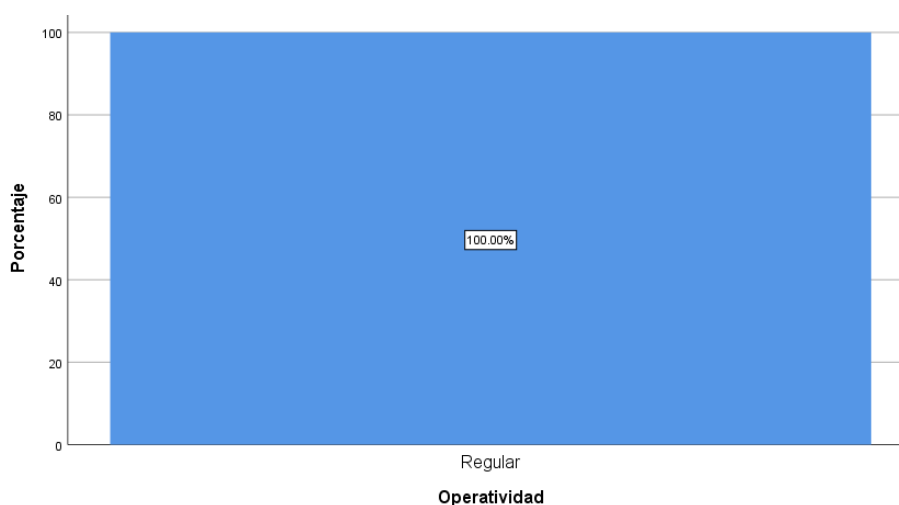
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Regular	66	100,00%
Total	66	100,00%

La tabla 13 presenta el rango de calificación establecido para la variable operatividad, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 24 y 55 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 56 a 85 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 86 y 120 puntos.

**Tabla 13***Rango de calificación aplicado a la variable operatividad*

<b>Clasificación</b>	<b>Valoración</b>
La operatividad es baja	[ 24 - 55)
La operatividad es regular	[ 56 - 85)
La operatividad es alta	[ 86 - 120)

La Figura 6 muestra la distribución porcentual de los niveles de la variable operatividad. Se aprecia que el nivel regular concentra el 100% de los casos, lo que indica que las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio.

**Figura 6***Representación gráfica de barras para la variable operatividad*

#### 4.3.2.1. Análisis por dimensión

##### a. Dimensión Mantenibilidad

La tabla 14 muestra los estadísticos descriptivos para la dimensión Mantenibilidad, encontrándose la mayoría de los casos en el nivel Regular con 55 registros (83,33%), mientras que 11 casos (16,67%) corresponden al nivel bajo.

**Tabla 14**

*Estadísticos descriptivos para la dimensión mantenibilidad*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Bajo	11	16,67%
Regular	55	83,33%
Total	66	100,00%

La tabla 15 presenta el rango de calificación establecido para la dimensión mantenibilidad, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 8 y 18 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 19 a 28 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 29 y 40 puntos.

**Tabla 15**

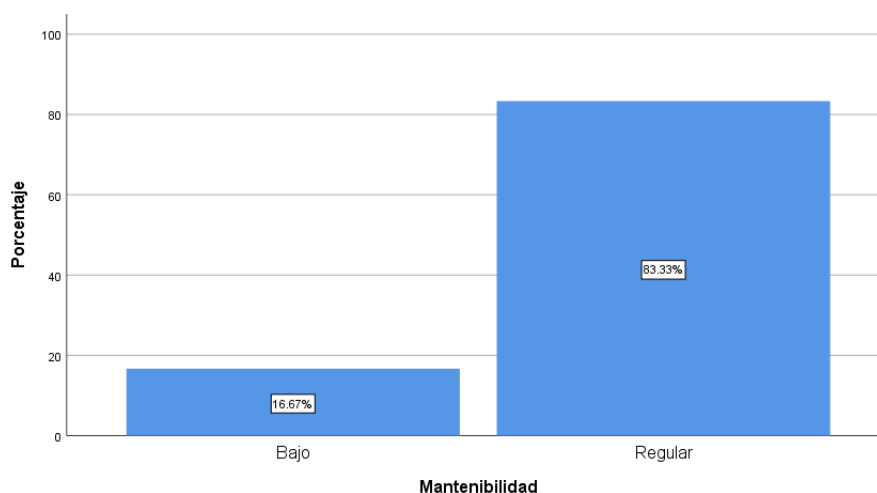
*Rango de calificación aplicado a la dimensión mantenibilidad*

<b>Clasificación</b>	<b>Valoración</b>
La mantenibilidad es baja	[ 8 - 18)
La mantenibilidad es regular	[ 19 - 28)
La mantenibilidad es alta	[ 29 - 40)

La Figura 7 muestra la distribución porcentual de los niveles de la dimensión mantenibilidad. Se aprecia que el nivel regular concentra la mayor proporción de casos, alcanzando el 83,33%, lo que indica que la mayoría de las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio. En segundo lugar, se encuentra el nivel bajo con 16,67%, reflejando que una parte importante presenta condiciones no favorables de mantenibilidad.

**Figura 7**

*Representación gráfica de barras correspondiente a la dimensión mantenibilidad*



### **b. Dimensión Disponibilidad**

La tabla 16 muestra los estadísticos descriptivos para la dimensión Disponibilidad, encontrándose la mayoría de los casos en el nivel Regular con 47 registros (71,21%), mientras que 19 casos (28,79%) corresponden al nivel bajo.

**Tabla 16**

*Estadísticos descriptivos para la dimensión disponibilidad*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Bajo	19	28,79%
Regular	47	71,21%
Total	66	100,00%

La tabla 17 presenta el rango de calificación establecido para la dimensión disponibilidad, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 7 y 16 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 17 a 26 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 27 y 35 puntos.

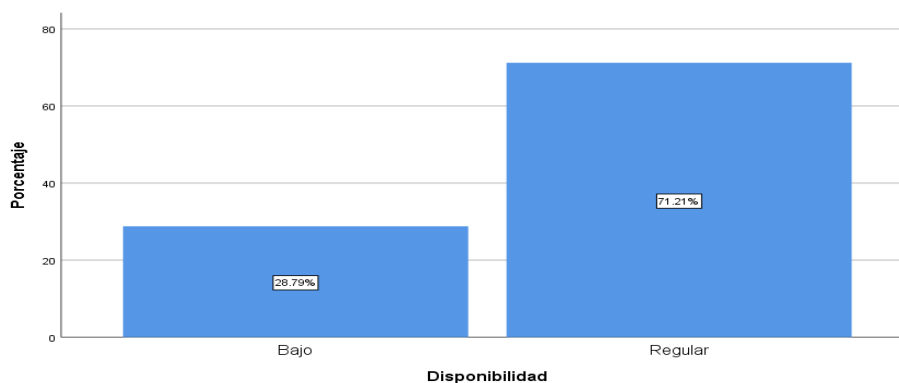
**Tabla 17***Rango de calificación aplicado a la dimensión disponibilidad*

Niveles	Puntaje
La disponibilidad es baja	[ 7 - 16)
La disponibilidad es regular	[ 17 - 26)
La disponibilidad es alta	[ 27 - 35)

La Figura 8 muestra la distribución porcentual de los niveles de la dimensión Disponibilidad. Se aprecia que el nivel regular concentra la mayor proporción de casos, alcanzando el 71,21%, lo que indica que la mayoría de las evaluaciones se sitúan en un desempeño intermedio. En segundo lugar, se encuentra el nivel bajo con 28,79%, reflejando que una parte importante presenta condiciones no favorables de mantenibilidad.

**Figura 8**

*Representación gráfica de barras correspondiente a la dimensión disponibilidad*



### c. Dimensión Confiabilidad

La tabla 19 muestra los estadísticos descriptivos para la dimensión Confiabilidad, donde la totalidad de los casos (66) se encuentra en el nivel Regular, representando el 100% de la muestra.

**Tabla 18***Estadísticos descriptivos para la dimensión confiabilidad*

	Frecuencia	Porcentaje
Regular	66	100,00%
Total	66	100,00%

La tabla 19 presenta el rango de calificación establecido para la dimensión confiabilidad, el cual permite clasificar los resultados obtenidos según el puntaje alcanzado. Se observa que el nivel bajo corresponde a puntuaciones entre 9 y 20 puntos, el nivel regular abarca el intervalo de 21 a 32 puntos. Finalmente, el nivel alto comprende puntuaciones entre 33 y 45 puntos.

**Tabla 19**

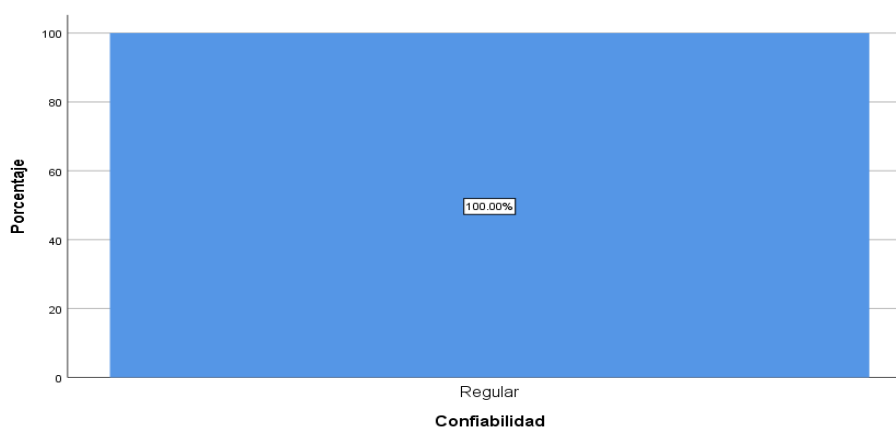
*Rango de calificación aplicado a la dimensión confiabilidad*

<b>Niveles</b>	<b>Puntaje</b>
La confiabilidad es baja	[ 9 - 20)
La confiabilidad es regular	[ 21 - 32)
La confiabilidad es alta	[ 33 - 45)

La Figura 9 muestra la distribución porcentual de los niveles de la dimensión confiabilidad. Se aprecia que el nivel regular concentra la totalidad de casos, alcanzando el 100%, lo que indica que se sitúan en un desempeño intermedio.

**Figura 9**

*Representación gráfica de barras correspondiente a la dimensión confiabilidad*



#### 4.4 Comprobación de hipótesis

##### 4.4.1 Prueba de normalidad

La Tabla 20 muestra los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov, aplicada con el fin de determinar la distribución de los datos correspondientes a las variables y dimensiones del estudio. Esta prueba permite contrastar la hipótesis nula de

que los datos provienen de una población con distribución normal, considerando como criterio de decisión un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

Los resultados evidencian que las variables Mantenimiento ( $p = 0,200$ ) y Operatividad ( $p = 0,087$ ) presentan valores de significancia estadística superiores a 0,05. En términos estadísticos, esto indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, por lo que se asume que ambas variables siguen una distribución aproximadamente normal.

En contraste, las dimensiones Continuidad de ejecución del mantenimiento ( $p = 0,001$ ), Verificación del mantenimiento ( $p = 0,025$ ), Mantenimiento Productivo Total ( $p = 0,019$ ), Mantenibilidad ( $p = 0,012$ ), Disponibilidad ( $p = 0,000$ ) y Confiabilidad ( $p = 0,006$ ) presentan valores de significancia inferiores a 0,05. Estos resultados conducen al rechazo de la hipótesis de normalidad, lo que indica que la distribución de sus datos se aleja significativamente de una curva normal. Esta situación puede atribuirse a factores como asimetría en las respuestas, concentración de datos en ciertos niveles de la escala o variabilidad limitada entre observaciones, aspectos frecuentes en estudios aplicados a contextos organizacionales y operativos.

En síntesis, la prueba de Kolmogórov-Smirnov permitió establecer los supuestos estadísticos necesarios para orientar la estrategia de análisis inferencial del estudio, asegurando que la elección de las técnicas estadísticas sea coherente con el comportamiento real de los datos.

**Tabla 20**

*Prueba de normalidad*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Continuidad de ejecución del mantenimiento	0,152	66	0,001
Verificación del mantenimiento	0,117	66	0,025
Mantenimiento productivo Total	0,120	66	0,019
Mantenimiento	0,083	66	0,200
Mantenibilidad	0,125	66	0,012
Disponibilidad	0,214	66	0,000
Confiabilidad	0,131	66	0,006
Operatividad	0,102	66	0,087

De acuerdo con la prueba de normalidad de la muestra se utilizó el estadístico de R de Pearson para la contratación de la hipótesis general.

#### 4.4.2 Hipótesis General

La tabla 21 muestra los resultados del coeficiente de R de Pearson para el mantenimiento y la operatividad de los vehículos en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24. Se observa que el valor del coeficiente es 0,620 y el valor de  $p = 0,01$  es mayor al umbral típico de significancia estadística (0,05), lo que sugiere que la relación observada es estadísticamente significativa.

**Tabla 21**

*Correlación entre el mantenimiento y la operatividad*

		Operatividad
Mantenimiento	Coeficiente de R de Pearson	0,620
	Valor P	0,01

##### 4.4.2.1. Prueba de Regresión Lineal

Los resultados de la regresión lineal arrojan un  $R^2 = 0,651$ , tal como se aprecia en la Tabla 22, lo que indica que el 65,1 % de la variabilidad de la operatividad se explica por el mantenimiento.

**Tabla 22**

*Resumen del modelo de Hipótesis General*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,807	0,651	0,646	13,959

En la tabla 23 el análisis ANOVA confirma la validez del modelo ( $F = 119,597$ ;  $p < 0,001$ ), y el coeficiente de mantenimiento ( $B = 1,191$ ;  $p < 0,001$ ) demuestra que por cada unidad que se incrementa el mantenimiento.

**Tabla 23**

*Anova de hipótesis general*

Modelo		Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	23304,878	1	23304,878	119,597	0,000 <sup>b</sup>
	Residuo	12471,122	64	194,861	-	-
	Total	35776,000	65	-	-	-

Tal como se aprecia en la Tabla 24, cada unidad de la operatividad aumenta en promedio en 1191 unidades. Por lo tanto que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), concluyendo que el plan de mantenimiento propuesto influye de manera significativa en la mejora de la operatividad de los vehículos.

**Tabla 24**

*Coefficientes de hipótesis general*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	13,745	8,027	-	1,712	0,002
	Mantenimiento	1,191	0,109	0,807	10,936	0,000

#### 4.4.3 Hipótesis Específicas

##### 4.4.3.1. Resultados de la hipótesis específica 1

La tabla 25 muestra los resultados del coeficiente de R de Pearson entre la continuidad de ejecución del mantenimiento y la operatividad de los vehículos en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24. Se observa que el valor del coeficiente es 0,580 y el valor de  $p = 0,01$  es mayor al umbral típico de significancia estadística (0,05), lo que sugiere que la relación observada es estadísticamente significativa.

**Tabla 25**

*Correlación entre la continuidad de ejecución del mantenimiento y la operatividad*

		Operatividad
Continuidad de ejecución del	Coeficiente de R de Pearson	0,580
mantenimiento	Valor P	0,01

##### a. Prueba de regresión lineal de la hipótesis específica 1

Como se presenta en la Tabla 26, el modelo presenta un coeficiente de correlación moderado ( $R = 0,367$ ) y un  $R^2 = 0,135$ , lo que indica que el 13,5 % de la variación en la operatividad se explica por la continuidad del mantenimiento.

**Tabla 26**

*Resumen del modelo de hipótesis específica 1*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,367	0,135	0,121	21,992

El análisis ANOVA confirma la validez del modelo ( $F = 9,971$ ;  $p = 0,002$ ), tal como se aprecia en la Tabla 27, demuestra que por cada unidad que se incrementa el mantenimiento.

**Tabla 27**

*Anova de hipótesis específica 1*

		Suma de		Media		
Modelo		cuadrados	GI	cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4822,564	1	4822,564	9,971	0,002
	Residuo	30953,436	64	483,647	-	-
	Total	35776,000	65	-	-	-

El coeficiente de regresión ( $B = 0,899$ ;  $p = 0,002$ ), tal como se aprecia en la Tabla 28, señala que por cada unidad que se incrementa la continuidad del mantenimiento, la operatividad mejora en promedio en 0,899 unidades.

**Tabla 28.**

*Coefficientes de hipótesis específica 1*

		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
Modelo		B	Desv. Error	Beta	T	Sig.	
1	(Constante)	50,419	7,351	-	6,859	0,000	
	Continuidad_ Mantenimiento	0,899	0,285	0,367	3,158	0,002	

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se concluye que el plan de mantenimiento, en su dimensión continuidad de ejecución, contribuye de manera significativa, aunque en un nivel moderado.

#### 4.4.3.2. Hipótesis específica 2

La tabla 29 muestra los resultados del coeficiente de R de Pearson entre la verificación del mantenimiento y la operatividad de los vehículos en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24. Se observa que el valor del coeficiente es 0,630 y el valor de  $p = 0,01$  es mayor al umbral típico de significancia estadística (0,05), lo que sugiere que la relación observada es estadísticamente significativa.

**Tabla 29***Correlación entre la verificación del mantenimiento y la operatividad*

		Operatividad
Verificación del	Coefficiente de R de Pearson	0,630
Mantenimiento	Valor P	0,01

**a. Prueba de regresión lineal de la hipótesis específica 2**

Tal como se muestra en la Tabla 30, el modelo muestra una correlación moderada ( $R = 0,571$ ) y un coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,326$ ), lo que significa que el 32,6 % de la variación de la operatividad se explica por la verificación del mantenimiento.

**Tabla 30***Resumen del modelo de hipótesis específica 2*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,571	0,326	0,315	19,413

El análisis ANOVA respalda la validez del modelo ( $F = 30,930$ ;  $p = 0,001$ ), confirmando su significancia estadística, tal como se aprecia en la Tabla 31.

**Tabla 31***Anova de hipótesis específica 2*

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
-1	Regresión	11656,415	1	11656,415	30,930	0,001
	Residuo	24119,585	64	376,869	-	-
	Total	35776,000	65	-	-	-

Asimismo, el coeficiente  $B = 1,255$  ( $p = 0,001$ ) indica que por cada unidad que aumenta la verificación del mantenimiento, la operatividad se incrementa en promedio en 1,255 unidades, como se observa en la Tabla 32.

**Tabla 32***Coefficientes de hipótesis específica 2*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		T	Sig.
		B	Desv. Error	Beta	s		
1	(Constante)	38,122	6,543	-		5,826	0,001
	Verificación_	1,255	0,226	0,571		5,561	0,001
	Mantenimiento						

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H2), concluyendo que la verificación sistemática del mantenimiento constituye un factor clave en la mejora de la operatividad de los vehículos.

#### 4.4.3.3. Hipótesis específica 3

La tabla 33 muestra los resultados del coeficiente de R de Pearson entre la verificación del mantenimiento y la operatividad de los vehículos en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24. Se observa que el valor del coeficiente es 0,650 y el valor de  $p = 0,01$  es mayor al umbral típico de significancia estadística (0,05), lo que sugiere que la relación observada es estadísticamente significativa.

**Tabla 33***Correlación entre la verificación del mantenimiento productivo total y la operatividad*

		Operatividad
Mantenimiento productivo total	Coefficiente de R de Pearson	0,650
	Valor P	0,01

#### a. Prueba de regresión lineal de la hipótesis específica 3

Tal como se aprecia en la Tabla 34, el modelo presenta un coeficiente de correlación moderado ( $R = 0,393$ ) y un  $R^2 = 0,155$ , lo que indica que el 15,5% de la variación en la operatividad se explica por el mantenimiento productivo total.

**Tabla 34***Resumen del modelo de hipótesis específica 3*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,393	0,155	0,142	21,737

El análisis ANOVA confirma la validez del modelo ( $F = 11,715$ ;  $p = 0,001$ ), evidenciando su significancia estadística, como se puede observar en la Tabla 35.

**Tabla 35**

*Anova de hipótesis específica 3*

Modelo		Suma de	GI	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
1	Regresión	5535,285	1	5535,285	11,715	0,001
	Residuo	30240,715	64	472,511	-	-
	Total	35776,000	65	-	-	-

En la Tabla 36, da como resultado que el coeficiente  $B = 1,126$  ( $p = 0,001$ ) señalando que por cada unidad que se incrementa la aplicación del mantenimiento productivo total, la operatividad aumenta en promedio en 1,126 unidades.

**Tabla 36**

*Coeficientes de hipótesis específica 3*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	T	
1 (Constante)	48,355	7,409	-	6,527	0,001
Mantenimiento_Productivo_Total	1,126	0,329	0,393	3,423	0,001

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se concluye que el mantenimiento productivo total contribuye de manera positiva y significativa a la mejora de la operatividad de los vehículos.

## 4.5 Propuesta de mejora

### 4.5.1 Objetivos del plan de mantenimiento

- Conseguir que las unidades de la Compañía De Bomberos Tacna N° 24 alcance un OEE superior al 85% en sus diversas unidades.
- Mejorar el tiempo de respuesta y el sustento de las unidades para su mantenimiento a la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú.
- Implementar herramientas que mejoren el sustento del mantenimiento de las unidades para mejorar su cuidado y su tiempo de vida.

- d. Lograr que la compañía de bomberos aproveche sus recursos humanos, obteniendo capacitación adecuada y utilizando herramientas e indicadores para mejorar el desempeño de las unidades.

#### 4.5.2 Diagnóstico inicial

En esta etapa, se realizó un diagnóstico situacional inicial, el cual permite identificar el estado actual de los vehículos, donde los principales problemas de mantenimiento, la frecuencia de fallas y los impactos que generan en la continuidad del servicio. Dicho análisis constituye la base para diseñar un plan de acciones correctivas y preventivas, alineadas con los pilares del TPM. Las unidades consideradas del presente estudio son las siguientes:

**Tabla 37**

*Unidades pertenecientes a la compañía de bomberos "Tacna" N° 24*

<b>Unidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Año de fabricación</b>
Auxiliar 24	Fotón	Tunland Mining DC 4X4	2022
Máquina 24	Pierce	Cartender	2009
Escala 24	International	Fire Truck	1998
Ambulancia 24	Peugeot	Boxer L3H2	2018

Calcular el índice de eficiencia global de los equipos de las unidades de la compañía de bomberos "Tacna" N° 24 durante el año 2024 es crucial para conocer el comportamiento de las unidades frente a la emergencias y asimismo reconocer cuales son las unidades que más fallas continuas tienen. Para este propósito, se emplearán los indicadores de seguimiento correspondientes al cálculo del OEE, los cuales permitirán evaluar de manera integral la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de las unidades.

- Disponibilidad: Se evaluará en función del tiempo en que el vehículo debe estar programado para la atención de emergencias, es decir, las 24 horas del día. Este indicador compara dicho tiempo con el tiempo operativo real, entendido como el

periodo en que la unidad no presenta fallas y se encuentra en condiciones de cumplir eficazmente sus funciones durante una emergencia.

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo Programado (hrs)}{Tiempo operativo (hrs)} \quad (2)$$

- Rendimiento: A partir del historial de salidas de las unidades, se estimará el nivel de rendimiento esperado, calculado en función de la relación entre la capacidad teórica de atención y los servicios efectivamente realizados

$$Rendimiento = \frac{Servicios Esperados}{Servicios Realizados} \quad (3)$$

- Calidad: De los servicios que se han realizado, se dividirá entre los servicios que no hayan presentado ninguna falla

$$Calidad = \frac{Servicios Realizados}{Servicios sin Fallas} \quad (4)$$

- OEE: El cálculo de los OEE es la multiplicación de los porcentajes de los indicadores de Disponibilidad, rendimiento y calidad.

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad \quad (5)$$

#### a. De la Unidad Ambulancia 24

En la Figura 38 encontramos que la Unidad Ambulancia 24 se encuentra con una Disponibilidad del 84%, Rendimiento del 100% y Calidad del 99%, lo cual nos da un OEE del 83,01% para la unidad.

**Tabla 38***Indicadores de OEE en la unidad ambulancia 24*

Unidad	Mes	Tiempo Prog.	Tiempo Oper.	Serv. Esperados	Serv. Real.	Serv. sin Fallas	Disp	Rend.	Cal.	OEE
Ambulancia 24	1	720	700	70	58	56	97%	83%	97%	77,78%
	2	720	720	70	56	56	100%	80%	100%	80,00%
	3	720	600	60	90	88	83%	100%	98%	81,48%
	4	720	288	40	25	24	40%	63%	96%	24,00%
	5	720	720	40	60	60	100%	100%	100%	100,00%
	6	720	552	40	58	58	77%	100%	100%	76,67%
	7	720	360	60	62	60	50%	100%	97%	48,39%
	8	720	720	40	81	81	100%	100%	100%	100,00%
	9	720	720	40	60	60	100%	100%	100%	100,00%
	10	720	720	40	45	45	100%	100%	100%	100,00%
	11	720	624	40	51	50	87%	100%	98%	84,97%
	12	720	552	70	54	52	77%	77%	96%	56,95%
Total		8640	7276	610	700	690	84%	100%	99%	83,01%

**b. De la unidad escala 24**

En la Tabla 39 encontramos que la Unidad Escala 24 se encuentra con una Disponibilidad del 79%, Rendimiento del 53% y Calidad del 71%, lo cual nos da un OEE del 29,81% para la unidad.

**Tabla 39***Indicadores de OEE en la unidad escala 24*

Unidad	Mes	Tiempo Prog.	Tiempo Oper.	Serv. Esperados	Serv. Real.	Serv. sin Fallas	Disp	Rend.	Cal.	OEE
Escala 24	1	720	700	3	1	1	97%	33%	100%	32,41%
	2	720	720	3	2	1	100%	67%	50%	33,33%
	3	720	264	3	2	1	37%	67%	50%	12,22%
	4	720	96	2	1	1	13%	50%	100%	6,67%
	5	720	720	2	1	1	100%	50%	100%	50,00%
	6	720	720	3	1	1	100%	33%	100%	33,33%
	7	720	48	3	2	1	7%	67%	50%	2,22%
	8	720	720	3	2	1	100%	67%	50%	33,33%
	9	720	720	2	1	1	100%	50%	100%	50,00%
	10	720	720	2	1	1	100%	50%	100%	50,00%
	11	720	720	3	1	1	100%	33%	100%	33,33%
	12	720	720	3	2	1	100%	67%	50%	33,33%
Total		8640	6868	32	17	12	79%	53%	71%	29,81%

### c. De la unidad máquina 24

En la Tabla N° 40 encontramos que la Unidad Maquina 24 se encuentra con una Disponibilidad del 64%, Rendimiento del 82% y Calidad del 91%, lo cual nos da un OEE del 48,12% para la unidad.

