

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL
PROCESO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR,
EN LA SEDE DE LAGUNILLA DE HEREDIA, EN EL
SEGUNDO CUATRIMESTRE 2024.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL.

ESTUDIANTE: DANIEL GERARDO SEGURA SOLANO.

TUTOR: MSC. ANA CATALINA MARTINEZ MATARRITA.

HEREDIA, 2024.

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Daniel Gerardo Segura Solano, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 112590388 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR, EN LA SEDE DE LAGUNILLA DE HEREDIA, EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE 2024.

_____ es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 13 días del mes de Diciembre del año dos mil 24.



Firma del estudiante

Cédula: 112590388

CARTA TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 14 diciembre 2024

Destinatario
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

La estudiante **DANIEL GERARDO SEGURA SOLANO**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR, EN LA SEDE DE LAGUNILLA DE HEREDIA, EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE 2024."**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

| | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
| a) | ORIGINAL DEL TEMA | 10% | 0% |
| b) | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES | 20% | 20% |
| c) | COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION | 30% | 29% |
| d) | RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 20% | 19% |
| e) | CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO | 20% | 19% |
| | TOTAL | | 96% |

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Msc. Ana Catalina Martínez Matarrita
1-1151-0151

CARTA LECTOR

CARTA DE LECTOR

San José,

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera

Estimado señor

La estudiante Daniel Gerardo Segura Solano, cédula de identidad 1-1259-0388, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado " DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR, EN LA SEDE DE LAGUNILLA DE HEREDIA, EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE 2024.", el cual ha elaborado para obtener su grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte. **ELMER ZEPEDA ROMERO**
(FIRMA)
Firma
Nombre: Elmer Zepeda Romero
Cédula: 1-1181-0978
Carné: II-38188 CFIA

Firmado digitalmente
por ELMER ZEPEDA
ROMERO (FIRMA)
Fecha: 2025.01.20
20:43:44 -06'00'

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 29 de enero de 2025.


Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Daniel Gerardo Segura Solano con número de identificación 112590388 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR, EN LA SEDE DE LAGUNILLA DE HEREDIA, EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE 2024. presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

 112590388

Daniel Segura solano.

DEDICATORIA

Una dedicatoria para mi Mamá. En especial para mi Papá que ya no se encuentra físicamente acá en la tierra, pero fue la persona que me motivo a estudiar.

Como más importante, dedicar a mi esposa y mis dos hijas, que son mi motor para seguir adelante y por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutora Ana Catalina Martínez Matarrita por la guía en este proyecto.

Agradecer a los profesores que lo largo del trayecto universitario han aportado conocimiento.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| DECLARACIÓN JURADA..... | I |
| CARTA TUTOR | II |
| CARTA LECTOR | III |
| DEDICATORIA | V |
| AGRADECIMIENTOS..... | VI |
| ACRÓNICOS Y SIGLAS | XV |
| RESUMEN..... | XVI |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO | 1 |
| 1.1 Descripción general del proyecto..... | 2 |
| 1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto. | 3 |
| 1.2.1 Descripción general de la organización | 3 |
| 1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución. | 10 |
| 1.3 Planteamiento del problema..... | 11 |
| 1.3.1 Definición y medición del problema | 11 |
| 1.3.2 Justificación del proyecto | 14 |
| 1.4 Objetivos del proyecto..... | 15 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.1 Objetivo general | 15 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 15 |
| 1.5 Alcances y limitaciones | 16 |
| 1.5.1 Alcances..... | 16 |
| 1.5.2 Limitaciones | 16 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera..... | 18 |
| Ingeniería Industrial..... | 18 |
| Operaciones industriales | 18 |
| Calidad | 19 |
| Inspección Técnica Vehicular..... | 20 |
| 2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto..... | 21 |
| Metodología Seis sigma | 21 |
| 2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto | 31 |
| 2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes | 32 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO | 35 |
| 3.1 Metodología para la definición del problema. | 36 |
| 3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto. | 38 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio..... | 39 |
| 3.4 Metodología para la implementación del proyecto..... | 40 |
| 3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados | 42 |
| CAPITULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ..... | 44 |
| 4.1 Situación actual | 45 |
| 4.1.1 Tipos de servicios..... | 45 |
| 4.1.2 Descripción del proceso actual | 48 |
| Etapa 1..... | 53 |
| Etapa 2..... | 59 |
| Etapa 3..... | 60 |
| Etapa 4..... | 63 |
| 4.1.2.2 Recurso humano actual del proceso | 64 |
| 4.1.2.3 Citas del proceso de inspección | 66 |
| 4.1.2.4 Histórico de indicadores de tiempos y cantidad de inspecciones. | 67 |
| 4.2 Medición de proceso actual..... | 68 |
| 4.2.1 Tiempos de inspección automóviles. | 71 |
| 4.3 Identificación de las causas | 76 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN | 83 |
| 5.1 Propuestas de mejora..... | 84 |
| 5.1.1 Nivelación del recurso humano en la línea de inspección | 84 |
| 5.1.2 Plan piloto..... | 85 |
| 5.1.2.1 Capacitación previa a plan piloto. | 86 |
| 5.1.2.3 Datos del plan piloto. | 89 |
| 5.1.2.4 Análisis económico del plan piloto..... | 90 |
| 5.2 Proyección del plan piloto a las 6 líneas. | 93 |
| 5.2.1 Indicadores económicos valor Anual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) | 94 |
| 5.3 Controles de seguimiento de la propuesta de mejora..... | 95 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 100 |
| 6.1 Conclusiones..... | 101 |
| 6.2 Recomendaciones. | 103 |
| Bibliografía | 104 |
| ANEXOS..... | 107 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Ubicaciones de sedes ITV. | 4 |
| Tabla 2. Definición de problema. | 36 |
| Tabla 3. Metodología de medición. | 38 |
| Tabla 4. Metodología para la propuesta de mejora. | 40 |
| Tabla 5. Metodología de implementación. | 41 |
| Tabla 6. Metodología para el control y seguimiento. | 43 |
| Tabla 7. Calendario de convocatoria particulares, servicio público y transporte de mercancía peligrosa..... | 46 |
| Tabla 8. Tarifas vigentes de inspección técnica. | 50 |
| Tabla 9. Distribución según tipo de Vehículo. | 50 |
| Tabla 10. Lista de apartados etapa visual externa..... | 54 |
| Tabla 11. Apartados de la etapa 2. | 60 |
| Tabla 12. Apartados de la etapa 3. | 61 |
| Tabla 13. Indicadores de tiempo año 2024. | 67 |
| Tabla 14. Cantidad de inspecciones enero-agosto 2024..... | 68 |
| Tabla 15. Capacidad productiva actual..... | 75 |
| Tabla 16. Resumen Multivoto. | 80 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 17. Capacitación de funciones de la etapa 1..... | 86 |
| Tabla 18. Capacitación de funciones de la etapa 2..... | 87 |
| Tabla 19. Capacitación de funciones de la etapa 3..... | 88 |
| Tabla 20. Capacitación de funciones de la etapa 4..... | 88 |
| Tabla 21. Estadísticas por línea, de plan piloto..... | 89 |
| Tabla 22. Tiempos obtenidos plan piloto..... | 90 |
| Tabla 23. Costo de horas extras capacitación plan piloto. | 90 |
| Tabla 24. Costo de horas para implementación plan piloto..... | 91 |
| Tabla 25. Utilidad obtenida plan piloto..... | 92 |
| Tabla 26. Costos de Proyección a 6 líneas..... | 93 |
| Tabla 27. Proyección de utilidad. | 94 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ubicación de la Sede Heredia..... | 5 |
| Figura 2. Mapa de proceso organizacional. | 9 |
| Figura 3. Tiempos de inspección y espera. | 13 |
| Figura 4. Concepto de calidad..... | 19 |
| Figura 5. Etapas de un Proyecto DMAIC. | 22 |
| Figura 6. Simbología de diagrama de flujo. | 24 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 7. Ilustración de diagrama de Pareto..... | 27 |
| Figura 8. Ejemplo diagrama de Ishikawa. | 28 |
| Figura 9. Mapa de proceso de inspección vehicular..... | 49 |
| Figura 10. Diagrama panorámico del proceso de inspección técnica vehicular..... | 52 |
| Figura 11. Prueba mecanizada de deriva..... | 53 |
| Figura 12. Prueba mecanizada de banco de suspensión..... | 56 |
| Figura 13. Prueba de control demisiones contaminantes gasolina..... | 57 |
| Figura 14. Configuración de los equipos en las líneas de inspección. | 58 |
| Figura 15. Rampa de motos (frenómetro y banco de gases)..... | 58 |
| Figura 16. Equipo regloscopio. | 59 |
| Figura 17. Prueba mecanizada de frenos..... | 59 |
| Figura 18. Prueba detectora de holguras..... | 61 |
| Figura 19. Equipos para prueba de ruido y opacidad. | 64 |
| Figura 20. Diagrama de puestos del proceso de inspección..... | 65 |
| Figura 21. Filtros para obtener una cita..... | 67 |
| Figura 22. Diagrama de Pareto de tipos de inspección..... | 69 |
| Figura 23. Diagrama de Pareto inspecciones periódicas por tipo de vehículo. | 70 |
| Figura 24. Análisis de los tiempos de automóviles. | 71 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 25. Distribución del personal en la línea de inspección actual..... | 72 |
| Figura 26. Distribución del personal en la línea de inspección en tiempos de descanso..... | 73 |
| Figura 27. Lluvia de ideas incumplimiento de tiempos de inspección. | 76 |
| Figura 28. Diagrama de Ishikawa del problema. | 77 |
| Figura 29. Pareto de Multivoto. | 82 |
| Figura 30. Propuesta de distribución del recurso humano. | 85 |
| Figura 31. VAN y TIR | 95 |
| Figura 32. Formula de tiempo total de espera. | 96 |
| Figura 33. Excel de control de tiempos. | 96 |
| Figura 34. Cronograma de implementación. | 99 |

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

CIVE: Centros de Inspección Técnica Vehicular.

DMAIC: metodología de mejora continua Definir-Medir-Analizar-Implementar-
Controlar.

ITV: Inspección Técnica Vehicular.

KPI's: Indicador clave de rendimiento.

ROI: Retorno de la inversión.

TIR: Tasa interna de retorno.

VAN: Valor anual neto.

TET: Tiempo de espera total.

TE1-2: Tiempo Espera etapa 1-2.

TE2-3: Tiempo Espera etapa 2-3.

TE3-4: Tiempo Espera etapa 3-4.

RESUMEN

Segura, Daniel. Universidad Hispanoamericana, (2024). Diseño de propuesta de mejora en el proceso de inspección técnica vehicular, en la sede de Lagunilla de Heredia, en el segundo cuatrimestre 2024. Tutora MSC. Ana Catalina Martínez Matarrita.

El objetivo principal de este proyecto fue implementar una mejora al proceso de inspección técnica mediante la metodología DMAIC. Aplicando la metodología se definió que existían incumplimientos en el KPI's de tiempo en línea de 18 minutos. Luego de esto, se realizó una medición de los tiempos por medio de base de datos donde se encontró que el tiempo en línea en promedio era de aproximadamente 24 minutos, pero de estos 10 minutos aproximadamente pertenecía a tiempo que pasaba el cliente esperando dentro de la línea de inspección.

Se analizó por medio de herramientas ingenieriles con los encargados de línea, donde dio como resultado falta de recurso humano y capacitación. Por esta razón se aplicó la mejora del proceso por medio de un plan piloto que se realizó durante un mes, el resultado una disminución de tiempos muertos en la línea de un 62% de una manera rentable aumentando en promedio de 8 a 12 inspecciones por hora y mejorando la calidad del servicio.

El proyecto deja una propuesta a la empresa, comprobada para la implementación en el resto de las líneas de inspección. Donde se establecen controles para brindar un seguimiento para que el proyecto sea perdurable

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta una descripción de la empresa y su negocio. La problemática que se presenta en el momento de este proyecto. Se plantean los objetivos que se requieren obtener y se delimita el proyecto de investigación.

1.1 Descripción general del proyecto.

Este proyecto se lleva a cabo bajo la línea de investigación de operaciones industriales en la empresa ITV Costa Rica, actualmente encargada de realizar el servicio de inspección técnica vehicular. Este proyecto busca brindar una mejora del proceso de inspección técnica mediante la metodología DMAIC, para obtener la mayor rentabilidad tomando en cuenta la calidad del servicio, en la sede de inspección técnica, Lagunilla de Heredia, durante el periodo del segundo cuatrimestre del año 2024. Actualmente, la empresa cuenta con indicadores de tiempos de espera y de tiempo de permanencia dentro de la línea de inspección los cuales no se están cumpliendo. Existe una desactualización de los tiempos del proceso de inspección para los diferentes tipos de vehículos, y esto provoca que los recursos necesarios para realizarlo no sean los adecuados. A esto se suma que la apertura del negocio se dará a corto plazo, por lo que el modelo del Consejo de Seguridad Vial COSEVI establece que operarán dos empresas, las cuales competirán por los clientes, por lo que hay que establecer varios escenarios para establecer el mejor rendimiento económico del proceso; considerando la calidad del servicio, es importante mencionar que las operaciones se realizan en instalaciones y maquinaria del Gobierno, por lo que la variable del proceso es el recurso humano. Buscar el

máximo rendimiento de un proceso es necesario para la empresa que brinda el servicio de inspección, ya que cuando se abra la demanda actual de inspecciones disminuirá a la mitad y, además, un mal servicio, le costaría la pérdida de clientes.

Es por lo mencionado que se busca mejorar el proceso de inspección técnica vehicular optimizando el proceso con factor del recurso humano, donde la empresa pueda adaptarse al factor de demanda tomando en cuenta la calidad del servicio y beneficio económico.

1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto.

1.2.1 Descripción general de la organización

La empresa ITV CR fundada en 1925 para garantizar la seguridad vial gracias a la inspección de vehículos, en la actualidad, ITV CR es la mayor organización experta independiente no cotizada del mundo en el sector de Ensayos, Inspección y Certificación. Como proveedor global de servicios y soluciones integrales, ayudamos a nuestros clientes a mejorar sus resultados en materia de seguridad, protección y sostenibilidad.

Desde octubre 2022 brinda el servicio de inspección técnica vehicular en Costa Rica bajo la figura de permiso precario.

1.2.1.1 Ubicaciones

La empresa ITV CR realiza el servicio de inspección técnica vehicular a nivel nacional en 13 estaciones fijas y 3 estaciones móviles, como se muestran en la tabla 1, pertenecientes al gobierno costarricense.

Estas sedes se ubican:

Tabla 1. Ubicaciones de sedes ITV.

| CIVE | DIRECCIÓN |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| DEKRA01-HEREDIA | 100 m este de la Gasolinera Uno , Barreal, Ulloa, Heredia |
| DEKRA02-SANTO DOMINGO | 4 km al norte del Restaurante, La Casa de Doña Lela, San Miguel, Santo Domingo, Heredia |
| DEKRA03-ALAJUELITA | Barrio La Aurora, San Felipe, Alajuelita, San Jose |
| DEKRA04-ALAJUELA | 1 km al oeste de la Planta de Dos Pinos, El Coyol, Alajuela |
| DEKRA05-CARTAGO | 250 m oeste del Restaurante El Quijongo, El Tejar, El Guarco, Cartago |
| DEKRA06-PUNTARENAS | Frente a las Bodegas de la Liga de la Caña, Barranca, Puntarenas |
| DEKRA07-GUAPILES | 300 m este del Puente del Rio Blanco, Guápiles, Limón |
| DEKRA08-LIMON | Contiguo a la Urbanización Limón 2000, Nueve Millas, Limón |
| DEKRA09-SAN CARLOS | 300 m del zoológico de la Marinera, La Palmera, San Carlos, Alajuela |
| DEKRA10- NICOYA | 300 m norte y 125 m oeste, de la intersección a Hojancha, Nicoya, Guanacaste |
| DEKRA11- PÉREZ ZELEDÓN | 200 m este del Colegio Fernando Volio Palmares, Pérez Zeledón, San José |
| DEKRA12-CAÑAS | Contiguo a la Estación de Pesaje del MOPT, Cañas, Guanacaste |
| DEKRA13-LIBERIA | Frente al Hotel Las Espuelas, Liberia, Guanacaste |
| DEKRA14- MOVIL SUR | Región Sur |
| DEKRA15-MOVIL NORTE | Región Norte |
| DEKRA16- MOVIL CENTRO | Región Central Y Pacifico Central |

Fuente: Elaboración propia

Este proyecto se lleva a cabo en la sede de Ulloa, Heredia, según se muestra en la figura 1.

Figura 1. Ubicación de la Sede Heredia.



Fuente: Google Maps

1.2.1.2 Misión, Visión, Valores y Política de Calidad.

Misión: Como líder del sector de ensayos, certificación e inspección, nuestra visión es garantizar que los productos, activos y tecnologías sean seguros y sostenibles: nuestro papel es dar confianza a las personas.

Visión: Nuestra visión es convertirnos en el socio global para un mundo seguro y sostenible cuando celebremos nuestro centenario en 2025.

Valores:

Responsabilidad por la seguridad

Todos en ITV CR cumplimos nuestras normas de seguridad cada día. Consideramos la seguridad como un beneficio real para nosotros, nuestros clientes, nuestros grupos

de interés, nuestras familias y amigos. Actuamos como modelos a seguir para garantizar la seguridad, durante nuestro trabajo y más allá.

Orientación al cliente

Todos en ITV CR contribuimos a la satisfacción del cliente. Nos preguntamos continuamente qué es lo que hace que nuestros clientes aprecien nuestro trabajo, y estamos a la altura de esas expectativas cada día dentro del marco válido dado en ITV CR.

Espíritu empresarial

Todo el mundo en ITV CR tiene conocimientos empresariales. Crear oportunidades, abrazar la responsabilidad personal y aplicar el pensamiento económico son actitudes típicas de nuestra cultura, profundamente arraigadas en el ADN de ITV CR.

Espíritu de equipo

Todo el mundo en ITV CR coopera para crear un ambiente de trabajo positivo y productivo. Trabajar en equipo, apoyarse mutuamente y compartir conocimientos constituyen la base del éxito y el crecimiento futuro de nuestra empresa. La colaboración, el respeto mutuo y la asociación caracterizan nuestras acciones.

Integridad

Todos en ITV CR debemos ser sinceros y honestos. Cumplimos las leyes y actuamos de acuerdo con principios éticos. Cumplimos nuestros compromisos y asumimos la responsabilidad personal de nuestras acciones. Actuamos con neutralidad e independencia en la prestación de nuestros servicios.

Política de Calidad ITV CR.

En ITV CR Costa Rica, nos comprometemos a brindar servicios de inspección vehicular cumpliendo con la legislación aplicable y los requisitos de la norma ISO/IEC 17020. Nuestra gestión se basa en los siguientes principios fundamentales:

1. **Imparcialidad, Integridad, Independencia y Competencia Técnica:** Nos comprometemos a actuar de manera imparcial y justa, sin influencias externas, para garantizar la confiabilidad de nuestras inspecciones y demostrar nuestra competencia técnica.
2. **Seguridad como Valor Primordial:** Creemos firmemente que la seguridad es de vital importancia. Por lo tanto, nos comprometemos a garantizar la seguridad tanto de nuestros clientes como de nuestros colaboradores.
3. **Mejora Continua:** Estamos comprometidos con la mejora continua. Analizamos regularmente nuestros procesos, identificando oportunidades de mejora e implementando cambios para fortalecer nuestra capacidad de cumplir con los requisitos establecidos.
4. **Enfoque en el Cliente:** Consideramos a nuestros clientes como el centro de nuestro negocio. Trabajamos arduamente para brindarles la mejor experiencia posible, anticipando y satisfaciendo proactivamente sus necesidades y expectativas.

En ITV CR Costa Rica, nuestra Política de Calidad es más que una declaración; es un compromiso que guía nuestras acciones y nos impulsa a mantener los más altos estándares en nuestros servicios de inspección vehicular.