**Tabla 40**

*Indicadores de OEE en la unidad máquina 24*

Unidad	Mes	Tiempo Prog.	Tiempo Oper.	Serv. Esperados	Serv. Real.	Serv. sin Fallas	Disp	Rend.	Cal.	OEE
Máquina 24	1	720	700	10	10	10	97%	100%	100%	97,22%
	2	720	216	10	5	4	30%	50%	80%	12,00%
	3	720	60	10	4	3	8%	40%	75%	2,50%
	4	720	48	9	2	1	7%	22%	50%	0,74%
	5	720	480	8	8	7	67%	100%	88%	58,33%
	6	720	648	8	8	8	90%	100%	100%	90,00%
	7	720	720	12	12	12	100%	100%	100%	100,00%
	8	720	720	8	8	8	100%	100%	100%	100,00%
	9	720	720	8	6	6	100%	75%	100%	75,00%
	10	720	384	8	8	7	53%	100%	88%	46,67%
	11	720	360	9	8	6	50%	89%	75%	33,33%
	12	720	504	15	15	14	70%	100%	93%	65,33%
Total		8640	5560	115	94	86	64%	82%	91%	48,12%

### d. De la unidad auxiliar 24

En la Tabla 41 encontramos que la Unidad Auxiliar 24 se encuentra con una Disponibilidad del 98%, Rendimiento del 85% y Calidad del 99%, lo cual nos da un OEE del 82,26% para la unidad.

**Tabla 41**

*Indicadores de OEE en la unidad auxiliar 24*

Unidad	Mes	Tiempo Prog.	Tiempo Oper.	Serv. Esperados	Serv. Real.	Serv. sin Fallas	Disp	Rend.	Cal.	OEE
Auxiliar 24	1	720	700	12	5	5	97%	42%	100%	40,51%
	2	720	720	12	3	3	100%	25%	100%	25,00%
	3	720	720	12	8	8	100%	67%	100%	66,67%
	4	720	720	10	10	10	100%	100%	100%	100,00%
	5	720	720	10	10	10	100%	100%	100%	100,00%
	6	720	720	10	10	10	100%	100%	100%	100,00%
	7	720	720	12	12	12	100%	100%	100%	100,00%
	8	720	720	12	12	12	100%	100%	100%	100,00%
	9	720	720	10	10	10	100%	100%	100%	100,00%

**Tabla 42**(Continuación)

Unidad	Tiempo		Serv.	Serv.	Serv. sin	Disp	Rend.	Cal.	OEE	
	Mes	Prog.	Oper.	Esperados	Real.					Fallas
	10	720	720	10	10	10	100%	100%	100%	100,00%
	11	720	552	10	10	9	77%	100%	90%	69,00%
	12	720	720	12	12	12	100%	100%	100%	100,00%
Total		8640	8452	132	112	111	98%	85%	99%	82,26%

En la Tabla 42 tenemos que los resultados se acercan a estándares internacionales, sin embargo, refleja que las unidades Máquina (48,12%) y Escala (29,81%) cuentan con niveles bajos, asimismo, la unidad Auxiliar (82,26%) pese a su nueva adquisición, cuenta con un nivel por debajo del ideal. Estos niveles de desempeño evidencian que la flota vehicular presenta una operatividad irregular, afectando directamente la capacidad de respuesta ante emergencias.

**Tabla 43**

*Indicadores de OEE en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24*

Unidad	Marca	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Ambulancia 24	Peugeot	84,21%	100,00%	98,57%	83,01%
Máquina 24	Pierce	64,35%	81,74%	91,49%	48,12%
Auxiliar 24	Foton	97,82%	84,85%	99,11%	82,26%
Escala 24	International	79,49%	53,13%	70,59%	29,81%

En la tabla 43 se presenta la clasificación del OEE de las unidades evaluadas, siendo los resultados de las unidades Ambulancia y Auxiliar alcanzan un nivel considerado "Bueno", reflejando un desempeño aceptable en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad. En contraste, la unidad Máquina se ubica en la categoría de "Deficiente", lo que indica limitaciones significativas en su operatividad. Finalmente, la unidad Escala presenta el valor más crítico, clasificándose como "Muy Deficiente", situación que evidencia una baja eficiencia global y la necesidad de intervenciones prioritarias en su mantenimiento y gestión operativa.

**Tabla 44**

*Clasificación del OEE según porcentaje obtenido*

Unidad	Marca	OEE	Clasificación
Ambulancia 24	Peugeot	83,01%	Bueno
Máquina 24	Pierce	48,12%	Deficiente
Auxiliar 24	Foton	82,26%	Bueno
Escala 24	International	29,81%	Muy deficiente

### **5.5.3. Plan de mantenimiento desarrollando los pilares TPM**

#### **5.5.3.1 Desarrollo del pilar TPM: áreas administrativas**

El Pilar de TPM en Áreas Administrativas tiene como finalidad articular la gestión técnica del mantenimiento con la estructura organizativa de la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24. Su correcta aplicación asegura que la planificación, dirección y supervisión del mantenimiento se desarrollen de manera ordenada, con responsabilidades claramente definidas y alineadas a la estrategia institucional.

Desde el enfoque teórico, este pilar se fundamenta en los principios del Mantenimiento Productivo Total (TPM), que promueven la participación de todos los niveles jerárquicos en la gestión del mantenimiento (Nakajima, 1988). En este sentido, el área administrativa cumple un papel clave al establecer mecanismos de control, comunicación y evaluación que garanticen la eficacia del sistema.

La implementación de este pilar incluye la dirección estratégica del plan de mantenimiento, la definición de roles y responsabilidades, los procedimientos de solicitud y registro de mantenimiento, y la evaluación de la eficiencia operativa mediante el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness). Asimismo, se establece un organigrama funcional que facilita la coordinación entre las áreas operativas y administrativas, junto con un flujo de comunicación interna que asegura la trazabilidad de las acciones y la toma de decisiones informadas.

#### **a. De la Dirección Estratégica**

La dirección operativa del plan de mantenimiento recae en el Jefe de Unidad, quien tiene la responsabilidad de reconocer las deficiencias actuales de las unidades y de tomar decisiones orientadas a optimizar su rendimiento.

#### **b. Campaña de difusión del método**

Para la correcta implementación de la Metodología TPM, requiere simultáneamente del trabajo y constancia de los pilotos maquinistas y los bomberos adscritos a la compañía para su participación en las tareas que se asignen internamente para el mantenimiento de las unidades. La campaña será difundida por reuniones de cuadro y reuniones generales donde se darán las funciones y actividades a realizar según corresponda.

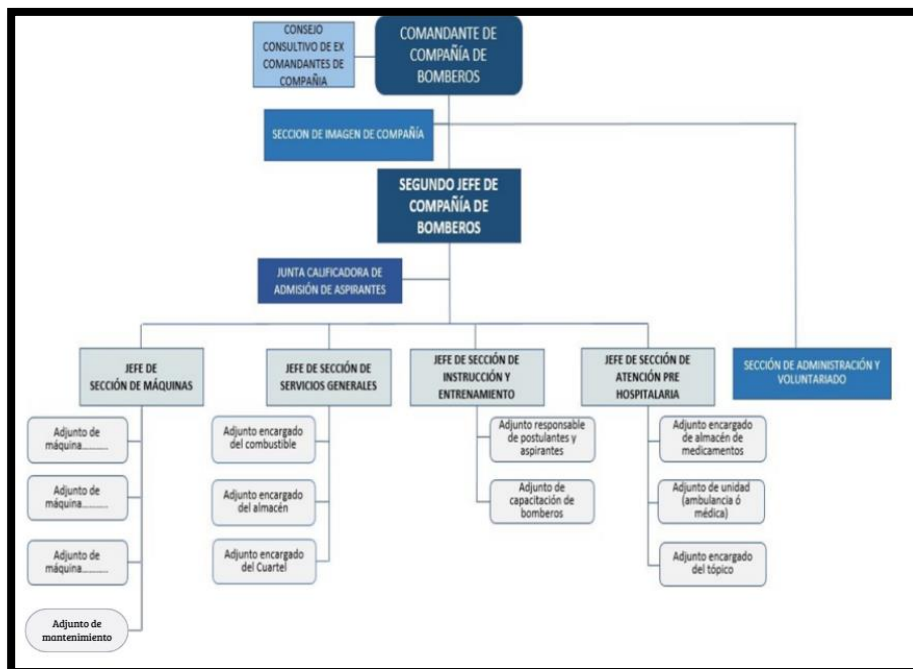
### c. Establecer las funciones del adjunto de mantenimiento

Se designará un Adjunto de Mantenimiento en la sección de máquinas, encargado de:

- Determinar y coordinar el mantenimiento requerido y/o solicitado.
- Realizar el seguimiento de la operatividad de los vehículos.
- Registrar en el sistema (base de datos/Excel) las fallas, mantenimientos, solicitudes e informes reportados por el personal.
- Informar periódicamente al Jefe de Unidad sobre la situación técnica y operativa de la flota.

**Figura 10**

*Organigrama propuesto para la compañía de bomberos "Tacna" N° 24*



Como se ve en la Figura 21 el organigrama establece una cadena clara de responsabilidades, asegurando que la información fluya desde los operadores hacia la dirección estratégica, y que las decisiones administrativas estén sustentadas en datos confiables y oportunos.

### d. De la solicitud de mantenimiento

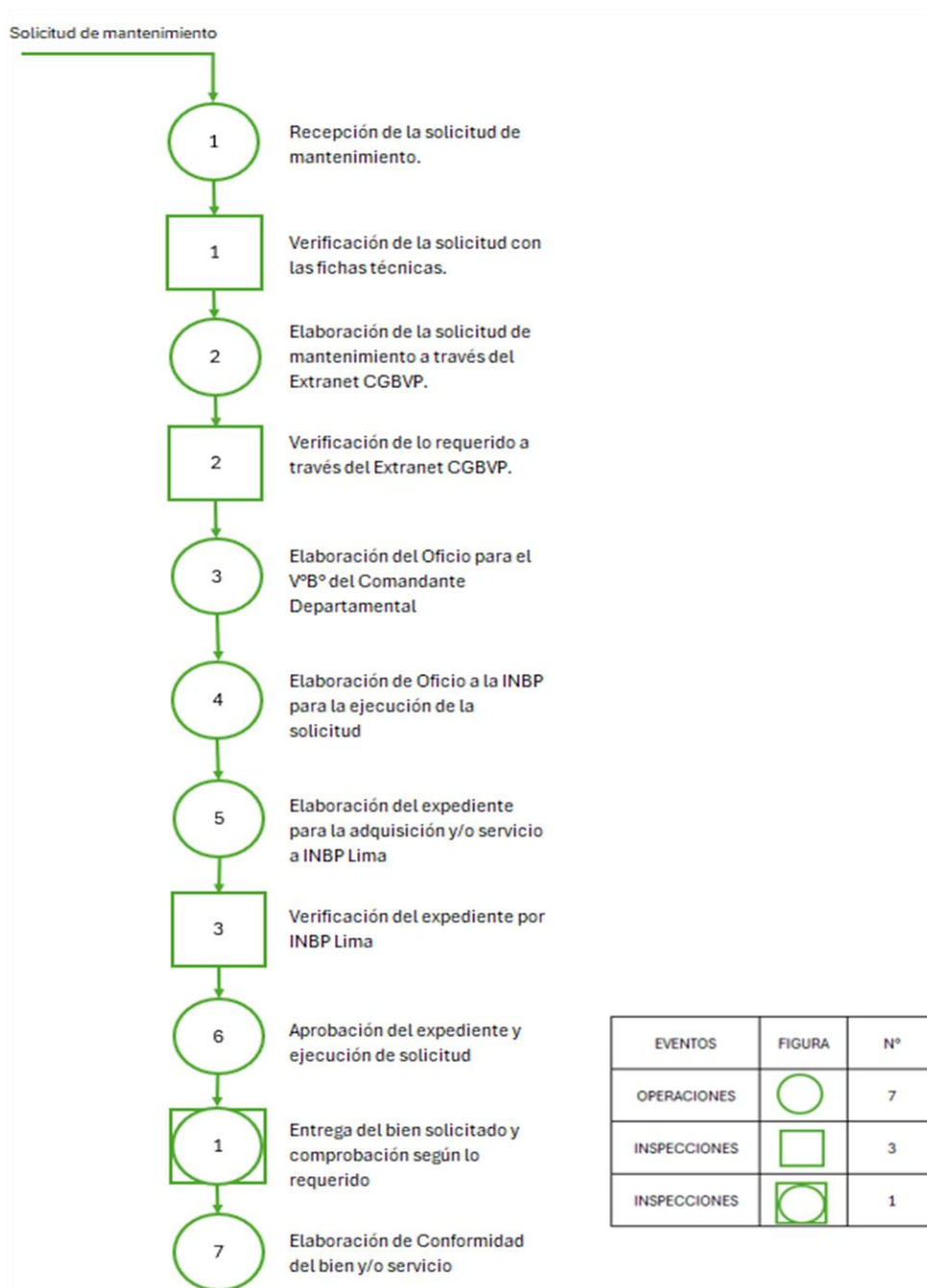
En la compañía de bomberos no cuenta con un diagrama de procesos que permita una manera de realizar el trámite secuencial y detallado para no tener retrasos en la solicitud de mantenimiento. De lo cual, se ha elaborado un diagrama de operaciones

que el adjunto de mantenimiento podrá seguir con el objetivo de que identifique en que proceso se encuentra su solicitud para la unidad.

Facilitando así la comunicación entre la compañía, la Jefatura y la INBP para la asignación del bien y/o servicio. A continuación, en la figura 22 se presenta el diagrama de operaciones elaborado para las solicitudes de mantenimiento

**Figura 11**

*Diagrama de operaciones del proceso de solicitud de mantenimiento*



### **c. De la evaluación del OEE**

Las reuniones para la evaluación del Overall Equipment Effectiveness (OEE) en la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24 estarán a cargo del Jefe de Unidad, el Jefe de Máquinas y el Adjunto de Mantenimiento. El objetivo principal será analizar el rendimiento de los vehículos de emergencia considerando los tres componentes del indicador: disponibilidad, rendimiento y calidad del funcionamiento, de acuerdo con dichas reuniones se revisarán los reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, los tiempos de parada, la frecuencia de fallas y la efectividad de las acciones implementadas. Con base en estos resultados, se propondrán acciones correctivas y de mejora continua, orientadas a incrementar la operatividad y confiabilidad de las unidades.

### **d. Frecuencia de evaluación**

Las reuniones de evaluación del OEE (Overall Equipment Effectiveness) se llevarán a cabo con una frecuencia semestral, constituyéndose como un espacio clave para el análisis integral del desempeño operativo de las unidades y equipos de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24, durante estas reuniones se revisarán los indicadores que conforman el OEE —disponibilidad, rendimiento y calidad con el propósito de identificar tendencias de desempeño, comparar resultados con periodos anteriores y evaluar la evolución de la eficiencia global a lo largo del tiempo.

La información recopilada permitirá detectar áreas críticas o puntos de mejora, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones estratégicas orientadas al incremento de la productividad, la reducción de tiempos de inactividad y la optimización del mantenimiento preventivo, asimismo el análisis de los resultados servirá para validar la efectividad de las acciones correctivas y preventivas implementadas en ciclos anteriores, asegurando así la mejora continua del sistema de mantenimiento.

En caso de que se presenten desviaciones significativas en los indicadores del OEE, ya sea por disminución de la disponibilidad de los equipos, bajo rendimiento operativo o incremento en las fallas de calidad, se convocarán reuniones extraordinarias, estas tendrán como propósito realizar un análisis detallado de causas raíz, utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa, los 5 porqués o el análisis de Pareto, según corresponda. A partir de dicho análisis, se procederá a la implementación inmediata de medidas correctivas y de control, las cuales serán documentadas y monitoreadas en los informes de seguimiento del TPM, de esta manera, el proceso de evaluación del OEE no solo permitirá medir objetivamente la

eficiencia de los equipos, sino también consolidar una cultura de mejora continua, trabajo colaborativo y gestión basada en datos, elementos fundamentales para la sostenibilidad del sistema de mantenimiento productivo total.

#### **e. Base teórica TPM**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de gestión japonesa introducida por Seiichi Nakajima (1988), cuyo propósito es maximizar la eficiencia de los equipos a través de la participación de todo el personal de la organización, considerando que el TPM integra los objetivos de producción, mantenimiento y calidad, promoviendo la eliminación de pérdidas y la mejora continua. En el ámbito administrativo, este enfoque busca garantizar que los procesos de planificación, control y evaluación del mantenimiento se desarrollen bajo principios de eficiencia, orden y compromiso compartido; de esta manera los pilares administrativos del TPM como la gestión documental, la planificación estratégica y la evaluación del desempeño mediante el OEE contribuyen a fortalecer la sostenibilidad operativa de las instituciones. De acuerdo con la literatura (Shirose, 2012), la aplicación del TPM en el área administrativa facilita la comunicación entre niveles jerárquicos, mejora la trazabilidad de la información técnica y promueve la toma de decisiones basada en indicadores de desempeño.

#### **f. Objetivo explícito**

Fortalecer la gestión administrativa del mantenimiento en la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24 mediante la aplicación del Pilar Administrativo del TPM, con el fin de optimizar la planificación, control y evaluación de las actividades de mantenimiento, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de los vehículos operativos.

#### **g. Indicadores de gestión administrativa**

La Tabla 44 presenta los indicadores de gestión administrativa utilizados para evaluar el desempeño de los procesos administrativos de la organización. Estos indicadores permiten medir de manera sistemática aspectos clave como la eficiencia, eficacia, cumplimiento de procedimientos y calidad en la gestión de recursos, proporcionando información relevante para el análisis y la toma de decisiones. Asimismo, los indicadores definidos facilitan la identificación de oportunidades de mejora y el

seguimiento del logro de los objetivos institucionales, en concordancia con los lineamientos establecidos en el estudio.

**Tabla 45**

*Indicadores de gestión administrativos*

<b>Indicador</b>	<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Meta</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Responsable</b>
% de solicitudes atendidas	$\frac{\text{Solicitudes ejecutadas}}{\text{Total recibidas}} \times 100$	95%	Mensual	Adjunto de mantenimiento
Tiempo promedio de atención	Suma de días transcurridos / N.º de solicitudes	≤ 7 días	Mensual	Adjunto de mantenimiento
% de cumplimiento del cronograma	(Actividades cumplidas / Programadas) × 100	90%	Trimestral	Jefe de unidad
% de reuniones de OEE realizadas	(Reuniones ejecutadas / Programadas) × 100	100%	Semestral	Jefe de Unidad

**h. Actividades complementarias de gestión administrativa**

Con el fin de fortalecer la implementación del pilar administrativo del TPM y garantizar una gestión activa, se plantean las siguientes actividades complementarias de gestión administrativa:

- **Capacitación continua del personal:** Se debe realizar talleres semestrales sobre procedimientos de mantenimiento, gestión documental y evaluación de indicadores OEE, fomentando la participación del personal operativo y administrativo.
- **Revisión y actualización de formatos:** Se recomienda mantener actualizados los formatos de solicitud de mantenimiento, reportes de fallas y registros de inspección, asegurando la trazabilidad y estandarización de la información.
- **Reuniones de coordinación:** Establecer encuentros mensuales entre el área técnica y administrativa para analizar avances, revisar indicadores y proponer mejoras al cronograma de mantenimiento.

- **Programa de comunicación interna:** Implementar un tablero informativo o boletín mensual con los resultados de mantenimiento y reconocimientos al cumplimiento de metas de operatividad.
- **Evaluación de desempeño del personal técnico:** Aplicar evaluaciones trimestrales que midan el cumplimiento de funciones, la calidad de las intervenciones y el compromiso con los objetivos de mantenimiento.
- **Gestión documental digital:** Promover la digitalización de registros de mantenimiento y la creación de una base de datos institucional que facilite el análisis histórico de fallas y la planificación futura.

#### **i. Conclusión del pilar administrativo**

La implementación del Pilar Administrativo del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24 constituye un elemento clave para fortalecer la gestión técnica y organizacional del mantenimiento. Este pilar permitirá articular la planificación, ejecución, control y evaluación de las actividades de mantenimiento con la estructura jerárquica institucional, garantizando una gestión más ordenada, eficiente y alineada con la estrategia institucional.

Asimismo, la incorporación de indicadores de gestión administrativa posibilita un seguimiento sistemático del desempeño del mantenimiento, fomentando la transparencia, la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos objetivos. A través de la participación del personal directivo, técnico y administrativo, se promueve una cultura organizacional orientada a la responsabilidad compartida y al cumplimiento de metas operativas.

#### **5.5.3.2. Desarrollo del Pilar TPM: Seguridad, Salud y Medio ambiente**

##### **a. Concepto**

El Pilar de Seguridad, Salud y Medio Ambiente tiene como propósito garantizar que todas las acciones vinculadas al mantenimiento y operación de las unidades se realicen bajo condiciones seguras, minimizando riesgos de accidentes y promoviendo una cultura preventiva dentro de la compañía. Este pilar busca no solo proteger la integridad del personal, sino también preservar el buen estado de los equipos, vehículos e instalaciones, así como el entorno donde se desarrollan las operaciones.

El desarrollo de este pilar se sustenta en lo establecido por la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N° 005-2012-TR, los cuales exigen la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) que garantice condiciones laborales seguras y saludables, consecuencia a ello, el pilar que incorpora la aplicación de procedimientos operativos estandarizados, controles de riesgo, y la identificación de peligros (IPERC), promoviendo la mejora continua de la seguridad operacional.

## **b. Actividades**

Como parte de su implementación, se desarrollarán charlas trimestrales de seguridad vial y prevención de accidentes, dirigidas a conductores, pilotos rentados y bomberos voluntarios. Estas capacitaciones tendrán como objetivo fortalecer la cultura de seguridad institucional mediante acciones concretas, tales como:

- Promover hábitos de conducción segura, mediante la ejecución de simulacros de conducción defensiva y maniobras de emergencia en los patios de maniobra o áreas designadas, registrando la participación de al menos el 90 % del personal operativo.
- Prevenir accidentes en el uso y traslado de las unidades, implementando un Checklist diario obligatorio de inspección vehicular (niveles de aceite, luces, frenos, sirenas, neumáticos, equipos de comunicación), con registro en formato físico o digital validado por el conductor responsable.
- Difundir prácticas de seguridad ocupacional en labores de mantenimiento, realizando talleres semestrales de manipulación segura de herramientas y productos químicos, así como capacitaciones prácticas en el uso de equipos de protección personal (EPP). Se buscará alcanzar al menos dos sesiones anuales de actualización.
- Reducir riesgos que comprometan la operatividad de los equipos y la seguridad del personal, implementando un sistema de reporte y análisis de incidentes y cuasi accidentes, con indicadores de frecuencia y severidad. Los resultados serán presentados trimestralmente en reuniones de comando para la adopción de medidas preventivas.
- Evaluar el cumplimiento de las acciones formativas y preventivas mediante la aplicación de encuestas de retroalimentación y pruebas teórico-prácticas, garantizando un nivel mínimo de aprobación del 80 % en el personal capacitado.

### c. Responsable de las charlas

La gestión de este indicador estará a cargo del comandante de Unidad, quien deberá:

- Coordinar y supervisar la ejecución de las charlas de seguridad.
- Garantizar que la información llegue de forma clara a los conductores y pilotos voluntarios.
- Asegurando que se adopten las medidas preventivas para el cuidado de las unidades y del personal.

### d. Indicadores de seguridad y medio ambiente

La Tabla 45 muestra los indicadores de gestión en seguridad y medio ambiente empleados para evaluar el nivel de cumplimiento de las prácticas orientadas a la prevención de riesgos laborales y la protección del entorno. Estos indicadores permiten analizar de forma objetiva aspectos relacionados con la seguridad ocupacional, el control de peligros, la gestión ambiental y el cumplimiento de la normativa vigente.

**Tabla 46**

*Indicadores de gestión en seguridad y medio ambiente*

Indicador	Fórmula de cálculo	Meta	Frecuencia	Responsable	Fuente / Medio de registro
% de cumplimiento la Matriz IPERC	(Charlas ejecutadas/Charlas programadas) x 100	≥ 95 %	Trimestral	Comandante de Unidad	Registro de capacitaciones y asistencia firmada
Índice de incidentes reportados	(N° de incidentes/ Total de actividades) x 100	≤ 5 %	Mensual	Adjunto de mantenimiento	Parte de incidentes y reportes SSMA
% de uso de EPP durante operaciones	(Personal con EPP completo/Total del personal operativo) x 100	≥ 98 %	Mensual	Jefe de máquinas	Lista de verificación de uso de EPP
% de residuos gestionados adecuadamente	(Residuos tratados según norma /Total de residuos generados) x 100	≥ 90 %	Trimestral	Adjunto de Mantenimiento	Registro de residuos y actas de disposición final
Consumo promedio de combustible por vehículo	(Litros consumidos/Horas operativas)	≤ 10 L/h	Mensual	Adjunto de mantenimiento	Reporte de consumo y hoja de control de flota
Índice de cumplimiento normativo ambiental	(Cumplimientos verificados/Requisitos normativos aplicables) x 100	≥ 95 %	Semestral	Adjunto de Mantenimiento	Auditoría interna SSMA y Checklist legal

### e. Seguimiento y mejora continua

Para garantizar la eficacia de las acciones implementadas, se establecerá un sistema de seguimiento trimestral de las actividades de seguridad vial y prevención de accidentes. Por tanto el comandante de Unidad, junto con el responsable de mantenimiento, será el encargado de evaluar el cumplimiento de las metas, la participación del personal y los resultados obtenidos.


El proceso de mejora continua incluirá:

- i. Revisión de indicadores clave (KPI), tales como:
  - % de cumplimiento de charlas programadas.
  - % de conductores y bomberos capacitados.
  - Número de incidentes o fallas mecánicas reportadas.
  - Tiempo promedio de atención a observaciones detectadas.
- ii. Análisis de resultados en reuniones trimestrales del comité de seguridad, donde se identificarán oportunidades de mejora y se definirán nuevas medidas preventivas.
- iii. Registro documentado de cada evaluación en actas internas, las cuales se archivarán digitalmente y estarán disponibles para auditorías o inspecciones.
- iv. Difusión de la Matriz IPERC en las reuniones generales de compañía, promoviendo la transparencia, participación y aprendizaje colectivo del personal operativo.
- v. Actualización anual del plan de seguridad vial y mantenimiento, incorporando las lecciones aprendidas y las mejoras identificadas durante el año operativo.

### f. Cronograma

**Figura 12**

*Cronograma propuesto de charlas en la compañía de bomberos "Tacna" N° 24*

 <b>CRONOGRAMA DE CHARLAS</b>				
ITEM	TRIMESTRE	Tema principal	Objetivos	Duración
1	1 TRIMESTRE	Conducción segura de unidades de emergencia	Reforzar hábitos de manejo defensivo. Buenos uso de sirenas y luces	2 hrs
2	2 TRIMESTRE	Prevención de accidentes en ruta y maniobras	Reconocer riesgos frecuentes (giros cerrados, alta velocidad, frenado brusco) Correcto uso del cinturón y EPP.	2 hrs
3	3 TRIMESTRE	Seguridad ocupacional en labores de mantenimiento	Promover chequeo previo de unidades. Uso seguro de herramientas y equipos	2 hrs
4	4 TRIMESTRE	Reducción de riesgos y respuesta segura en emergencias	Protocolos al llegar a una emergencia Cuidado de la integridad del personal Buenas prácticas para preservar la operatividad de equipos	2 hrs

#### **g. Frecuencia de las charlas**

Las charlas de seguridad constituyen una herramienta fundamental dentro del plan de capacitación y concientización del personal, orientada a fortalecer la cultura de prevención y seguridad ocupacional en la Compañía de Bomberos Tacna N° 24. Estas actividades deberán realizarse con una frecuencia trimestral, garantizando así una continuidad formativa que permita mantener actualizados los conocimientos del personal frente a los riesgos inherentes a las labores operativas y de mantenimiento.

La organización de las charlas deberá efectuarse en función de los temas previamente propuestos en el programa de capacitación anual, asegurando que cada sesión responda a objetivos específicos, tales como la reducción de accidentes laborales, la mejora en la respuesta ante emergencias, el uso adecuado de los equipos de protección personal y la adopción de prácticas seguras en las operaciones diarias

#### **h. Finalidad**

Con la aplicación de este pilar, la compañía fortalece su sistema de gestión de seguridad operacional, asegurando que cada intervención ya sea operativa o de mantenimiento se ejecute bajo condiciones controladas, estandarizadas y verificables. De este modo, se garantiza la integridad del personal y la disponibilidad de las unidades, reduciendo la probabilidad de incidentes, optimizando los tiempos de respuesta y contribuyendo a la sostenibilidad del servicio de emergencia mediante una gestión preventiva y basada en indicadores de desempeño (KPI).

### **5.5.3.3. Desarrollo del pilar TPM: mantenimiento autónomo**

#### **a. Concepto**

El Mantenimiento Autónomo busca que cada operador asuma un rol activo en el cuidado de su vehículo y del espacio asignado, garantizando que se mantenga en condiciones óptimas de operación. Este pilar fomenta la responsabilidad directa del personal sobre sus equipos, fortaleciendo la cultura de orden, disciplina y compromiso con la seguridad y la disponibilidad de las unidades.

Para alcanzar estos objetivos, se establecen metas claras y progresivas, que permiten al operador desarrollar competencias en la detección temprana de fallas, el control de condiciones anormales y la preservación de la vida útil de los equipos.

El Mantenimiento Autónomo (MA) constituye uno de los pilares fundamentales del Mantenimiento Productivo Total (TPM), desarrollado originalmente por Seiichi Nakajima (1988), este enfoque pretende transferir gradualmente al personal operativo la responsabilidad del cuidado básico de los equipos, mediante la ejecución de tareas rutinarias de limpieza, inspección y lubricación, así como la detección temprana de fallas.

Su fundamento teórico radica en la participación del operador como primer eslabón del sistema de mantenimiento, promoviendo la autonomía, la prevención y la eliminación de las causas raíz de las averías; de acuerdo con la filosofía TPM, el Mantenimiento Autónomo contribuye a mejorar la disponibilidad (A), rendimiento (P) y calidad (Q) de los equipos, lo que se traduce en un incremento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) y en la reducción de los costos operativos.

En el contexto de una Compañía de Bomberos, este pilar adquiere especial relevancia, ya que permite garantizar que las unidades de emergencia, bombas, ambulancias y equipos especializados se mantengan en condiciones óptimas de respuesta. A través de la inspección diaria, el registro de anomalías y la comunicación directa con el área de mantenimiento, se asegura la operatividad continua y la seguridad del personal en intervenciones críticas.

#### **b. Objetivo del pilar:**

Establecer una cultura de mantenimiento preventivo y participación del personal operativo en el cuidado de los equipos, con el propósito de reducir fallas no programadas, optimizar la disponibilidad de las unidades de emergencia y prolongar su vida útil, en concordancia con los principios de eficiencia y seguridad operacional del TPM.

#### **c. Actividades**


Dentro de las actividades de mantenimiento autónomo se incluyen:

- Limpieza y orden del área de trabajo y del vehículo.
- Eliminación de residuos y suciedad en equipos y herramientas.
- Inspección visual y reporte inmediato de irregularidades detectadas.
- Corrección de defectos menores que no requieren intervención especializada.
- Registro e informe periódico de las condiciones actuales del vehículo.

Siendo todas estas actividades registradas en el Parte Diario de funciones el cual se observa en la Figura 12, el cual detallará lo inspeccionado, reemplazado o limpiado de la unidad.

**Figura 13**

*Parte diario de funciones*

		<b>PARTE DIARIO DE FUNCIONES</b>			DÍA	MES	AÑO
					PD N°		
<b>I. DATOS PERSONALES</b>				<b>II. RESPONSABLES</b>			
Unidad	<input type="text"/>			Solicitado por:	<input type="text"/>		
Modelo / Placa	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Aprobado por:	<input type="text"/>		
Kilometraje / Horometro	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Planf. Y Program. Por:	<input type="text"/>		
Unidad Basica Operativa	<input type="text"/>			Operador	<input type="text"/>		
<b>IV. REPARACIÓN SOLICITADA</b>							
Item	Descripción						
1	<input type="text"/>						
2	<input type="text"/>						
3	<input type="text"/>						
4	<input type="text"/>						
<b>V. ACTIVIDADES REALIZADAS</b>							
Item	Descripción						
1	<input type="text"/>						
2	<input type="text"/>						
3	<input type="text"/>						
4	<input type="text"/>						
<b>IX. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES</b>							
<hr/>							
<hr/> Técnico Reponsable				<hr/> V° B° Jefe de Mantenimiento			

**d. Etapas de implementación**

- En base a Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), el Mantenimiento Autónomo se desarrolla en siete etapas progresivas, que permiten consolidar la participación del personal operativo en el cuidado, inspección y mejora continua de los equipos; siendo que estas etapas se adaptan al contexto operativo de una Compañía de Bomberos, donde la confiabilidad de las unidades y la seguridad del personal son esenciales para la respuesta ante emergencias.
- Etapa 1: Limpieza inicial y detección de anomalías: El personal realiza una limpieza exhaustiva de las unidades y equipos para identificar fugas, desgastes, piezas flojas, cables deteriorados o elementos fuera de norma, dicha etapa busca “hacer visible” los problemas ocultos y promover la apropiación del equipo por parte del operador.

- Etapa 2: Eliminación de fuentes de contaminación y causas de suciedad: Se corrigen las causas que generan contaminación (polvo, aceites, residuos, agua, hollín) y se mejoran los accesos a zonas críticas, siendo el caso de los bomberos, esto incluye mantener limpios los sistemas de bombeo, compartimientos de herramientas y equipos de respiración autónoma.
- Etapa 3: Establecimiento de estándares de limpieza, inspección y lubricación: Se definen procedimientos claros y visuales (Checklist, etiquetas de colores, rutinas diarias) para que cada operador conozca cuándo y cómo ejecutar tareas de mantenimiento básico, inspección funcional y lubricación de componentes críticos.
- Etapa 4: Inspección general del equipo: El personal operativo recibe capacitación técnica básica para identificar condiciones anormales (ruidos, vibraciones, fugas, variaciones de presión o temperatura) y reportarlas de forma oportuna. Se busca desarrollar la capacidad de diagnóstico inicial.
- Etapa 5: Inspección autónoma: Los operadores asumen responsabilidad directa sobre la verificación periódica del estado de sus unidades, con registros en bitácoras o formularios digitales, dicha etapa fortalece la cultura de disciplina y compromiso con la seguridad vehicular.
- Etapa 6: Organización y gestión visual del área de trabajo: Se implementan herramientas de orden y limpieza (5S), señalizaciones, etiquetado de herramientas y zonas operativas para facilitar la trazabilidad del mantenimiento, bajo el entorno bomberil, esto mejora la rapidez y eficiencia en la preparación de las salidas a emergencias.
- Etapa 7: Consolidación del mantenimiento autónomo y mejora continua: Se promueve la autoevaluación del equipo de trabajo, el análisis de indicadores de desempeño (fallas, tiempos de respuesta, disponibilidad), y la implementación de mejoras basadas en lecciones aprendidas, es donde la compañía busca alcanzar un nivel de gestión preventiva sostenible, con cero averías y cero accidentes.

#### **e. Del parte de funciones**

El parte de funciones deberá llenarse cada vez que se solicite una reparación, detallando las actividades correctivas y preventivas que se realiza en la unidad.

#### d. Del registro

El parte de funciones será llenado obligatoriamente por los pilotos rentados detallando la reparación a solicitar.

#### e. Indicadores de mantenimiento autónomo

La Tabla 46 presenta los indicadores de gestión en mantenimiento autónomo utilizados para evaluar el grado de participación del personal operativo en las actividades básicas de mantenimiento de los equipos. Estos indicadores permiten medir aspectos como la ejecución de tareas de inspección, limpieza, lubricación y detección temprana de fallas, así como el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

**Tabla 47**

*Indicadores de gestión en mantenimiento autónomo*

Indicador	Fórmula de cálculo	Meta	Frecuencia	Responsable	Fuente de información / registro
% de cumplimiento del Checklist diario	$(\text{Checklist ejecutados} / \text{Checklist programados}) \times 100$	$\geq 95\%$	Semanal	Piloto rentado	Registro digital de Checklist diario
% de fallas detectadas tempranamente	$(\text{Fallas detectadas por operador} / \text{Total de fallas reportadas}) \times 100$	$\geq 80\%$	Mensual	Adjunto de mantenimiento	Registro de incidencias y reportes de falla
% de unidades con limpieza completa	$(\text{Unidades con limpieza validada} / \text{Total de unidades}) \times 100$	100%	Semanal	Jefe de máquinas	Lista de verificación de limpieza validada
Tiempo promedio de respuesta ante falla menor	$(\sum \text{tiempos de atención} / \text{N.º de fallas menores})$	$\leq 2$ días	Mensual	Adjunto de mantenimiento	Parte de mantenimiento correctivo
% de disponibilidad operativa de vehículos	$(\text{Horas operativas} / \text{Horas totales programadas}) \times 100$	$\geq 90\%$	Mensual	Jefe de mantenimiento	Bitácora de uso y reporte de disponibilidad
Índice de reincidencia de fallas	$(\text{N.º de fallas repetidas} / \text{Total de fallas}) \times 100$	$\leq 10\%$	Trimestral	Adjunto de mantenimiento	Historial de mantenimiento

#### **f. Control del Parte Diario**

El control del parte diario constituye una herramienta fundamental dentro del sistema de mantenimiento autónomo, ya que permite registrar de manera sistemática las actividades operativas y de mantenimiento realizadas en cada unidad, debido que este registro documenta información clave como fecha, tipo de intervención, observaciones del operador, condiciones detectadas, acciones correctivas y firma de conformidad, generando una trazabilidad completa de las acciones ejecutadas.

Siendo que el parte diario facilita el control administrativo y técnico de los recursos, asegurando la transparencia en la gestión, el seguimiento de los indicadores de operatividad y la rendición de cuentas ante auditorías internas o revisiones institucionales, del cual su implementación refuerza la disciplina operativa, mejorando la disponibilidad de información para la toma de decisiones y garantiza el cumplimiento de los estándares establecidos por el plan de mantenimiento TPM.

#### **g. Finalidad**

Con la aplicación de este pilar, los operadores no solo garantizan la confiabilidad y operatividad continua de las unidades, sino que también contribuyen a reducir los tiempos de inactividad, mejorar la seguridad operacional y optimizar la disponibilidad de los recursos; asimismo, el control del parte diario permite establecer una trazabilidad completa de las actividades realizadas, facilitando el seguimiento administrativo, la rendición de cuentas y la toma de decisiones basada en datos reales.

De esta manera, se fortalece la eficiencia global del sistema de mantenimiento y se asegura el cumplimiento de los estándares institucionales y de las observaciones del órgano evaluador o del jurado técnico.

### **5.5.3.4. Desarrollo del pilar TPM: mantenimiento planificado**

#### **a. Concepto**

El Mantenimiento Preventivo por Kilometraje se establece como una estrategia fundamental para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los vehículos de la compañía. Este enfoque permite programar intervenciones de mantenimiento basadas en el recorrido acumulado por cada unidad, garantizando que las revisiones y sustituciones de componentes se realicen en el momento oportuno, antes de que se presenten fallas críticas.

Este sistema resulta especialmente útil considerando que, debido a la necesidad operativa, la compañía puede recibir unidades temporales de otras compañías de bomberos. En tales casos, el kilometraje registrado durante los traslados será un criterio esencial para integrarlas de manera inmediata al plan de mantenimiento preventivo local.


**b. Mantenimiento Preventivo por Kilometraje**

Para asegurar un control adecuado, se implementará un registro sistemático en hojas de cálculo Excel, donde se actualizarán de forma constante los datos de kilometraje de cada vehículo como se observa en la Figura 15. Esto permitirá:

- Llevar un historial detallado de recorridos y mantenimientos efectuados.
- Identificar de manera precisa los intervalos de mantenimiento requeridos.
- Prevenir averías inesperadas durante las operaciones de emergencia.
- Optimizar recursos y prolongar la vida útil de las unidades.

**Figura 14**

*Mantenimiento preventivo por kilometraje*

		MANTENIMIENTO POR KILOMETRAJE																		DÍA			MES			AÑO												
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155						
1	Aceite de motor	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
2	Filtro de aceite de motor	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
3	Filtro de aire de motor	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I		
4	Bujías de punto de inicio				R				R				R				R				R				R				R				R					
5	Bujías convencionales		R			R			R			R			R			R			R			R			R			R			R			R		
6	Correa de transmisión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
7	Correa de distribución																																					
8	Cadena de distribución	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
9	Filtro de combustible dentro del tanque																																					
10	Refrigerante del motor	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
11	Aceite de caja de transmisión	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
12	Aceite diferencial	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
13	Líquido de freno y embrague	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
14	Filtro de aire de cabina	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
15	Eléctrico	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
16	Frenos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
17	Inyección	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
18	Refrigerante	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
19	Dirección de ruedas	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
20	Suspensión, escape y carrocería	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
21	Zapata	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	
22	Juego de bandas	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	
23	Emisiones	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
24	Tren de fuerza	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

LEYENDA

I	INSPECCIÓN
R	REEMPLAZO
A	APLICACIÓN

**c. Unidades**

El mantenimiento preventivo por kilometraje será destinado para las unidades en general.

#### **d. Mantenimiento Preventivo por horómetro para Escala**

Con el propósito de asegurar un control adecuado y eficiente del mantenimiento de las unidades, se implementará un registro sistemático mediante hojas de cálculo en Microsoft Excel, las cuales servirán como herramienta principal para la recopilación, organización y análisis de la información técnica relacionada con cada vehículo. Este sistema permitirá mantener actualizados de manera continua los datos del horómetro, indicador fundamental para determinar los intervalos de mantenimiento preventivo establecidos por el fabricante o por los lineamientos internos de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24.

La utilización de hojas de cálculo facilitará el seguimiento histórico del uso operativo de las unidades, permitiendo registrar variables como horas de funcionamiento, fechas de servicios realizados, tipo de intervención efectuada, repuestos utilizados y observaciones técnicas relevantes. Gracias a este control, se podrá programar con precisión las tareas de mantenimiento preventivo, evitando retrasos, fallas inesperadas o sobrecargas de trabajo en los equipos mecánicos.

Además, este registro digital ofrecerá la posibilidad de generar reportes automáticos y gráficos de tendencia, útiles para la toma de decisiones estratégicas en materia de gestión del mantenimiento. De igual forma, permitirá detectar patrones de desgaste o consumo anormal, favoreciendo la implementación de acciones correctivas tempranas y la optimización de los recursos técnicos y financieros.

**Figura 15***Mantenimiento preventivo por horómetro para unidades escala*

ITEM	DESCRIPCIÓN	MANTENIMIENTO POR HOROMETRO - ESCALA					DÍA	MES	AÑO
		150	300	600	1200	2400			
1	Engrase general	I	I	I	I	I			
2	Tanques de aire	I	I	I	I	I			
3	Aceite de motor	I	R	I	R	R			
4	Aceite de dirección	I	R	I	R	R			
5	Aceite de transmisión	I	R	I	R	R			
6	Aceite de corona	I	R	I	R	R			
7	Aceite hidraulico	I	R	I	R	R			
8	Filtro de aire primario	I	R	I	R	R			
9	Filtro de aire secundario	I	R	I	R	R			
10	Filtro respirador de tanque hidraulico	I	I	I	I	I			
11	Filtro de aceite motor	I	R	I	R	R			
12	Filtro de Petroleo	I	R	I	R	R			
13	Filtro de aceite de dirección	I	I	R	I	I			
14	Filtro de aceite de transmisión	I	I	R	I	I			
15	Filtros hidraulicos - estabilizador	I	I	R	I	I			
16	Aceite hidraulico - estabilizador	I	I	R	I	I			
17	Refrigerante	I	R	I	R	R			
18	Líquido de embrague	I	R	I	R	R			
19	Vacuometros	I	I	I	A	A			
20	Fugas diversas	I	I	I	I	I			
21	Perneria en General	I	I	I	A	A			
22	Radiador, mangueras y conexiones	I	I	I	A	A			
23	Correas de ventilador y alternador	I	I	I	A	A			
24	Batería	I	I	I	I	I			
25	Luces	I	I	I	I	I			
26	Tablero	I	I	I	I	I			
27	Sensores	I	I	I	A	A			
28	Llantas	I	I	I	I	I			
29	Mangueras/cañerías	I	I	I	I	I			
30	Ruster/Selector	I	I	I	A	A			
31	Interruptores electricos de control	I	I	I	A	A			
32	Amortiguadores/Bolsas de aire	I	I	I	A	A			
33	Sistema de gases de escape	I	I	I	A	A			


LEYENDA	
I	INSPECCIÓN
R	REEMPLAZO
A	APLICACIÓN

**e. Unidades**

El mantenimiento preventivo por horómetro está destinado para las unidades que cuenten con Escala hidráulica o Grúa pluma.

**f. Mantenimiento Preventivo por horómetro para unidades de agua**

**Figura 16.***Mantenimiento Preventivo por Horómetro para Unidades Escala*

 <b>MANTENIMIENTO POR HORÓMETRO DE UNIDADES DE AGUA</b>		DÍA		MES		AÑO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	25	50	100	250	500	1000
1	Engrase general	I	I	I	I	I	I
2	Tanques de aire	I	I	I	I	I	I
3	Aceite de motor	I	I	R	I	R	R
4	Aceite de dirección	I	I	R	I	R	R
5	Aceite de transmisión	I	I	R	I	R	R
6	Aceite de corona	I	I	R	I	R	R
7	Aceite hidráulico	I	I	R	I	R	R
8	Filtro de aire primario	I	I	R	I	R	R
9	Filtro de aire secundario	I	I	R	I	R	R
10	Filtro respirador de tanque hidráulico	I	I	R	I	R	I
11	Filtro de aceite motor	I	I	R	I	R	R
12	Filtro de Petróleo	I	I	R	I	R	R
13	Filtro de aceite de dirección	I	I	I	I	R	I
14	Filtro de aceite de transmisión	I	I	I	I	R	I
15	Refrigerante	I	I	R	I	I	R
16	Líquido de embrague	I	I	R	I	I	R
17	Estado del eje	I	I	I	I	I	A
18	Sellos de bomba	I	I	R	I	R	R
19	Alineaciones	I	I	I	I	I	A
20	Vibraciones	I	I	I	I	I	A
21	Sistema eléctrico	I	I	I	I	I	A
22	Manómetros	I	I	I	I	I	A
23	Ajuste de válvulas	I	I	A	A	A	A
24	Overhaul						A

LEYENDA	
I	INSPECCIÓN
R	REEMPLAZO
A	APLICACIÓN

**- Unidades**

El mantenimiento preventivo por horómetro para unidades de agua será destinado para las unidades que contengan un cuerpo de bomba para la lucha contra incendios.

**- Finalidad**

Con la aplicación de este pilar, la compañía asegura un mantenimiento oportuno, flexible y adaptable a la rotación de vehículos, fortaleciendo así la seguridad operativa y la eficiencia del servicio de respuesta ante emergencias.

**5.5.3.5 Desarrollo del pilar TPM: mejora enfocada****a. Concepto**

El Control de Operatividad de Vehículos constituye una herramienta fundamental dentro del sistema de gestión de mantenimiento de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24,

ya que se enfoca en el seguimiento constante y sistemático de las unidades vehiculares, con el propósito de garantizar su disponibilidad continua y su óptimo desempeño operativo durante las intervenciones de emergencia.

Este control permite monitorear en tiempo real el estado mecánico, eléctrico y funcional de cada unidad, asegurando que los vehículos se encuentren siempre en condiciones adecuadas para responder de manera inmediata ante cualquier situación que requiera su intervención, asimismo, contribuye a detectar oportunamente posibles fallas o desviaciones en los parámetros normales de funcionamiento, facilitando la planificación de actividades de mantenimiento preventivo o correctivo según corresponda.

A través del registro detallado en este control, se obtiene una base de datos actualizada del historial operativo de cada vehículo, lo que permite evaluar su rendimiento, identificar tendencias de fallas recurrentes y tomar decisiones informadas respecto a la asignación de recursos, reposición de componentes o renovación de unidades.

En el marco de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total), el Control de Operatividad se convierte en un instrumento clave para la mejora continua, ya que promueve la responsabilidad compartida entre el personal técnico y operativo, fomenta la cultura del mantenimiento autónomo y fortalece la confiabilidad y disponibilidad del parque automotor institucional.

## **b. Actividades**

Este pilar busca registrar y analizar la información clave del estado de cada vehículo, lo que permite una gestión más eficiente del mantenimiento y una respuesta inmediata ante cualquier eventualidad.

- El adjunto de mantenimiento será responsable de llevar el control detallado de:
- Los días y horas de operatividad de cada unidad.
- Las fallas presentadas, indicando con precisión la fecha y hora de ocurrencia.
- Los mantenimientos realizados, consignando las acciones efectuadas y su resultado.

Dado que los vehículos deben permanecer activos las 24 horas del día, el registro oportuno de una falla se convierte en un insumo crítico para la toma de decisiones como se observa en la Figura 15.

**Figura 17****Control de operatividad de vehículos**

		CONTROL DE PARADAS Y OPERATIVIDAD																															DÍA	MES	AÑO	
COD. CBP	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	ESTADO ACTUAL	ULT. MANT.	DÍAS OPERATIVOS	
	AMBULANCIA 24																																			0
	AUXILIAR 24																																			0
	ESCALA 24																																			0
	MAQUINA 24																																			0

LEYENDA

F	PRESENTÓ FALLA PARCIAL / TOTAL
OP	VEHICULO OPERATIVO
OPC	VEHICULO OPERATIVO CON OBSERVACIONES
IN	VEHICULO INOPERATIVO
MC	VEHICULO EN MANTENIMIENTO

Esta trazabilidad permitirá:

- Evaluar la confiabilidad operativa de cada unidad.
- Identificar patrones de fallas recurrentes.
- Establecer planes de acción correctivos y preventivos más efectivos.
- Reducir los tiempos de inactividad y asegurar la continuidad del servicio de respuesta.

### c. Del registro

El Adjunto de Mantenimiento es el responsable directo del registro y actualización del control de paradas y operatividad de las unidades vehiculares pertenecientes a la Compañía de Bomberos Tacna N° 24. Esta función implica no solo el llenado adecuado de los formatos correspondientes, sino también la verificación continua del estado operativo de cada unidad, asegurando que la información consignada sea veraz, completa y oportuna.

El adjunto debe mantenerse informado permanentemente sobre las condiciones mecánicas y funcionales de los vehículos, ya sea mediante inspecciones directas o a través de la comunicación con el personal rentado, quienes están obligados a notificar cualquier incidencia o anomalía detectada durante las operaciones diarias. En caso de que una unidad se encuentre inoperativa, el personal rentado deberá detallar claramente la causa de la inoperatividad, especificando los componentes afectados, la naturaleza de la falla y las posibles acciones requeridas para su corrección.

De esta manera, el adjunto de mantenimiento puede gestionar de forma más eficiente las intervenciones técnicas, priorizar reparaciones según el nivel de criticidad, y mantener un control documentado del tiempo de parada y disponibilidad operativa de cada vehículo. Esta práctica contribuye directamente a la optimización de la gestión del mantenimiento, permitiendo una planificación más precisa de los recursos y una mayor

confiabilidad en el parque automotor, elementos esenciales dentro de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total).

#### **f. Frecuencia del llenado**

El registro del control de paradas y operatividad deberá registrarse diariamente.

#### **e. Finalidad**

Con este pilar, la compañía fortalece la gestión integral de sus recursos móviles, asegurando que cada vehículo se encuentre en condiciones óptimas para cumplir con la misión de salvar vidas y atender emergencias en todo momento.

### **5.5.3.6. Desarrollo del pilar TPM: gestión de la calidad**

#### **a. Concepto**


El Pilar de Gestión de la Calidad se orienta a garantizar la confiabilidad y disponibilidad de las unidades mediante el uso sistemático de herramientas de control que permitan evaluar su estado en todo momento. Actualmente, se identifica un uso limitado de formatos de registro, lo que representa un riesgo para la detección temprana de fallas y la continuidad operativa.

#### **b. Implementación del Checklist de Unidades**

Para superar esta limitación, se implementará el Checklist de Unidades, el cual se convierte en un instrumento esencial para:

- Verificar diariamente el estado operativo de cada vehículo.
- Detectar irregularidades o señales de falla antes de que estas generen una avería mayor del sistema general.
- Facilitar la toma de decisiones sobre acciones correctivas y preventivas de mantenimiento.

**Figura 18**  
*Checklist de unidades*

		CHECK LIST DE UNIDADES DE EMERGENCIA				
		"BENEMERITA Y HEROICA COMPAÑÍA DE BOMBEROS TACNA Nº 24"				
FECHA :					HORA:	
TURNO:		M	T	N	PILOTO:	
TIPO DE VEHICULO:						
PLACA :						
DOCUMENTOS OBLIGATORIOS	ESTADO				FECHA DE VENCIMIENTO	
	B	R	M	N/A		
Licencia de conducir **						
Tarjeta de propiedad **						
SOAT **						
Inspección Técnica **						
REVISIÓN VEHICULO	ESTADO				OBSERVACIONES	
	B	R	M	N/A		
Nivel de Aceite de Motor						
Sistema de Dirección**						
Sistema de Frenos**						
Alarma de Retroceso**						
Cinturón de Seguridad**						
Sistema Hidráulico**						
Espejos**						
Luces**						
Limpiaparabrisas**						
Circulina						
Llantas delanteras**						
Llantas posteriores**						
Llanta de repuesto**						
Claxón**						
Paneles de Controles**						
Vidrios de Ventanas**						
Suspensión**						
Esparragos y Tuercas						
Aro y Pestañas						
Asientos						
Extintor						
Guardabarros						
Triángulo de Seguridad/Conos						
Freno de mano**						
Botiquín						
Orden y Limpieza						
Lubricación de Articulaciones						
Tacos/Cuñas de Seguridad						
Sistema de Refrigeración						
CONDICIONES PARA OPERAR:		VEHÍCULO/EQUIPO APTO PARA SER OPERADO (SI / NO)				
** Estos puntos deben estar operativos al 100%						
OBSERVACIONES:						
FIRMA DEL PILOTO			FIRMA JEFE DE UBO			

**a. Del registro**

La responsabilidad principal recae en el personal rentado, quienes deben garantizar la continuidad y confiabilidad de los registros realizados.