1.2.1.3 Servicios.

ITV Periódica

ITV No Periódica

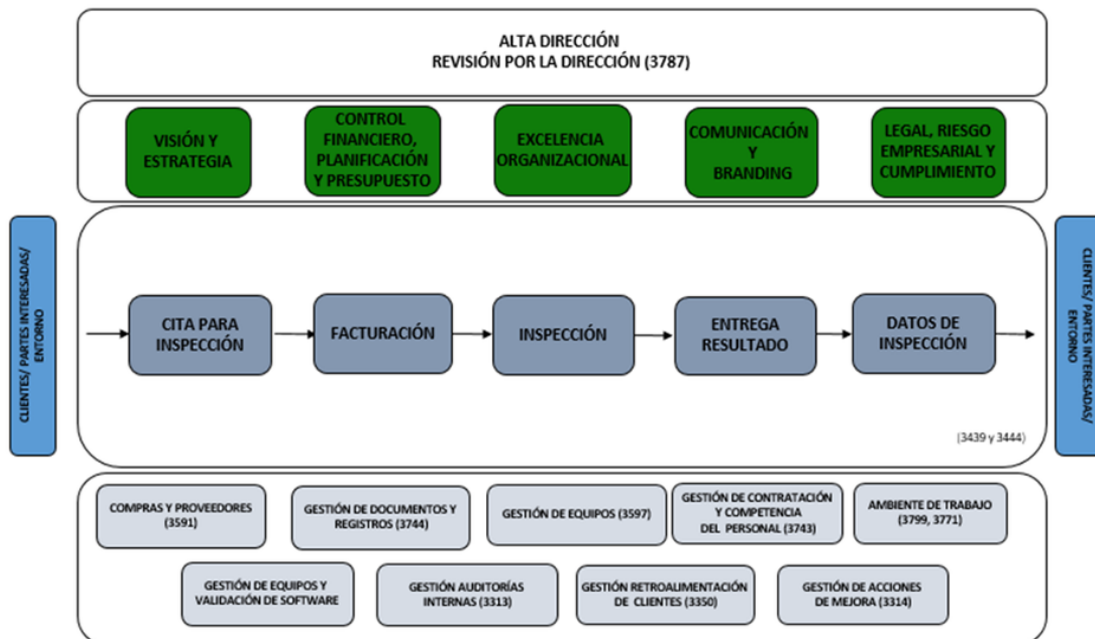
- a. Inscripción de ingreso al país.
- b. Cambio de Características / uso.
- c. Duplicado.
- d. Voluntaria.
- e. Actualización de datos.

Otras inspecciones:

- a. Previa a Nacionalización (IPN).
- b. ITV en campo.
- c. ITV de vehículos en primer nivel de comercialización.

1.2.1.4 Estructura organizacional

Figura 2. Mapa de proceso organizacional.



Fuente: Manual de calidad ITV CR.

En la figura 2 del mapa de proceso organizacional se observa que la dirección de ITV Costa Rica cuenta con un Gerente General y las siguientes gerencias: Recursos Humanos, Administrativo Contable, Calidad, Operaciones, Mercadeo y Relaciones Públicas y Tecnología de Información (TI).

Cada uno de los centros de inspección técnica vehicular en adelante CIVE cuenta con:

Gerente de Estación, como máxima autoridad en el centro de inspección que, en caso de ausencia temporal, puede ser sustituido por un supervisor. Actualmente, la

empresa cuenta con más de 429 trabajadores en los distintos CIVE ubicados en todo el país.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución.

La inspección técnica entró en operación en julio del 2002, mediante un cartel de licitación donde fue adjudicado a una única empresa que fue la encargada de construir las estaciones donde se lleva a cabo el servicio. Dicha licitación tenía una cláusula que estableció que en 10 años se podía dar por finalizado el contrato por cualquiera de las partes, Si en este caso el gobierno decidía continuar con el contrato hasta los 20 años, las instalaciones y equipo pasaría a nombre del gobierno. En 2012 se actualiza la ley de tránsito donde se establece que la inspección técnica debía manejarla al menos dos empresas, pese a esto el gobierno continuó el contrato, que finalizó en julio del 2022. El gobierno como medida de transición elige una empresa bajo la figura de un contrato precario por un tiempo de dos años, mientras realiza el trámite de una licitación internacional para elegir a dos empresas para brindar el servicio por 10 años.

Bajo esta figura empieza operaciones ITV CR a partir de octubre del año 2022, donde se utiliza las instalaciones y equipos pertenecientes al gobierno para brindar el servicio de inspección técnica vehicular.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición y medición del problema

Se realizó una entrevista con el gerente de la estación de la sede de Lagunilla de Heredia, donde se utilizó la técnica de una entrevista semi estructurada. Las preguntas bases de la entrevista fueron las siguientes:

¿Considera que el proceso actual de inspección técnica se puede mejorar?

La respuesta a esto fue que si considera que el proceso de inspección técnica vehicular es mejorable.

¿En qué parte del proceso realizaría una mejora?

En esta parte la respuesta fue la parte del proceso donde se realiza la inspección técnica al vehículo. Esto debido que al ingreso de la empresa actual se realizó una mejora al proceso de recepción de clientes lo cual agilizo este proceso de facturación por lo cual el cliente llega más rápido a la espera del servicio en la nave de inspección.

¿Qué impacto considera que tendría realizar esta mejora?

El impacto en el proceso principal es directo al cliente que hace el servicio de inspección técnica vehicular.

Después de esto se entró en detalle que la empresa mantiene unos indicadores del tiempo de inspección los cuales muchas veces son incumplidos y esto es

directamente proporcional a la percepción que tiene los clientes, ya que actualmente reciben muchas quejas de que consideran que el tiempo para realizar la inspección es mucho por parte de los clientes.

Luego de esto, se realizaron visitas al proceso de inspección del vehículo donde se lograron apreciar que existen tiempos de espera en el proceso y en ocasiones el flujo dentro de la línea de inspección no es continuo ya que muchas veces existen “huecos” de vehículos entre una etapa y otra.

El proceso productivo de servicio de la inspección técnica vehicular es el que se lleva a cabo una vez que se genera en el sistema la orden de trabajo, que esta es generada por una asesora de servicio. Desde este momento el cliente ingresa con su vehículo a las líneas de inspección donde se desarrolla la inspección técnica vehicular. La gerencia de calidad establece indicadores de la calidad del servicio:

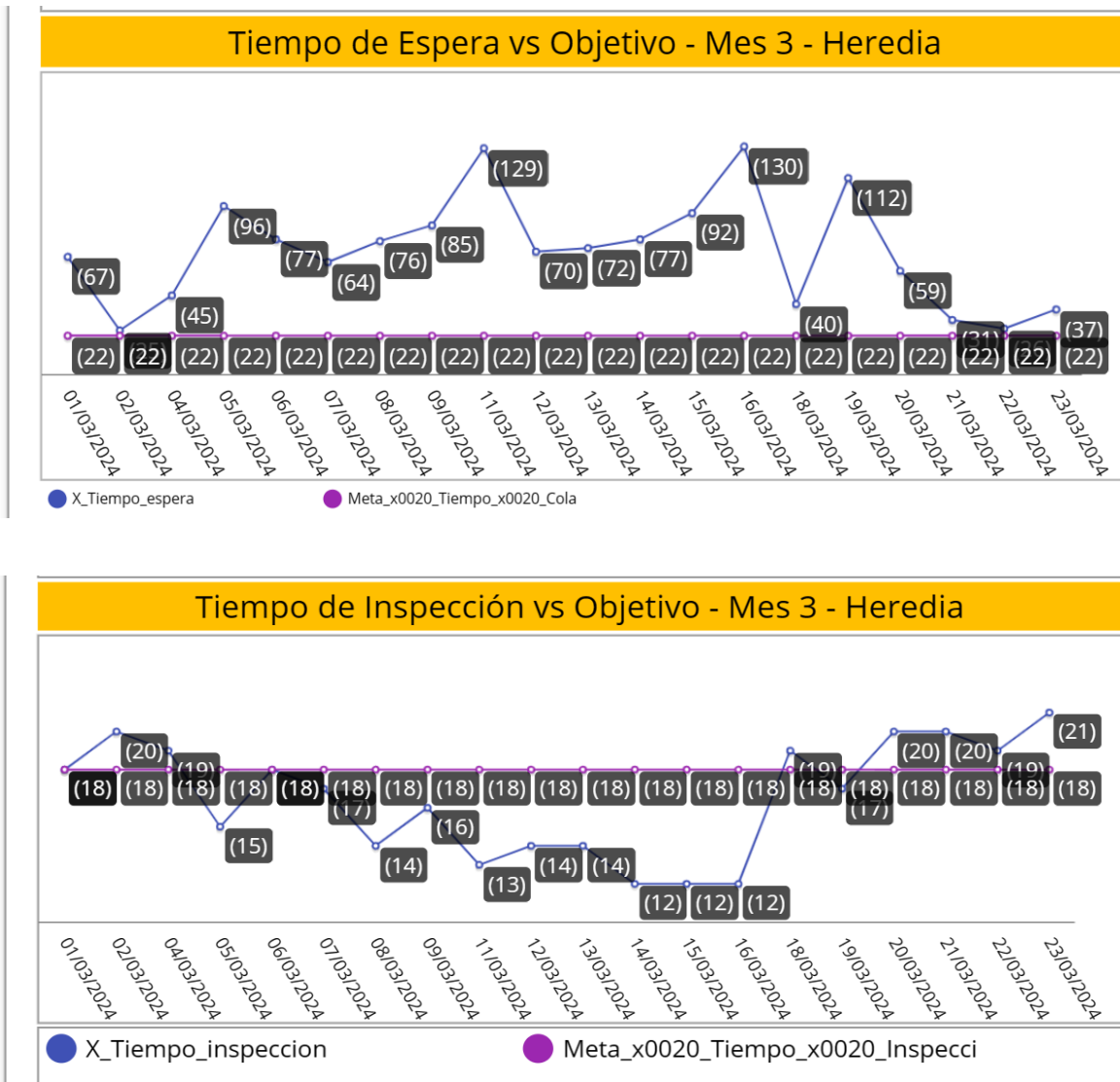
Tiempo de permanencia en la línea de inspección: este consiste en el tiempo que tarda un cliente desde que arriba a la línea de inspección a la entrega de resultado. El tiempo establecido es de 18 minutos en promedio.

Tiempo de espera: Este consiste en el tiempo que tarda un cliente desde que factura la inspección a llegar a la línea de inspección. El tiempo establecido es de 22 minutos en promedio.

Actualmente, los tiempos son incumplidos por parte del departamento de operaciones como se muestra en la figura 3. Esto conlleva a que el cliente se sienta

insatisfecho por lo cual existen muchas quejas con relación a la percepción de cliente sobre la duración del trámite de la inspección técnica vehicular.

Figura 3. *Tiempos de inspección y espera.*



Fuente: Indicadores de calidad ITV CR.

El problema descrito es que existe un incumplimiento de los tiempos de permanencia en la línea del proceso de inspección para los diferentes tipos de vehículos, y esto provoca que los recursos humanos necesarios para realizarlo no sean los adecuados.

A esto se suma que la apertura del negocio se dará a corto plazo, por lo que el modelo del Consejo de Seguridad Vial COSEVI establece que operarán dos empresas competirán por los clientes, por lo que hay que establecer varios escenarios para establecer el mejor rendimiento económico del proceso; considerando la calidad del servicio, es importante mencionar que las operaciones se realizan en instalaciones y maquinaria del Gobierno, por lo que la variable del proceso es el recurso humano. Buscar el máximo rendimiento de un proceso es necesario para la empresa que brinda el servicio de inspección, ya que cuando se abra la demanda actual de inspecciones disminuirá a la mitad y, además, un mal servicio, le costaría la pérdida de clientes. Este análisis del proceso se hará en la sede de Lagunilla de Heredia, en el periodo de segundo cuatrimestre del año 2024.

1.3.2 Justificación del proyecto

En un modelo de apertura del negocio es de suma importancia obtener la fidelidad de los clientes, es por ello las empresas siempre buscan el mayor beneficio económico, pero para ello se debe mantener una calidad en el servicio para evitar las pérdidas de clientes. Hoy el negocio de la inspección técnica se encuentra una etapa de una apertura a corto plazo, dónde el modelo de negocio establecido por el Consejo de Seguridad Vial dentro del cartel de licitación para llevar a cabo el servicio de inspección técnica será realizado por dos empresas por un plazo de 10 años. Estas empresas estarán ubicadas dentro de las instalaciones pertenecientes al Gobierno de Costa Rica, Además, se construirán algunas estaciones y el servicio lo llevarán a

cabo estas empresas por un lapso de 10 años. Es por ello por lo que este proyecto representa una oportunidad para el negocio de la empresa ITV CR ya que una mejora en la calidad del servicio de inspección técnica percibida por los clientes, tanto los usuarios del servicio, como en este caso el Consejo de Seguridad Vial lo hace ser un candidato muy fuerte; y además obtener la aprobación de los clientes.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora en el proceso de inspección técnica en la sede de Lagunilla de Heredia mediante la metodología DMAIC, mejorando la rentabilidad tomando en cuenta la calidad del servicio.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar la situación actual y factores que afectan al proceso de inspección técnica vehicular para ser estudiados.
2. Medir los tiempos del proceso actual para determinar cuál es la restricción del proceso de inspección técnica vehicular.
3. Analizar los datos recolectados del proceso actual de inspección técnica vehicular y establecer los diferentes modelos relacionados con la cantidad de personal que tenga el proceso.
4. Implementar las mejoras a las etapas del proceso de inspección técnica vehicular.

5. Controlar y dar seguimiento de las mejoras propuestas en el proceso de inspección técnica vehicular
6. Realizar un análisis económico de los diferentes modelos del proceso de inspección técnica vehicular.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

Este proyecto estudiará únicamente el proceso de inspección del vehículo, en la sede de Lagunilla de Heredia en el cual se evaluará la parte del proceso y su enfoque se realizará sobre la variable del recurso humano en el segundo cuatrimestre del año 2024.

1.5.2 Limitaciones

Existe la restricción de la empresa a la confidencialidad de la información suministrada. Se enfoca en recurso humano, ya que la empresa presta servicio en las instalaciones del estado, por lo que no se pueden hacer variaciones en instalaciones y equipos sin autorización del Consejo de Seguridad Vial.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollan conceptos teóricos que facilitan la ejecución del proyecto relativo a la carrera de ingeniería industrial, metodologías utilizadas para el desarrollo de este, impacto y estudios semejantes realizados.

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera.

Ingeniería Industrial

Según el diccionario de la lengua española se define ingeniería: “Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial”. (Real Academia Española, 2024). La ingeniería industrial es una rama de la que busca optimizar los procesos de un producto o servicio, y la ingeniería industrial se adapta a una gran diversidad de empresas, ya que en cualquier servicio o producto se requiere de un proceso para realizarlo.

Operaciones industriales

Según los autores del libro introducción a la ingeniería industrial el término operaciones o procesos industriales “se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persigue un objetivo común. Si a este término se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que provoca un cambio físico o químico en la materia prima, con la finalidad de generar productos de valor comercial”. (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 32). Es por esto por lo que un proceso convierte los

insumos en un producto o servicio que agrega valor a la persona que lo recibe y además generando utilidades al dueño de este proceso.

Calidad

Según el Instituto de Normas técnicas de Costa Rica, se entiende la calidad como un mecanismo fundamental para garantizar la transparencia, la eficiencia y mejorar la competitividad en cualquier proceso. (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2024)

Esto significa que la calidad se basa en los requerimientos de un cliente y pueden ser muy variables en el tiempo, por lo que un producto o servicio mejorará en el tiempo según las necesidades de los clientes.

Según los autores del libro de Introducción a la ingeniería la calidad se define el grado en que un conjunto de rangos diferenciadores inherentes que cumplen con una necesidad o expectativa establecida, generalmente explícita u obligatoria (Baca Urbina, y otros, 2014).

Figura 4. Concepto de calidad.



Fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014)

En la figura se observa cómo se ejemplifica el concepto de calidad donde los clientes establecen una serie de requerimientos, estos ingresan a un proceso donde la organización busca cumplir con los requerimientos y a su vez dar un valor agregado. Después de esto el cliente evalúa el producto midiendo así la empresa la satisfacción con los requerimientos solicitados.

Inspección Técnica Vehicular

Según el manual de inspección, debe tenerse muy en cuenta la definición que la norma ISO/IEC 17020 brinda del término inspección: “examen de un diseño de producto, servicio, proceso o instalación y la determinación de su conformidad con requisitos específicos o bien con requisitos generales, con base en un juicio profesional” y es precisamente la introducción del concepto juicio profesional lo que permite y da validez al criterio técnico del inspector en la calificación de un defecto, en el caso que no exista un valor numérico como medición. (Consejo de Seguridad Vial, 2024). La inspección técnica vehicular en Costa Rica verifica elementos de identificación del vehículo, estado mecánico, seguridad y de control de emisiones contaminantes.

Estas inspecciones se realizan bajo el procedimiento de:

Inspección visual

Se realiza mediante observación de los componentes o elementos de que se trate, y en su caso, de su funcionamiento, atendiendo a probables ruidos o vibraciones anormales, holguras o fuentes de corrosión, soldaduras incorrectas o no adecuadas

en determinados componentes o elementos, taladrados o cualquier otra operación incorrecta de mecanizado o plegado en determinados componentes o elementos, etc., que puedan dar lugar a probables causas de peligro para la circulación o el medio ambiente. (Consejo de Seguridad Vial, 2024)

Inspección con equipos

Es aquella inspección que se realiza con ayuda de equipos con los que debe estar dotada la estación. (Consejo de Seguridad Vial, 2024)

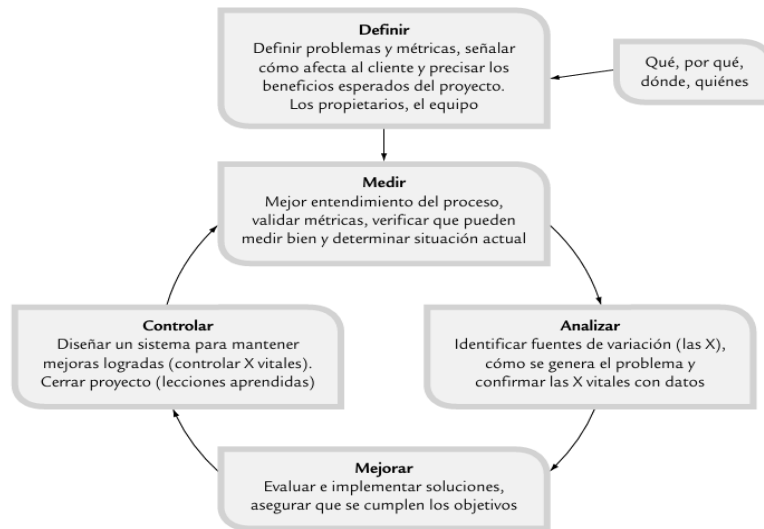
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.

Metodología Seis sigma

Podemos definir Seis sigma como un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011).

La metodología Seis Sigma contiene una serie de herramientas, en nuestro caso utilizaremos la herramienta de DMAIC. En la figura 5 encontramos las etapas del DMAIC y el objetivo de cada etapa.

Figura 5. Etapas de un Proyecto DMAIC.



Fuente: (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009)

Definir

En esta etapa se define la problemática u oportunidades de mejora presentes, esto por medio de una descripción detallada y de cómo afecta a las partes interesadas del objeto en estudio. En esta etapa se definen los objetivos y alcance que va a tener el proyecto. Las herramientas que utilizar en esta etapa son:

Entrevista

La entrevista es una herramienta para obtener información de una persona o tema de interés. La entrevista brinda información cualitativa que sirve de base para iniciar una investigación.

Existen tres tipos de entrevistas:

Estructurada: se realizan preguntas que dirigen la discusión en todo momento, limitadas al tema de interés de quien realiza la entrevista, pero limita su profundidad.

No estructurada: se plantea por parte del investigador un contexto inicial y se comienza una discusión que depende de las respuestas del entrevistado, esta técnica es más abierta y permite al investigador conocer situaciones que no le eran de conocimiento previo.