**b. Frecuencia de llenado**

- En el cambio de turno: En el cambio de turno del personal rentado (Cada 8hrs en turnos rotativos) deberá entregar el Checklist llenado indicando que la unidad se encuentre en condiciones óptimas para atender la emergencia.
- Por emergencias frecuentes: De presentarse más de 5 emergencias se deberá realizar un Checklist por uso frecuente de la unidad.
- De presentarse una falla: Cada que se presente una falla en la conducción y/o emergencia, el piloto rentado al llegar a la base, deberá llenar el Checklist indicando las dificultades o imprevistos presentados.


**h. Checklist de Sistema hidráulico para Unidades con Escala o grúa Pluma**

Con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del sistema hidráulico en las unidades contra incendios, se propone la implementación de un Checklist específico, diseñado para supervisar los parámetros técnicos críticos y anticipar fallas. Este instrumento permitirá:

- Controlar el nivel y estado del fluido hidráulico, garantizando una adecuada lubricación y transmisión de potencia.
- Inspeccionar visualmente mangueras, conexiones, válvulas y empaques, identificando posibles fugas, deformaciones o desgastes.
- Detectar anomalías en vibraciones, ruidos, temperatura o caudal, evitando que se conviertan en fallas mayores que afecten la continuidad del servicio.
- Generar registros técnicos que faciliten la trazabilidad del mantenimiento y respalden las decisiones sobre reparaciones o reemplazos.

Figura 19

Checklist de sistema hidráulico para unidades con escala o grúa pluma

 <b>CHECKLIST SISTEMA HIDRAULICO ESCALA</b>		DÍA	MES	AÑO		
		N°				
<b>I. DATOS DEL VEHICULO</b>						
Fecha	<input type="text"/>	Turno	<input type="text"/>			
Unidad	<input type="text"/>	Kilometraje/Horomet	<input type="text"/>			
Modelo / Placa	<input type="text"/>	Peso/Tonelaje	<input type="text"/>			
Año de Fabricación	<input type="text"/>	N° de ocupantes	<input type="text"/>			
Sistema/Combustible	<input type="text"/>	Color	<input type="text"/>			
<b>MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS</b>						
Item	Descripción	B	R	M	N/A	Observaciones
<b>I. TABLERO</b>						
1	Verificar funcionamiento correcto					
<b>II. MANGUERAS Y CONEXIONES</b>						
2	Inspeccionar color, olor, espuma o contaminación					
<b>III. BOMBA HIDRAULICA</b>						
3	Verificar presión de trabajo y ruidos anormales					
4	Revisar sellos y fugas en conexiones					
5	Probar válvulas de emergencia					
<b>IV. VALVULAS DE SEGURIDAD</b>						
6	Verificar calibración					
<b>V. ESTABILIZADOR 1 (outriggers)</b>						
7	Verificar extensión					
8	Verificar retracción					
9	Lubricar pasadores y articulaciones					
<b>VI. ESTABILIZADOR 2 (outriggers)</b>						
10	Verificar extensión					
11	Verificar retracción					
12	Lubricar pasadores y articulaciones					
<b>VII. ESTABILIZADOR 3 (outriggers)</b>						
13	Verificar extensión					
14	Verificar retracción					
15	Lubricar pasadores y articulaciones					
<b>VIII. ESTABILIZADOR 4 (outriggers)</b>						
16	Verificar extensión					
17	Verificar retracción					
18	Lubricar pasadores y articulaciones					
<b>IX. ESCALA TELESCOPICA</b>						
19	Verificar extensión					
20	Verificar retracción					
21	Verificar Giro Completo					
VEHICULO / EQUIPO APTO PARA SER OPERADO ( SI / NO )						
<b>IX. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES</b>						
Firma del piloto				Firma Jefe de Ubo		

### c. Del registro

La responsabilidad principal del registro del Checklist del sistema hidráulico recae en el personal rentado de la Compañía, quienes tienen la obligación de llevar a cabo este proceso de manera constante, precisa y documentada, siendo su función no se limita únicamente a completar el formato de verificación, sino que también implica garantizar la continuidad, veracidad y trazabilidad de los registros efectuados, con el fin de asegurar que el sistema hidráulico se mantenga en condiciones óptimas de operación.

Asimismo, este personal debe verificar periódicamente el estado de cada componente del sistema, identificar oportunamente cualquier anomalía y comunicarla al área correspondiente para la ejecución de acciones correctivas o preventivas, de esta manera, el cumplimiento riguroso de esta responsabilidad contribuye significativamente a la confiabilidad, seguridad y disponibilidad operativa de las unidades, fortaleciendo la gestión del mantenimiento bajo los lineamientos del TPM.

#### d. Frecuencia de llenado

- Semanal: El llenado del Checklist del sistema hidráulico será de manera semanal.
- De presentarse una falla: Cada que se presente una falla en la conducción y/o emergencia, el piloto rentado al llegar a la base, deberá llenar el Checklist indicando las dificultades o imprevistos presentados.

#### i. Checklist de Cuerpo Bomba para Unidades de Agua

Figura 20

Checklist de cuerpo bomba para unidades de agua

		CHECKLIST DE UNIDADES CON CUERPO BOMBA			DÍA	MES	AÑO
					N°		
<b>I. DATOS DEL VEHICULO</b>							
Fecha		Turno					
Unidad		Kilometraje/Horomet					
Modelo / Placa		Peso/Tonelaje					
Año de Fabricación		N° de ocupantes					
Sistema/Combustible		Color					
Item	Descripción	B	P	N	NA	Observaciones	
<b>I. INSPECCIÓN VISUAL</b>							
1	Manómetros limpios y legibles						
2	Manómetro de succión / ingreso operativo						
3	Manómetro de descarga / impulsión operativo						
4	Válvulas de succión y descarga						
5	Fugas visibles						
6	Sellos de empaquetadura						
7	Mangueras conectadas correctamente						
8	Conexiones de acoplamientos						
<b>II. PRUEBAS EN OPERACIÓN</b>							
9	Arranque de la bomba						
10	Presión de succión						
11	Presión de descarga						
12	Estabilidad de presión						
13	Vibraciones y ruidos						
14	Temperatura del cuerpo de bomba						
15	operaciones de válvula de alivio / regulador						
16	Indicadores eléctricos / panel						
17	Función de cebado / primado						
18	Caudal / volumen entregado						
<b>III. POST OPERACIÓN</b>							
19	Fugas durante operación						
20	Lectura final de manómetros						
21	Liberación de presión antes de desconectar						
22	Limpieza de mangueras, tuberías y accesorios						
23	Cierre de válvulas secundarias						
VEHICULO / EQUIPO APTO PARA SER OPERADO ( SI / NO )							
<b>IX. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES</b>							
Firma del piloto				Firma Jefe de Ubo			

#### **e. Del registro**

La responsabilidad principal del registro del Checklist de las unidades con Cuerpo Bomba recae en el personal rentado, quienes deben garantizar la continuidad y confiabilidad de los registros realizados.

#### **f. Frecuencia de llenado**

- Semanal: El llenado del Checklist de las unidades con cuerpo bomba será de manera semanal.
- De presentarse una falla: Cada que se presente una falla en la conducción y/o emergencia, el piloto rentado al llegar a la base, deberá llenar el Checklist indicando las dificultades o imprevistos presentados.

#### **j. Finalidad**

De esta manera, el pilar asegura un sistema de gestión de calidad estandarizado, que fortalece la cultura preventiva, minimiza el riesgo de fallas inesperadas y contribuye a mantener las unidades en plena capacidad operativa para responder a cualquier emergencia.

### **5.5.3.7. Desarrollo del pilar TPM: gestión temprana de equipos**

#### **a. Concepto**

El Pilar de Gestión Temprana de Equipos tiene como finalidad asegurar que cada unidad vehicular cuente con un historial documentado y actualizado que respalde la toma de decisiones en materia de mantenimiento y operación. Este registro constituye una herramienta estratégica para anticipar posibles fallas, optimizar los planes de mantenimiento y extender la vida útil de los equipos.

#### **b. Actividades**


Para ello, cada vehículo deberá contar con su Ficha Técnica de Historial de Mantenimiento, la cual incluirá:

- Datos principales de la unidad: marca, modelo, año de fabricación, número de serie, placa y compañía de procedencia.

- Registro de mantenimientos preventivos y correctivos realizados, especificando fechas, actividades efectuadas, repuestos cambiados y responsables.
- Observaciones relevantes, tales como patrones de fallas recurrentes, particularidades técnicas o intervenciones especiales.
- Condiciones de ingreso: para unidades nuevas o transferidas de otras compañías, se registrarán los datos de entrega y estado inicial, lo que permitirá integrarlas rápidamente al plan de mantenimiento vigente.

### Figura 21

#### Ficha técnica de historial de mantenimiento

		FICHA TECNICA VEHICULO			DÍA	MES	AÑO
					PD N°		
<b>I. DATOS DEL VEHICULO</b>							
Unidad			Kilometraje/Horometro				
Modelo / Placa			Peso/Tonelaje				
Año de Fabricación			N° de ocupantes				
Sistema/Combustible			Color				
<b>MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS</b>							
Item	Fecha de Ingreso	Fecha de Entrega	Kilometraje	Horas utilizadas	Descripción del Trabajo Realizado		
1							
2							
3							
4							
<b>MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS</b>							
Item	Fecha de Ingreso	Fecha de Entrega	Kilometraje	Horas utilizadas	Descripción del Trabajo Realizado		
1							
2							
3							
4							
<b>IX. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES</b>							
_____ Técnico Reponsable				_____ V° B° Jefe de UBO			

#### c. Del llenado de la Ficha técnica de vehículos

El adjunto de mantenimiento será responsable de administrar y mantener actualizada esta ficha, garantizando que tanto las unidades ya pertenecientes como las de reciente incorporación tengan un historial confiable y completo.

#### **d. Del registro**

La ficha técnica de vehículos deberá ser llenada por el adjunto de mantenimiento, indicando los mantenimientos preventivos y/o los correctivos, asegurando que la información sea de conocimiento general y accesible para todos los responsables de la operatividad.

#### **k. Finalidad**

La aplicación de este pilar permitirá:

- Facilitar un seguimiento integral de cada unidad.
- Anticipar necesidades de mantenimiento a través de la gestión basada en historial.
- Mejorar la toma de decisiones estratégicas en la asignación de recursos y reemplazo de unidades.
- Contribuir a la trazabilidad y estandarización del sistema de mantenimiento de la compañía.

De esta manera, la Gestión Temprana de Equipos fortalece la eficiencia y sostenibilidad del parque automotor, asegurando que cada vehículo esté en condiciones de cumplir con la misión crítica de respuesta ante emergencias.

### **5.5.3.8. Desarrollo del pilar TPM: educación y capacitación**

#### **a. Concepto**

En el Pilar de Educación y Capacitación se busca fortalecer las competencias técnicas y operativas del personal, garantizando un uso adecuado y seguro de cada unidad vehicular. La capacitación debe promover el conocimiento integral tanto de los bomberos voluntarios como de los pilotos rentados, asegurando que comprendan el funcionamiento de la unidad, su equipamiento y las condiciones específicas de operación.

Las capacitaciones estarán enfocadas en aspectos como:


- Conocimiento general del vehículo y su equipamiento.
- Operación y mantenimiento del cuerpo de bomba.
- Manejo de presión y control de sistemas hidráulicos.
- Procedimientos básicos de diagnóstico y reporte de fallas.
- Protocolos de seguridad y prevención de riesgos.

## b. De los instructores

Un aspecto fundamental es que los capacitadores deberán ser especialistas de la marca de cada unidad, lo cual garantiza la transmisión de conocimientos técnicos verificados, precisos y adaptados a las particularidades de cada fabricante. Esto asegura que las prácticas de mantenimiento y operación estén alineadas con los estándares recomendados y reduzcan el riesgo de fallas por un manejo inadecuado.

**Figura 22.**

### *Cronograma de Capacitaciones Especializadas*

 <b>CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES ESPECIALIZADAS</b>						
ITEM	Tema de Capacitación	Frecuencia	Capacitador	Objetivo	Participantes	Duración
1	Conocimiento general del vehículo y su equipamiento	Semestral	Especialista de la marca / Instructor interno	Garantizar el dominio integral del vehículo y accesorios	Bomberos voluntarios y pilotos rentados	4 hrs
2	Operación y mantenimiento del cuerpo de bomba	I Trimestre	Especialista de la marca / Técnico hidráulico	Asegurar el uso correcto y conservación del sistema de bombeo	Pilotos rentados y operadores	4 hrs
3	Manejo de presión y control de sistemas hidráulicos	II Trimestre	Ingeniero mecánico-hidráulico	Desarrollar competencias en control seguro y eficiente de sistemas hidráulicos	Bomberos conductores y operadores	4 hrs
4	Procedimientos básicos de diagnóstico y reporte de fallas	III Trimestre	Técnico mecánico automotriz	Mejorar la detección temprana de anomalías y reportes oportunos	Todo el personal operativo	4 hrs
5	Protocolos de seguridad y prevención de riesgos	IV Trimestre	Especialista en seguridad ocupacional	Promover prácticas seguras en la operación y mantenimiento	Todo el personal operativo	4 hrs

## c. De la Frecuencia

Las charlas serán trimestrales y en el caso del conocimiento general del vehículo será semestral para su coordinación con los proveedores.

## d. Del personal asistente

A las charlas especializadas deberán asistir los bomberos voluntarios y pilotos rentados, donde

## e. Finalidad

De esta manera, el personal capacitado no solo adquirirá un mayor dominio técnico de las unidades, sino que también podrá brindar información más precisa y confiable sobre las anomalías y fallas detectadas, contribuyendo a la mejora continua del sistema de mantenimiento.

### 5.5.4 Indicadores de gestión a evaluar

La Tabla 47 presenta la propuesta de indicadores clave de desempeño (KPI) orientados al control y mejora de la gestión de mantenimiento y operatividad de las unidades. Estos indicadores permiten evaluar de manera integral la eficiencia operativa, confiabilidad, mantenibilidad y cumplimiento de procedimientos, alineándose con el enfoque de mejora continua del proceso.

Se incluyen indicadores técnicos de desempeño de clase mundial, como el OEE, que mide la eficiencia global de los equipos, y los indicadores de confiabilidad MTBF y MTTR, que permiten analizar la frecuencia de fallas y la capacidad de respuesta ante averías. Asimismo, se incorporan indicadores de gestión, como el porcentaje de cumplimiento de Checklist y el cumplimiento del mantenimiento preventivo, los cuales fortalecen el control operativo y la disciplina en los procedimientos.

**Tabla 48**

*Propuesta de indicadores a implementar*

Indicador (KPI)	Descripción	Fórmula / Método de cálculo	Unidad de Medida	Frecuencia de Evaluación	Responsable
OEE (Overall Equipment Effectiveness)	Mide la eficiencia global de cada unidad considerando disponibilidad, rendimiento y calidad.	$OEE = \frac{\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}}{100}$	%	Trimestral	Adjunto de Mantenimiento
MTBF (Mean Time Between Failures)	Tiempo promedio de operación de una unidad antes de presentar una falla.	$MTBF = \frac{\text{Horas de operación}}{\text{Número de fallas}}$	Horas	Semestral	Adjunto de Mantenimiento
MTTR (Mean Time to Repair)	Tiempo promedio requerido para reparar una falla.	$MTTR = \frac{\text{Horas totales de reparación}}{\text{Número de reparaciones}}$	Horas	Semestral	Taller / Personal Técnico
% Cumplimiento de Checklist	Nivel de cumplimiento del llenado del Checklist antes y después de cada salida.	$(\text{Checklist llenados} / \text{Checklist programados}) \times 100$	%	Mensual	Conductores / Jefes de Guardia
% Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo	Porcentaje de mantenimientos preventivos realizados en la fecha programada.	$(\text{MP realizados} / \text{MP programados}) \times 100$	%	Mensual	Adjunto de Mantenimiento
% Reducción de Fallas Recurrentes	Mide la disminución de fallas repetitivas en una unidad específica.	$(\text{Fallas iniciales} - \text{Fallas actuales}) / \text{Fallas iniciales} \times 100$	%	Anual	Adjunto de Mantenimiento
Horas de Inactividad de Unidades	Tiempo total en que una unidad no estuvo disponible por fallas.	Suma de horas de indisponibilidad registradas	Horas	Mensual	Adjunto de Mantenimiento

### 5.5.5. Análisis del impacto de la implementación del TPM

La Tabla 48 presenta la proyección de los principales indicadores de desempeño asociados al proceso de mantenimiento y operación de las unidades evaluadas, considerando un horizonte de dos años de implementación de las mejoras propuestas. Los indicadores analizados son la reducción de fallas y el OEE (Overall Equipment Effectiveness), los cuales permiten evaluar tanto la confiabilidad de los equipos como la eficiencia global de operación.

En el Año 1, se proyecta una disminución inicial de fallas en todas las unidades, siendo la Escala 24 la que presenta la mayor reducción estimada (-15%), seguida de la Máquina 24 (-10%), la Ambulancia 24 (-10%) y el Auxiliar 24 (-5%). En cuanto al OEE, se espera que los valores se sitúen entre 85% y 90%, reflejando una mejora en la disponibilidad, rendimiento y calidad operativa respecto a la situación base.

Para el Año 2, se observa una proyección de mejora más significativa como resultado de la consolidación de las estrategias de mantenimiento. La Escala 24 alcanzaría la mayor reducción de fallas (-25%), evidenciando un impacto relevante de las acciones correctivas y preventivas. De manera similar, la Máquina 24 y la Ambulancia 24 mostrarían reducciones de -15%, mientras que el Auxiliar 24 alcanzaría -10%. En términos de OEE, se proyectan incrementos que oscilan entre 90% y 92,5%, lo que indica un nivel de desempeño considerado de clase mundial en gestión de activos.

**Tabla 49**

*Indicadores de mejora proyectado*

Unidad	Año 1		Año 2	
	Reducción de Fallas	OEE	Reducción de Fallas	OEE
Auxiliar 24	-5%	90%	-10%	92,5%
Máquina 24	-10%	85%	-15%	90%
Escala 24	-15%	85%	-25%	90%
Ambulancia 24	-10%	90%	-15%	92,5%

### 5.5.6. Costo de implementación de la propuesta de mantenimiento

En la tabla 49 se detallan los costos estimados para la implementación de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) en la Compañía de Bomberos Tacna N° 24, del cual se puede observar de manera desglosada los diferentes rubros considerados dentro del proyecto, entre los cuales destacan los gastos asociados a la

capacitación del personal operativo y técnico, indispensables para garantizar la correcta aplicación de los principios del TPM, además, se incluyen los costos relacionados con la adquisición de piezas, repuestos y herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades móviles de la compañía.

De esta forma, proporcionará una visión integral de la inversión requerida, permitiendo identificar los principales componentes del presupuesto y facilitando la planificación financiera del proceso de implementación.

**Tabla 50**

*Costo de Implementación del TPM en la Compañía de Bomberos Tacna N° 24*

<b>Pilar TPM</b>	<b>Actividades principales</b>	<b>Auxiliar 24</b>	<b>Máquina 24</b>	<b>Escala 24</b>	<b>Ambulancia 24</b>	<b>Costo anual total (S/.)</b>
1. Mantenimiento Autónomo	Checklist diarios, inspecciones básicas, limpieza y lubricación	570	950	1140	760	3420
2. Mantenimiento Planificado	Cronograma preventivo, cambio de aceites, filtros, neumáticos, repuestos programados	1900	4560	5700	3040	15200
3. Mejora Enfocada	Corrección de fallas repetitivas, mejoras menores (ej, sellos, cableado)	38000	95000	95000	57000	2850
4. Gestión de la Calidad	Calibración de bombas, equipos médicos, pruebas hidráulicas	570	1520	1520	950	4,560
5. Gestión Temprana de Equipos	Manuales de lecciones aprendidas, evaluaciones técnicas de futuras adquisiciones	380	570	570	380	1900
6. Formación y Capacitación	Cursos de mantenimiento básico, talleres con proveedores, matriz de competencias	760	1,900	1900	1140	5700
7. TPM en Áreas Administrativas	Digitalización de inventarios, control de repuestos, optimización de compras	570	760	760	570	2660
8. Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Inspecciones de seguridad, protocolos de residuos, charlas de prevención	760	1140	1140	760	3800
Costo anual por unidad		S/. 5890	S/. 12350	S/. 13680	S/. 7570	S/. 39490

Como se puede observar en la tabla N°, la inversión total estimada de la implementación del TPM en la compañía de bomberos Tacna N° 24 es de S/. 39490, considerando las estrategias ya descritas.

### **5.5.7. Análisis costo–beneficio de la implementación del TPM**

La VIII Comandancia Departamental de Tacna cuenta con un presupuesto anual de S/.141545, asignado por la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú (INBP), destinado a las labores de mantenimiento vehicular y gastos asociados a la operatividad de la flota institucional. De acuerdo con la estimación económica presentada en la Tabla 40, la inversión necesaria para la implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) asciende a S/. 39490 anuales, lo que equivale únicamente al 27,9% del presupuesto total disponible, dicha relación se evidencia una alta viabilidad financiera, debido que la propuesta no se ajusta a los recursos empleados, sino que deja un margen presupuestal del 72,1% para cubrir otros requerimientos operativos, tales como combustible, repuestos, materiales de dotación y mantenimiento correctivo eventual.

En el análisis económico se demuestra que la adopción del TPM no representa una carga adicional para la institución, sino una optimización en la asignación de recursos, por tanto, en términos de gestión pública esto implica una mejor eficiencia del gasto, al priorizar actividades preventivas y predictivas que reducen la ocurrencia de fallas mayores y por consiguiente los costos correctivos imprevistos. Asimismo, los beneficios indirectos del TPM resultan significativos; entre ellos se destacan:

- Mayor disponibilidad operativa de los vehículos de emergencia, garantizando una respuesta más oportuna ante siniestros.
- Reducción de fallas críticas mediante la detección temprana de anomalías.
- Incremento de la seguridad operativa del personal y del entorno de trabajo.
- Prolongación de la vida útil de las unidades y equipos, lo que se traduce en una menor necesidad de renovación o reemplazo a corto plazo.

Estos efectos positivos, repercutirán directamente en una mejor relación costo – beneficio fortaleciendo la sostenibilidad técnica – económica del sistema de mantenimiento propuesto. En dicha situación, la incorporación del mantenimiento productivo total (TPM) dentro del modelo de gestión de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24 se justifica plenamente, al promover una gestión más eficiente, segura y alineada con los principios de mejora continua y uso racional de los recursos públicos.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten evidenciar que la implementación de un plan de mantenimiento influye significativamente en la mejora de la operatividad de los vehículos de la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24, lo cual guarda coherencia con los antecedentes y las bases teóricas revisadas. El análisis de regresión lineal arrojó un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,651$ , indicando que más del 65% de la variabilidad de la operatividad se explica por el mantenimiento, lo que confirma la hipótesis general planteada. Este hallazgo coincide con lo señalado por López (2019), quien demostró que un plan de mantenimiento preventivo en los vehículos contra incendios en la compañía de bomberos del Callao contribuyó a mejorar la disponibilidad de las unidades al reducir fallas recurrentes. Asimismo, se alinea con la perspectiva de Pérez Rondón (2021), quien resalta que el mantenimiento debe entenderse como una función estratégica de gestión que garantiza la continuidad operativa y la seguridad organizacional.

Respecto a la hipótesis específica 1, referida a la continuidad de ejecución del mantenimiento, los resultados mostraron un  $R^2 = 0,135$ , lo que indica una influencia moderada sobre la operatividad. Si bien la proporción de variabilidad explicada no es alta, la relación es estadísticamente significativa ( $p = 0,002$ ), lo que evidencia que mantener la regularidad en las actividades de mantenimiento contribuye de manera concreta a sostener la operatividad de los vehículos. Este resultado coincide con el planteamiento de Bareño et al. (2019), quienes resaltan que los mantenimientos correctivos, sin continuidad, acortan la vida útil de las unidades y comprometen su disponibilidad. Asimismo, refuerza lo señalado por Pastor (2019), quien sostiene que preservar los activos a través de un mantenimiento continuo permite reducir fallas inesperadas y prolongar su tiempo de servicio.

En cuanto a la hipótesis específica 2, relativa a la verificación del mantenimiento, los hallazgos revelan una correlación moderada-alta ( $R = 0,571$ ) y un  $R^2 = 0,326$ , lo cual confirma que más del 30% de la variación en la operatividad se explica por esta dimensión. El efecto positivo de la verificación se traduce en una mayor confiabilidad en los vehículos, lo que es consistente con la propuesta de Montoya y Figueroa (2019), quienes evidenciaron que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), incluyendo procesos de verificación, incrementa la eficiencia en estaciones de bomberos al reducir tiempos de respuesta durante emergencias. Este resultado también guarda relación con lo descrito por García Garrido (2010), quien sostiene que el

mantenimiento es un proceso dinámico que exige control y retroalimentación para asegurar la eficacia en los equipos.

Asimismo, en la hipótesis específica 3, referida al mantenimiento productivo total (TPM), los resultados mostraron un  $R^2 = 0,155$  y significancia estadística ( $p = 0,001$ ), indicando que, si bien el impacto no es tan elevado como en la hipótesis general, existe una influencia positiva y significativa sobre la operatividad. Estos hallazgos se alinean con lo expuesto por Cerquín (2023), quien demostró que la implementación del TPM en una empresa industrial aumentó la disponibilidad de equipos en más de 30%, generando ahorros significativos y elevando la confiabilidad de los procesos. Asimismo, se relacionan con lo planteado por Lévano (2021), quien evidenció que la metodología TPM aplicada en un taller mecánico urbano permitió optimizar recursos y reducir tiempos improductivos.

Finalmente, el análisis costo–beneficio demuestra que la inversión de S/. 39490 en la implementación del TPM representa solo el 27,9% del presupuesto anual destinado al mantenimiento por la INBP, confirmando que el plan es financieramente viable. Estos resultados son coherentes con antecedentes como los reportados por Cerquín (2023), donde la implementación del TPM en una empresa industrial generó ahorros superiores al 30% en costos de mantenimiento y aumentó la disponibilidad de equipos. De manera similar, Lévano (2021) evidenció que la aplicación de esta metodología en talleres mecánicos permitió optimizar recursos y reducir tiempos improductivos. En el contexto de la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24, la propuesta no solo mejora la operatividad, sino que también garantiza una asignación eficiente de recursos económicos sin comprometer el presupuesto institucional.

## CONCLUSIONES

Se concluye que el plan de mantenimiento influye significativamente en la mejora de la operatividad de los vehículos de la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24, al explicar un 65,1% de su variabilidad. Esto confirma la hipótesis general y evidencia una relación predictiva significativa que en una adecuada gestión de mantenimiento es un factor determinante en la disponibilidad y eficiencia de las unidades de emergencia.

Con relación a la continuidad de ejecución del mantenimiento, se concluye que esta dimensión incide de manera positiva y significativa en la operatividad de los vehículos, aunque en un nivel moderado ( $R^2 = 0,135$ ). Esto indica que mantener la regularidad en las actividades de mantenimiento permite sostener la capacidad operativa, aunque requiere complementarse con otras acciones de gestión para maximizar su impacto.

En lo que respecta a la verificación del mantenimiento, se concluye que esta dimensión explica un 32,6% de la mejora de la operatividad ( $R^2 = 0,326$ ), constituyéndose en un factor clave dentro del plan propuesto. La verificación asegura que las tareas de mantenimiento se ejecuten correctamente y refuerza la confiabilidad de las unidades, reduciendo la probabilidad de fallas durante la atención de emergencias.

Asimismo, se concluye que el mantenimiento productivo total tiene un efecto positivo y significativo en la operatividad de los vehículos, explicando el 15,5% de su variabilidad. Aunque su aporte es menor en comparación con otras dimensiones, su implementación fortalece la eficiencia general del sistema de mantenimiento y contribuye a mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de la flota.

Finalmente, se concluye que la implementación del plan de mantenimiento bajo la filosofía TPM no solo influye de manera significativa en la operatividad de los vehículos, sino que también es económicamente sostenible. Con un costo equivalente a menos de un tercio del presupuesto anual asignado, la propuesta garantiza un equilibrio entre eficiencia técnica y factibilidad financiera. Estos hallazgos se alinean con estudios previos que destacan al TPM como una estrategia integral que, además de mejorar indicadores de confiabilidad y disponibilidad, optimiza los recursos económicos y asegura la continuidad del servicio en organizaciones de alta demanda operativa como los cuerpos de bomberos.

## RECOMENDACIONES

Es fundamental implementar y cumplir rigurosamente los programas de mantenimiento de las unidades y equipos, ya que esto asegura su máxima disponibilidad operativa y garantiza la capacidad de respuesta inmediata de la Compañía de Bomberos frente a emergencias.

Se recomienda llevar a cabo un seguimiento constante y sistemático de la base de datos de mantenimiento, registrando las intervenciones realizadas, las fallas detectadas y las horas de operación. Esta información permitirá no solo una ejecución más eficiente de los mantenimientos programados, sino también la generación de propuestas de mejora que optimicen la gestión de los recursos y reduzcan paradas imprevistas de las unidades.

Es aconsejable establecer y priorizar el plan de mantenimiento en las unidades que permanezcan de manera permanente en la compañía, considerando que, debido a las necesidades del servicio, algunos vehículos pueden ser trasladados temporalmente desde otras compañías. De esta manera se asegura la continuidad del plan, evitando interrupciones en la estrategia de mantenimiento por rotación o traslado de equipos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aliaga Nieve, Á. H. (2021). *Sistema de Gestión de Mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de los vehículos de la compañía de Bomberos de Trujillo*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Trujillo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65177/Aliaga\\_NAH-Grey\\_AJA-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65177/Aliaga_NAH-Grey_AJA-SD.pdf?sequence=1)
- Arévalo Valdivia , J. P. (2022). *Plan de Mantenimiento Preventivo para Reducir Fallas en los vehiculos de la Empresa Transportes y Servicios Nepcar S.A.C Basado en la Metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6577/J.Arevalo\\_N.Guia\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesional\\_2022.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6577/J.Arevalo_N.Guia_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Arequipa, Perú: Enfoques Consulting EIRL. Obtenido de [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)
- Bareño González, J. S., González Tunjo, A. E., y Benavides, C. E. (2019). *Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo para los Automotores del Cuerpo Oficial de Bomberos de la Alcaldía de Soacha, Cundinamarca*. Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3145/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1>
- Blanchard, T. (2013). *System Reliability Magament*. Wiley.
- Campos López, O., Tolentino Eslava, G., Toledo Velásquez, M., y Tolentino Eslava, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Instituto Politécnico Nacional*, 51-59. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>
- Canahua Apaza, N. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Revista Industrial Data* 24, 49-76. Obtenido de

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/18402/16998>

Cuatrecases Arbós, L., y Torell Martínez, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Barcelona, España: Profit Editorial I. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=n5qUDVbPA6wCyprintsec=frontcoveryhI=es#v=onepageyqyf=false>

Cuatrecases Arbós, L., y Torrell Martínez, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial.

Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. (2016). *Clasificación y Tipificación de Unidades Vehiculares*. Lima, Perú. Obtenido de [https://www.bomberosperu.gob.pe/files/eme\\_des/DIR003-2016.pdf](https://www.bomberosperu.gob.pe/files/eme_des/DIR003-2016.pdf)

Decreto Legislativo N° 1260. (2016). Decreto legislativo que fortalece el cuerpo general de bomberos voluntarios del Perú como parte de sistema nacional de seguridad ciudadana y regula la intendencia Nacional de Bomberos del Perú. En *Normas Legales*. Lima: El Peruano. Obtenido de <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2022/02/Decreto-Legislativo-1260-LPDerecho.pdf>

Dounce Villanueva, E. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial* (Tercera ed.). México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58658298/03\\_ED.\\_DOUCEN\\_VILLANUEVA\\_ENRIQUE.\\_LA\\_PRODUCCTIVIDAD\\_EN\\_EL\\_MANTENIMIENTO\\_INDUSTRIAL.pdf?1553037541=yresponse-content-disposition=inline%3B+filename%3D03\\_ED\\_DOUCEN\\_VILLANUEVA\\_ENRIQUE\\_LA\\_PRODU.pdfExpires=171816](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58658298/03_ED._DOUCEN_VILLANUEVA_ENRIQUE._LA_PRODUCCTIVIDAD_EN_EL_MANTENIMIENTO_INDUSTRIAL.pdf?1553037541=yresponse-content-disposition=inline%3B+filename%3D03_ED_DOUCEN_VILLANUEVA_ENRIQUE_LA_PRODU.pdfExpires=171816)

Duffuaa, J. (2015). *Maintenance and Reliability Best Practices*. CRC Press.

Figueroa Burbano, J. A. (2019). *Propuesta de mejoramiento para la planta física (Maquinas y Equipos) d ela estación Bomberos Piendamó; Basado en los Pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado del TPM*. Popayán.

García Alcaraz, J. L. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. En *Revista facultad de ingeniería universidad de Antioquia* (págs. 129-140). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttextypid=S0120-62302011000400013yIngl=enytIngl=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttextypid=S0120-62302011000400013yIngl=enytIngl=es).

- García Alcaraz, J. L., Romero González, J., y Noriega Morales, S. A. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. En *Contaduría y Administración* (págs. 173-196). Recuperado el marzo de 2024, de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttextypid=S0186-10422012000400009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextypid=S0186-10422012000400009)
- García Garrido, S. (2010). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A. Obtenido de <https://books.google.com.uy/books?id=PUovBdLi-oMCylpg=PR2ydq=Organizaci%C3%B3n%20y%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20mantenimiento%20Autor%3A%20Santiago%20Garc%C3%ADa%20Garridoypg=PR2#v=onepageyq=Organizaci%C3%B3n%20y%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20mante>
- García Palencia, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Garrido, S. G. (2010). *La Contratación del Mantenimiento Industrial*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial* (Primera ed.). Murcia. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?hl=esylr=yid=bOrFC3532MECyoi=fnndypg=PA21ydq=conceptos+de+mantenimientoyots=6Pa1GGLIPKysig=qGRLJxn9mDJmvTVnYn6HoU\\_8sng#v=onepageyq=conceptos%20de%20mantenimientoyf=false](https://books.google.com.mx/books?hl=esylr=yid=bOrFC3532MECyoi=fnndypg=PA21ydq=conceptos+de+mantenimientoyots=6Pa1GGLIPKysig=qGRLJxn9mDJmvTVnYn6HoU_8sng#v=onepageyq=conceptos%20de%20mantenimientoyf=false)
- González Fernández, F. J. (2004). *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. Madrid: FC Editorial. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=o0cH7Nwkm3YCyprintsec=frontcoveryhI=es#v=onepageyqyf=false>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Interamericana editores. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B7fKI4RAT39QeHNzTGh0N19SME0/view?resourcekey=0-Tg3V3qROROH0Aw4maw5dDQ>
- Kelly, A. (2006). *Maintenance strategy: Business centred maintenance* (Segunda ed.). Butterworth-Heinemann.

- Lévano Lévano, M. (2021). *Propuesta de mejora del proceso de mantenimiento en un taller mecánico, aplicando la metodología de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en una empresa de transporte urbano*. Tesis para optar Título de Ingeniero Industrial y Comercial, Universidad ESAN, Lima. Obtenido de <https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/605536d1-b3f0-47e1-8735-837fafdbec08/content>
- López Martínez, J. P. (s.f.). *Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de vehículos contra incendios en la compañía de bomberos B-1, Callao - 2019*.
- Markets, I. (2018). *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. IntegraMarkets, Grup América Factorial S.A.C.
- Martínez, J. P. (2019). *Propuesta del Plan de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de vehículos contra incendios en la compañía de bomberos B-1, Callao - 2019*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Callao. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43153/L%c3%b3pez\\_MJP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43153/L%c3%b3pez_MJP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mobley, K. (2002). *An introduction to predictive maintenance*. Elsevier.
- Montilla Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos De Mantenimiento Industrial*. Pereira: Colección Textos Académicos. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/items/7088709d-52bc-4c50-960f-89bf4e7392b1>
- Montoya León, C. J., y Figueroa Burbano, J. A. (2019). *Propuesta de mejoramiento para la planta física (Máquinas y equipos) de la estación bomberos piendamó; basado en los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado del TPM*. Tesis de grado para optar título de ingeniero industrial, Facultad de ingeniería, Popayán. Obtenido de <https://unividadafup.edu.co/repositorio/files/original/25cb1206178bd8621b4c590bdfe96ee0.pdf>
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance RCM II*. Butterworth-Heinemann.

- Naranjo Rivera, S. S., y Vera Zapata, A. P. (2022). *Propuesta de Mantenimiento Enfocado en la Reducción de Costos y Mejora de la Operatividad en la Flota Vehicular - Bomberos Durán*. Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/5335/1/T-UIDE-0477.pdf>
- Perez Cabrera, I., y Müggenburg Rodríguez, M. C. (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. En *Enfermería universitaria* (Vol. IV, págs. 35-38). Distrito Federal, México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>
- Pérez Rondón, F. A. (2021). *Conceptos Generales en la gestión de mantenimiento industrial*. Bucaramanga, Colombia: Ediciones USTA. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Pérez Rondón, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Bucaramanga, Colombia: Ediciones USTA. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Pérez Tinizhagnay, V. D., Barrezueta Ochoa, P. R., y Vera Puebla, E. G. (2023). Viabilidad económica de mantenimiento preventivo para vehículos híbridos y eléctricos en Ecuador. En *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional* (pág. 9). Obtenido de <https://ojs.formacion.edu.ec/index.php/rif/article/view/v11.n3.a9/g9>
- Rey Sacristán, F. (2001). *Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa*. Madrid, España: Fundación confemetal. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=yid=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA5&dq=conceptos+generales+de+mantenimiento+yots=uDTrSqGp&sig=F1i7nqIrTh\\_G8kziRv7HiuBhQBM#v=onepage&q=conceptos%20generales%20de%20mantenimiento&yf=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=yid=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA5&dq=conceptos+generales+de+mantenimiento+yots=uDTrSqGp&sig=F1i7nqIrTh_G8kziRv7HiuBhQBM#v=onepage&q=conceptos%20generales%20de%20mantenimiento&yf=false)
- Roa, E. (2016). *Mantenimiento Productivo Total*. Antofagasta, Chile. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46919473/InformeGerardo-libre.pdf?1467304571=yresponse-content-disposition=inline%3B+filename%3DCENTRO\\_DE\\_FORMACION\\_TECNICA\\_SANTO\\_TOMAS.pdf&Expires=1717698627&Signature=e~wPMoBMPu-CQsWD2TbSz58CO73paQs4GAFAs-r0QpdmmcJb](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46919473/InformeGerardo-libre.pdf?1467304571=yresponse-content-disposition=inline%3B+filename%3DCENTRO_DE_FORMACION_TECNICA_SANTO_TOMAS.pdf&Expires=1717698627&Signature=e~wPMoBMPu-CQsWD2TbSz58CO73paQs4GAFAs-r0QpdmmcJb)

- Tacillo Yauli, E. F. (2016). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Universidad Jaime Bausate y Meza.
- Tavares, L. A. (2019). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Novo Polo Publicaciones.
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. En *Revista Educación* (págs. 155-165). San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Yáñez, M. A. (2023). *Estudio en la Proyección del Crecimiento sostenible del CGBVP en una situación futura deseada al 2030*. Intendencia Nacional de Bomberos del Perú, Lima. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4296538/Estudio%20de%20la%20proyecci%C3%B3n%20del%20crecimiento%20sostenible%20del%20CGBVP%20en%20una%20situaci%C3%B3n%20futura%20al%202030.PDF.PDF?v=1679413223>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES
¿Cómo influye la propuesta del plan de mantenimiento para mejorar la operatividad de los vehículos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?	Determinar la influencia de la propuesta del plan de mantenimiento para mejorar la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.	El plan de mantenimiento influye significativamente en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.	Mantenimiento	Mantenimiento productivo total Verificación del mantenimiento Continuidad del mantenimiento
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	V. DEPENDIENTE	Disponibilidad  Mantenibilidad  Confiabilidad
<p>P1. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en su dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?</p> <p>P2. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en su dimensión verificación del mantenimiento en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?</p> <p>P3. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en su dimensión mantenimiento productivo en la mejora de la operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna - año 2024?</p>	<p>O1. Verificar de qué forma influye el plan de mantenimiento en su dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento en la mejora la operatividad de vehículos en la Compañía de Bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.</p> <p>O.2 Identificar de qué forma influye el plan de mantenimiento en su dimensión verificación del mantenimiento en la mejora la operatividad de vehículos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.</p> <p>O.3 Conocer de qué forma influye el plan de mantenimiento en su dimensión mantenimiento productivo total en la mejora la operatividad de vehículos de la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.</p>	<p>H1. El plan de mantenimiento en su dimensión continuidad de ejecución del mantenimiento mejora de operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024, es regular.</p> <p>H2. El plan de mantenimiento en su dimensión verificación del mantenimiento mejora de operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.</p> <p>H3. El plan de mantenimiento en su dimensión mantenimiento productivo total en la mejora de operatividad de vehículos en la compañía de bomberos “Tacna” N° 24, región Tacna – año 2024.</p>	Operatividad	

## ANEXO 2. INSTRUMENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

### ENCUESTA

La presente encuesta está realizada de manera anónima, con la finalidad de recolectar información respecto al mantenimiento de los vehículos contra incendios de la compañía de bomberos B-24, Tacna- 2024.

Para ello se solicita responder las siguientes interrogantes con veracidad

#### INSTRUCCIONES

Marcas con un aspa (x) dentro del recuadro la alternativa que considere adecuada.

1 = NUNCA	2 = CASI NUNCA	3 = A VECES	4 = CASI SIEMPRE	5 = SIEMPRE
-----------	----------------	-------------	------------------	-------------

<b>Variable Independiente: Mantenimiento</b>						
<b>Dimensión: Continuidad de ejecución del mantenimiento</b>						
N°	ITEMS	1	2	3	4	5
1	Después de atendida la falla, ¿Los vehículos son inspeccionados para verificar que se realizó el mantenimiento o reparación correctamente?					
2	¿Una vez detectada la falla o avería, son inmediatamente notificadas?					
3	Una vez notificada la falla, ¿el vehículo entra en mantenimiento?					
4	¿Considera un correcto seguimiento a las fallas o averías presentadas en las unidades?					
5	¿La compañía cuenta con herramientas, repuestos o materiales necesarios para realizar reparaciones?					
6	¿Existe un inventario de herramientas y repuestos?					
7	¿Considera accesible la adquisición de los repuestos a cambiar?					
8	¿Cree usted que los informes aporten información útil para la toma de decisiones?					
<b>Dimensión: Verificación del mantenimiento</b>						
N°	ITEMS	1	2	3	4	5
9	En la compañía, ¿se cuenta con un plan de mantenimiento para el cuidado de las unidades?					
10	¿Se realizan inspecciones rutinarias (cada cierto tiempo), para el control de las unidades?					
11	¿El personal notifica sobre la inspección realizada y las averías o falla que se encuentren?					
12	¿Se capacita al personal para el cuidado de las unidades?					
13	En caso de encontrar una falla, la unidad deja de estar operativa o no disponible?					
14	¿Se planifican actividades para el cuidado (verificación) de las unidades?					
15	¿Considera óptimo el tiempo de parada del vehículo en mantenimiento?					
16	¿Es suficiente el personal de dirección y supervisión de las unidades?					
17	¿Cree usted que el registro de información de mantenimiento permitirá un mejor análisis?					
<b>Dimensión: Mantenimiento productivo Total</b>						
N°	ITEMS	1	2	3	4	5
18	¿Cuenta la compañía con personal capacitado para la ejecución de actividades de mantenimiento de los vehículos que lo requieran?					
19	¿Cuenta usted con algún conocimiento básico sobre mantenimiento a unidades vehiculares?					
20	¿El tiempo para la reparación de los vehículos es realizado en el menor tiempo posible?					
21	¿Considera usted que se realizaría un mejor trabajo de contar con unidades vehiculares disponibles?					
22	¿Cree usted que es necesario un plan de mantenimiento para las unidades vehiculares de la compañía?					
23	Las personas asignadas para la ejecución del mantenimiento, ¿realizan su trabajo de manera eficaz dando solución a los problemas presentados?					
24	¿Cree usted que la compañía de bombero está presta a recibir propuestas de mejora?					

<b>Variable dependiente: Operatividad</b>						
<b>Dimensión: Mantenibilidad</b>						
N°	ITEMS	1	2	3	4	5
25	Quando se realizan los requerimientos de mantenimiento y/o repuestos, ¿estos son atendidos a la brevedad de tiempo?					
26	La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico de cantidad de mantenimientos realizados a las unidades vehiculares?					
27	¿Considera usted que el vehículo luego del mantenimiento está en las mismas o mejores condiciones?					
28	¿Considera que el tiempo del mantenimiento, es extenso?					
29	¿Considera óptimo el rendimiento de las unidades en una emergencia?					
30	Las fallas mecánicas de las unidades, ¿Considera usted que son de gran dificultad de reparación?					
31	La reparación de las unidades, ¿demanda más tiempo de lo proyectado?					
32	¿Considera que el tiempo de vida útil de las unidades ha sido sobrepasado?					
<b>Dimensión Disponibilidad</b>						
N°	ITEMS	1	2	3	4	5
33	Quando se operan las unidades, ¿emiten sonidos que puedan indicar algún desperfecto?					
34	¿Considera que al no tener unidades 100% operativas, puede generar retrasos en la atención de una emergencia?					
35	La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias atendidas?					
36	La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas?					
37	La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas por fallas mecánicas?					
38	¿Considera que uno de los factores principales de la no atención a emergencias son las fallas en las unidades vehiculares?					
39	¿Se registra el estado de las unidades en informes o reportes?					
<b>Dimensión Confiabilidad</b>						
N°	ITEMS	1	2	3	4	5
40	¿Ocurren con frecuencia las fallas mecánicas durante la atención de una emergencia?					
41	Las fallas mecánicas frecuentes, ¿inhabilitan completamente el uso del vehículo?					
42	¿Se informa o reporta las intervenciones mecánicas realizadas?					
43	Mientras se atiende la falla, ¿Considera usted que se utiliza el tiempo de mantenimiento para analizar otras posibles fallas?					
44	Después de atendida la falla, ¿Se advierte de futuras fallas para que sean atendidas?					
45	Después de atendida la falla, ¿Siguen siendo frecuentes las averías o fallas?					
46	Después de atendida la falla, ¿Considera eficiente el mantenimiento realizado?					
47	¿Una vez arreglada la falla, se presenta en un corto tiempo una nueva falla o avería?					
48	¿Considera usted que un plan de mantenimiento disminuirá la cantidad o frecuencia de fallas mecánicas?					

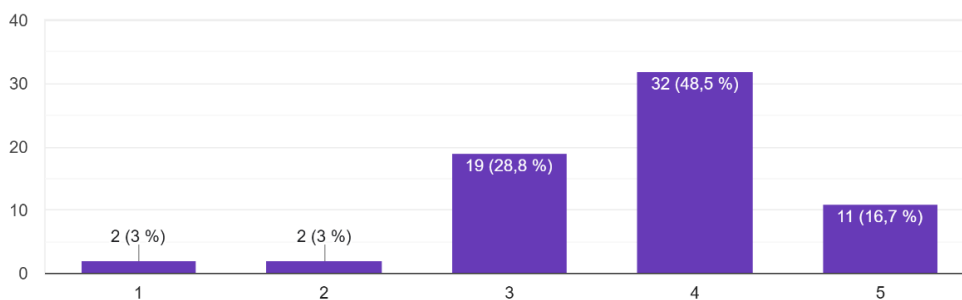
### ANEXO 3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

**Pregunta N°1: ¿Los vehículos son inspeccionados para verificar que se realizó el mantenimiento o reparación correctamente?”.**

**Figura 1. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Después de atendida la falla, ¿Los vehículos son inspeccionados para verificar que se realizó el mantenimiento o reparación correctamente?” de la encuesta.**

Después de atendida la falla, ¿Los vehículos son inspeccionados para verificar que se realizó el mantenimiento o reparación correctamente?

66 respuestas



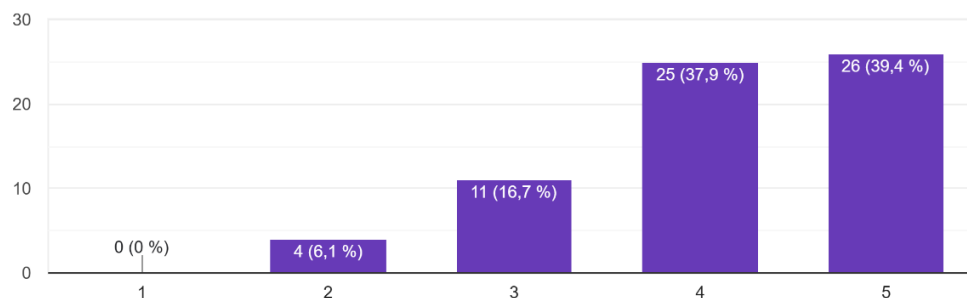
En la Figura 1, el resultado obtenido fue que el 48.5% considera que CASI SIEMPRE los vehículos son inspeccionados para verificar que se realizó el mantenimiento o reparación correcta.

**Pregunta N°2: “¿Una vez detectada la falla o avería, son inmediatamente notificadas?”.**

**Figura 2. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Una vez detectada la falla o avería, son inmediatamente notificadas?” de la encuesta.**

¿Una vez detectada la falla o avería, son inmediatamente notificadas?

66 respuestas



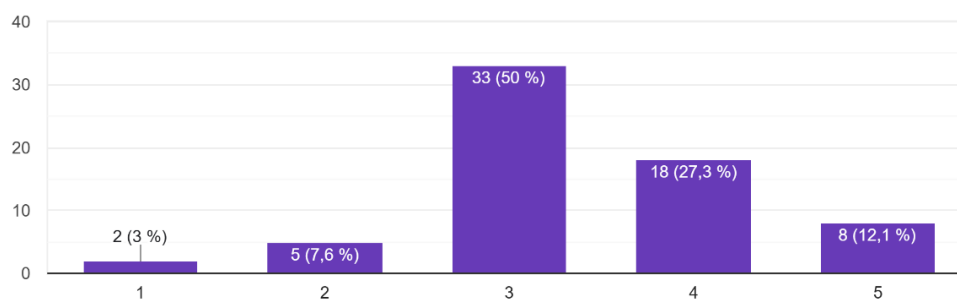
En la Figura 2, el resultado obtenido fue que el 39.4% considera que SIEMPRE los vehículos una vez detectada la falla o avería, son inmediatamente notificados.

**Pregunta N°3: “Una vez notificada la falla, ¿el vehículo entra en mantenimiento?” de la encuesta.**

**Figura 3. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Una vez notificada la falla, ¿el vehículo entra en mantenimiento?” de la encuesta.**

Una vez notificada la falla, ¿el vehículo entra en mantenimiento?

66 respuestas

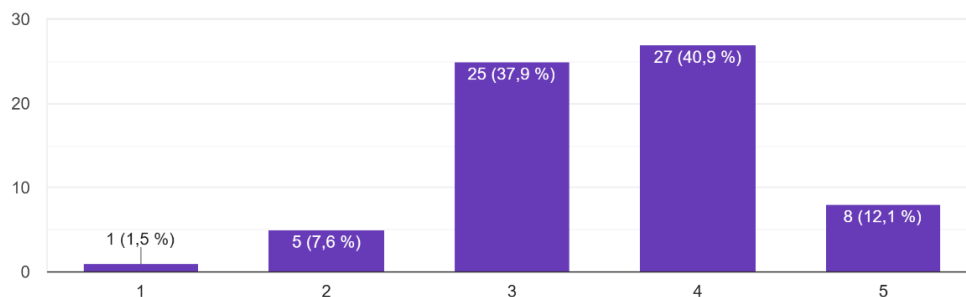


En la Figura 3, el resultado obtenido fue que el 50% considera que A VECES los vehículos una vez notificada la falla entran en mantenimiento.

**Pregunta N°4: “¿Considera un correcto seguimiento a las fallas o averías presentadas en las unidades?”**

Figura 4. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera un correcto seguimiento a las fallas o averías presentadas en las unidades?” de la encuesta.