Semi estructurada: permite al entrevistador tener una lista de preguntas que sirve de base para conducir el diálogo al tema de interés en todo momento, pero es flexible abordar temas que surjan en la entrevista. (ATLAS.ti ACADEMY, 2024)

Técnica de observación

La técnica de observación es una herramienta investigativa que consiste en la observación del fenómeno o el proceso para obtener información. Los elementos que componen la observación son los siguientes:

- Sujeto u observador: investigador que lleva a cabo la observación
- Objeto de observación: lo hechos sobre los cuales se recabarán los datos
- Circunstancias de observación: condiciones que rodean al hecho a observar
- Medios de observación: sentidos e instrumentos desarrollados para la observación







Cuerpo de conocimientos: conjunto de saberes estructurados que permite que se añadan a él los resultados obtenidos de la observación. (Castellanos, 2024)

Diagrama de Flujo o proceso

Según los autores del libro introducción a la ingeniería industrial es una representación gráfica de un proceso donde se detallan el recorrido que tiene la materia prima o servicio hasta terminar en un producto terminado. La simbología utilizada fue generada por la asociación ingenieros mecánicos Estados Unidos de América por lo que es estándar y permite que el mismo diagrama sea entendido por cualquier analista del mundo. (Baca Urbina, y otros, 2014).

En la figura 6 se detalla la simbología estándar utilizada para el diseño de un diagrama de procesos.

Figura 6. Simbología de diagrama de flujo.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Operación (también conocido como acciones). Un círculo representa las actividades fundamentales de cualquier proceso, las cuales propician cambios en los materiales u objetos, transferencia de información o la planeación de algo; por ejemplo, clavar con martillo, torneado una pieza, barrenar una placa, dibujar un plano, teclear en la computadora, etcétera.</p> |  <p>Demoras. Una figura en forma de "D" semicircular indica la ocurrencia de interferencias en el flujo de las operaciones o en el movimiento de materiales, lo que imposibilita la consecución hacia el siguiente paso del proceso. También representa trabajo en suspenso o abandono momentáneo del mismo. Por ejemplo, la espera en los ascensores, los cuellos de botella en una máquina, los documentos impresos que aguardan su archivo, etcétera.</p> |
|  <p>Transporte. Una flecha apuntando hacia la derecha indica movimiento; es decir, las personas, materiales y/o equipo son trasladados sin que se les efectúe ningún trabajo adicional. Por ejemplo, transportar material en carretilla, elevar objetos con poleas, llevar documentos impresos de un escritorio a otro, etcétera.</p> |  <p>Almacenamiento. El triángulo invertido representa el depósito del material o producto en algún lugar, idealmente almacenes; aunque es probable que en el método actual se encuentren mercancías almacenadas en pisos o pasillos por error. El almacenaje suele ser de materias primas, producto en proceso de terminarse, producto terminado o inclusive de documentos (papel moneda en una caja de seguridad).</p> |
|  <p>Inspección. Un cuadrado representa las actividades de verificación (ya sea en calidad o en cantidad) de los materiales o productos; también simboliza lecturas de algún tipo de indicador o de información impresa. Este tipo de tarea, por lo general, no añade valor al producto, por lo que se deberá ser muy crítico en su existencia. Por ejemplo, contar las piezas contenidas en un depósito, realizar inspecciones de calidad, lecturas de manómetros de tanques o de impresos informativos, etcétera.</p> |  <p>Actividades combinadas. Cuando dos de las actividades descritas antes se ejecutan simultáneamente, los símbolos se combinan. El símbolo de actividades combinadas más común es el de operación-inspección.</p> |

Fuente: *Introducción a la Ingeniería Industrial.* (Baca Urbina, y otros, 2014)

Lluvia de ideas.

Es una técnica de trabajo grupal donde las personas crean ideas a partir de un tema determinado para obtener ideas innovadoras. Esta técnica es muy utilizada en las empresas ya que se focalizan en un grupo o departamento donde las personas están involucradas día a día en el proceso y manejan un conocimiento amplio de la actividad que desarrollan, es por ello por lo que brotan ideas de mejora continua.

(Enciclopedia Concepto, 2024)

Medir

En esta etapa del proyecto se establece una medición del proceso en estudio con el fin de recopilar los datos necesarios, para en una etapa siguiente realizar un análisis.

En esta etapa se evidencia la situación actual y sus puntos de mejora. Las herramientas por utilizar en esta etapa:

Estudio de métodos de trabajo

Según los autores del libro de introducción a la ingeniería industrial el estudio de métodos del trabajo se puede definir como el registro y examen crítico sistemático que se efectúa a la manera de realizar actividades, con el fin de proponer mejoras que incrementen el rendimiento de los empleados la calidad de los productos y/o servicios resultados de sus trabajos. (Baca Urbina, y otros, 2014)

Medición del trabajo

Según la OIT, la medición del trabajo se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado” en efectuar sus tareas comparándolas contra estándares preestablecidos. Un estudio de MT tiene dos objetivos principales:

Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo, entendiéndose como aquel que no añade valor a los productos o servicios.

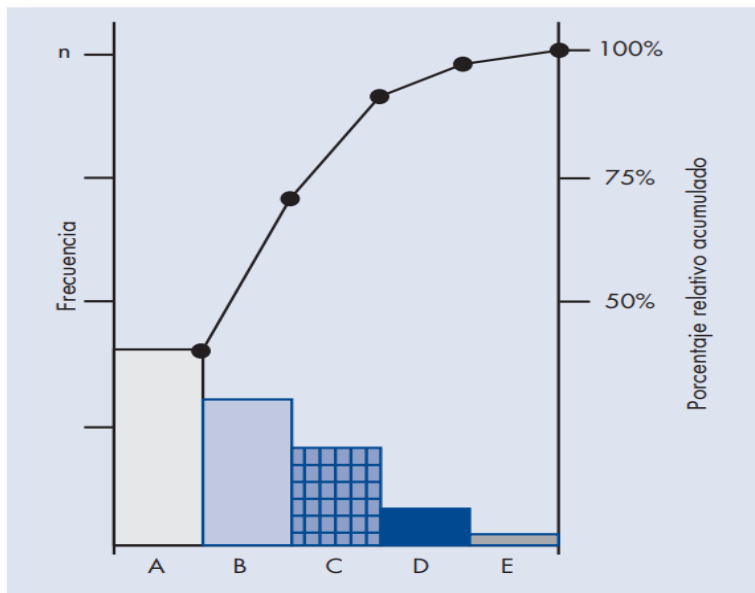
Crear normas o estándares de tiempo que consideren las debidas tolerancias y retrasos inevitables, a fin de que funcionen como referencia del tiempo de ejecución de una tarea y a través de éstos se detecte cuando un empleado toma más tiempo del que debiera para ejecutar su trabajo. (Baca Urbina, y otros, 2014)

Diagrama de Pareto

Es una representación gráfica que sirve para visualizar el orden de importancia de las causas de un efecto determinado. Según el libro de introducción a la ingeniería industrial define que es una gráfica de barras combinada con una curva de tipo creciente que indica el porcentaje que representan los datos graficados en las barras. (Baca Urbina, y otros, 2014)

En la figura 7 se representa la gráfica de Pareto donde se representa que el 20% de las causas me provocan el 80% de los problemas.

Figura 7. Ilustración de diagrama de Pareto.



Fuente: libro *Introducción a la Ingeniería Industrial*. (Baca Urbina, y otros, 2014)

Analizar

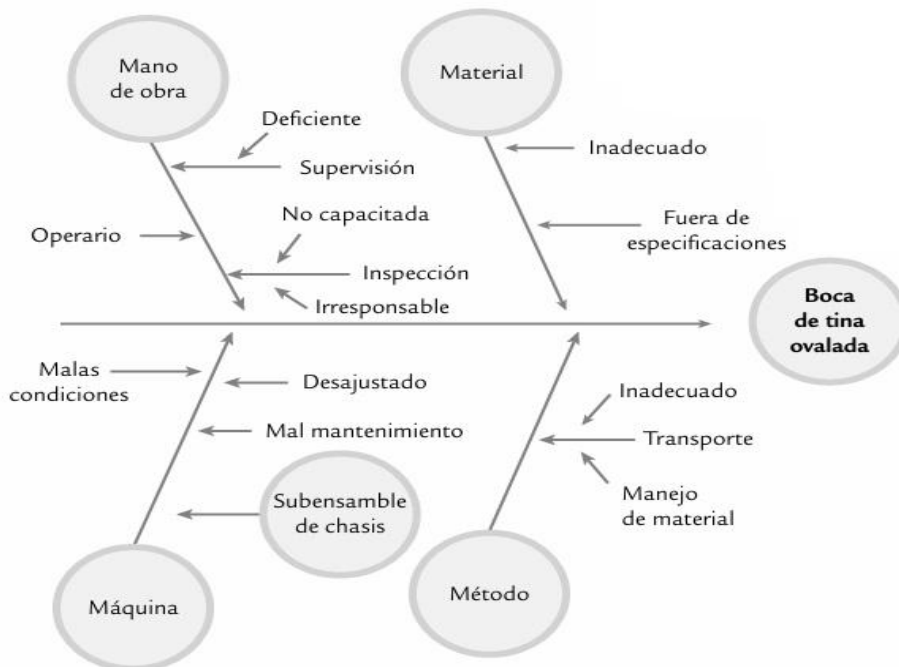
Al realizar esta etapa del proyecto se logra determinar cuál es la causa raíz de la problemática o mejora a realizar. Las herramientas por utilizar en esta etapa son las siguientes:

Diagrama Ishikawa (causa-efecto)

Es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis, de esta forma se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009)

Este diagrama como se muestra en la figura 8 es una herramienta visual que facilita el entendimiento de las causas que provocan un problema.

Figura 8. Ejemplo diagrama de Ishikawa.



Fuente: Libro *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009)

Técnica de grupo Nominal (multivoto)

Es una técnica utilizada para tomar una decisión por consenso cuando existen numerosas alternativas o cuando quienes participan en la toma o aprobación de la decisión tienen opiniones diferentes. (Sociedad Estadounidense para la Calidad, 2024)

Esta técnica consiste en que las personas involucradas asignen una ponderación a cada una de las opciones proveniente de una lluvia de ideas.

Implementar o mejorar

En esta etapa se implementan las mejoras a realizar en el proceso para mejorar la causa raíz determinada. En esta etapa se evalúa las mejoras realizadas al proceso.

Las herramientas por utilizar en esta etapa son las siguientes:

Diagrama de Gantt

Es técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante los años cuarenta como respuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una mejor manera. El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009)

Plan piloto

Un plan piloto es una prueba preliminar realizada a pequeña escala para evaluar la viabilidad de un proyecto o idea antes de su implementación completa. Esta fase inicial permite a las empresas validar conceptos, identificar riesgos y optimizar recursos, proporcionando una base sólida para la implementación a gran escala. (Capability Boosters, 2024)

Análisis costo-beneficio

Es una herramienta de toma de decisiones que sirve para tener una perspectiva cuantitativa del problema para tomar decisiones basadas en evidencia y no en opiniones subjetivas o prejuicios.

Durante el análisis, se asigna valores monetarios a los costos y beneficios de la decisión. Después, se restan los costos de los beneficios para determinar las ganancias netas esto para estimar el beneficio económico total (o la falta de este).

(Asana, Inc., 2024)

Controlar

En esta etapa del proyecto se implementan medidas para que las mejoras realizadas sean perdurables en el tiempo y además sirvan de base para determinar que existen desviaciones. Las herramientas por utilizar:

KPI o indicadores

Un KPI es un indicador clave de desempeño (*key performance indicator*, en inglés, de ahí las siglas KPI) que permite medir el éxito de una actividad, estrategia o proceso específico, según los parámetros u objetivos que se plantearon antes de llevarlo a cabo. (HubSpot, Inc, 2024)

Auditorías internas.

Las Auditorías internas son un sistema de control que una empresa establece para verificar el buen funcionamiento de sus procesos basado en un conjunto de normas,

políticas y procedimientos. Esto se realiza con el fin de detectar fallos a tiempo y tener una mejora continua. (HubSpot, Inc, 2024)

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Este proyecto tiene un impacto positivo para la empresa y con ello a las personas involucradas en el proceso de estudio. El impacto a corto plazo es la mejora de la eficiencia del proceso donde las personas que utilizan este servicio perciben una mejora de tiempos. Para la empresa a un mediano plazo le genera una imagen donde los usuarios recomendarán su servicio esto debido a la eficiencia del proceso. Esto a futuro le permitirá a la empresa a ser candidata en futuras licitaciones a obtener un contrato por más tiempo para brindar el servicio.

Optimización del proceso

Según la autora del libro Procesos de trabajo se puede definir la optimización de un proceso como la mejora en el método de como se hace un producto o servicio. (Rodríguez Fernández, 2007)

Al realizar una mejora en un proceso, se obtienen beneficios económicos, beneficios en el área del recurso humano ya que el personal se siente más a gusto en el proceso con cargas de trabajo aceptables, en la utilización de equipos.

Satisfacción del cliente

Según Jorge Acuña se puede definir la satisfacción de un cliente como la actitud positiva de un cliente ante un servicio que reúne a cabalidad sus requerimientos.

(Acuña Acuña, 2004)

Es por esto por lo que el mejoramiento de un proceso trae impacto directo en la percepción del servicio que recibe el usuario.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Una de las razones de la existencia de la ingeniería industrial es el estudio de los procesos de producción y su mejora continua. Es por esto por lo que existen muchos antecedentes de mejoras de proyectos.

Es por esta razón que utilizamos de referencia la tesis del Ing. Héctor Luis Altamirano Barrera con el título IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTILLA VEHICULAR DE LA EMPRESA GRUPO AGROINDUSTRIAL ECOTERRA S.A. La problemática fue que la empresa tenía un presupuesto de mantenimiento cuatrimestral de un monto de ₡ 15 000 000 millones de colones y durante el primer cuatrimestre del 2023 se excedió. Basado en la metodología DMAIC se recolectaron datos de la operatividad de la flota vehicular, fueron analizados los fallos más recurrentes de la flota vehicular.

Se diseñaron dos propuestas donde al implementarlas se obtuvo un impacto positivo en la operación de la flota, lo que se refleja en aumento del tiempo de

funcionamiento de la flota en 1171,64 horas por cuatrimestre, disminución del tiempo de inactividad de la flota en 613,64 horas por cuatrimestre, reducción en la cantidad de 9 averías por cuatrimestre, reducción en la cantidad de 9 mantenimientos correctivos por cuatrimestre, y aumento en la cantidad de 24 mantenimientos preventivos por cuatrimestre. Por último, se obtuvo una disminución de los costos de averías en 1 828 657,41 colones por cuatrimestre, los costos de mantenimiento disminuyeron 2 785 827,69 colones por cuatrimestre, y los costos de mantenimientos preventivos aumentaron en 1 859 657,40 colones por cuatrimestre; esto indica que se invirtió en prevenir las fallas y por eso los costos de mantenimientos preventivos aumentaron mientras que las averías y mantenimientos correctivos disminuyeron.

Podemos mencionar la tesis de la ing. María Fernanda Pereira Sánchez con título MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBOS PARA LA INDUSTRIA DE GAS EN TECH SHOP INTERNACIONAL DURANTE EL AÑO 2022. En donde se identifica la problemática en el proceso de fabricación de tubos que no cumple con la meta establecida de producción.

Se realizó mediciones de tiempos del proceso y un análisis del diseño del proceso, determinando mejora en la ubicación de la maquinaria, capacitación del personal. Disminuyendo los tiempos de traslado de los materiales en el proceso y con esto disminuyendo los tiempos en el cuello de botella en el área de torneado.

Se hicieron 3 propuestas relacionadas con la capacitación del personal, calibración de los equipos y la reubicación de la maquinaria existente las cuales según el análisis económico realizado del retorno de la inversión fue positivo lo cual significa que para la empresa es factible realizar esta inversión.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se llevó a cabo los procedimientos que se aplicaron en este proyecto. Se desarrollaron las etapas de la metodología DMAIC, que son: definir, medir, analizar, implementar y controlar.

3.1 Metodología para la definición del problema.

Para la metodología para la definición del problema se utilizó la herramienta mostrada en la tabla 2.

Tabla 2. Definición de problema.

| Objetivo específico | Actividades | Herramienta | Descripción | Plazos | Responsables |
|----------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <i>Definir las causas.</i> | <i>Entrevistar</i> | <i>Entrevista</i> | <i>Entrevistar a encargados del proceso de</i> | <i>Junio 2024 a Julio 2024</i> | <i>Encargado del proceso.</i> |
| | <i>Observar</i> | <i>Técnica de observación</i> | <i>inspección técnica vehicular.</i> | | |
| | | <i>Diagrama de proceso.</i> | <i>Diagramar procesos a estudiar.</i> | | |
| | | <i>Lluvia de ideas.</i> | <i>Se realiza una lluvia de ideas con los involucrados en el proceso.</i> | | |
| | | | <i>Se realiza el diagrama para identificar las causas.</i> | | |

| | |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Diagrama de Ishikawa.</i> | <i>Se realiza un multivoto, con los supervisores y con el Gerente de la estación para determinar cuál es la</i> |
| <i>Multivoto</i> | <i>causa raíz.</i> |

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó la herramienta de la entrevista, en donde se entrevistó al gerente encargado del proceso de inspección técnica vehicular de la sede de Lagunilla de Heredia. La misma se desarrolló de forma semiestructurada. Seguidamente, se realizó una entrevista semi estructurada con los supervisores a cargo del proceso de inspección. Paralelamente a las entrevistas se hicieron visitas al proceso de inspección donde se utilizó la técnica de observación para conocer la planta y distribución de las diferentes etapas del proceso.

Se tomó como referencia datos facilitados por la empresa sobre indicadores de tiempos de inspección y comentarios realizados por los clientes a través de *Google reviews* herramienta utilizada por la empresa para comentarios e indicador de atención de clientes.

Luego, siguiendo una secuencia a esto se utilizó la herramienta de la lluvia de ideas donde se realizó con representantes de cada etapa de proceso que son inspector junior, senior y jefes de equipo, para determinar las causas por medio de un diagrama de Ishikawa.

Luego, de esto se utilizó la herramienta de multivoto donde se le dio un peso a cada idea que salió de la lluvia de idea para determinar cuál es la causa principal.

Estas herramientas utilizadas antes permitieron definir el problema y esta etapa fue la base para desarrollar la investigación.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.

En esta etapa medición del DMAIC para lo obtención de datos cuantificables del proceso de inspección técnica vehicular se utilizaron las herramientas ingenieriles mostradas en la tabla 3.

Tabla 3. Metodología de medición.

| Objetivo específico | Actividades | Herramienta | Descripción | Plazos | Responsables |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|
| Medir los tiempos del proceso actual para determinar cuál es la restricción del proceso de | Medir tiempos de inspección. Tabular los datos obtenidos | Estudio de Tiempos por base de datos Hoja de Excel | Se utilizaron la herramienta para determinar las restricciones del proceso. | Agosto 2024 | Encargado del proceso. |

*inspección
técnica
vehicular.*

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un estudio de trabajo en el proceso de inspección técnica vehicular para la obtención de datos, donde primeramente se utilizó un diagrama de flujo para una mejor visualización del proceso.