¿Considera un correcto seguimiento a las fallas o averías presentadas en las unidades?  
66 respuestas

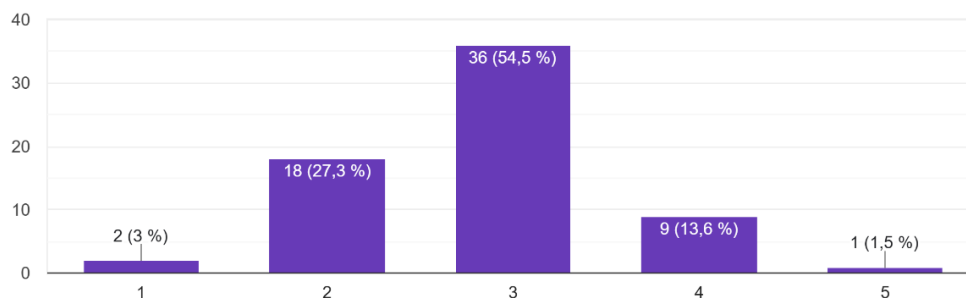


En la Figura 4, el resultado obtenido fue que el 40.9% considera que CASI SIEMPRE considera un correcto seguimiento a las fallas o averías presentadas en las unidades.

Pregunta N°5: “¿La compañía cuenta con herramientas, repuestos o materiales necesarios para realizar reparaciones?”.

Figura 5. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿La compañía cuenta con herramientas, repuestos o materiales necesarios para realizar reparaciones?” de la encuesta.

¿La compañía cuenta con herramientas, repuestos o materiales necesarios para realizar reparaciones?  
66 respuestas



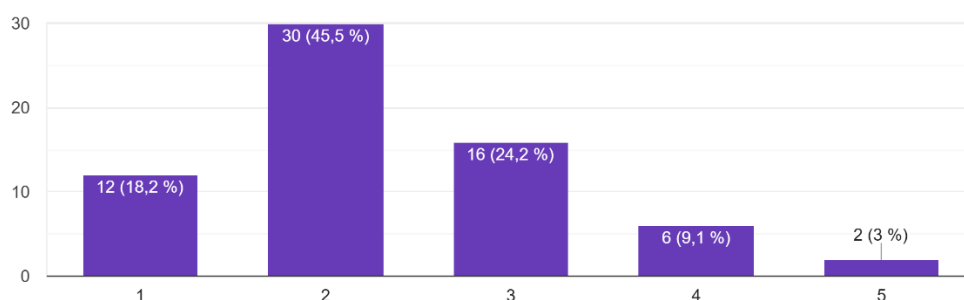
En la Figura 5, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que A VECES la compañía cuenta con herramientas, repuestos o materiales necesarios para realizar reparaciones.

Pregunta N°6: “Existe un inventario de herramientas y repuestos?”.

Figura 6. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Existe un inventario de herramientas y repuestos?” de la encuesta.

¿Existe un inventario de herramientas y repuestos?

66 respuestas



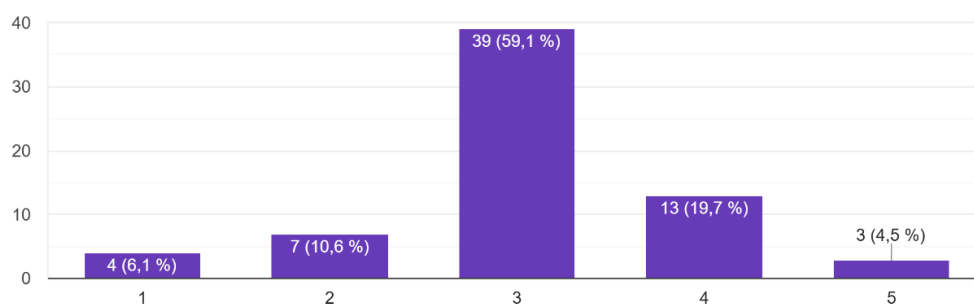
En la Figura 6, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que CASI NUNCA en la compañía de bomberos existe un inventario de herramientas y repuestos.

Pregunta N° 7: “¿Considera accesible la adquisición de los repuestos a cambiar?”.

Figura 7. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera accesible la adquisición de los repuestos a cambiar?” de la encuesta.

¿Considera accesible la adquisición de los repuestos a cambiar?

66 respuestas

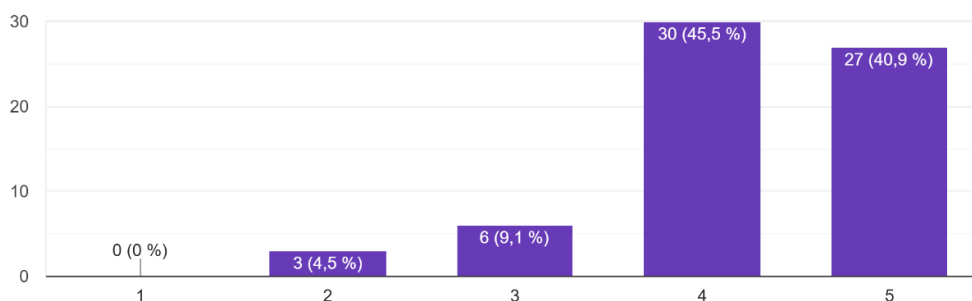


En la Figura 7, el resultado obtenido fue que el 59.1% considera que A VECES en la compañía de bomberos se considera accesible la adquisición de los repuestos a cambiar.

Pregunta N° 8: “Cree usted que los informes aporten información útil para la toma de decisiones?”.

Figura 8. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Cree usted que los informes aporten información útil para la toma de decisiones?” de la encuesta.

¿Cree usted que los informes aporten información útil para la toma de decisiones?  
66 respuestas



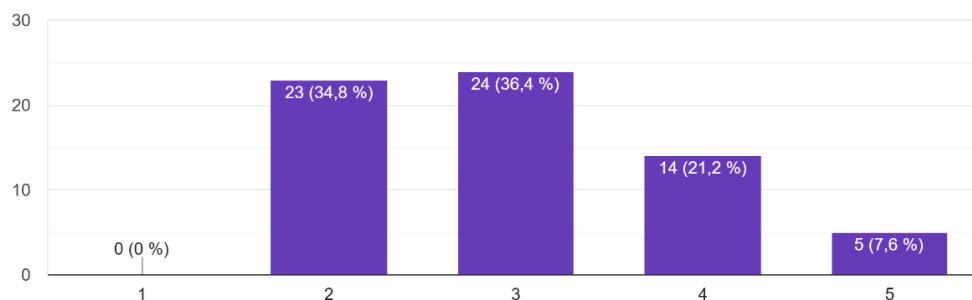
En la Figura 8, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que A VECES en la compañía de bomberos se cree que los informes aporten información útil para la toma de decisiones.

Pregunta N°9: “En la compañía, ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento para el cuidado de las unidades?”.

Figura 9. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “En la compañía, ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento para el cuidado de las unidades?” de la encuesta.

En la compañía, ¿se cuenta con un plan de mantenimiento para el cuidado de las unidades?

66 respuestas



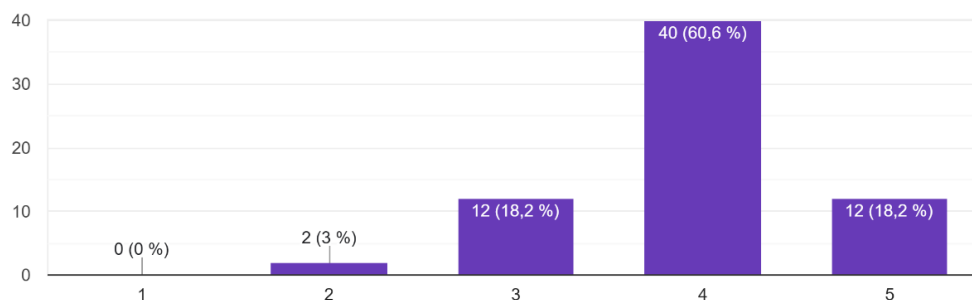
En la Figura 9, el resultado obtenido fue que el 36.4% considera que A VECES en la compañía de bomberos cuenta con un plan de mantenimiento para el cuidado de las unidades.

Pregunta N°10: “¿Se realizan inspecciones rutinarias (cada cierto tiempo), para el control de las unidades?”.

Figura 10. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Se realizan inspecciones rutinarias (cada cierto tiempo), para el control de las unidades?” de la encuesta.

¿Se realizan inspecciones rutinarias (cada cierto tiempo), para el control de las unidades?

66 respuestas

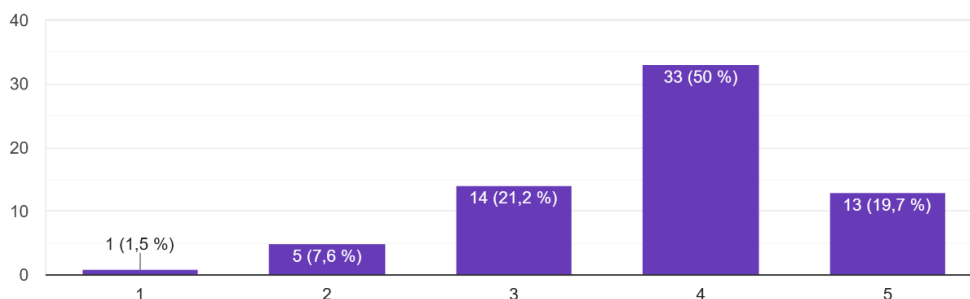


En la Figura 10, el resultado obtenido fue que el 36.4% considera que A VECES en la compañía de bomberos cuenta con un plan de mantenimiento para el cuidado de las unidades.

Pregunta N° 11: “¿El personal notifica sobre la inspección realizada y las averías o falla que se encuentren?”.

Figura 11. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿El personal notifica sobre la inspección realizada y las averías o falla que se encuentren?” de la encuesta.

¿El personal notifica sobre la inspección realizada y las averías o falla que se encuentren?  
66 respuestas

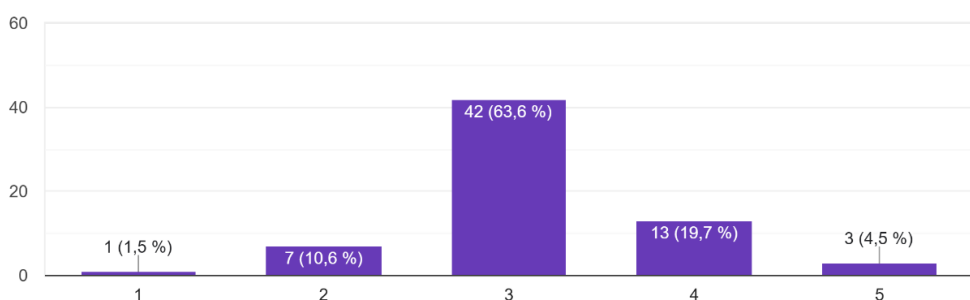


En la Figura 11, el resultado obtenido fue que el 50% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos el personal notifica la inspección realizada y las averías o falla que se encuentren.

Pregunta N° 12: “Se capacita al personal para el cuidado de las unidades?” de la encuesta.

Figura 12. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Se capacita al personal para el cuidado de las unidades?” de la encuesta.

¿Se capacita al personal para el cuidado de las unidades?  
66 respuestas

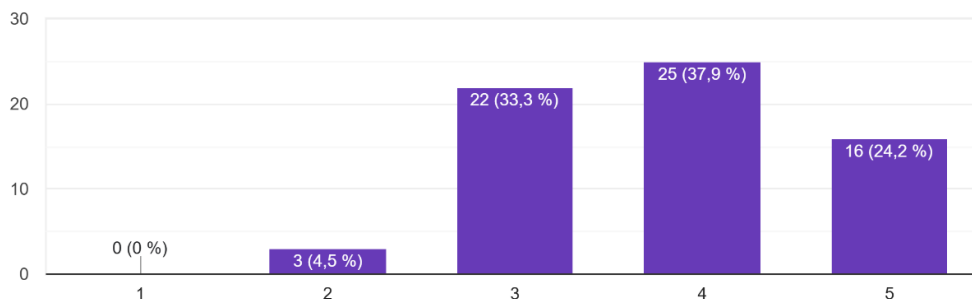


En la Figura 12, el resultado obtenido fue que el 63.6% considera que A VECES en la compañía de bomberos el personal se capacita al personal para el cuidado de las unidades.

Pregunta N°13: “En caso de encontrar una falla, la unidad deja de estar operativa o no disponible?”.

Figura 13. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “En caso de encontrar una falla, la unidad deja de estar operativa o no disponible?” de la encuesta.

En caso de encontrar una falla, la unidad deja de estar operativa o no disponible?  
66 respuestas

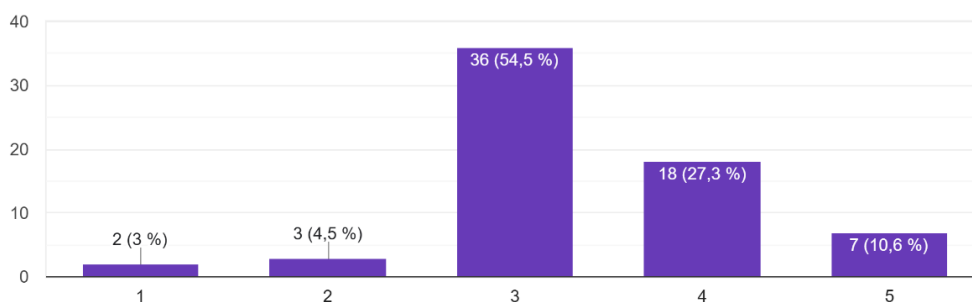


En la Figura 13, el resultado obtenido fue que el 37.9% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos en caso de encontrar una falla, la unidad deja de estar operativa o no disponible.

Pregunta N°14: “Se planifican actividades para el cuidado (verificación) de las unidades?”.

Figura 14. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “En caso de encontrar una falla, la unidad deja de estar operativa o no disponible?” de la encuesta.

¿Se planifican actividades para el cuidado (verificación) de las unidades?  
66 respuestas

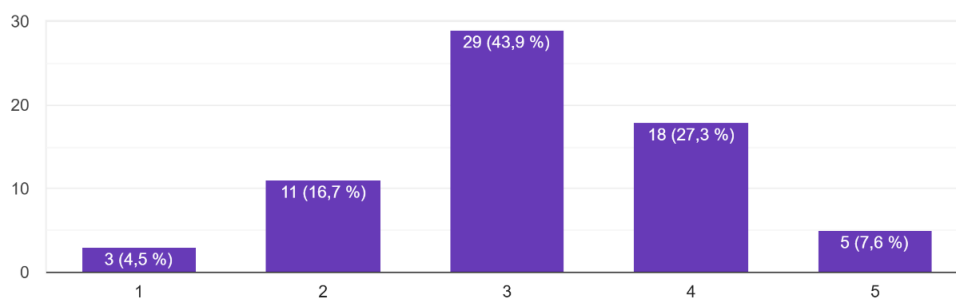


En la Figura 14, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que A VECES en la compañía de bomberos se planifican actividades para el cuidado de las unidades.

Pregunta N°15: “¿Considera óptimo el tiempo de parada del vehículo en mantenimiento?”.

Figura 15. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera óptimo el tiempo de parada del vehículo en mantenimiento?” de la encuesta.

¿Considera óptimo el tiempo de parada del vehículo en mantenimiento?  
66 respuestas

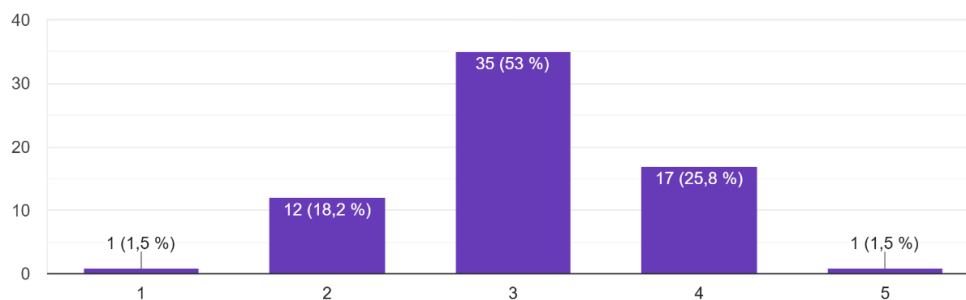


En la Figura 15, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que A VECES en la compañía de bomberos considera óptimo el tiempo de parada del vehículo en mantenimiento.

Pregunta N° 16: “¿Es suficiente el personal de dirección y supervisión de las unidades?”.

Figura 16. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Es suficiente el personal de dirección y supervisión de las unidades?” de la encuesta.

¿Es suficiente el personal de dirección y supervisión de las unidades?  
66 respuestas

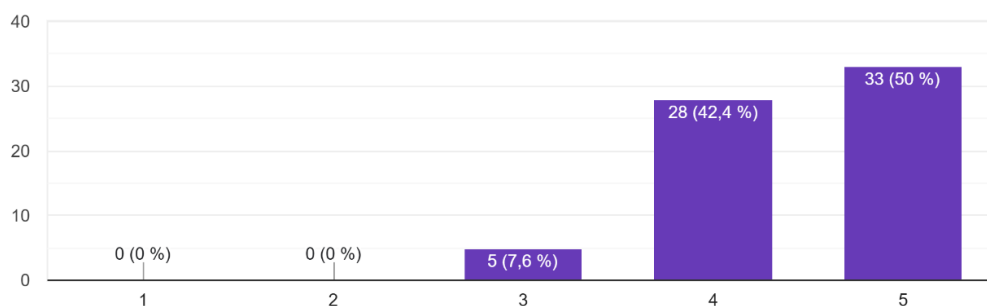


En la Figura 16, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que A VECES en la compañía de bomberos es suficiente el personal de dirección y supervisión de las unidades.

Pregunta N°17: “¿Cree usted que el registro de información de mantenimiento permitirá un mejor análisis?”.

Figura 17. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Cree usted que el registro de información de mantenimiento permitirá un mejor análisis?” de la encuesta.

¿Cree usted que el registro de información de mantenimiento permitirá un mejor análisis?  
66 respuestas



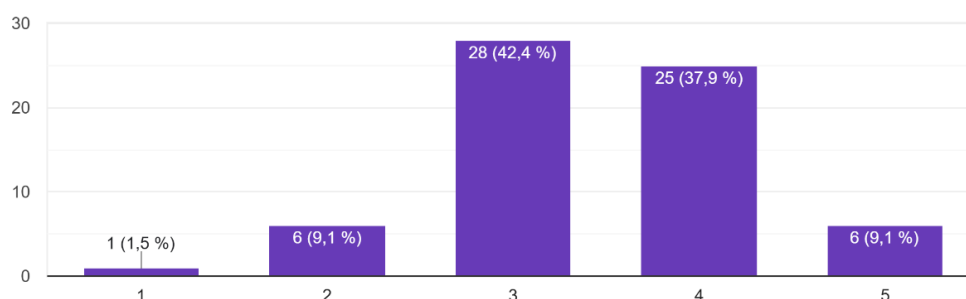
En la Figura 17, el resultado obtenido fue que el 50% considera que SIEMPRE en la compañía de bomberos cree que el registro de información de mantenimiento permitirá un mejor análisis

Pregunta N°18: “Cuenta la compañía con personal capacitado para la ejecución de actividades de mantenimiento de los vehículos que lo requieran?”.

Figura 18. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Cuenta la compañía con personal capacitado para la ejecución de actividades de mantenimiento de los vehículos que lo requieran?” de la encuesta.

¿Cuenta la compañía con personal capacitado para la ejecución de actividades de mantenimiento de los vehículos que lo requieran?

66 respuestas



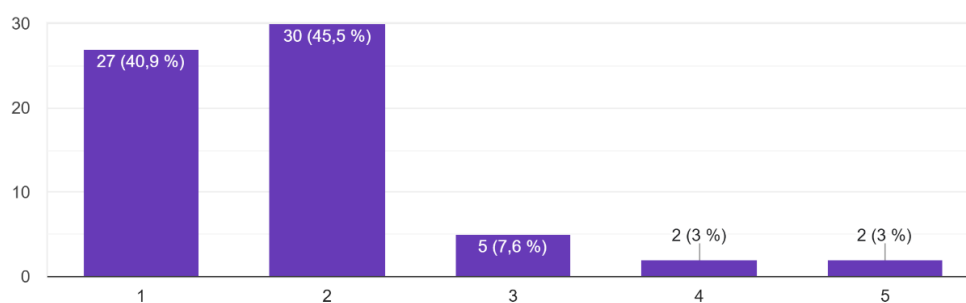
En la Figura 18, el resultado obtenido fue que el 42.4% considera que A VECES en la compañía de bomberos cuenta con personal capacitado para la ejecución de actividades de mantenimiento de los vehículos que lo requieran.

Pregunta N°19: “¿Cuenta usted con algún conocimiento básico sobre mantenimiento a unidades vehiculares?”.

Figura 19. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Cuenta usted con algún conocimiento básico sobre mantenimiento a unidades vehiculares?” de la encuesta.

¿Cuenta usted con algún conocimiento básico sobre mantenimiento a unidades vehiculares?

66 respuestas

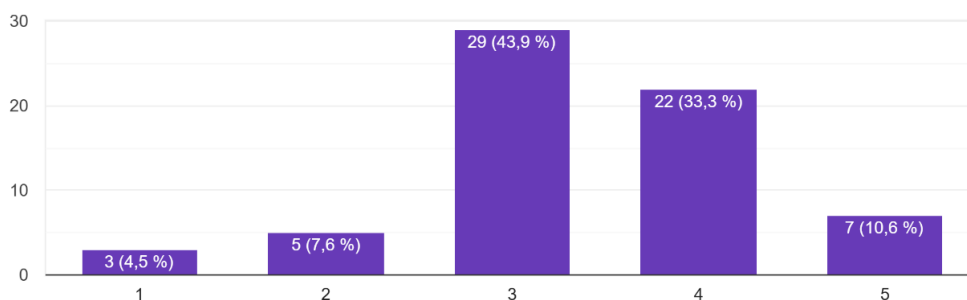


En la Figura 19, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que CASI NUNCA en la compañía de bomberos el personal cuenta usted con algún conocimiento básica sobre mantenimiento a unidades vehiculares

Pregunta N°20: “El tiempo para la reparación de los vehículos es realizado en el menor tiempo posible?”.

Figura 20. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “El tiempo para la reparación de los vehículos es realizado en el menor tiempo posible?” de la encuesta.

¿El tiempo para la reparación de los vehículos es realizado en el menor tiempo posible?  
66 respuestas

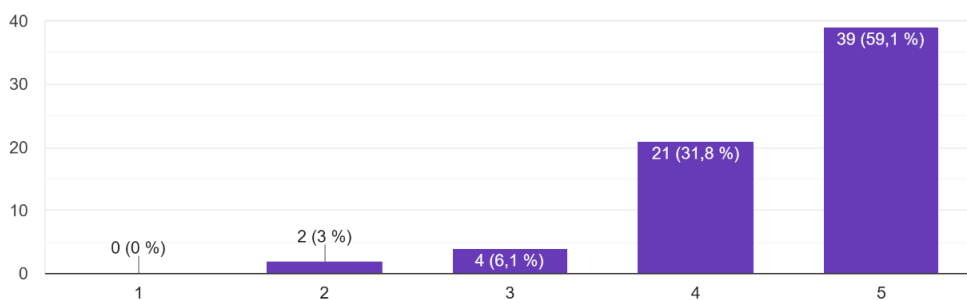


En la Figura 20, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que A VECES en la compañía de bomberos el tiempo para la reparación de los vehículos es realizado en el menor tiempo posible.

Pregunta N°21: “¿Considera usted que se realizaría un mejor trabajo de contar con unidades vehiculares disponibles?”.

Figura 21. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera usted que se realizaría un mejor trabajo de contar con unidades vehiculares disponibles?” de la encuesta.

¿Considera usted que se realizaría un mejor trabajo de contar con unidades vehiculares disponibles?  
66 respuestas

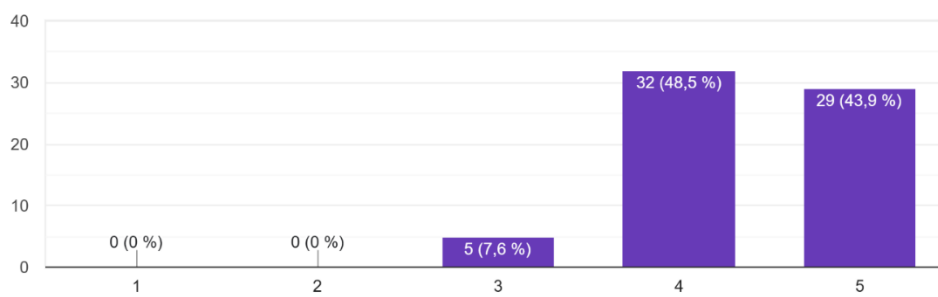


En la Figura 21, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que SIEMPRE en la compañía de bomberos se realizaría un mejor trabajo de contar con unidades vehiculares disponibles.

Pregunta N°22: “Cree usted que es necesario un plan de mantenimiento para las unidades vehiculares de la compañía?”.

Figura 22. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Cree usted que es necesario un plan de mantenimiento para las unidades vehiculares de la compañía?” de la encuesta.

¿Cree usted que es necesario un plan de mantenimiento para las unidades vehiculares de la compañía?  
66 respuestas



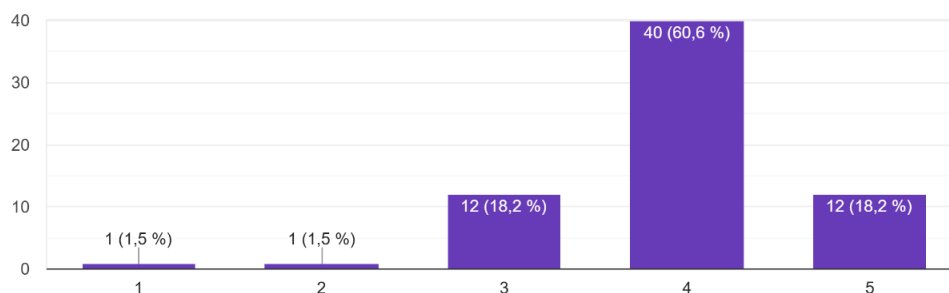
En la Figura 22, el resultado obtenido fue que el 48.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos es necesario un plan de mantenimiento para las unidades vehiculares de la compañía.

Pregunta N°23: “Las personas asignadas para la ejecución del mantenimiento, ¿Realizan su trabajo de manera eficaz dando solución a los problemas presentados?”.

Figura 23. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Las personas asignadas para la ejecución del mantenimiento, ¿Realizan su trabajo de manera eficaz dando solución a los problemas presentados?” de la encuesta.

Las personas asignadas para la ejecución del mantenimiento, ¿realizan su trabajo de manera eficaz dando solución a los problemas presentados?