Seguidamente, se utilizó la toma de tiempos del proceso de inspección técnica vehicular, subdividiéndolo en etapas o estaciones de trabajo respectivas donde se midió los tiempos de las pruebas mecanizadas y de los procesos de inspecciones visuales con la técnica de obtención de datos por medio de base de datos, esto ya que existe la facilidad que las inspecciones se realizan por medio de una identificación única para cada persona y esta debe ser ingresada al inspeccionar cada vehículo que ingresa a la línea de inspección. Luego, se realizó la tabulación de datos con una hoja de Excel.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Al obtener los datos, fueron analizados, primero se identificaron las restricciones de proceso. Luego de esto, se realizó una serie de preguntas relacionadas a las posibles causas a las personas que intervienen en cada una de las etapas esto se hizo por medio de un cuestionario para generar una lluvia de ideas. Después de estos, se

realiza una agrupación de las respuestas obtenidas para tener una mejor visualización se utilizó la herramienta del diagrama de Ishikawa y se graficaron por medio de la herramienta de multivoto, donde el personal que dirigen el proceso les dio un valor a las causas obtenidas en la lluvia de ideas obteniendo así las principales causas de manera objetiva. Las herramientas para utilizar se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Metodología para la propuesta de mejora.

| Objetivo específico | Actividades | Herramienta | Descripción | Plazos | Responsable |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Realizar un modelo de nivelación del recurso humano para reducir los tiempos de espera dentro del proceso de inspección técnica vehicular. | Desarrollar modelo del personal necesario para el proceso | Hojas de datos Grafica de distribución del recurso humano en las líneas de inspección | Realizar un modelo de distribución del personal para determinar el personal óptimo para el proceso. | Septiembre 2024 | Encargado del proceso. |

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Para la etapa de implementar del DMAIC, se utilizar un diagrama Gantt para garantizar el cumplimiento de cada una de las actividades a realizar para la implementación de la mejora. Primeramente, se realizará una nivelación del recurso humano necesario para garantizar la disminución de los tiempos de espera entre las etapas realizadas

dentro de la línea de inspección. de la línea de inspección. Seguido a esto se realizarán por medio de un plan piloto donde se aplicará a una línea de inspección el recurso humano propuesto, esto con el fin de realizar un análisis de los resultados de este. Luego de esto, se realiza una proyección de la capacidad del proceso con ese recurso humano propuesto para su implementación. Se desarrollará una capacitación previa a la implementación de las funciones a realizar según la ubicación en la línea de inspección. La utilización de esta herramienta se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Metodología de implementación.

| Objetivo específico | Actividades | Herramientas | Descripción | Plazos | Responsables |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|
| - Ejecutar las Mejoras a las etapas del proceso de inspección técnica vehicular. | Plan piloto | Excel | Desarrollar un plan piloto en una línea de inspección para medir los resultados en la línea 3. | Octubre 2024 | Encargado del proceso. |
| -Realizar una proyección de la capacidad del proceso. | Proyección | Excel | Desarrollar una proyección con un recurso humano de 3,5 por línea. | Noviembre 2024 | Encargado del proceso. |

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

En esta etapa del proyecto pertenece a la metodología del DMAIC de controlar lo que busca es que las mejoras realizadas sean perdurables al pasar del tiempo en donde por medio de indicadores se establecerán controles para ser analizados con cierta frecuencia y además se creara un procedimiento de las actividades a realizar en cada etapa cada tipo de vehículo estudiado, esto con el fin de que las personas tengan un documento de referencia en donde puedan revisar la secuencia con que debe de hacer su trabajo en cada puesto de trabajo.

En resumen, se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Metodología para el control y seguimiento.

| Objetivo específico | Actividades | Herramienta | Descripción | Plazos | Responsables |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>Establecer controles que permitan el control y seguimiento de las mejoras propuestas.</i> | <i>Incorporar controles.</i> | <i>Indicador</i> | <i>-Realizar indicadores de tiempos de espera dentro de la línea de inspección para controlar los tiempos de espera.</i> | <i>Noviembre 2024</i> | <i>Encargado del proceso.</i> |

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

En este capítulo se desarrollará mediciones del proceso actual tal y como funciona. Esto con el fin de obtener los datos para poder ser analizados y así determinar cuáles son las causas principales y ser diagnosticadas.

4.1 Situación actual

El proceso de inspección técnica vehicular busca realizar inspecciones al vehículo donde se abarca elementos mecánicos, de control de emisiones contaminantes y de seguridad pasiva del vehículo. Esto debe ser realizado en un tiempo razonable que asegure la calidad. Es importante mencionar que el cliente principal de la empresa que es el que la contrata es el Consejo de Seguridad Vial y el cliente que se presenta a realizar la inspección técnica vehicular a las sedes de inspección.

4.1.1 Tipos de servicios

Existen diferentes tipos de servicios de inspección que ofrece la empresa:

ITV Periódica:

La inspección técnica vehicular consiste en la inspección de elementos mecánicos y de seguridad para cumplir el requisito para efectos de circulación. La ITV periódica debe realizarse con la siguiente periodicidad y calendarización conforme a lo establecido en el decreto 30184-MOPT, ver tabla 7.

Tabla 7. Calendario de convocatoria particulares, servicio público y transporte de mercancía peligrosa.

| Servicio público y transporte de producto peligroso | | Particulares | |
|-----------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Ultimo digito de matricula | Mes de convocatoria | Ultimo digito de matricula | Mes de convocatoria |
| 1 y 6 | Enero y julio | 1 | Enero |
| 2 y 7 | Febrero y agosto | 2 | Febrero |
| 3 y 8 | Marzo y septiembre | 3 | Marzo |
| 4 y 9 | Abril y octubre | 4 | Abril |
| 5 y 0 | Mayo y noviembre | 5 | Mayo |
| | | 6 | Junio |
| | | 7 | Julio |
| | | 8 | Agosto |
| | | 9 | Septiembre |
| | | 10 | Octubre |

Fuente: Elaboración propia.

El resto de los vehículos el último dígito de la placa de matrícula corresponde al mes de la convocatoria para realizar la inspección periódica.

La vigencia de la ITV periódica se otorga con base a la antigüedad desde el año de fabricación de acuerdo con lo siguiente: Menor o igual a 5 años: Cada 2 años Superior a 5 años: Anual

ITV No Periódica:

Estos servicios pueden ser solicitados por el cliente en cualquier momento sin que exista una convocatoria oficial y adicionalmente la TIVE no indica fecha de validez.

Este servicio se brinda en las siguientes modalidades:

- a. Inscripción de ingreso al país: Requisito para inscribir el vehículo de primer ingreso al país ante el Registro Nacional de la Propiedad. También, se requiere para reinscribir un vehículo desinscrito.

- b. Cambio de Características / uso: Requisito para inscribir un cambio de características de un vehículo ya inscrito.

- c. Duplicado: Requisito para la reposición de documentos de ITV. El resultado de esta inspección no implica ninguna afectación a los resultados previamente obtenidos en la inspección oficial ni a su vigencia. Este servicio se otorga cuando el vehículo tiene una inspección vigente y solicita la reposición de la TIVE o el marchamo.

- d. Voluntaria: A solicitud del cliente, se realiza una inspección con los criterios oficiales. No obstante, el resultado de una voluntaria no implica ninguna afectación a los resultados previamente obtenidos en la inspección oficial ni a su vigencia.

- e. Actualización de datos: Servicio a través del cual se actualiza el número de matrícula, para los vehículos que tienen una inspección de inscripción.

Otras inspecciones:

ITV CR ha puesto a disposición de nuestros clientes otros tipos de inspecciones que se describen a continuación:

- a. Previa a Nacionalización (IPN): Requisito para la nacionalización de un vehículo usado de importación.

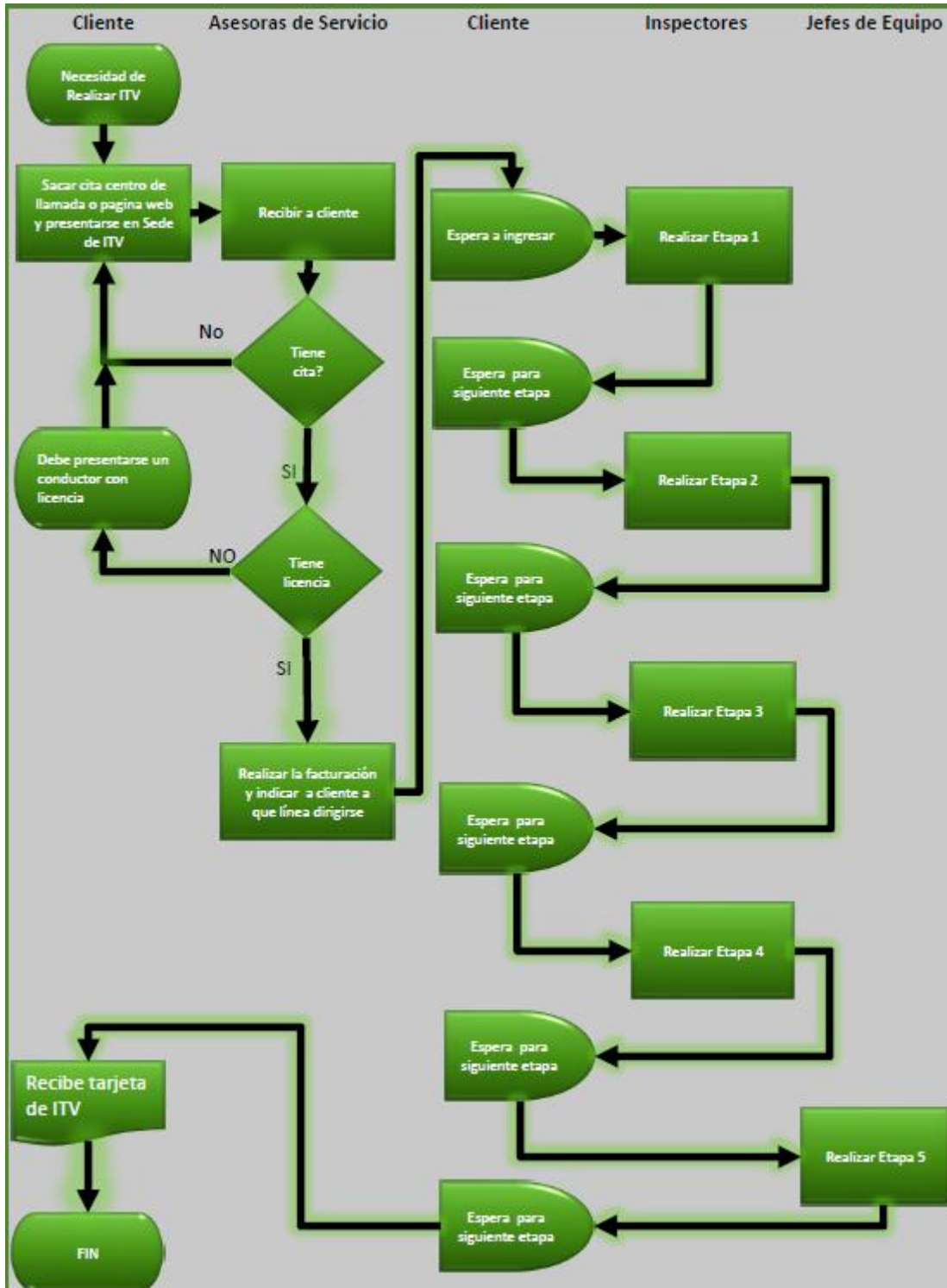
b. ITV en campo: Este tipo de inspecciones se realizan en casos especiales dado que el vehículo es incompatible con las líneas de inspección puesto que no son vehículos diseñados para circular en vías públicas. El enfoque de esta inspección es identificar el vehículo y verificar los elementos de seguridad con base en la naturaleza constructiva del vehículo. Esta inspección está ligada a las inspecciones ITV periódicas como las ITV no periódicas y al ser una inspección en el campo no lleva medidas asociadas.

c. ITV de vehículos en primer nivel de comercialización: Estas inspecciones son especiales y se realizan con base en lo establecido en el decreto N° 30751-MOPT.

4.1.2 Descripción del proceso actual

Para estudiar el proceso de inspección técnica vehicular se debe entender el proceso que debe pasar un usuario para realizar la inspección técnica, esto lo podemos observar en la figura 9 en el mapa de proceso de la inspección técnica vehicular. Este nace con la necesidad de un cliente para realizar la inspección técnica vehicular, para lo cual el cliente gestiona una cita previa por medio de la página web o el centro de llamadas.

Figura 9. Mapa de proceso de inspección vehicular.



Fuente elaboración propia.

Una vez que llegue el día de su cita se presenta a la sede de inspección, donde en su vehículo pasa por una caseta con su vehículo donde es recibido por una asesora de servicio que verifica la cita previa, realiza el trámite de facturación y realiza el cobro del servicio según las tarifas vigentes que se pueden observar la tabla 8 de las tarifas vigentes.

Tabla 8. Tarifas vigentes de inspección técnica.

| TIPO DE VEHÍCULO | TARIFA INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR | TARIFA REINSPECCIÓN |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Vehículo peso menor 3.5 toneladas | ₡ 7015 + IVA | ₡ 1879 + IVA |
| Vehículo peso mayor 3.5 toneladas | ₡ 9240 + IVA | ₡ 2475 + IVA |
| Taxis | ₡ 7568 + IVA | ₡ 2027 + IVA |
| Autobuses, busetas, microbuses | ₡ 9240 + IVA | ₡ 2475 + IVA |
| Motocicletas | ₡ 4622 + IVA | ₡ 1238 + IVA |
| Gruás y maquinaria de obras | ₡ 9240 + IVA | ₡ 2475 + IVA |
| Maquinaria agrícola | ₡ 4254 + IVA | ₡ 1140 + IVA |

Fuente: ITV CR.

Seguido a la realización del cobro la asesora de servicio indica al cliente a que línea debe dirigirse esto va a ser según el tipo de vehículo, esto lo podemos observar en la tabla 9.

Tabla 9. Distribución según tipo de Vehículo.

| |
|-----------------------------|
| Líneas de inspección |
|-----------------------------|

| Tipos de vehículos | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Línea 4 | Línea 5 | Línea 6 |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Automóvil | Diesel, Gasolina, Glp. Tracción permanente | Gasolina, Glp. | Gasolina, Glp. | Diesel, Gasolina, Glp. | Diesel, Gasolina, Glp. | Diesel, Gasolina, Glp. Tracción permanente |
| Carga Liviana | Diesel, Gasolina, Glp. (tipo pick up) | | | Diesel, Gasolina, Glp. (tipo pick up) | Diesel, Gasolina, Glp. (tipo pick up) | Diesel, Gasolina, Glp. (tipo pick up) |
| Carga pesada | | | | | Diesel | Diesel |
| motocicletas | | X | | | | |
| microbuses, busetas y buses | | | | | Diesel, Gasolina, Glp. | Diesel, Gasolina, Glp. |
| Semiremolques y Remolque | | | | | X | x |
| Taxi | | | | x | | |

Fuente: Elaboración propia.

Se resalta que en el caso de los vehículos tracción permanente deben ingresar en la línea 1 y 6 para realizar la prueba de frenado. Las líneas habilitadas para vehículos diésel son la línea 1, 4, 5, 6. Las motocicletas deben ingresar a la línea 2 esto porque en esta línea existen equipos exclusivos para ser inspeccionados y los taxis en la línea 4 ya que es la única que presenta un velocímetro para poder realizar la prueba del taxímetro. La línea 5 y 6 presentan equipos universales que funcionan para vehículos pesados y livianos.

Una vez realizado el trámite de facturación el cliente se dirige a la línea indicada por la asesora de servicio para empezar el proceso de inspección donde se realizan las

diferentes pruebas, estas son divididas en etapas donde se realizan las distintas actividades hasta obtener el resultado de la inspección el cual puede ser:

-Favorable.

-Favorable con defecto leve.

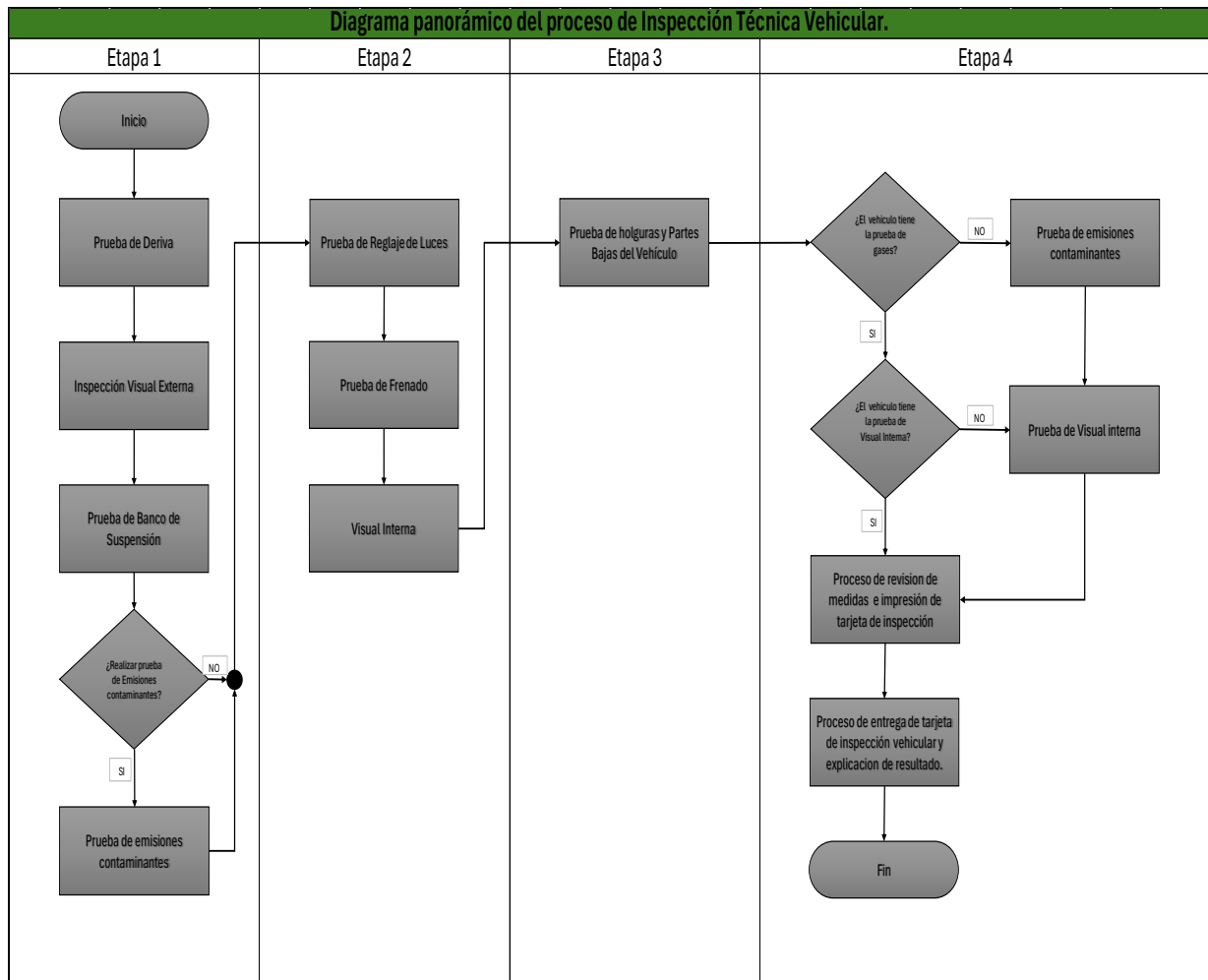
-Desfavorable.

-Negativa.

4.1.2.1 Etapas de inspección técnica vehicular.

Las etapas del proceso de inspección técnica vehicular son cuatro que podemos observar en el diagrama panorámico del proceso en la figura 10.

Figura 10. *Diagrama panorámico del proceso de inspección técnica vehicular.*



Fuente: elaboración propia.

Etapa 1

En esta etapa el inspector recibe al cliente donde busca la identificación del vehículo el sistema informático. Luego procede a realizar la prueba mecanizada de deriva ver figura 11; girando las instrucciones al cliente para realizarla esta prueba dinámica busca medir la desviación que tiene un vehículo en un trayecto.

Figura 11. Prueba mecanizada de deriva.



Fuente: ITV CR.

Seguidamente, detiene el vehículo para empezar con la inspección visual externa esta abarca varios apartados del manual de inspección los cual se detallan en la tabla 10, estos apartados son realizados simultáneamente con pruebas mecanizadas de esta etapa. Una vez detenido el vehículo se inicia con los elementos de identificación, revisión de los elementos del compartimiento del motor.

Tabla 10. *Lista de apartados etapa visual externa.*

| Apartado | ETAPA |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| MI.07.01 DESVIACIÓN DE RUEDAS | ETAPA 1 |
| MI.01.02 Vin y numero de chasis | ETAPA 1 |
| MI.01.01 Documentación | ETAPA 1 |
| MI.02.05 PUERTAS Y CAPOT (TAPA DE MOTOR Y COMPUERTAS DE EQUIPAJE) | ETAPA 1 |
| MI.05.02 VEHÍCULOS CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA (PREVIAS) | ETAPA 1 |
| MI.05.03 VEHÍCULOS CON MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN (PREVIAS) | ETAPA 1 |
| MI.09.05 VEHICULO QUE UTILIZAN GAS COMO COMBUSTIBLE | ETAPA 1 |
| MI.06.04 SERVOFRENO Y BOMBA PRINCIPAL (BOMBA PRINCIPAL) | ETAPA 1 |
| MI.06.05 TUBOS | ETAPA 1 |
| MI.06.13 VÁLVULAS DE FRENADO | ETAPA 1 |
| MI.07.05 SERVODIRECCIÓN (DIRECCIÓN ASISTIDA) (Fijación defectuosa de la bomba, mangueras y/o tuberías, Faja floja o con defectos de estado) | ETAPA 1 |
| MI.07.02 VOLANTE Y COLUMNA DE DIRECCIÓN (COLUMNA CUANDO APLICA) | ETAPA 1 |
| MI.09.01 ESTADO GENERAL DEL MOTOR (BATERIA, SOPORTES) | ETAPA 1 |
| MI.09.02 SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR | ETAPA 1 |
| MI.08.05 EFICACIA DE SUSPENSIÓN | ETAPA 1 |
| MI.01.03 PLACAS DE MATRÍCULA Y DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN ADICIONAL | ETAPA 1 |
| MI.02.01 CARROCERÍA Y CHASIS | ETAPA 1 |
| MI.04.01 LUCES BAJAS (CORTO ALCANCE) Y LUCES ALTAS (LARGO ALCANCE) (ESTADO Y SUJECCIÓN) | ETAPA 1 |
| MI.04.07 LUCES DE POSICIÓN | ETAPA 1 |
| MI.04.03 LUCES INDICADORAS DE DIRECCIÓN | ETAPA 1 |
| MI.04.04 SEÑAL INTERMITENTE DE EMERGENCIA | ETAPA 1 |
| MI.04.08 LUCES ANTINEBLA | ETAPA 1 |
| MI.04.12 LUCES DECORATIVAS Y/O NO AUTORIZADAS | ETAPA 1 |
| MI.02.06 PARABRISAS Y VENTANAS (PARABRISAS, MATERIAL ADHESIVO) | ETAPA 1 |
| MI.02.07 LIMPIAPARABRISAS Y LAVAPARABRISAS | ETAPA 1 |
| MI.02.03 GUARDABARROS Y DISPOSITIVOS ANTIPROYECCIÓN (FALDONES) | ETAPA 1 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 1 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 1 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 1 |
| MI.02.08 RETROVISORES EXTERIORES | ETAPA 1 |
| MI.09.02 SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR (TAPÓN DE COMBUSTIBLE) | ETAPA 1 |
| MI.02.03 GUARDABARROS Y DISPOSITIVOS ANTIPROYECCIÓN (FALDONES) | ETAPA 1 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 1 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 1 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 1 |
| MI.02.06 PARABRISAS Y VENTANAS (PARABRISAS, MATERIAL ADHESIVO) | ETAPA 1 |
| MI.04.07 LUCES DE POSICIÓN | ETAPA 1 |
| MI.04.05 LUCES DE FRENO | ETAPA 1 |
| MI.04.03 LUCES INDICADORAS DE DIRECCIÓN | ETAPA 1 |
| MI.04.04 SEÑAL INTERMITENTE DE EMERGENCIA | ETAPA 1 |
| MI.04.02 LUZ DE MARCHA ATRÁS | ETAPA 1 |
| MI.04.10 DISPOSITIVOS Y CINTAS RETRORREFLECTIVAS | ETAPA 1 |
| MI.04.08 LUCES ANTINEBLA | ETAPA 1 |
| MI.04.12 LUCES DECORATIVAS Y/O NO AUTORIZADAS | ETAPA 1 |
| MI.04.06 LUZ DE LA PLACA DE MATRICULA TRASERA | ETAPA 1 |
| MI.02.05 PUERTAS Y CAPOT (TAPA DE MOTOR Y COMPUERTAS DE EQUIPAJE) | ETAPA 1 |
| MI.09.05 VEHICULO QUE UTILIZAN GAS COMO COMBUSTIBLE | ETAPA 1 |
| MI.02.01 CARROCERÍA Y CHASIS | ETAPA 1 |
| MI.02.09 SOPORTE EXTERIOR DE RUEDA DE REPUESTO | ETAPA 1 |
| MI.02.02 DISPOSITIVOS DE ENGANCHE O ACOPLAMIENTO PARA REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES | ETAPA 1 |
| MI.09.03 SISTEMA DE ESCAPE | ETAPA 1 |
| MI.02.03 GUARDABARROS Y DISPOSITIVOS ANTIPROYECCIÓN (FALDONES) | ETAPA 1 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 1 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 1 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 1 |
| MI.02.08 RETROVISORES EXTERIORES | ETAPA 1 |
| MI.02.03 GUARDABARROS Y DISPOSITIVOS ANTIPROYECCIÓN (FALDONES) | ETAPA 1 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 1 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 1 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 1 |
| MI.02.07 LIMPIAPARABRISAS Y LAVAPARABRISAS | ETAPA 1 |
| MI.05.01 RUIDO | ETAPA 1 |

Fuente: elaboración propia.

Luego, se enciende en vehículo y es dirigido hacia la máquina para realizar la prueba de suspensión ver figura 12; la cual se realiza en neutro sin frenos. Esta prueba busca medir la capacidad del vehículo de mantener su adherencia al suelo.

Figura 12. Prueba mecanizada de banco de suspensión.



Fuente: ITV CR, Heredia.

Simultáneamente a la prueba mecanizada de suspensión, se prosigue con la inspección visual externa. Luego de esto, el inspector coloca el segundo eje del vehículo en el banco de suspensión. El inspector procede a incluir los defectos asociados si los hay y a verificar las medidas. En esta etapa se puede realizar la prueba de emisiones contaminantes para los vehículos gasolina que es realizado con un banco de medición de gases ver figura 13.

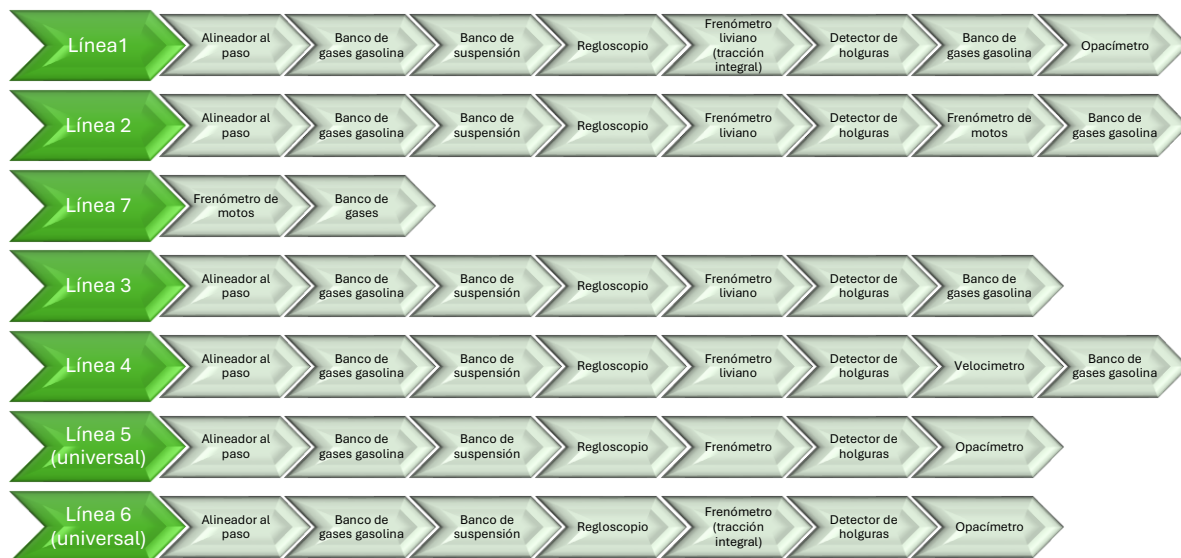
Figura 13. Prueba de control demisiones contaminantes gasolina.



Fuente: ITV Lagunilla, Heredia.

La realización de la prueba en la etapa 1 es una decisión que toma el inspector dependiendo del flujo de vehículos en la línea, configuración de los equipos de la línea de inspección y el combustible del vehículo. La configuración de los equipos en la línea de inspección lo podemos observar en la figura 14.

Figura 14. Configuración de los equipos en las líneas de inspección.



Fuente: Elaboración propia

Es así como de la línea 1 a la 4 los gases gasolina pueden ser comprobados al inicio o al final de la línea, mientras en la línea 5 y 6 deben de ser comprobados al inicio de la línea. Además, entre la línea 2 y 3 se encuentra un frenómetro de motos y un banco de medición de gases llamado línea 7, ver en figura 15.

Figura 15. Rampa de motos (frenómetro y banco de gases).



Fuente: ITV CR, Heredia.

Etapa 2

Esta comienza con la prueba de reglaje de luces que es utilizado el equipo del regloscopio ver figura16, esta prueba comprueba que la luces altas y bajas se encuentren bien alineadas.

Figura 16. Equipo regloscopio.



Fuente: DEKRA Lagunilla.

Luego de la prueba de luces, se procede a realizar la prueba de frenado, esta es realizada por medio de un equipo llamado frenómetro el cual se puede observar en la figura 17. Este equipo busca medir las fuerzas de frenado y sus diferencias.

Figura 17. Prueba mecanizada de frenos.



Fuente: ITV CR, Heredia.

Terminada la prueba de frenado se saca el vehículo del frenómetro y se procede a realizar la visual interna donde se revisan elementos internos del vehículo que se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Apartados de la etapa 2.

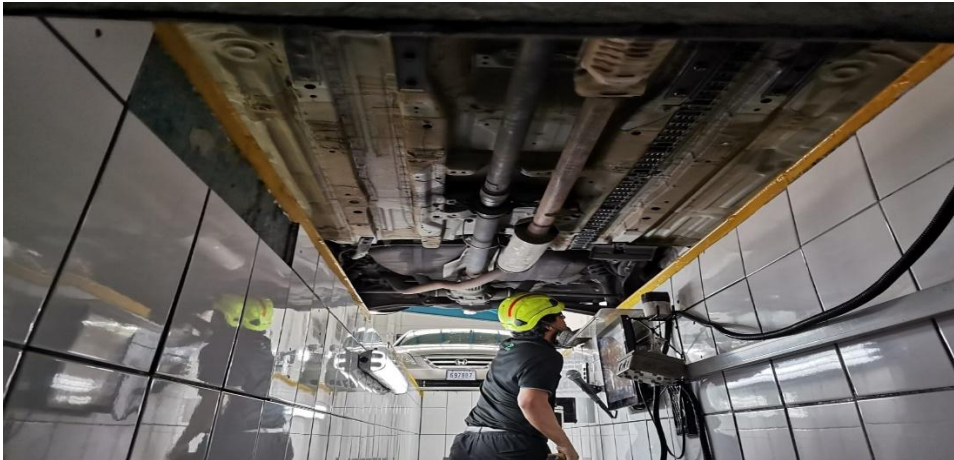
| Apartado | ETAPA |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| MI.04.01 LUCES BAJAS (CORTO ALCANCE) Y LUCES ALTAS (LARGO ALCANCE) (REGLAJE, FUNCIONAMIENTO,COLOR) | ETAPA 2 |
| MI.06.01 FRENO DE SERVICIO | ETAPA 2 |
| MI.06.02 FRENO DE ESTACIONAMIENTO | ETAPA 2 |
| MI.02.05 PUERTAS Y CAPOT (PUERTAS DE ACESSO DE PERSONAS) | ETAPA 2 |
| MI.02.06 PARABRISAS Y VENTANAS | ETAPA 2 |
| MI.03.01 ASIENTOS Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.03.02 CINTURONES DE SEGURIDAD Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.06.03 PEDAL DEL FRENO DE SERVICIO | ETAPA 2 |
| MI.06.04 SERVOFRENO Y BOMBA PRINCIPAL (SERVOFRENO) | ETAPA 2 |
| MI.03.03 INDICADOR DE VELOCIDAD | ETAPA 2 |
| MI.03.04 ODOMETRO | ETAPA 2 |
| MI.04.13 AVISADOR ACÚSTICO | ETAPA 2 |
| MI.07.02 VOLANTE Y COLUMNA DE DIRECCIÓN | ETAPA 2 |
| MI.07.03 CAJA DE DIRECCIÓN (Volante con resistencia excesiva al giro) | ETAPA 2 |
| MI.07.05 SERVODIRECCIÓN (DIRECCIÓN ASISTIDA) (Mal funcionamiento del sistema) | ETAPA 2 |
| MI.02.05 PUERTAS Y CAPOT (PUERTAS DE ACESSO DE PERSONAS) | ETAPA 2 |
| MI.02.06 PARABRISAS Y VENTANAS | ETAPA 2 |
| MI.03.01 ASIENTOS Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.03.02 CINTURONES DE SEGURIDAD Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.02.05 PUERTAS Y CAPOT (PUERTAS DE ACESSO DE PERSONAS) | ETAPA 2 |
| MI.02.06 PARABRISAS Y VENTANAS | ETAPA 2 |
| MI.03.01 ASIENTOS Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.03.02 CINTURONES DE SEGURIDAD Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.02.05 PUERTAS Y CAPOT (PUERTAS DE ACESSO DE PERSONAS) | ETAPA 2 |
| MI.02.06 PARABRISAS Y VENTANAS | ETAPA 2 |
| MI.03.01 ASIENTOS Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |
| MI.03.02 CINTURONES DE SEGURIDAD Y SUS ANCLAJES | ETAPA 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 3

En esta etapa se realizan verificaciones visuales en las partes bajas del vehículo, estas se llevan a cabo con un equipo llamado detector de holgura, este se puede visualizar en la figura 18.

Figura 18. Prueba detectora de holgas.



Fuente: ITV CR, Heredia.

Este equipo lo que hace es simular movimientos radiales y axiales para revisar el sistema de suspensión, además se verifican fugas de fluidos de motor, transmisión entre otros. Los apartados que se verifican en esta etapa se pueden observar en la tabla 12.

Tabla 12. Apartados de la etapa 3.

| Apartado | ETAPA |
|-----------------------------------------------|---------|
| MI.04.12 LUCES DECORATIVAS Y/O NO AUTORIZADAS | ETAPA 3 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 3 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 3 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 3 |
| MI.06.10 BOMBAS AUXILIARES | ETAPA 3 |
| MI.06.07 FIBRAS DE FRENO | ETAPA 3 |
| MI.06.06 MANGUERAS | ETAPA 3 |
| MI.06.05 TUBOS | ETAPA 3 |
| MI.06.13 VÁLVULAS DE FRENADO | ETAPA 3 |
| MI.09.01 ESTADO GENERAL DEL MOTOR | ETAPA 3 |
| MI.09.04 TRANSMISIÓN | ETAPA 3 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|---------|
| MI.03.03 INDICADOR DE VELOCIDAD | ETAPA 3 |
| MI.08.01 EJES Y BARRAS TENSORAS | ETAPA 3 |
| MI.06.05 TUBOS | ETAPA 3 |
| MI.06.06 MANGUERAS | ETAPA 3 |
| MI.06.07 FIBRAS DE FRENO | ETAPA 3 |
| MI.06.10 BOMBAS AUXILIARES | ETAPA 3 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 3 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 3 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 3 |
| MI.08.01 EJES Y BARRAS TENSORAS | ETAPA 3 |
| MI.08.07 BRAZOS, TIJERETAS Y RÓTULAS DE SUSPENSIÓN | ETAPA 3 |
| MI.08.04 RESORTES, SOPORTES, AMORTIGUADORES Y BALLESTAS | ETAPA 3 |
| MI.08.06 BARRA DE TORSIÓN Y ESTABILIZADORA | ETAPA 3 |
| MI.07.03 CAJA DE DIRECCIÓN | ETAPA 3 |
| MI.07.02 VOLANTE Y COLUMNA DE DIRECCIÓN | ETAPA 3 |
| MI.07.05 SERVODIRECCIÓN (DIRECCIÓN ASISTIDA) | ETAPA 3 |
| MI.07.04 BRAZOS, BARRAS Y RÓTULAS | ETAPA 3 |
| MI.02.01 CARROCERÍA Y CHASIS | ETAPA 3 |
| MI.06.05 TUBOS | ETAPA 3 |
| MI.09.02 SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR | ETAPA 3 |
| MI.09.05 VEHICULO QUE UTILIZAN GAS COMO COMBUSTIBLE | ETAPA 3 |
| MI.09.03 SISTEMA DE ESCAPE | ETAPA 3 |
| MI.05.02 VEHÍCULOS CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA (PREVIAS) | ETAPA 3 |
| MI.08.01 EJES Y BARRAS TENSORAS | ETAPA 3 |
| MI.08.07 BRAZOS, TIJERETAS Y RÓTULAS DE SUSPENSIÓN | ETAPA 3 |
| MI.08.04 RESORTES, SOPORTES, AMORTIGUADORES Y BALLESTAS | ETAPA 3 |
| MI.08.06 BARRA DE TORSIÓN Y ESTABILIZADORA | ETAPA 3 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 3 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 3 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 3 |
| MI.06.10 BOMBAS AUXILIARES | ETAPA 3 |
| MI.06.07 FIBRAS DE FRENO | ETAPA 3 |
| MI.06.06 MANGUERAS | ETAPA 3 |
| MI.06.05 TUBOS | ETAPA 3 |

| | |
|-----------------------------------------------------|---------|
| MI.06.09 CABLES, VARILLAS, PALANCAS, UNIONES | ETAPA 3 |
| MI.06.13 VÁLVULAS DE FRENADO | ETAPA 3 |
| MI.09.02 SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR | ETAPA 3 |
| MI.09.05 VEHICULO QUE UTILIZAN GAS COMO COMBUSTIBLE | ETAPA 3 |
| MI.06.11 VÁLVULA SENSORA DE CARGA | ETAPA 3 |
| MI.06.09 CABLES, VARILLAS, PALANCAS, UNIONES | ETAPA 3 |
| MI.06.05 TUBOS | ETAPA 3 |
| MI.06.06 MANGUERAS | ETAPA 3 |
| MI.06.07 FIBRAS DE FRENO | ETAPA 3 |
| MI.06.10 BOMBAS AUXILIARES | ETAPA 3 |
| MI.06.08 TAMBORES Y DISCOS | ETAPA 3 |
| MI.08.02 AROS | ETAPA 3 |
| MI.08.03 LLANTAS | ETAPA 3 |
| MI.09.03 SISTEMA DE ESCAPE | ETAPA 3 |

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 4

En esta etapa generalmente se realiza la prueba de gases gasolina en las líneas de la 1 a la 4 y prueba de emisiones de opacidad para vehículos diésel en las líneas 1,4,5,6.

En esta etapa también se realiza control de emisiones de Ruido esto se realiza con equipos que se pueden ver en la figura 19. Además, se realizan inspecciones visuales cuando no son realizadas en etapas anteriores.

Figura 19. Equipos para prueba de ruido y opacidad.



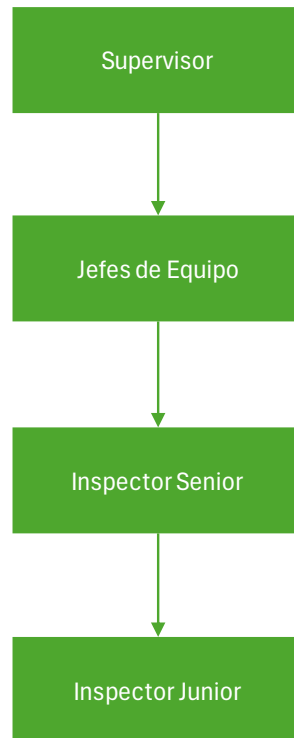
Fuente: ITV Lagunilla, Heredia.

Esta etapa finaliza con la entrega de la tarjeta de inspección técnica vehicular y la pegatina al cliente de obtener un resultado favorable.

4.1.2.2 Recurso humano actual del proceso

Actualmente, el recurso humano del proceso de inspección son técnicos en mecánica automotriz y la empresa establece varios puestos dentro del proceso de inspección que los podemos apreciar en la figura 20. Es importante mencionar que para abarcar el horario de atención existen dos turnos.

Figura 20. Diagrama de puestos del proceso de inspección.