66 respuestas



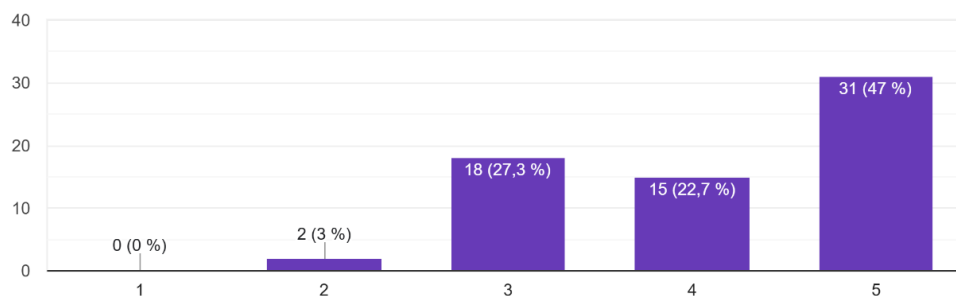
En la Figura 23, el resultado obtenido fue que el 60.6% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos las personas asignadas para la ejecución del mantenimiento realizan su trabajo de manera eficaz dando solución a los problemas presentados.

Pregunta N° 24: “Cree usted que la compañía de bomberos está presta a recibir propuestas de mejora?”.

Figura 24. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Cree usted que la compañía de bomberos está presta a recibir propuestas de mejora?” de la encuesta.

¿Cree usted que la compañía de bomberos está presta a recibir propuestas de mejora?

66 respuestas



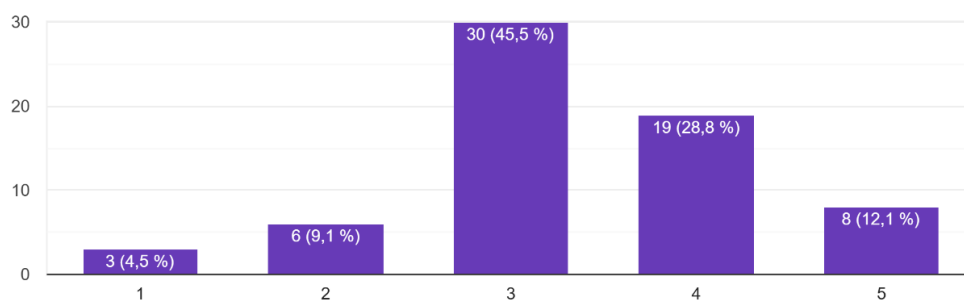
En la Figura 24, el resultado obtenido fue que el 47% considera que SIEMPRE en la compañía de bomberos está presta a recibir propuesta de mejora.

Pregunta N°25: “Cuando se realizan los requerimientos de mantenimiento y/o repuestos, ¿Estos son atendidos a la brevedad de tiempo?”.

Figura 25. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Cuando se realizan los requerimientos de mantenimiento y/o repuestos, ¿Estos son atendidos a la brevedad de tiempo?”.

Quando se realizan los requerimientos de mantenimiento y/o repuestos, ¿Estos son atendidos a la brevedad de tiempo?

66 respuestas



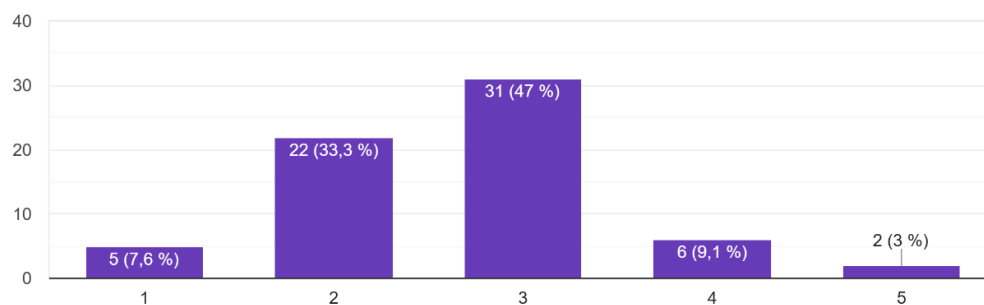
En la Figura 25, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que A VECES en la compañía de bomberos cuando se realizan los requerimientos de mantenimiento y/o repuestos son atendidos a la brevedad de tiempo.

Pregunta N°26: “La compañía de bomberos, ¿Cuenta con algún documento estadístico de cantidad de mantenimientos realizados a las unidades vehiculares?”.

Figura 26. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “La compañía de bomberos, ¿Cuenta con algún documento estadístico de cantidad de mantenimientos realizados a las unidades vehiculares?” de la encuesta.

La compañía de bomberos, ¿Cuenta con algún documento estadístico de cantidad de mantenimientos realizados a las unidades vehiculares?

66 respuestas



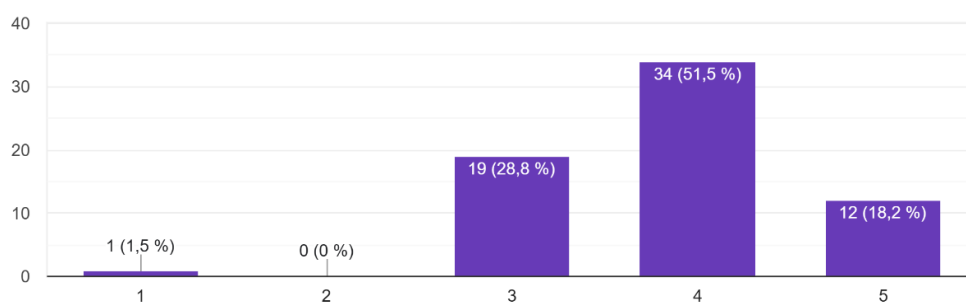
En la Figura 26, el resultado obtenido fue que el 47% considera que A VECES en la compañía de bomberos cuenta con documentos estadísticos de cantidad de mantenimientos realizados a las unidades vehiculares.

Pregunta N°27: “Considera usted que el vehículo luego del mantenimiento está en las mismas o mejores condiciones?”.

Figura 27. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Considera usted que el vehículo luego del mantenimiento está en las mismas o mejores condiciones?” de la encuesta.

¿Considera usted que el vehículo luego del mantenimiento está en las mismas o mejores condiciones?

66 respuestas



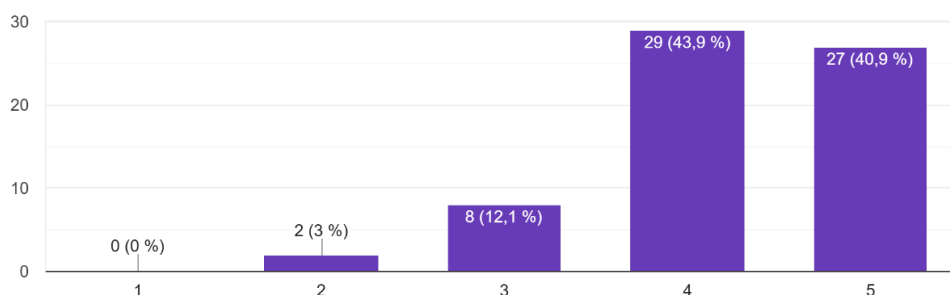
En la Figura 27, el resultado obtenido fue que el 51.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos los vehículos luego del mantenimiento están en las mismas o mejores condiciones.

Pregunta N°28: “¿Considera que el tiempo de mantenimiento, es extenso?”.

Figura 28. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera que el tiempo de mantenimiento, es extenso?” de la encuesta.

¿Considera que el tiempo de mantenimiento, es extenso?

66 respuestas

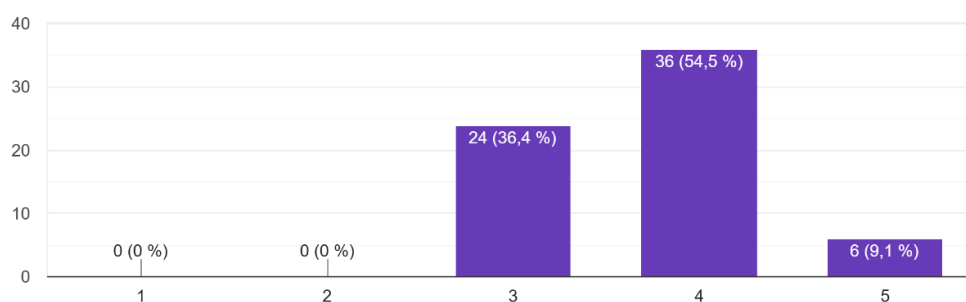


En la Figura 28, el resultado obtenido fue que el 43.9% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos el tiempo de mantenimiento es extenso.

Pregunta N°29: “¿Considera óptimo el rendimiento de las unidades frente a una emergencia?”.

Figura 29. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera óptimo el rendimiento de las unidades frente a una emergencia?” de la encuesta.

¿Considera óptimo el rendimiento de las unidades frente a una emergencia?  
66 respuestas

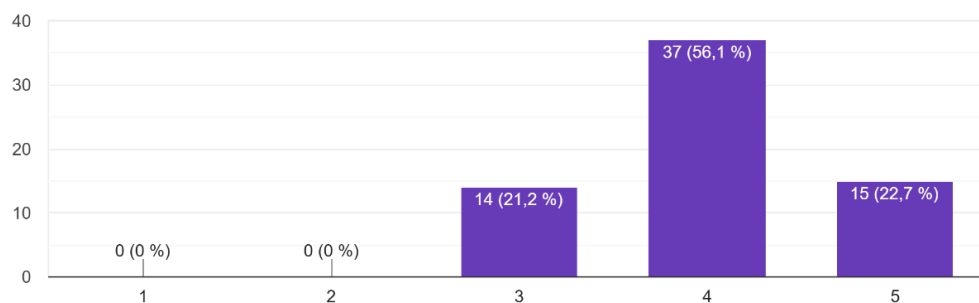


En la Figura 29, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos es óptimo el rendimiento de las unidades frente a una emergencia.

Pregunta N°30: “Las fallas mecánicas de las unidades, ¿Considera usted que son de gran dificultades de reparación?”.

Figura 30. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Las fallas mecánicas de las unidades, ¿Considera usted que son de gran dificultades de reparación?” de la encuesta.

Las fallas mecánicas de las unidades, ¿Considera usted que son de gran dificultad de reparación?  
66 respuestas

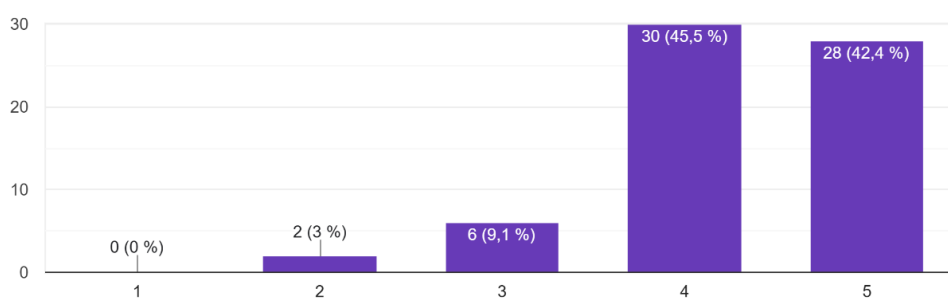


En la Figura 35, el resultado obtenido fue que el 56.1% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos las fallas mecánicas de las unidades son de gran dificultad de reparación.

Pregunta N°31: “La reparación de las unidades, ¿Demanda más tiempo de lo proyectado?”.

Figura 31. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “La reparación de las unidades, ¿Demanda más tiempo de lo proyectado?” de la encuesta.

La reparación de las unidades, ¿Demanda más tiempo de lo proyectado?  
66 respuestas

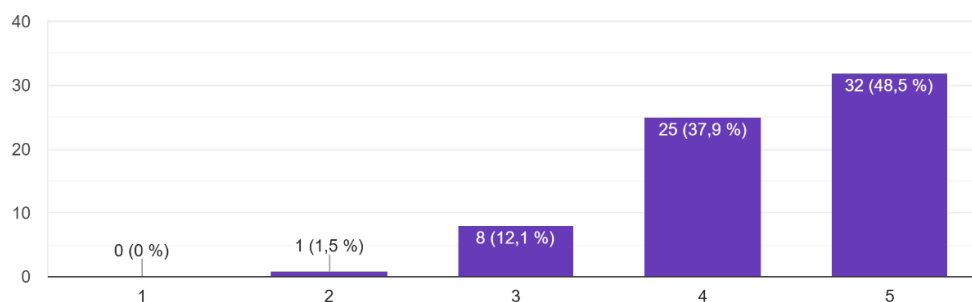


En la Figura 31, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos la reparación de las unidades demanda más tiempo de lo proyectado.

Pregunta N°32: “¿Considera que el tiempo de vida útil de las unidades ha sido sobrepasado?”.

Figura 32. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera que el tiempo de vida útil de las unidades ha sido sobrepasado?” de la encuesta.

¿Considera que el tiempo de vida útil de las unidades ha sido sobrepasado?  
66 respuestas

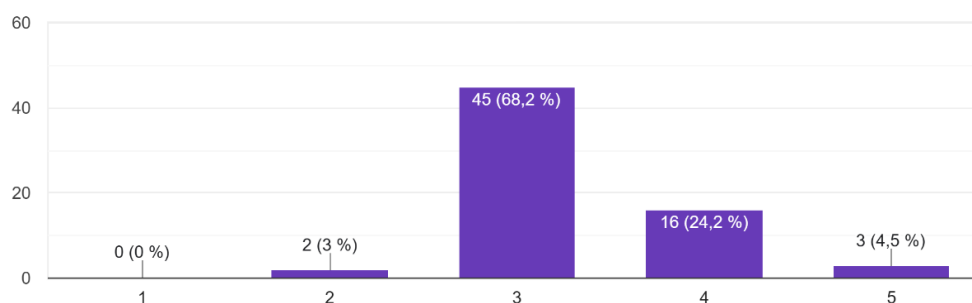


En la Figura 32, el resultado obtenido fue que el 48.5% considera que SIEMPRE en la compañía de bomberos el tiempo de vida útil de las unidades ha sido sobrepasado.

Pregunta N° 33: “Cuando se operan las unidades, ¿Emiten sonidos que puedan indicar algún desperfecto?”.

Figura 33. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Cuando se operan las unidades, ¿Emiten sonidos que puedan indicar algún desperfecto?” de la encuesta.

Cuando se operan las unidades, ¿Emiten sonidos que puedan indicar algún desperfecto?  
66 respuestas



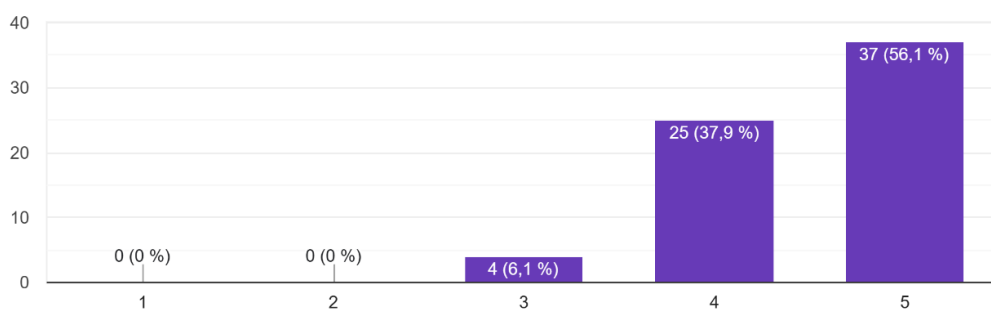
En la Figura 33, el resultado obtenido fue que el 68.2% considera que A VECES en la compañía de bomberos cuando se operan las unidades emiten sonidos que puedan indicar algún desperfecto.

Pregunta N° 34: “¿Considera que al no tener unidades 100% operativas, puede generar retrasos en la atención de una emergencia?”.

Figura 34. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera que al no tener unidades 100% operativas, puede generar retrasos en la atención de una emergencia?” de la encuesta.

¿Considera que al no tener unidades 100% operativas, puede generar retrasos en la atención de una emergencia?

66 respuestas



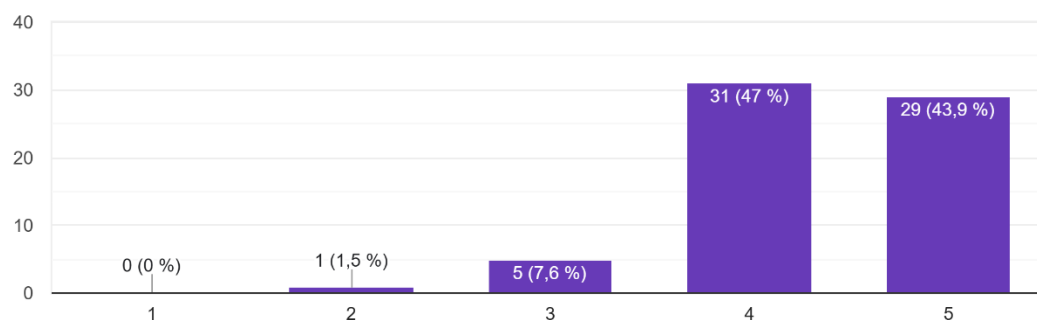
En la Figura 34, el resultado obtenido fue que el 56.1% considera que SIEMPRE en la compañía de bomberos al no tener unidades 100% operativas genera retrasos en la atención de una emergencia.

Pregunta N°35: “La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias atendidas?”.

Figura 35. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias atendidas?” de la encuesta.

La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias atendidas?

66 respuestas



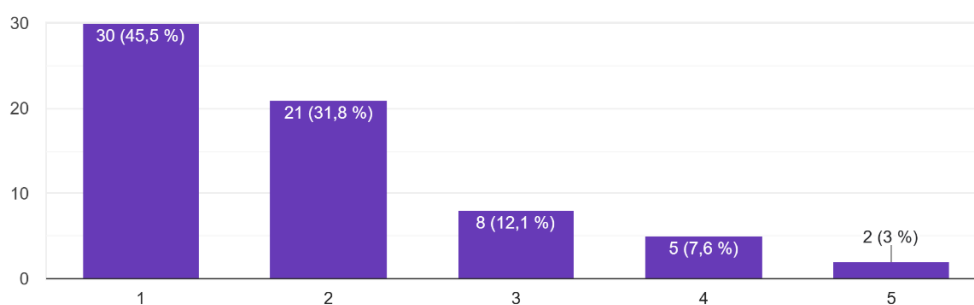
En la Figura 35, el resultado obtenido fue que el 47% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos se cuenta con documentos estadísticos sobre las emergencias atendidas

Pregunta N°36: “La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas”.

Figura 36. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas” de la encuesta.

La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas?

66 respuestas



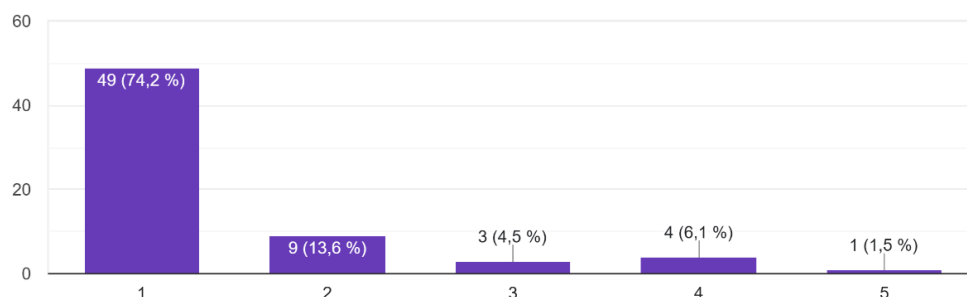
En la Figura 36, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que NUNCA en la compañía de bomberos se cuenta con documentos estadísticos sobre las emergencias no atendidas.

Pregunta N° 37: “La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas por las fallas mecánicas?”.

Figura 37. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “La compañía de bomberos ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas por las fallas mecánicas?” de la encuesta.

La compañía de bomberos, ¿Cuenta con algún documento estadístico sobre las emergencias no atendidas por las fallas mecánicas?

66 respuestas



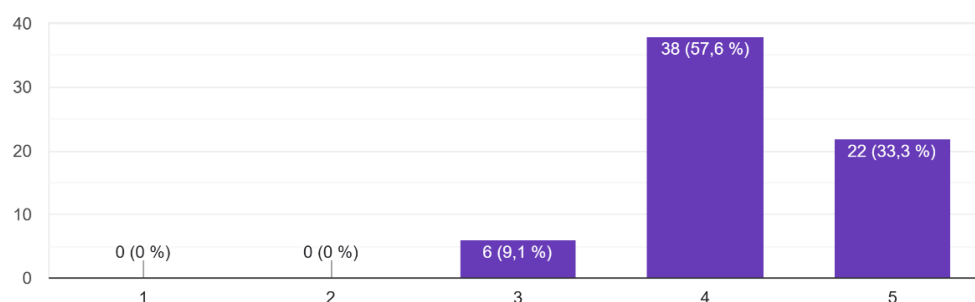
En la Figura 37, el resultado obtenido fue que el 74.2% considera que NUNCA en la compañía de bomberos se cuenta con documentos estadísticos sobre las emergencias no atendidas por las fallas mecánicas.

Pregunta N°38: “¿Considera que uno de los factores principales de la no atención a emergencias son las fallas en las unidades vehiculares?”.

Figura 38. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera que uno de los factores principales de la no atención a emergencias son las fallas en las unidades vehiculares?” de la encuesta.

¿Considera que uno de los factores principales de la no atención a emergencias son las fallas en las unidades vehiculares?

66 respuestas



En la Figura 38, el resultado obtenido fue que el 57.6% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos el factor principal de la no atención a emergencias son las fallas en las unidades vehiculares.

Pregunta N°39: “¿Se registra el estado de las unidades en informes o reportes?” de la encuesta.

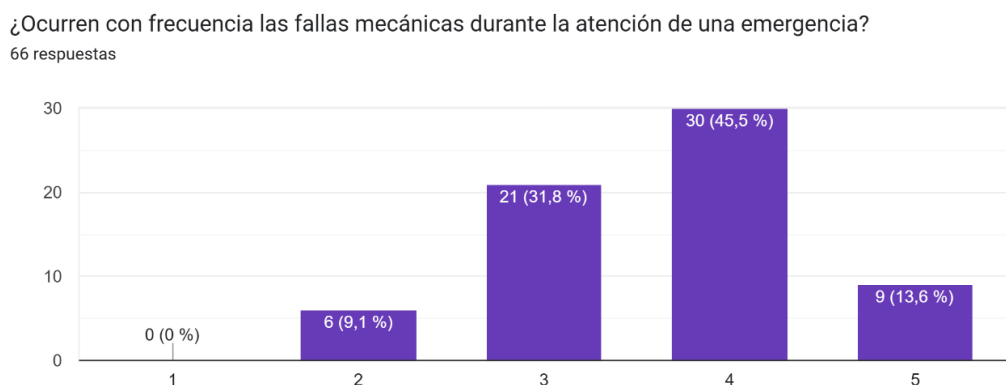
Figura 39. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Se registra el estado de las unidades en informes o reportes?” de la encuesta.



En la Figura 43, el resultado obtenido fue que el 50% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos se registra el estado de las unidades en informes o reportes.

Pregunta N°40: “¿Ocurren con frecuencia las fallas mecánicas durante la atención de una emergencia?” de la encuesta.

Figura 40. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Ocurren con frecuencia las fallas mecánicas durante la atención de una emergencia?” de la encuesta.

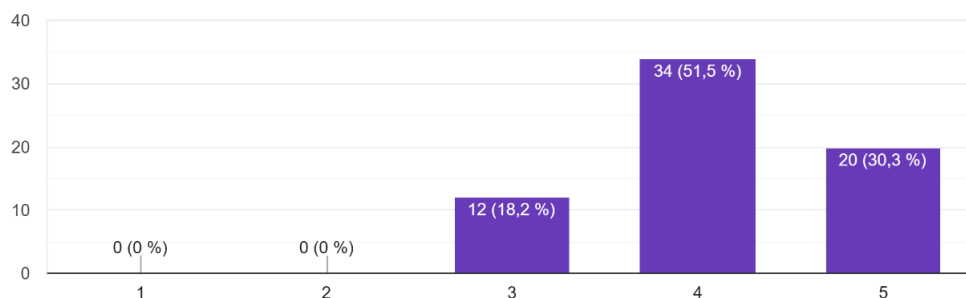


En la Figura 40, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos ocurren con frecuencia las fallas mecánicas durante la atención de una emergencia.

Pregunta N°41: “Las fallas mecánicas frecuentes, ¿Inhabilitan completamente el uso del vehículo” de la encuesta.

Figura 41. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Las fallas mecánicas frecuentes, ¿Inhabilitan completamente el uso del vehículo” de la encuesta.

Las fallas mecánicas frecuentes, ¿inhabilitan completamente el uso del vehículo?  
66 respuestas

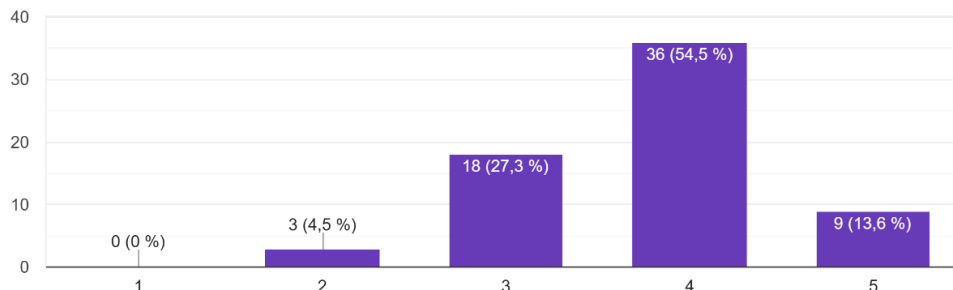


En la Figura 41, el resultado obtenido fue que el 51.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos las falla mecánicas frecuentes inhabilitan completamente el uso del vehículo.

Pregunta N°42: “¿Se informa o reporta las intervenciones mecánicas realizadas?”.

Figura 42. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Se informa o reporta las intervenciones mecánicas realizadas?” de la encuesta.

¿Se informa o reporta las intervenciones mecánicas realizadas?  
66 respuestas

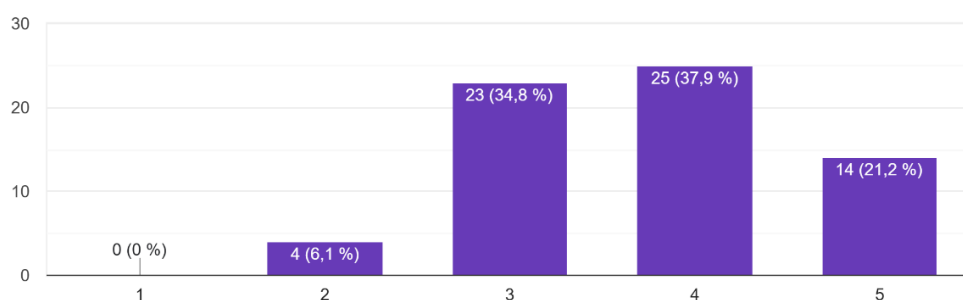


En la Figura 42, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos se informa o reporta las intervenciones mecánicas realizadas.