Fuente: Elaboración propia

Inspector Junior: Puede realizar las etapas de inspección 1 y 2, las que incluyen las pruebas mecanizadas de deriva, banco de suspensión, emisiones contaminantes gasolina, regloscopio, frenos e inspección visual.

Inspector Senior: Este realiza la etapa 1, 2 y 3, esta consiste en la inspección de la fosa con el detector de holguras. También puede realizar pruebas de opacidad y taxímetro con el velocímetro.

Jefe de Equipo: Es el encargado de la línea de inspección, esta vela por la calidad de inspección, la aclaración de dudas que pueda surgir a sus inspectores a cargo; así

como la entrega del resultado final al cliente incluyendo la documentación. El jefe de equipo puede realizar cualquier etapa del proceso de inspección.

Supervisor: Es el encargado del todo el personal del turno correspondiente. Cumple la función de organizar el personal, así como velar que los jefes de equipo cumplan con los requerimientos de producción y brinda apoyo a estos en la línea de inspección. El supervisor puede realizar cualquier etapa del proceso de inspección.











La cantidad de personal en el proceso son: 9 inspectores junior, 4 inspectores Senior y 7 jefes de equipos, para un total de 20 por turno. Los horarios de los turnos son de 6 de la mañana a 2 de la tarde y el otro turno es de 2 de la tarde a 9 de la noche

4.1.2.3 Citas del proceso de inspección

Actualmente la estación de Lagunilla pone a disposición de los clientes aproximadamente 1100 espacios en total para los diferentes tipos de vehículos que se puede apreciar en la figura 21. El cliente reserva la cita por los canales de la página web <https://book.dekra.io/book/customer-retail/cr> o por medio del *centro de atención telefónica* 40001100. Las citas de inspección son asignadas cada cinco minutos y estas se asignan desde las 6am hasta las 8: 25 de la noche.

Figura 21. Filtros para obtener una cita.

Seleccionar un tipo de vehículo

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  AUTOMÓVIL |  MOTOCICLETA / CUADRACICLO |  CARGA LIVIANA |
|  TAXI |  CARGA PESADA |  AUTOBÚS-MICROBÚS |
|  Equipos Especiales No transitan por vías públicas |  REMOLQUE- SEMIREMOLQUE |  Citas LESCO |
|  AUTOBUS-MICROBUS TRANSPORTE PUBLICO | | |

Fuente: Sitio web ITV CR.

4.1.2.4 Histórico de indicadores de tiempos y cantidad de inspecciones.

En la tabla 13 se observa los datos referentes al año 2024 de los indicadores de los tiempos de permanencia en línea y el tiempo de espera para ingresar a la línea de inspección. Se puede observar que desde enero a julio de este año en curso los indicadores de tiempos han sido incumplidos, El promedio de estos meses son para la permanencia en línea es de 24 minutos y para el ingreso en línea es de 39 minutos.

Tabla 13. Indicadores de tiempo año 2024.

| Año 2024 | Tiempo (min) de permanencia en línea | Tiempo (min) de espera a ingresar a línea |
|----------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Enero | 23 | 42 |
| Febrero | 24 | 35 |
| Marzo | 26 | 51 |
| Abril | 23 | 40 |
| Mayo | 25 | 38 |
| Junio | 24 | 36 |

| | | |
|--------|----|----|
| Julio | 23 | 39 |
| Agosto | 24 | 38 |

Fuente: ITV CR.

En la tabla 14 se puede observar la cantidad de inspecciones realizadas para los servicios de inspección periódica, Voluntaria, Duplicado, inscripción, y Re-inspecciones de estos servicios. En estos se puede observar que el promedio se realizan 27 mil inspecciones mensuales. Es importante mencionar que en estos no se toma el servicio de actualización de datos ya que este se brinda después del servicio de inscripción y el mismo no genera un ingreso a la empresa.

Tabla 14. Cantidad de inspecciones enero-agosto 2024.

| Cantidad de inspecciones de todos los servicios año 2024 | |
|----------------------------------------------------------|-------|
| Enero | 26630 |
| Febrero | 27005 |
| Marzo | 28450 |
| Abril | 26956 |
| Mayo | 26789 |
| Junio | 27005 |
| Julio | 27121 |
| Agosto | 26850 |

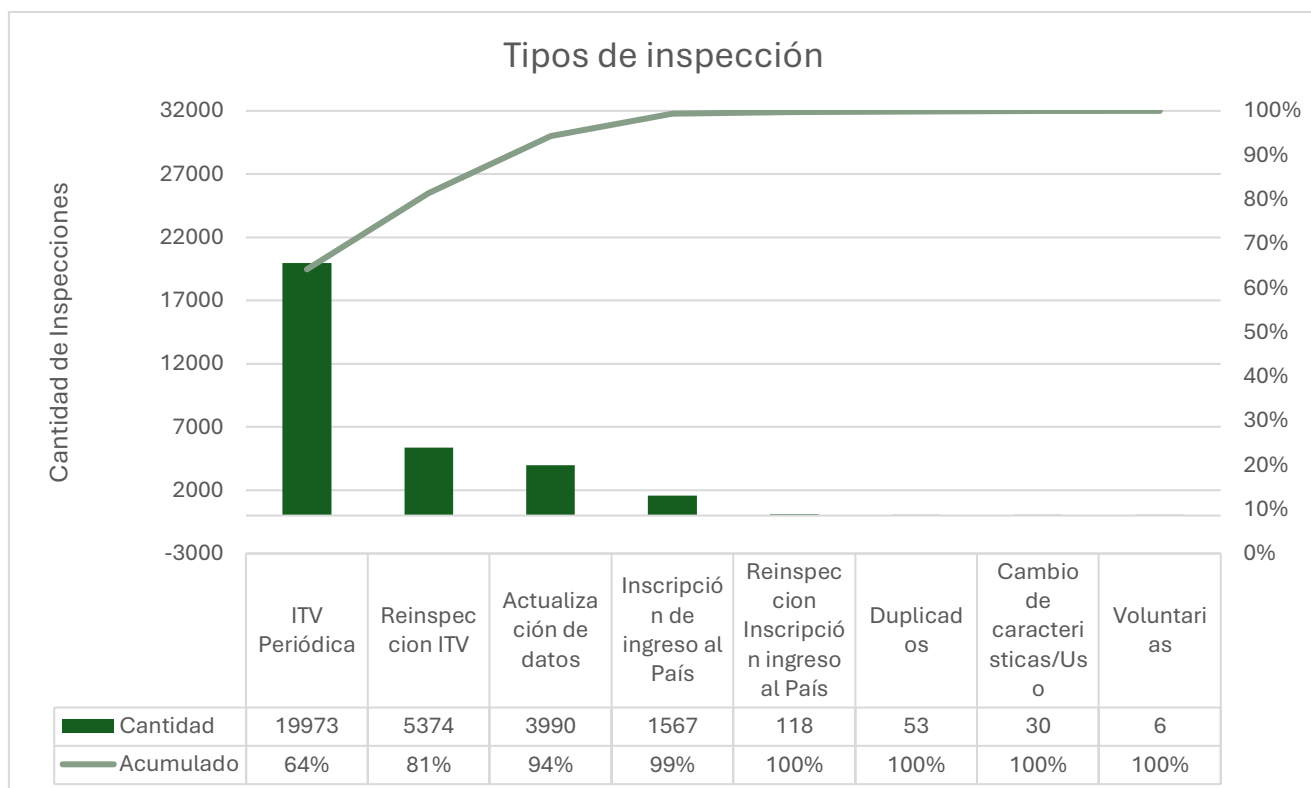
Fuente. ITV CR.

4.2 Medición de proceso actual

Se realizó una medición de tiempos del funcionamiento del proceso actual con el fin de determinar cuellos de botella del proceso de inspección técnica vehicular donde se

realizó por medio de base de datos de las inspecciones realizadas en la estación de Lagunilla de Heredia del mes de junio, de los diferentes tipos de vehículos. donde se determinó según se ilustra en la figura 22.

Figura 22. Diagrama de Pareto de tipos de inspección.

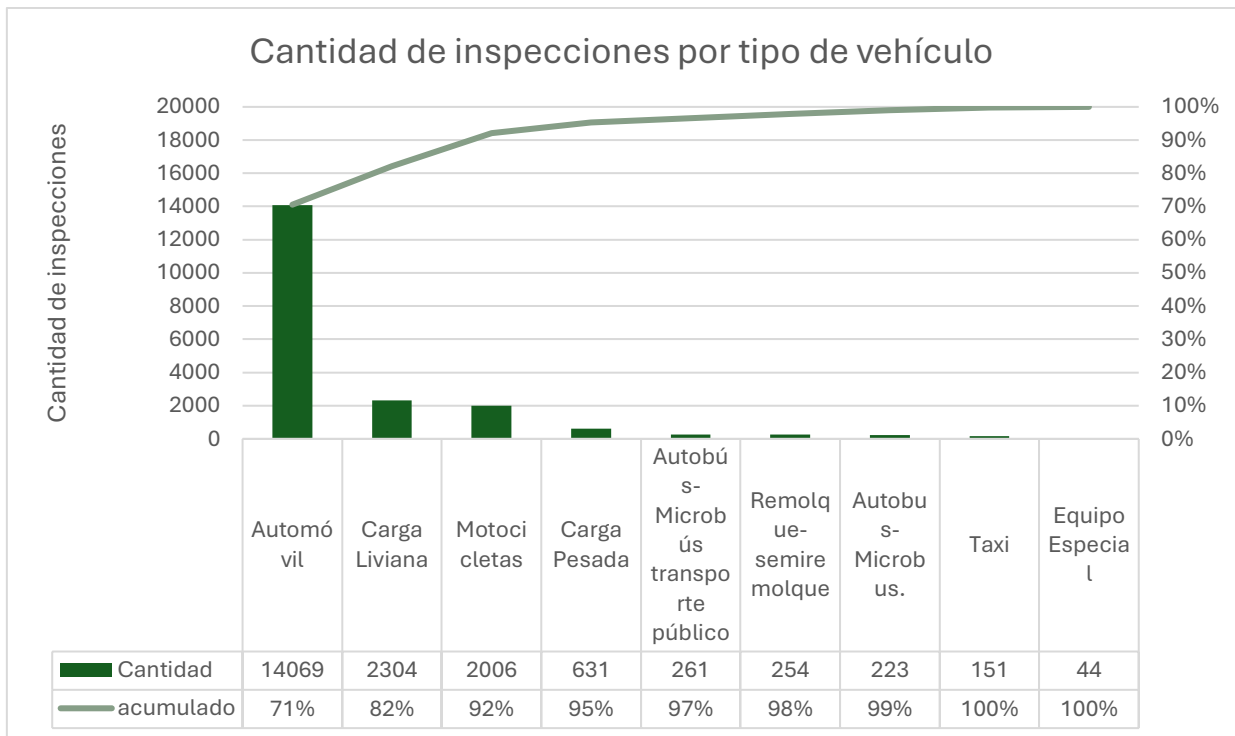


Fuente: Elaboración Propia.

En el mes de junio se realizaron un total de 31 111 inspecciones de los diferentes tipos de servicios. Se determina en el diagrama de Pareto que la mejoras que se realicen en el servicio de inspecciones técnicas periódicas que abarcan un 64% de las inspecciones realizadas van a tener el mayor impacto en la mejora de tiempos de inspección.

Después de esto se analiza los diferentes tipos de vehículos que solicitan el servicio de inspección técnica vehicular en la modalidad de inspección periódica. En la figura 23 se muestra las diferentes categorías que solicitan el servicio.

Figura 23. Diagrama de Pareto inspecciones periódicas por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

Se determina que la categoría de automóviles abarca un 71% de las inspecciones periódicas realizadas. Realizado el análisis de Pareto se determina que enfocándose en realizar una mejora en las inspecciones periódicas de automóviles va a traer mayor impacto en la mejora de los tiempos de inspección.

4.2.1 Tiempos de inspección automóviles.

El tiempo en línea en muestreo realizado del mes de junio 2024 fue de 23 minutos con 45 segundos este se puede observar en la figura 24.

Figura 24. Análisis de los tiempos de automóviles.

| Tiempo de permanencia en Línea | | | | | |
|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Automóvil | 00:23:45 | | | | |
| Tiempo promedio espera para ingresar a línea | | | | | |
| Automóvil | 00:35:34 | | | | |
| Tiempo promedio por etapas | | | | | |
| Automóvil | Etapas 1 | Etapas 2 | Etapas 3 | Etapas 4 | Tiempo productivo |
| | 0:04:50 | 0:03:12 | 0:01:56 | 0:03:50 | 0:13:47 |
| Tiempo promedio de tiempos muertos entre etapas | | | | | |
| Automóvil | Entre etapa 1 y 2 | Entre etapa 2 y 3 | Entre etapa 3 y 4 | Tiempo muerto | |
| | 0:03:35 | 0:03:05 | 0:03:18 | 0:09:57 | |

Fuente: elaboración propia.

Al realizar un análisis este tiempo lo podemos dividir en dos partes: uno es el tiempo efectivo en que el vehículo pasa en la línea de inspección en una prueba mecanizada o siendo atendido por un inspector, se puede observar en la figura 24 que este tiempo representa trece minutos con cuarenta y siete segundos, esto representa un 58% del tiempo total de permanencia en la línea de inspección. En la figura 24 se puede

observar los tiempos promedios por etapas donde la etapa 1 tiene un tiempo de cuatro minutos con cincuenta segundos. La etapa dos representa un tiempo de tres minutos y doce segundos. La etapa tres tiene un tiempo de un minuto con treinta segundos. La etapa cuatro tiene un tiempo de tres minutos con cincuenta segundos. Con estos tiempos se determina que la restricción del proceso se encuentra en la etapa 1.

El otro 42% pertenece a tiempo que el cliente pasa en la línea de inspección esperando para ser atendido entre las etapas, esto representa nueve minutos con cincuenta y siete segundos.

4.2.2 Distribución del personal en la línea de inspección

El personal actualmente operativo de la línea de inspección es distribuido en la línea de inspección como se puede observar en la figura 25.

Figura 25. Distribución del personal en la línea de inspección actual.

| Distribución del recurso humano dentro de la línea de inspección | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|---------------|------------------------|----------|----------|-------------------|
| | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Línea 4 | Línea 5 | Línea 6 | Línea 7 | |
| | Etapa 1 | | | | | | | |
| | Junior 1 | Junior 2 | Junior 3 | Junior 4 | Junior 5 | Junior 6 | Junior 7 | Recurso por etapa |
| Recurso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 6,5 |
| | Etapa 2 | | | | | | | |
| | Junior 8 | Junior 8 | Junior 9 | Jefe equipo 7 | Jefe equipo 7-senior 4 | Senior 4 | Junior 7 | |

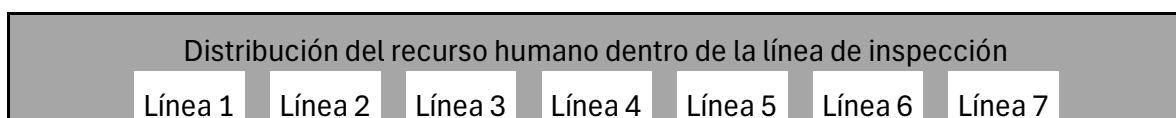
| | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| Recurso | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 0,5 | 4,5 |
| Etapa 3 | | | | | | | | |
| | Senior 1 | Senior 1 | Senior 2 | Senior 2 | Senior 3 | Senior 3 | | |
| Recurso | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | | 3 |
| Etapa 4 | | | | | | | | |
| | Jefe equipo 1 | Jefe equipo 2 | Jefe equipo 3 | Jefe equipo 4 | Jefe equipo 5 | Jefe equipo 6 | Jefe equipo 3 | |
| | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 6 |
| Recurso por Línea | 3 | 3 | 3 | 3 | 3,25 | 3,25 | 1,5 | 20 |

Fuente: Elaboración propia.

Se determina que en el caso de las líneas de vehículo la etapa uno utiliza una persona por línea, esto al igual que la etapa cuatro a excepción de la línea 3 que el jefe de equipo también finaliza las inspecciones de la línea 7 que es en la que se revisan las motocicletas. En la etapa tres, el inspector senior revisa en dos líneas. En la etapa dos el recurso para la línea 1 y 2 es de un inspector, para la línea 3 un inspector, para la línea 4 un recurso de 0,50 y para la línea 5 y 6 un recurso de 0,75 para cada línea. En promedio de recurso humano utilizado la línea de inspección es de 3,08.

Esta distribución del personal de la figura 25 se mantiene hasta que se inician las salidas del personal a tomar su tiempo de descanso.

Figura 26. Distribución del personal en la línea de inspección en tiempos de descanso.



| Etapa 1 | | | | | | | | Recurso por etapa |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| | Junior 1 | Junior 2 | Junior 3 | Junior 4 | Junior 5 | Junior 6 | Junior 8 | |
| Recurso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,33 | 6,33 |
| Etapa 2 | | | | | | | | |
| | Junior 8 | Junior 8 | Junior 7 | Junior 7 | Senior 3 | Senior 3 | Junior 7 | |
| Recurso | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,5 | 0,5 | 0,33 | 2,67 |
| Etapa 3 | | | | | | | | |
| | Senior 1 | Senior 1 | Senior 1 | Senior 2 | Senior 2 | Senior 2 | | |
| Recurso | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | | 2 |
| Etapa 4 | | | | | | | | |
| | Jefe equipo 1 | Jefe equipo 2 | Jefe equipo 3 | Jefe equipo 4 | Jefe equipo 5 | Jefe equipo 6 | Jefe equipo 3 | |
| Recurso | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 6 |
| Recurso por Línea | 2,67 | 2,67 | 2,17 | 2,67 | 2,83 | 2,83 | 1,17 | 17 |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 26 se puede observar la distribución del personal cuando se encuentran en tiempos de descanso que en promedio el recurso humano es de 2,64, donde la variación se da en que se toman 3 recursos para sacar a tomar los 30 minutos de descanso, este recurso es un jefe de equipo, un inspector junior y un inspector senior. En el turno de la mañana los tiempos de descanso inician desde las 8:30 am hasta las 12:00. Es por ello por lo que de las 8 horas del turno de la mañana se utiliza el

personal completo por 4,5 horas y se utilizan 3,5 horas para sacar tiempos de descansos.

En el caso del turno de la tarde los tiempos de comidas inician a la 3:30 pm se utiliza 3,5 horas para sacar a tiempos de descanso, de las 7 horas del turno de la tarde se ajustan a la distribución de la figura 31, en 3,5 horas. En general se denota una desnivelación de recurso en las líneas de inspección que se visualiza más en los tiempos de que el personal toma los tiempos de descansos.

4.2.3 Capacidad productiva del proceso actual.

Actualmente, el proceso de inspección mantiene un promedio de 8 inspecciones por hora por la línea de inspección para el servicio de inspecciones periódicas.

Tabla 15. Capacidad productiva actual.

| Línea | Inspecciones | Inspecciones-Día | Inspecciones-Hora |
|-----------------|--------------|------------------|-------------------|
| 1 | 3109 | 124 | 8 |
| 2 | 2915 | 117 | 8 |
| 3 | 3186 | 127 | 8 |
| 4 | 3000 | 120 | 8 |
| 5 | 2798 | 112 | 7 |
| 6 | 2949 | 118 | 8 |
| Promedio | 2993 | 120 | 8 |

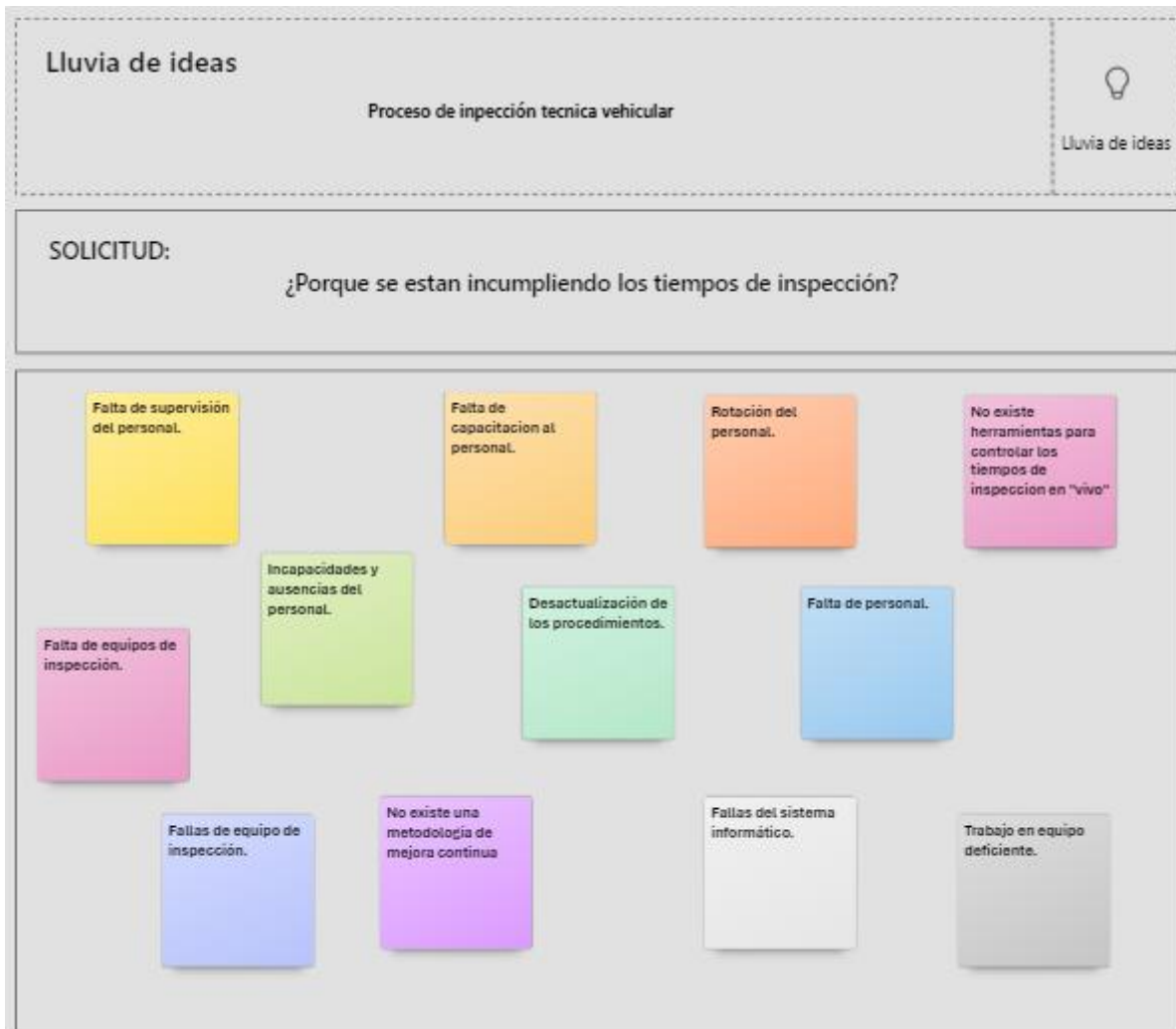
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se puede observar que en promedio se realizan alrededor de 3000 inspecciones al mes en las líneas de inspección, lo que se traduce en un promedio al día de 120 inspecciones por cada línea de inspección.

4.3 Identificación de las causas

Luego de tomar las mediciones del proceso de inspección técnica se realizó una sesión de lluvia de ideas realizada en el mes de agosto 2024, para definir las causas que están provocando que se presente un tiempo de permanencia en la línea de inspección fuera del indicador propuesto por el departamento de calidad y que se presente un tiempo de espera dentro de la línea de 9 minutos en promedio entre las diferentes etapas. Se realiza una sesión grupal con los dos supervisores y cuatro jefes de equipos de la línea de inspección. Esta sesión dio como resultado en una lluvia de ideas ilustrada en la figura 27 donde se obtuvieron ideas de parte de los encargados de velar por el buen funcionamiento del proceso de la línea de inspección.

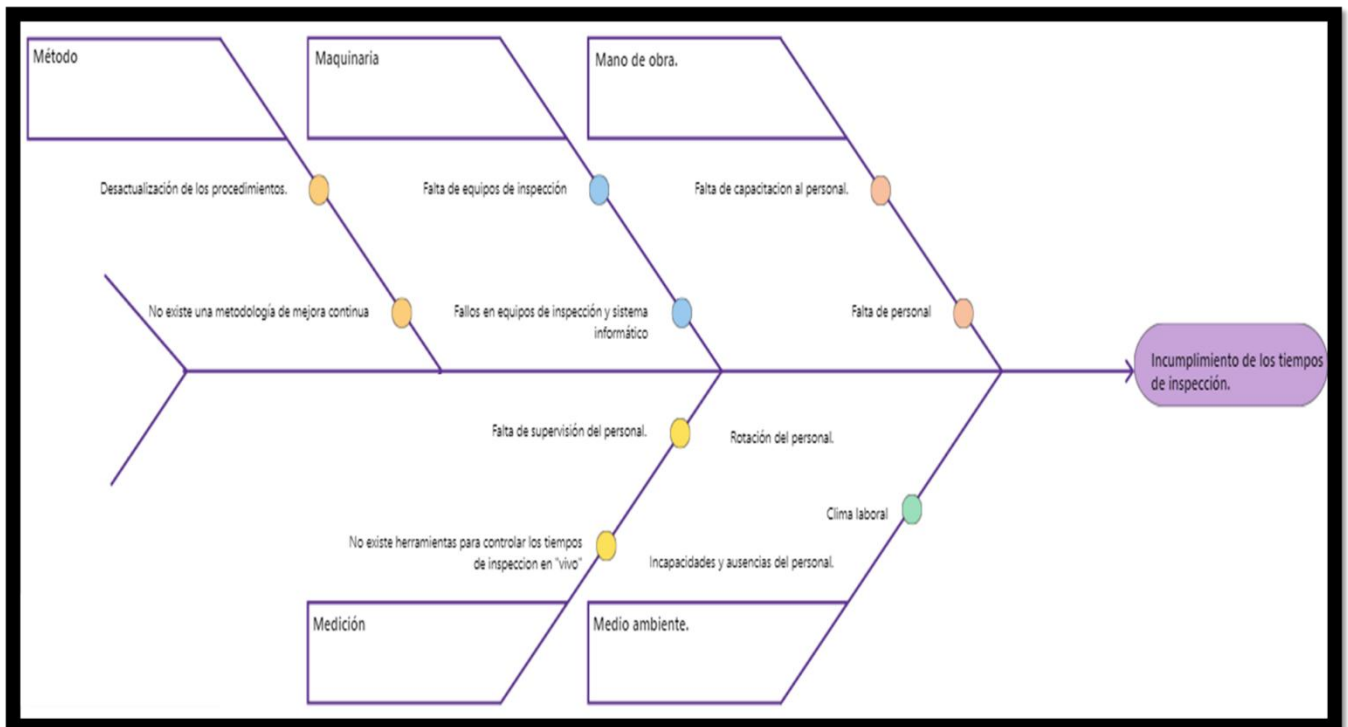
Figura 27. *Lluvia de ideas incumplimiento de tiempos de inspección.*



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar un análisis de esta sesión de lluvia de ideas se utilizó la herramienta del Ishikawa donde el insumo fueron las ideas propuestas por los dos supervisores y cuatro jefes de equipos de la línea de inspección, alrededor de la problemática del incumplimiento de los tiempos de inspección.

Figura 28. Diagrama de Ishikawa del problema.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 28 se observa gráficamente el efecto y las posibles causas que generan este efecto para lo cual se explicara cada una de las causas según lo expresado por las personas involucradas en la lluvia de ideas.

Método

Según la idea aportada por el personal se indica que cuando existe un cambio en el manual de inspección no existe una verificación si se incurre en un tiempo adicional para la verificación del punto del manual. Además, se indica que no existe un método donde ellos puedan realizar sus aportes.

Maquinaria

Se indica que existen dos líneas que no cuenta con máquina de gases gasolina al final de la línea a diferencia de las otras líneas de inspección. Y que existen equipos móviles como cintas métricas escasas.

Mano de obra

El personal indica que existen deficiencias en el tema de la capacitación inicial y no existe un programa de refrescamientos.

El otro punto es la cantidad de personal indican que muchas veces el cliente debe esperar ya que el personal está atendiendo a otro cliente, lo que genera retrasos en la línea, Sumado a esto no existe una clara descripción de las tareas que debe desarrollar un inspector en una posición específica.

Medición

El otro punto de control mencionado es que no existe una herramienta para realizar un control en el momento, actualmente el programa le indica cuanto tiempo dura una etapa, no le marca el tiempo total que lleva el vehículo en la línea de inspección. El otro aporte fue en relación que muchas veces en personal descuida sus puestos de trabajo lo cual genera retrasos.

Medio ambiente

Actualmente existe una alta rotación de personal, además es muy común que existan faltante de personal por incapacidades o ausencias. Esto afecta constantemente los

tiempos de inspección y recarga el trabajo para el personal presente y a su vez se presenta un clima laboral no adecuado.

Se utilizó la técnica multivoto en el mes de agosto para determinar las principales, para lo cual se le pide en este caso a los 12 jefes de equipos y a los 2 supervisores que identifiquen la importancia de cada tema que surgió de la lluvia de ideas y el Ishikawa, donde se le dio un valor en una escala de 1 a 5, donde 5 es la mayor importancia y 0 es la menor importancia. El resumen del multivoto en la tabla 16.

Tabla 16. Resumen Multivoto.

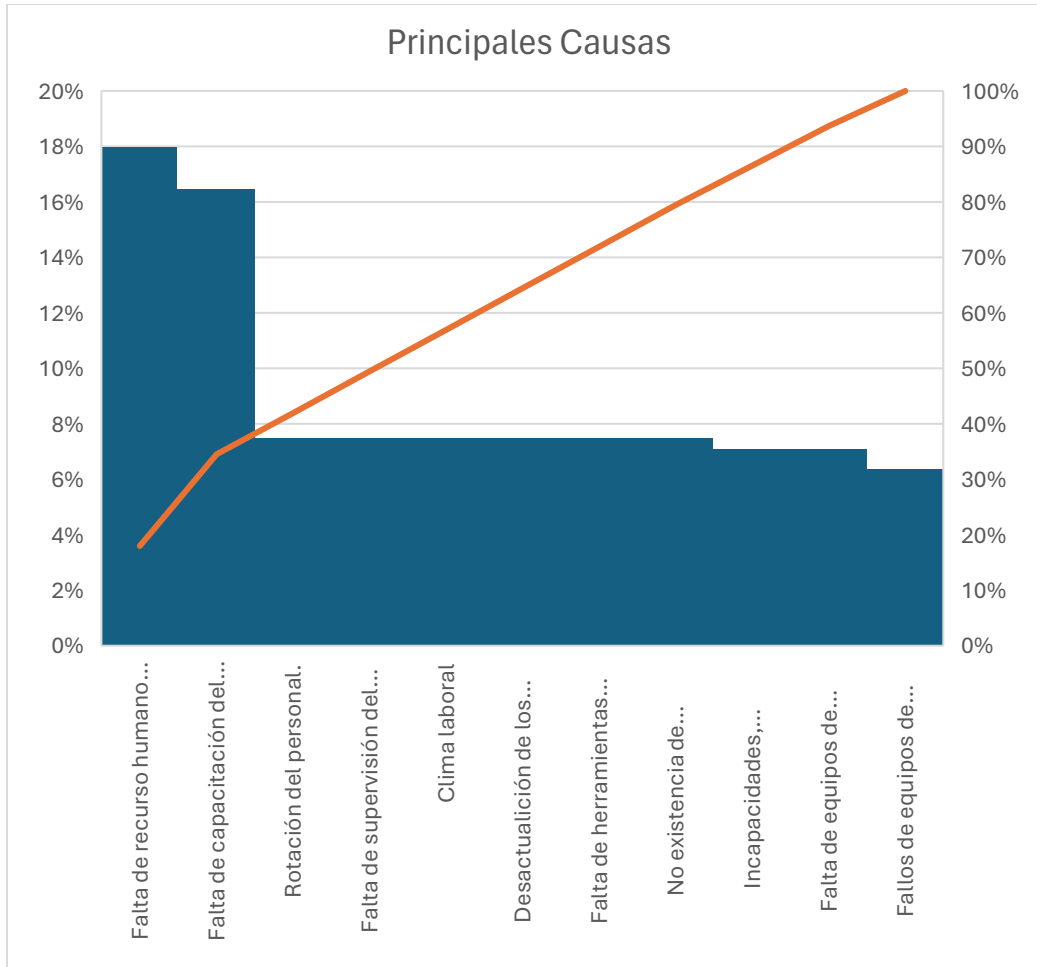
| causas | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | Total | Porcentaje |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|------------|
| Falta de recurso humano dentro de línea de inspección | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 48 | 18% |
| Falta de capacitación del personal | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 44 | 16% |
| Rotación del personal. | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 20 | 7% |
| Incapacidades, ausencias del personal. | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 19 | 7% |
| Falta de supervisión del personal | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 20 | 7% |
| Clima laboral | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 20 | 7% |
| Desactualización de los procedimientos. | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 20 | 7% |
| Falta de herramientas para controlar los tiempos dentro de la línea de inspección | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 20 | 7% |
| No existencia de metodología de mejora continua | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 20 | 7% |
| Falta de equipos de inspección. | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 19 | 7% |
| Fallos de equipos de inspección y sistemas informáticos | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 17 | 6% |
| Total, puntos asignados | | | | | | | | | | | 267 | 100% |

Fuente: Elaboración propia.

La principal causa determinada es la falta del recurso humano, esto es determinado por los supervisores y jefes de equipos. El síntoma que presenta el proceso actual, donde existen tiempos de espera promedio dentro de las etapas que abarcan un 42 % del tiempo que dura el cliente dentro de la línea de inspección.

- La siguiente causa con mayor porcentaje es la falta de capacitación de la distribución del trabajo dentro de la línea de inspección, el principal síntoma que presenta el proceso actual es desequilibrio que existe en la línea de inspección en cuanto la asignación del recurso y este se evidencia más cuando el personal sale a tomar su tiempo de descanso, donde el personal no tiene un conocimiento de sus funciones en esta situación. En la figura 29 se puede observar un diagrama de Pareto donde esas dos causas son las que me provocan las mayores consecuencias sobre los tiempos de inspección.

Figura 29. Pareto de Multivoto.



Fuente. *Elaboración propia.*

CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se diseñarán las propuestas de mejoras para solucionar el problema, y el impacto que tendrán sobre este. Se realiza un análisis del impacto económico de estas propuestas en relación con el costo de implementación.

5.1 Propuestas de mejora

Las mejoras realizadas al proceso de inspección se enfocaron en las dos principales causas determinadas por el personal a cargo del proceso

5.1.1 Nivelación del recurso humano en la línea de inspección

Se propone que las líneas de inspección mantengan un recurso humano de 3,5 por la línea de inspección en todo momento de operación. En el caso de la línea de motos mantenga un recurso humano de 3. En este caso de cada línea de inspección tendrá un recurso humano de 3,5, donde en la etapa 1 se tendrá 1 recurso por línea. En la etapa 2 se tendrá 1 recurso por línea. En la etapa 3 se tendrá un recurso de 0,50 por línea. Y en la etapa 4 se tendrá un recurso por línea. Para un total de 24 recursos humanos (personas) por turno según se muestra en la figura 30.

Figura 30. Propuesta de distribución del recurso humano.

| Distribución del recurso humano dentro de la línea de inspección | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Línea 4 | Línea 5 | Línea 6 | Línea 7 | |
| | Etapa 1 | | | | | | | |
| Recurso | Junior 1 1 | Junior 2 1 | Junior 3 1 | Junior 4 1 | Junior 5 1 | Junior 6 1 | Junior 7 1 | Recurso por etapa 7 |
| Recurso | Junior 9 1 | Junior 10 1 | Junior 11 1 | Junior 12 1 | Senior 4 1 | Senior 5 1 | Junior 8 1 | 7 |
| | Etapa 3 | | | | | | | |
| Recurso | Senior 1 0,50 | Senior 1 0,50 | Senior 2 0,50 | Senior 2 0,50 | Senior 3 0,50 | Senior 3 0,50 | | 3 |
| | Etapa 4 | | | | | | | |
| Recurso por Línea | Jefe equipo 1 1 | Jefe equipo 2 1 | Jefe equipo 3 1 | Jefe equipo 4 1 | Jefe equipo 5 1 | Jefe equipo 6 1 | Jefe equipo 7 1 | 7 |
| | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3 | 24 |

Fuente: elaboración propia

En el caso de los tiempos de descanso la propuesta es realizar los tiempos con 4 recursos, pasando de 24 a 20 personas en los tiempos de descansos.

Esta propuesta implicaría la contratación de 4 inspectores por turno.

5.1.2 Plan piloto

Se realizó un plan piloto en el mes de octubre del 2024 en la línea de inspección número 3, esto con el fin de obtener datos del funcionamiento de la línea con un recurso humano de 3,5, donde se distribuyó el personal de la siguiente forma: para la etapa 1 un recurso, para la etapa 2 un recurso, para la etapa 3 un recurso de 0,5 y para la etapa 4 un recurso basado en la propuesta de nivelación de línea. El recurso humano para este plan piloto se obtuvo por medio de horas extras.

5.1.2.1 Capacitación previa a plan piloto.

Se desarrolló una capacitación para el personal que participó en el plan piloto, la cual se realizó el jueves 30 de septiembre 2024 (ver anexo A) a cargo del gerente de estación y la persona a cargo del proyecto. Esto se determinó como una de las causas principales, según los supervisores y jefes de equipo, donde denotan la falta de capacitación acerca de las funciones y movimientos que deben realizar los inspectores de forma proactiva para el buen funcionamiento y ocupación dentro de la línea de inspección.

La capacitación se realizó de forma presencial donde se entregó a los participantes una página guía (ver anexo B), la cual quedó almacenada para consulta en la aplicación del visor donde el personal de la empresa tiene acceso ([Visor para Línea - CR - Power Apps](#)). Esta página guía que sirvió para realizar dinámicas para que los participantes entendieran los movimientos dentro de la línea de inspección. Es importante mencionar que existe un factor que es el cliente que es el que interactúa en la inspección, por lo cual existe una variabilidad en la ejecución de la revisión de un cliente a otro. Los temas tratados en la capacitación fue la distribución y movimientos a realizar según el flujo de la línea en cada una de las etapas. Es importante mencionar que las personas involucradas en el plan piloto tienen experiencia por lo cual se trabajó una concientización sobre la importancia de mantener un buen flujo en la línea de inspección.

Tabla 17. Capacitación de funciones de la etapa 1.

| Etapa 1 |
|---------------------------------------------------------|
| Actividades |
| Recibimiento del cliente |
| Prueba de alineación |
| Identificación del vehículo |
| Condiciones previas a prueba de emisiones contaminantes |
| Prueba de banco de suspensión |
| Visual externa |

Fuente. Elaboración propia.

En la etapa 1 ver tabla 17 el inspector debe recibir al cliente de una manera amable, ante de esto en el sistema informático buscara la placa del vehículo para iniciar la inspección. Luego procede a realizar la prueba de alineación, seguido de las condiciones previas para la prueba de emisiones contaminantes. Después, de esto se montará el vehículo sobre en banco de suspensión y simultáneamente a esta prueba se realizará la inspección visual externa.

Nota: en el caso de los dos primeros vehículos el inspector de la etapa 1 realizará las pruebas mecanizadas y enviará la visual externa y condiciones previas al inspector de la etapa 2 y al jefe de equipo en la etapa 4 respectivamente.

Tabla 18. Capacitación de funciones de la etapa 2.

| Etapa 2 |
|-----------------------------|
| Prueba de reglaje de luces |
| Prueba de frenos |
| Visual interna del vehículo |

Fuente: Elaboración propia.

En la etapa 2 ver tabla 18, el inspector realizará la prueba de alineación de luces, seguido de la prueba de frenado. Después, de esto se realizará la visual interna.

Nota: El inspector de la etapa 2 realizará la función de mantener el flujo constante, por lo cual este debe en caso de terminar su función en la etapa 2, debe mover el vehículo que está en la etapa 1 a la etapa 2 y terminar la visual externa. En el caso que la etapa 4 se requiera su ayuda se moverá a la etapa 4 a realizar la prueba de emisiones contaminantes gasolina. Este recurso es muy importante ya que será el que mantenga un flujo constante en la línea de inspección.