Pregunta N°43: “Mientras se atiende la falla, ¿Considera usted que se utiliza el tiempo de mantenimiento para analizar otras posibles fallas?” de la encuesta.

Figura 43. Gráfica circular, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Mientras se atiende la falla, ¿Considera usted que se utiliza el tiempo de mantenimiento para analizar otras posibles fallas?” de la encuesta.

Mientras se atiende la falla, ¿Considera usted que se utiliza el tiempo de mantenimiento para analizar otras posibles fallas?  
66 respuestas

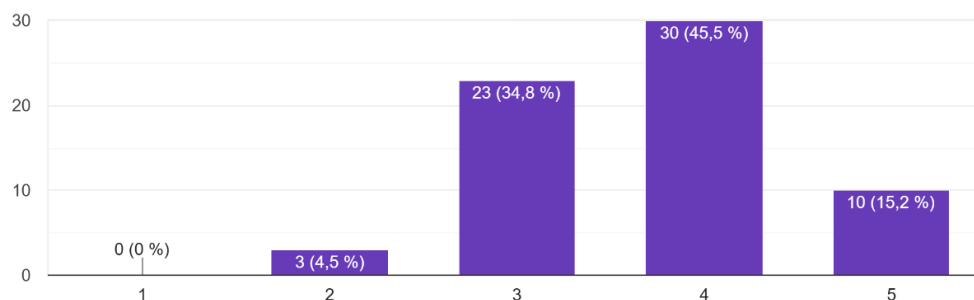


En la Figura 43, el resultado obtenido fue que el 37.9% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos mientras se atiende la falla se utiliza el tiempo de mantenimiento para analizar otras posibles fallas.

Pregunta N°44: “Después de atendida la falla, ¿Se advierte de futuras fallas para que sean atendidas” de la encuesta.

Figura 44. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Después de atendida la falla, ¿Se advierte de futuras fallas para que sean atendidas” de la encuesta.

Después de atendida la falla, ¿Se advierte de futuras fallas para que sean atendidas?  
66 respuestas

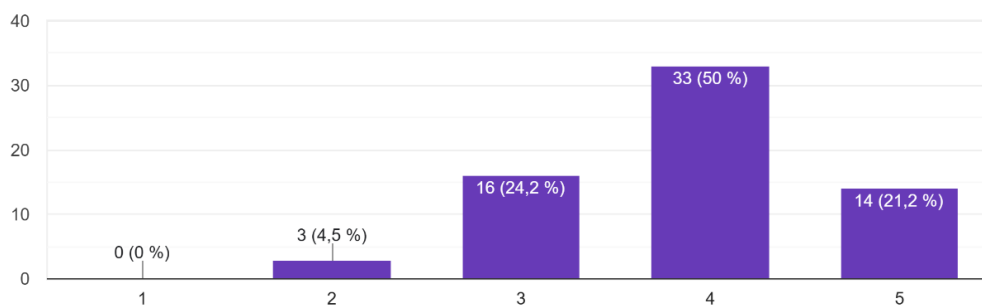


En la Figura 44, el resultado obtenido fue que el 45.5% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos después de atendida la falla se advierte de futuras fallas para que sean atendidas.

Pregunta N°45: “Después de atendida la falla, ¿Siguen siendo frecuentes las averías o fallas?”.

Figura 45. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Después de atendida la falla, ¿Siguen siendo frecuentes las averías o fallas?” de la encuesta.

Después de atendida la falla, ¿Siguen siendo frecuentes las averías o fallas?  
66 respuestas



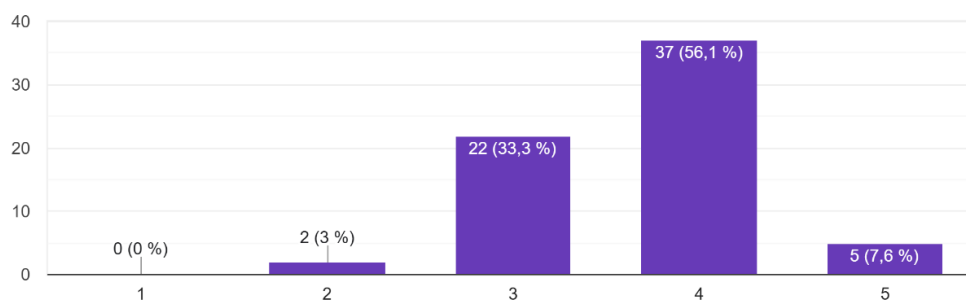
En la Figura 45, el resultado obtenido fue que el 50% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos después de atendida la falla siguen siendo frecuentes las averías o fallas.

Pregunta N°46: “Después de atendida la falla, ¿Considera eficiente el mantenimiento realizado?”.

Figura 46. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “Después de atendida la falla, ¿Considera eficiente el mantenimiento realizado?” de la encuesta.

Después de atendida la falla, ¿Considera eficiente el mantenimiento realizado?

66 respuestas



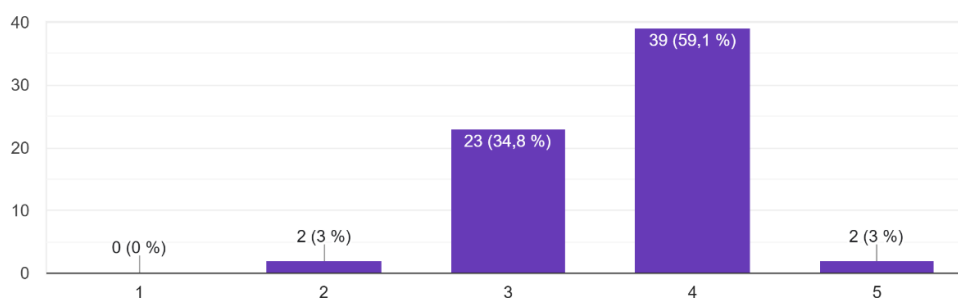
En la Figura 46, el resultado obtenido fue que el 56.1% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos después de atendida la falla es eficiente el mantenimiento realizado.

Pregunta N°47: “¿Una vez arreglada la falla, se presenta en un corto tiempo una nueva falla o avería?”.

Figura 47. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Una vez arreglada la falla, se presenta en un corto tiempo una nueva falla o avería?” de la encuesta.

¿Una vez arreglada la falla, se presenta en un corto tiempo una nueva falla o avería?

66 respuestas

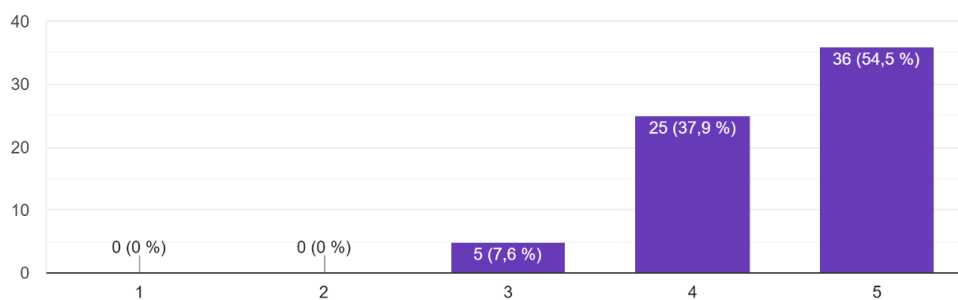


En la Figura 47, el resultado obtenido fue que el 59.1% considera que CASI SIEMPRE en la compañía de bomberos una vez arreglada la falla se presenta en un corto tiempo una nueva falla o avería.

Pregunta N°48: “¿Considera usted que un plan de mantenimiento disminuirá la cantidad o frecuencia de fallas mecánicas?”

Figura 48. Gráfica de barras, mostrando los resultados en porcentaje de la pregunta “¿Considera usted que un plan de mantenimiento disminuirá la cantidad o frecuencia de fallas mecánicas?” de la encuesta.

¿Considera usted que un plan de mantenimiento disminuirá la cantidad o frecuencia de fallas mecánicas?  
66 respuestas



En la Figura 48, el resultado obtenido fue que el 54.5% considera que SIEMPRE en la compañía de bomberos un plan de mantenimiento disminuirá la cantidad o frecuencia de fallas mecánicas.

### **ANEXO 5: IPERC en la compañía de bomberos para actividades de Mantenimiento**

La gestión de riesgos ocupacionales constituye un eje central en la prevención de accidentes y enfermedades relacionadas al trabajo. De acuerdo con la Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, toda organización tiene la obligación de identificar peligros, evaluar riesgos y establecer controles que garanticen condiciones laborales seguras. En ese marco, la evaluación del riesgo mediante matrices cuantitativas es una herramienta reconocida para determinar la criticidad de cada peligro y priorizar las acciones preventivas más adecuadas.

Según García (2018), las matrices de riesgo permiten estandarizar la valoración de la probabilidad y la severidad de los daños, facilitando la toma de decisiones y la asignación de recursos en función del nivel de exposición al peligro. Al aplicar este modelo en entornos operativos de alto riesgo, como los procesos de mantenimiento vehicular en una compañía de bomberos, se asegura una interpretación consistente y objetiva de los niveles de riesgo.

**Figura 1***Matriz de Valoración del Riesgo*

NIVEL DE RIESGO	INTERPRETACIÓN / SIGNIFICADO	SIGNIFICATIVO
<b>Intolerable</b> 25 - 36	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.	<b>SI</b>
<b>Importante</b> 17 - 24	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.	<b>SI</b>
<b>Moderado</b> 9 - 16	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.  Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas (mortal o muy graves), se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.	<b>SI</b>
<b>Tolerable</b> 5 - 8	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.  Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.	<b>SI</b>
<b>Trivial</b> 4	No se necesita adoptar ninguna acción.	<b>NO</b>

Nota. Fuente: Manual para IPERC – SUNAFIL

En este contexto, la Figura 1 presenta la escala utilizada para clasificar el riesgo resultante del IPERC, diferenciando entre niveles trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable, cada uno acompañado de su significado operativo y la obligatoriedad o no de aplicar medidas de control adicionales. Esta herramienta responde directamente a lo establecido en la Ley 29783 respecto a la implementación de medidas de prevención basadas en criterios técnicos y jerarquizados, asegurando

así una adecuada gestión del riesgo y la continuidad de las actividades bajo condiciones seguras.

## Figura 2

Nivel de Riesgo

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	Baja	Trivial 4	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16
	Media	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24
	Alta	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24	Intolerable 25 - 36

Nota. Fuente: Manual para IPERC – SUNAFIL

La matriz de la figura clasifica la probabilidad en tres niveles (baja, media y alta) y la consecuencia en tres categorías (ligeramente dañino, dañino y extremadamente dañino). La intersección de estos valores genera cinco posibles niveles de riesgo:

- Trivial (4) – No requiere intervención adicional.
- Tolerable (5 – 8) – Necesita seguimiento, pero no implica medidas significativas.
- Moderado (9 – 16) – Requiere acciones de reducción dentro de un plazo determinado.
- Importante (17 – 24) – El trabajo no debe iniciarse sin antes reducir el riesgo.
- Intolerable (25 – 36) – El trabajo debe suspenderse inmediatamente hasta eliminar o reducir el riesgo.

El uso de colores (verde, amarillo y rojo) facilita la rápida interpretación del nivel de riesgo y su significancia, reforzando el cumplimiento de los lineamientos de prevención establecidos por la Ley 29783 y permitiendo una gestión adecuada en actividades operativas de alto riesgo, como el mantenimiento de unidades de emergencia.

**Figura 3**

*Criterio Para Cálculo del nivel de Riesgo*

ÍNDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)	ESTIMACIÓN DEL NIVEL RIESGO	
	Personas expuestas	Procedimientos Existentes	Capacitación	Exposición al riesgo		GRADO DE RIESGO	PUNTAJE
1	DE 1 A 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año (S)	Lesión sin incapacidad (S)	Trivial (T)	4
				Esporádicamente (SO)	Discomfort/ Incomodidad (SO)	Tolerable (TO)	De 5 a 8
2	DE 4 A 12	Existen, parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro, pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes (S)	Lesión con incapacidad temporal (S)	Moderado (M)	De 9 a 16
				Eventualmente (SO)	Daño a la salud reversible	Importante (IM)	De 17 a 24
3	MÁS DE 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día (S)	Lesión con incapacidad permanente (S)	Intolerable (IT)	De 25 a 36
				Permanentemente (SO)	Daño a la salud irreversible		

Nota. Fuente: Manual para IPERC – SUNAFIL

La figura clasifica la probabilidad en tres niveles basados en:

- Número de personas expuestas,
- Existencia y suficiencia de procedimientos,
- Nivel de capacitación, y
- Frecuencia de exposición.

Estos criterios generan tres índices de probabilidad, que van desde condiciones bien controladas hasta escenarios de alto riesgo con ausencia de procedimientos y capacitación los cuales nos permitirán determinar el Riesgo y el nivel en el que se encuentran las diversas actividades.

Matriz IPERC en la Compañía de Bomberos "Tacna" N° 24 para el Mantenimiento de vehículos

MATRIZ IDENTIFICACION DE PELIGROS, EVALUACION Y CONTROL DE RIESGOS		
Unidad Básica Operativa: "Tacna N° 024	Comandancia: VIII COMANDANCIA DEPARTAMENTAL - TACNA	FECHA: 01-12-2024
ÁREA: MANTENIMIENTO	VERSIÓN UBO24-MANT-001	ELABORADO POR: Bach. Juandiego Cornejo

Actividad: Mantenimiento de Unidades de Bomberos		Evaluación inicial del riesgo (sin medidas de control) (ER)										Medida de Control (C)					Evaluación inicial del riesgo Evaluación del Riesgo Residual													
ACTIVIDAD	TAREA	PELIGRO		RIESGO	CONSECUENCIA	Índices										EPP	Índices													
		TIPO	Descripción del Peligro			Personas expuestas (A)	Procedimiento (B)	Capacitación (C.)	Exposición al riesgo (D)	Probabilidad (P=A+B+C+D)	Severidad (S)	Riesgo (R=P*S)	Nivel de Riesgo Puro	Significancia del Riesgo	Eliminación		Sustitución	Ingeniería	Controles administrativos	Señalización / Advertencias	Personas expuestas (A)	Procedimiento (B)	Capacitación (C.)	Exposición al riesgo (D)	Probabilidad (P=A+B+C+D)	Severidad (S)	Riesgo (R=P*S)	Nivel de Riesgo Puro	Significancia del Riesgo	Riesgo Controlado?
MANTENIMIENTO DE VEHICULOS	Ingreso de la unidad al taller	Mecánico	Movimiento del vehículo	Aplastamiento Golpes	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO					Capacitación IPERC Inspecciones	Señalización	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
		Mecánico	Piso irregular	Caídas al mismo nivel Golpes	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO					capacitación IPERC Inspecciones	Señalización	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI

	Físico	Mala iluminación	Golpes Choques	Mortal	2	2	2	2	8	1	8	TOLERABLE				capacitación IPERC Inspecciones	Señalización	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Apertura de capó y revisión de motor	Mecánico	Golpes con partes sobresalientes	Cortes Golpes	Quemadura Infección	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Emisiones	Asfixia Intoxicación	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Mascarilla KN95 Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Partes calientes	Quemaduras	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Derrame de fluidos	Irritación química	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Escape de presión	Lesión ocular	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI

Inspección y mantenimiento eléctrico	Eléctrico	Contacto con partes energizadas	Electrocución Quemaduras	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Eléctrico	Cortocircuito	Incendio	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Eléctrico	Herramientas mal aisladas	Electrocución Quemaduras	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Señalización	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Desmontaje y montaje de neumáticos	Mecánico	Atrapamiento de manos	Atrapamiento Corte Lesiones	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Ergonómico	Manipulación manual de cargas	Golpes Traumatismo Lumbalgias	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Caída de neumático	Lesiones	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI

Trabajo bajo vehículo	Mecánico	Colapso del vehículo	Aplastamiento Fracturas	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Caída de objetos	Traumatismos	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Deficiencia de oxígeno	Asfixia	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Cambio de aceite y filtros	Mecánico	Derrame de aceite	Resbalones	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Contacto con hidrocarburos	Irritación química	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Fugas de presión	Lesión ocular	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Sistema de frenos	Agentes Externos	Materiales peligrosos	Irritación química	Mortal	2	2	2	2	8	2	16	MODERADO	capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI

	Mecánico	Liberación de presión	Lesiones en mano	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Polvo de freno	Enfermedad respiratoria	Mortal	2	2	2	2	8	1	8		TOLERABLE				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Mascarilla KN95 Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Sistema hidráulico	Mecánico	Fuga de presión hidráulica	Inyección subcutánea	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Ruptura de manguera	Golpes irritación química	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Piezas en movimiento	Atrapamiento o Corte Lesiones	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Pruebas dinámicas (motor, frenos y bombas)	Mecánico	Movimientos inesperados	Atrapamiento o Corte Lesiones	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI

	Mecánico	Superficies calientes	Quemaduras	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Gases	Asfixia	Mortal	2	2	2	2	8	1	8		TOLERABLE				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Mascarilla KN95 Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Físico	Ruido	Hipoacusia	Mortal	2	2	2	2	8	1	8		TOLERABLE				capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	físico	Vibración	Fatiga	Mortal	2	2	2	2	8	1	8		TOLERABLE				Capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
Limpieza y orden	Agentes Externos	Derrames	Irritación química	Mortal	2	2	2	2	8	2	1	6	MODERADO				Capacitación IPERC Inspecciones	Advertencia	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI
	Mecánico	Objeto fuera de lugar	Traumatismos	Mortal	2	2	2	2	8	1	8		TOLERABLE				Capacitación IPERC Inspecciones	Señalización	Herramientas adecuadas Equipos de Protección Adecuado	2	1	1	1	5	1	5	TOLERABLE	NO	SI

## ANEXO 5 – CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS

### 1. Confiabilidad de los instrumentos

Escala de Alpha de Cronbach

Escala	Significado
Coeficiente alfa > 0.9	Es excelente
Coeficiente alfa > 0.8	Es bueno
Coeficiente alfa > 0.7	Es aceptable
Coeficiente alfa > 0.6	Es cuestionable
Coeficiente alfa > 0.5	Es pobre
Coeficiente alfa < 0.5	Es inaceptable

Para el cálculo de la fiabilidad se ha hecho uso del SPSS IBM 26, sin reducir ningún elemento, es decir de una sola medida, cuales se presentan en las tablas siguientes:

#### 1.1 De la variable Mantenimiento

Figura 1.

Alpha de Cronbach de la Variable Mantenimiento

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,893	24

Como se muestra en la Figura 1, el Alpha de Cronbach tiene el valor de 0.893 lo cual significa que el instrumento aplicado a la variable “Publicidad” es Bueno.

#### 1.2 De la variable Operatividad

Figura 2.

Alpha de Cronbach de la variable Operatividad

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,721	8

Como se aprecia en la Figura 17, el Alpha de Cronbach tiene el valor de 0.721 lo que significa que el instrumento aplicado a la variable “Operatividad” es Aceptable

## 2. Validez del contenido de los instrumentos

### 4.6 Validez del contenido de la variable Mantenimiento

Figura 3.

Valoración de expertos de la ficha de observación para la variable dependiente <

EVALUACIÓN CONSIDERANDO OPINIÓN DE 3 EXPERTOS

INDICADORES	CRITERIOS	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO POR ÍTEM	DIFERENCIA MAYOR VALOR - PROMEDIO	DISTANCIA DE PUNTOS MÚLTIPLES (DPP)	DIFERENCIA DEL MAYOR VALOR - 1	CÁLCULO $D_{max}$
					a	b			(Distancia Máxima)
							$c = b^2$	d	$e = d^2$
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.	4	4	5	4.33	0.67	0.44	4	16.00
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.	4	5	5	4.67	0.33	0.11	4	16.00
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.	4	4	5	4.33	0.67	0.44	4	16.00
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.	4	4	5	4.33	0.67	0.44	4	16.00
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
<b>TOTAL</b>					<b>41.67</b>	<b>SUMA</b>	<b>1.44</b>		<b>118.00</b>
						<b>RAÍZ CUADRADA</b>	<b>1.20</b>		<b>10.86</b>

TAMAÑO DEL INTERVALO=  $D_{max}/5 =$  2.173

RESPUESTA 2:

LA DISTANCIA DE PUNTOS MÚLTIPLES (DPP) es 1.20

En la figura se aprecia que la Distancia de Puntos Múltiples (DPP) es de 1.2, el cual se encuentra ubicado dentro del intervalo A de Adecuación total. Por ello, el instrumento supera la prueba de validez.

## EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE LA VARIBALE OPERATIVIDAD

**Figura 4.**

*Valoración de expertos de la ficha de observación para la variable independiente*

EVALUACIÓN CONSIDERANDO OPINIÓN DE 3 EXPERTOS

INDICADORES	CRITERIOS	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO POR ÍTEM	DIFERENCIA MAYOR VALOR - PROMEDIO	DISTANCI A DE PUNTOS MÚLTIPLE	DIFERENC IA DEL MAYOR VALOR - 1	CÁLCULO $D_{max}$ (Distancia Máxima)
					a	b			
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.	5	4	4	4.33	0.67	0.44	4	16.00
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.	5	4	3	4.00	1.00	1.00	4	16.00
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.	5	4	5	4.67	0.33	0.11	4	16.00
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.	5	4	5	4.67	0.33	0.11	4	16.00
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.	5	5	3	4.33	0.67	0.44	4	16.00
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.	5	5	4	4.67	0.33	0.11	4	16.00
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.	5	5	4	4.67	0.33	0.11	4	16.00
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.	5	4	4	4.33	0.67	0.44	4	16.00
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.	4	4	4	4.00	0.00	0.00	3	9.00
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.	4	4	3	3.67	0.33	0.11	3	9.00
					<b>43.33</b>	<b>SUMA</b>	<b>2.89</b>		<b>146.00</b>
						<b>RAÍZ CUADRADA</b>	<b>1.70</b>		<b>12.08</b>

TAMAÑO DEL INTERVALO= $D_{max}/5 =$	2.417
-------------------------------------	-------

**RESPUESTA 2:**

LA DISTANCIA DE PUNTOS MÚLTIPLES (DPP)	1.70
--	------

En la figura se aprecia que la Distancia de Puntos Múltiples (DPP) es de 1.2, el cual se encuentra ubicado dentro del intervalo A de Adecuación total. Por ello, el instrumento supera la prueba de validez.

## ANEXO 6– VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### FICHA TECNICA DE VARIABLE “MANTENIMIENTO”

Definición conceptual: El mantenimiento es toda una serie de acciones que está a cargo de las personas encargadas de esa área, teniendo como finalidad que los equipos, máquinas y componentes involucrados dentro del proceso estén en las óptimas o mejores condiciones requeridas para el funcionamiento. (Pérez Rondón, Conceptos Generales en la gestión de mantenimiento industrial, 2021, pág. 19)

Dimensiones:

- Continuidad de ejecución del mantenimiento: Una estrategia de mantenimiento eficaz debe estar alineada con los objetivos globales de la institución u organización, priorizando acciones que minimicen el tiempo fuera de servicio y aseguren la operación ininterrumpida de los activos. En este sentido, el mantenimiento no se limita únicamente a la corrección de fallas, sino que actúa como un componente estratégico que contribuye directamente a la eficiencia operativa, la productividad y la competitividad de la organización. (Kelly, 2006)
- Verificación del mantenimiento: Una tarea de mantenimiento no debe considerarse completa hasta que se haya verificado que ha cumplido su propósito previsto. Esto implica confirmar que la condición funcional ha sido restaurada o preservada, y que no se han introducido nuevos fallos como resultado de la intervención. (Moubray, 1997)
- Mantenimiento Productivo Total: Se define como el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto en un determinado en constante evolución (Rey Sacristán, 2001).

Tabla 1. Operacionalización de variable 1

VARIABLE	INDICADORES	ITEMS	ESCALA
<b>Mantenimiento</b>	Continuidad de ejecución del mantenimiento	1,2,3,4,5,6,7,8 9,10,11,12,13,14,	Ordinal
	Verificación del mantenimiento	15,16,17	
	Mantenimiento Productivo Total	18,19,20,21,22,23,24	

## FICHA TÉCNICA DE VARIABLE “OPERATIVIDAD”

Definición Conceptual: La operatividad de un sistema se refiere a su capacidad para realizar las funciones para las cuales fue diseñado, manteniendo su rendimiento y eficiencia a lo largo del tiempo, bajo las condiciones de operación específicas.

(Blanchard, 2013)

Dimensiones:

- **Mantenibilidad:** La mantenibilidad hace refiere a la facilidad y rapidez con que un equipo o sistema puede ser reparado o mantenido en funcionamiento, y está determinada por la facilidad con que las tareas de mantenimiento pueden ser realizadas, la disponibilidad de repuestos y capacidad del personal para realizar las reparaciones de manera eficiente. (Moblely, 2002)

**Disponibilidad:** La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo que la maquina o equipo está disponible para cumplir la función la cual fue diseñado y construido, no necesariamente operando o en funcionamiento, solo en óptimas condiciones. (Pérez Rondón, Conceptos Generales en la gestión de mantenimiento industrial, 2021)

- **Confiabilidad:** La confiabilidad en el mantenimiento es el grado en que un sistema, componente o equipo puede realizar su función sin fallos durante un periodo específico de tiempo, bajo condiciones operativas previstas, asegurando la máxima disponibilidad y eficiencia del sistema (Duffuaa, 2015)

Tabla 2. Operacionalización de variable 2

VARIABLE	INDICADORES	ITEMS	ESCALA
<b>Mantenimiento</b>	Mantenibilidad	25,26,27,28,29,30, 31,32	Ordinal
	Disponibilidad	33,34,35,36,37,38, 39	
	Confiabilidad	40,41,42,43,44,45, 46,47,48	

## INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

1.1 Apellidos y nombres del informante (Experto): \_\_\_\_\_

1.2 Grado Académico: \_\_\_\_\_

1.3 Profesión: \_\_\_\_\_

1.4 Institución donde labora: \_\_\_\_\_

1.5 Cargo que desempeña: \_\_\_\_\_

1.6 Denominación del instrumento: \_\_\_\_\_

1.7 Autor del instrumento: .....

1.8 Escuela Profesional: .....

### II. VALIDACIÓN VARIABLE 1:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIO Sobre los ítems del instrumento	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje y comprensible.					
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.					
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo con los objetivos planteados.					
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.					
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>						
<b>SUMATORIA TOTAL</b>						

### III. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

3.1 Valoración total cuantitativa: \_\_\_\_

3.2 Opinión: FAVORABLE \_\_\_\_\_ DEBE MEJORAR \_\_\_\_\_

NO FAVORABLE \_\_\_\_\_

3.3 Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_