Tabla 19. Capacitación de funciones de la etapa 3.

| Etapa 3 |
|--------------------------------|
| Prueba de detector de holguras |

Fuente. Elaboración propia.

Las actividades de la etapa 3, ver tabla 19 a realizar por el inspector senior es la revisión de las partes bajas del vehículo el mismo realizara la revisión en dos líneas a su cargo.

Tabla 20. Capacitación de funciones de la etapa 4.

| Etapa 4 |
|-----------------------------------|
| Prueba de emisiones contaminantes |
| Entrega de informe al cliente |

Fuente. Elaboración propia.

Las actividades de la etapa 4, ver tabla 20 a realizar por el jefe de equipo o inspector es la realización de la prueba de emisiones contaminantes. En el caso de garantizar el

flujo de la línea el jefe de equipo puede mover la visual interna o externa a la etapa 4 y en el caso de las emisiones contaminantes puede ser movida a la etapa 1 según la configuración de la línea.

5.1.2.3 Datos del plan piloto.

Se obtuvo como resultado del plan piloto realizado en la línea número 3 las siguientes estadísticas mostradas en la tabla 21.

Tabla 21. Estadísticas por línea, de plan piloto.

| Línea | Inspecciones | Inspecciones-Día | Inspecciones-Hora |
|----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1 | 3313 | 133 | 9 |
| 2 | 2730 | 109 | 7 |
| 3 | 4365 | 175 | 12 |
| 4 | 2879 | 115 | 8 |
| 5 | 2803 | 112 | 7 |
| 6 | 2898 | 116 | 8 |
| Promedio | 3165 | 127 | 8 |

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como resultado que la línea 3 que se mantuvo un recurso humano de 3,5 realizó en el mes de octubre un total de 4365 inspecciones. En promedio de inspecciones que se realizan diariamente fue de 175 inspecciones, para un promedio de 12 vehículos por hora.

En la tabla 22 se tienen los tiempos por etapa obtenidos en el plan piloto, donde se obtiene que el tiempo de espera entre la etapa 1 y 2 es en promedio 31 segundos.

Entre la etapa 2 y 3 existe un tiempo de espera de 2 minutos con 5 segundos. Entre la etapa 3 y 4 existe un tiempo de espera de 1 minuto y 10 segundos. En total se tiene un tiempo de espera entre etapas de 3 minutos con 46 segundos. Existe una reducción de los tiempos entre etapas en comparación a las mediciones realizadas de 6 minutos con 11 segundos, lo cual representa una reducción de un 62 %.

Tabla 22. *Tiempos obtenidos plan piloto.*

| Tiempo promedio por etapas | | | | | |
|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Automóvil | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Tiempo productivo |
| | 00:04:25 | 00:03:32 | 00:01:57 | 00:03:19 | 00:13:13 |
| Tiempo promedio de tiempos muertos entre etapas | | | | | |
| Automóvil | Entre etapa 1 y 2 | Entre etapa 2 y 3 | Entre etapa 3 y 4 | Tiempo muerto | |
| | 00:00:31 | 00:02:05 | 00:01:10 | 00:03:46 | |

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.4 Análisis económico del plan piloto

Como se mencionó anteriormente el plan piloto se realizó en horas extras, el cual se detalla a continuación:

Tabla 23. *Costo de horas extras capacitación plan piloto.*

| Puesto | Cantidad | Salario con Cargas sociales | Valor de hora con cargas sociales | Valor de la hora extra | Inversión en hora extra |
|----------------|----------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Supervisor | 2 | ¢1 383 233,00 | ¢5 763,47 | ¢8 645,21 | ¢17 290,41 |
| Jefe de equipo | 2 | ¢1 014 371,00 | ¢4 226,55 | ¢6 339,82 | ¢12 679,64 |

| | | | | | |
|------------------|---|-------------|-----------|-----------|------------|
| Inspector senior | 2 | ₡860 678,00 | ₡3 586,16 | ₡5 379,24 | ₡10 758,48 |
| Inspector junior | 4 | ₡760 788,00 | ₡3 169,95 | ₡4 754,93 | ₡19 019,70 |
| | | | | Total | ₡59 748,23 |

Fuente. Elaboración propia.

La capacitación previa como se muestra en la tabla 23 tuvo un costo de inversión de ₡59 748,23.

El plan piloto se desarrolló en el mes de octubre 2024, este mes tuvo 27 días laborales, y para ello se utilizó personal en hora extras para mantener un recurso humano de 3,5.

Tabla 24. Costo de horas para implementación plan piloto.

| Puesto | Cantidad de horas diarias | Valor de la hora extra | total, diario | Total, en mes de octubre (Días laborales 27) |
|------------------|---------------------------|------------------------|---------------|----------------------------------------------|
| Inspector junior | 15 | ₡4 754,93 | ₡71 323,88 | ₡1 925 744,63 |

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 24 se muestran que para mantener el personal para el plan piloto es necesario 15 horas extras al día, las cuales fueron realizadas por inspectores junior las cuales tienen un costo de ₡1 925 744,63.

Con relación a las mediciones realizadas se lograron realizar 4 inspecciones periódicas de automóvil, pasando de un promedio de 8 a 12 inspecciones. Esto traducido a valores monetarios se puede observar en la tabla 25.

Tabla 25. Utilidad obtenida plan piloto.

| Valor de la inspección de automóvil sin impuesto | Costos administrativos, salarios, mantenimiento, insumos etc. | Utilidad por inspección | Inspecciones obtenidas por día | Inspecciones días hábiles octubre | Utilidad obtenida mes de octubre |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| ₡7 015 | ₡2 900 | ₡4 115 | 60 | 1620 | ₡6 666 300 |

Fuente. Elaboración propia.

Según los datos facilitados del costo de una inspección de un vehículo, la empresa utiliza aproximadamente ₡2 900 colones para gastos administrativos, mantenimientos, salarios, etc. Por lo cual la utilidad por inspección es de aproximadamente de ₡4 115 colones. Según los resultados obtenidos en el plan piloto se hicieron en promedio 4 inspecciones más con un recurso de 3,5 personas. Lo que genera al mes 1620 más inspecciones obteniendo una utilidad de ₡6 666 300.

Tasa de retorno de inversión (ROI)

Se realizó un análisis de la tasa de retorno de inversión realizada para ejecutar el plan piloto; en el cual como insumo se utilizaron horas extras del recurso humano, así como una capacitación previa a la realización de este como referencia para el mes de octubre.

$$\text{ROI} = \frac{6\,666\,300 - 1\,985\,493}{6\,666\,300} = 70\%$$

La tasa de retorno de inversión da como resultado un ROI positivo, esto es un indicador que la inversión realizada fue rentable.

5.2 Proyección del plan piloto a las 6 líneas.

Para implementar el plan piloto en las 6 líneas de inspección se realiza bajo el escenario de que el recurso humano necesario para ejecutarlo se realizará mediante contratación fija, esto ya que es insostenible a lo largo del tiempo que el personal realice horas extras todos los días esto por factores físicos y psicológicos del personal. Para esto se debe realizar la contratación de 8 inspectores en total.

Estos inspectores deberán pasar por el proceso de inducción de la empresa en donde estará incluida la capacitación realizada para ejecutar el plan piloto. Esta tiene una duración de 4 semanas.

Tabla 26. Costos de Proyección a 6 líneas.

| Puesto | Cantidad | Salario con Cargas sociales | Inversión en capacitación | Equipo de protección | Uniformes | Gastos de capacitación |
|------------------|----------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|-----------|------------------------|
| Inspector junior | 8 | ¢760 788 | ¢6 086 304 | ¢720 000 | ¢528 000 | ¢1 383 233 |
| | | | | | Total | ¢8 717 537 |

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 26 se observan la inversión necesaria para que el personal se encuentre listo para ser productivo, entre los rubros son los costos de salarios, equipo de protección, uniformes y el costo de la persona que realiza la capacitación; esta inversión inicial es de ¢8 717 537. En este mes inicial el personal nuevo no generará ningún ingreso.

La proyección de cantidad de inspecciones a realizar en base al plan piloto es pasar de 8 inspecciones en promedio por hora a 12 inspecciones por hora.

Tabla 27. Proyección de utilidad.

| Valor de la inspección de automóvil sin impuesto | Costos administrativos, salarios, mantenimiento, insumos etc.. | Utilidad por inspección | Inspecciones obtenidas por día | Inspecciones días hábiles (26) | Costo por aumento de gastos de inspección por mes (¢1100). | Utilidad obtenida por mes. |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ¢7 015 | ¢4 000 | ¢3 015 | 360 | 9360 | ¢19 800 000 | ¢8 420 400 |

Fuente. Elaboración propia.

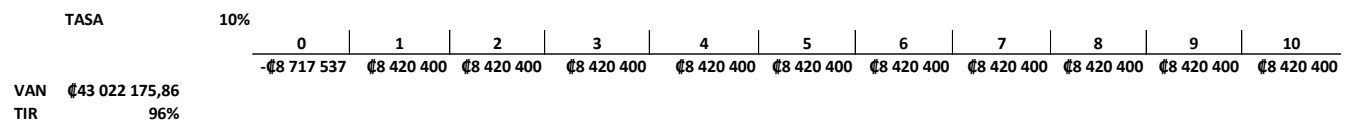
En la tabla 27 se determina que el costo por inspección realizada con el recurso humano de 8 personas nuevas, esto aumenta 9360 inspecciones donde la capacidad promedio de vehículo tipo automóvil aumentaría de 18 000 inspecciones a 26 000 inspecciones aproximadamente. Los costos administrativos aumentan a ¢4 000 colones, obteniendo una utilidad por inspección de ¢3 015 colones. Se reporta un costo asociado al incremento de ¢1100 colones de los costos administrativos por inspección. La utilidad obtenida por las inspecciones realizadas en los periodos mensuales es de ¢8 420 400 colones.

5.2.1 Indicadores económicos valor Anual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR)

Se realiza el cálculo de los indicadores económicos donde se toma que el promedio de vehículos por línea por hora es de 12. Se toma como inversión inicial los datos de

la tabla 26 y el flujo de efectivo de la figura 27, donde la inversión inicial es de ¢8 717 537 y el flujo de los periodos es de ¢8 420 400. Los periodos representan 1 mes y estos a su vez son 10 periodos esto debido a la convocatoria oficial de los vehículos particulares para realizar las inspecciones periódicas.

Figura 31. VAN y TIR



Fuente. Elaboración Propia.

En la figura 31 se ilustra la inversión inicial y el flujo de los 10 periodos, donde se realiza el cálculo del VAN con una tasa descuento 10%, donde se obtiene un resultado positivo de ¢43 022 175,86 lo cual da viabilidad económica al proyecto. En el caso del TIR se obtiene una tasa de 96%, lo cual no indica que el proyecto es rentable ya que es mayor a la tasa de oportunidad del proyecto.

5.3 Controles de seguimiento de la propuesta de mejora.

Para garantizar la sostenibilidad de la mejora del proceso se debe de tomar acciones que busquen establecer el control y seguimiento. Las acciones para garantizar esto son las siguientes:

- Indicador Clave de Desempeño (KPI's) de tiempo total entre etapas de inspección: Este indicador tiene como objetivo mejorar la calidad del servicio, esto debido a que busca que el cliente este el menor tiempo sin atender

- Auditorías internas: se van a incluir dentro del plan de auditorías internas la mejora al proceso realizada. Las auditorías internas son realizadas por el auditor interno perteneciente al departamento de calidad de la empresa. Cuando se realizan las auditoría el auditor es acompañado por expertos técnicos pertenecientes a la empresa. Las auditorías internas son realizadas con una frecuencia de un mínimo de 2 veces al año. El objetivo de la inclusión de la mejora del proceso es la revisión del nuevo KPIs de tiempo total entre etapas de inspección, revisiones de los procesos, entrevistas con el personal. De existir una no conformidad el responsable de la sede debe elaborar un plan de acción donde se encuentre la causa raíz y se implementen acciones correctivas. Se debe presentar las evidencias a departamento de calidad para el cierre de la no conformidad y de ser necesario se puede realizar una auditoría extraordinaria.

- Caminatas dentro de las líneas de inspección: se van a incluir dentro de las tareas del supervisor, el realizar caminatas diarias por todas las líneas de inspección para supervisar el buen funcionamiento de las mejoras realizadas y buscar retroalimentación del equipo de trabajo. Esta será realizada al menos una vez al día. El supervisor mantendrá las observaciones encontradas en bitácora la cual alimentará las micro reuniones.

- Micro reuniones de Seguimiento: Se realizarán reuniones diarias con el equipo del proceso de inspección con una duración de aproximadamente cinco minutos, para revisar el progreso de las mejoras implementadas y orientar a los inspectores y comunicar el resultado del KPI's del día anterior y discutir posibles ajustes. Estas micro reuniones se realizarán al inicio del turno de la mañana y para el turno de la tarde se realizarán en el cierre de la jornada.

Implementando estos controles, se podrá tener un seguimiento efectivo de la mejora propuesta en el proceso de inspección técnica vehicular, garantizando una mejora continua en la calidad del servicio.

Se realiza un cronograma de las actividades ver figura 31, para implementar el proyecto en la empresa y cada una de las actividades. En el caso de la actividad de establecimiento del indicador se realiza la propuesta al departamento de calidad basado en los datos obtenidos en el plan piloto, esto queda en función de la empresa el establecimiento de este y para la implementación del proyecto.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Se identificó por medio de un estudio del proceso de la inspección técnica vehicular, la existencia del incumplimiento de KPI's de tiempo en línea donde se superaba los 18 minutos promedio de manera sostenida en el año actual, se identifican en este incumplimiento retroalimentaciones de los clientes hacia los colaboradores y en *Google reviews* los clientes dejaban comentarios con la percepción que se duraba mucho en el proceso.

Luego del proceso de medición, se analizaron los datos obtenidos en la medición de tiempos donde se obtuvo como resultado que el tiempo promedio en línea fue de aproximadamente 24 minutos, donde el 58% de este tiempo pertenece a cuando el vehículo se encuentra siendo atendido y el otro 42% pertenece a tiempo que el vehículo pasa en espera a ser atendido entre las diferentes etapas de inspección. Esto generó la necesidad de enfocar la mejora del proceso a disminuir ese tiempo muerto entre las etapas de inspección

Se implementó una mejora al proceso de inspección, en donde se determinó una nivelación de la línea de inspección del recurso humano, pasando de 3 a 3,5 inspectores por línea, para esto se implementó en la escala de un plan piloto en una línea de inspección donde se obtuvo como resultado una disminución de los tiempos de espera dentro de la línea de inspección de un 62%.

Se estableció un KPI's de tiempo de espera dentro de la línea de inspección con el fin de que este sirva para brindar un control a la propuesta de implementación en todas

las líneas de inspección y se le brinde seguimiento por medio de auditorías internas, caminatas de supervisión y micro reuniones con el personal involucrado.

Finalmente, se realizó un análisis económico de la implementación del plan piloto por medio del ROI el cual fue positivo, y dio como resultado un 70%. En cuanto a la proyección del plan piloto a las 6 líneas de inspección se realiza el análisis del VAN y TIR los cuales dan un resultado positivo por lo cual le da viabilidad al proyecto.

6.2 Recomendaciones.

Según la necesidad de la empresa frente a una pronta apertura del servicio de inspección técnica vehicular, se recomienda implementar en el plazo más breve posible la mejora a nivel de las otras líneas de inspección.

La mejora que realizó se enfocó en los tiempos muertos entre las etapas de inspección, por lo cual deja abierto a realizar una mejora en el tiempo de inspección donde se logró observar:

- El poco uso de las máquinas de gases al principio de las líneas de la 1 a la 4, ya que la prueba se realiza al final de la línea y en el caso de la línea 5 y 6 no existe máquina de emisiones de gasolina al final de la línea donde podrían ser aprovechadas.
- Los equipos móviles como los medidores de revoluciones y cintas métricas no cuentan con un lugar designado, por lo cual cuando algún inspector requiere utilizarlo debe buscar donde fue dejado.

Bibliografía

- Acuña Acuña, J. (2004). *Mejoramiento de la Calidad: Un enfoque a los servicios*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Ardiaca, F. B. (2015). *El mejor libro jamás escrito sobre entrevistas: Técnicas, estrategias y poder de la entrevista periodística*. Barcelona: UOC.
- Asana, Inc. (2024). *Asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>
- ATLAS.ti ACADEMY. (27 de 06 de 2024). *ATLAS.ti*. Obtenido de <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/entrevistas>
- Baca Urbina, G., Cruz Valderrama, M., Cristóbal Vázquez, I., Baca Cruz, G., Juan Carlos Gutiérrez Matus, J., Pacheco Espejel, A., . . . Obregón Sánchez., M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial (Vol. II)*. México, D.F.: GRUPO EDITORIAL PATRIA, S.A. DE C.V.
- Capability Boosters. (15 de 8 de 2024). *Capability Boosters*. Obtenido de <https://cpboosters.com/agile/proyecto-piloto/#:~:text=Un%20proyecto%20piloto%20se%20define,probar%20su%20efectividad%20y%20viabilidad.>

Castellanos, L. (14 de 07 de 2024). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/#_ftn1

Chacón, J., Monge, S., & Ramos, E. (30 de 06 de 2024). *REIPROTOOLS*. Obtenido de <https://reiprotocols.wordpress.com/2017/12/13/los-5-porques/>

Consejo de Seguridad Vial. (2024). *www.csv.go.cr*. Obtenido de <https://www.csv.go.cr/normativa-de-transito>

Enciclopedia Concepto. (30 de 06 de 2024). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/lluvia-de-ideas/>

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México, D. F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Herrera Acosta, R. J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2011). *Seis Sigma: Un Enfoque Práctico*. En R. J. Herrera Acosta, & T. J. Fontalvo Herrera, *Seis Sigma: Un Enfoque Práctico*. (pág. 4). Obtenido de <https://elibro-net-uh.knimbus.com/es/ereader/bibliouh>: <https://elibro-net-uh.knimbus.com/es/ereader/bibliouh/71196?page=1>.

HubSpot, Inc. (2024). *hubspot*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-un-kpi>

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2024). *Inteco.org*. Obtenido de

<https://inteco.org/sobre->

[nosotros#:~:text=INTECO%20entiende%20la%20calidad%20como,para%20los%20intereses%20del%20Estado.](https://inteco.org/sobre-nosotros#:~:text=INTECO%20entiende%20la%20calidad%20como,para%20los%20intereses%20del%20Estado.)

Real Academia Española. (17 de junio de 2024). *Real Academia Española*. Obtenido

de Diccionario de la lengua española, 23.^a ed: <https://dle.rae.es>

Rodríguez Fernández, M. (2007). *Procesos de Trabajo*. Madrid: Pearson Educación.

Sociedad Estadounidense para la Calidad. (25 de 08 de 2024). *ASQ*. Obtenido de

<https://asq.org/quality-resources/quality-glossary/m>

ANEXOS

Anexo A. Lista de asistencia a plan piloto.

| ASISTENCIA ACTIVIDADES | | GC.01.06 | |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| | | Versión 13-11-2024 | |
| NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: | | PLAN PILOTO 3.6 | |
| INSTRUCTOR: | | DANIEL SEGURA | |
| FECHA: | 30/9/2024 | DURACION: (En horas): | 1 |
| LUGAR: | | Estación Heredia | |
| No. | NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS) | FIRMA DEL PARTICIPANTE | |
| 1 | Angela Guadalupe Blandon Picado | | |
| 2 | Carlos Luis Zuñiga Marin | | |
| 3 | Brandon Esteban Sanchez Vargas | | |
| 4 | Giovanni Diaz Vindas | | |
| 5 | Axel Pastrana Fuentes | Axel Pastrana F. | |
| 6 | Bryan Chávez Varela | | |
| 7 | Esteban Valerio Madrigal | | |
| 8 | Hevander Zamora Alfaro | | |
| 9 | Gabriel Soto Quiros | | |
| 10 | Merling Vargas Salas | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |

Anexo B. Página guía de Capacitación de plan piloto.

