

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**“DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN UN CENTRO
DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR EN LA CIUDAD DE JULIACA”**

TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER:

HERBERT SAÚL PAREDES URVIOLA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AREQUIPA-PERÚ

2014

DEDICATORIA

Gracias a Dios y gracias a mis queridos padres, Juan y Dina, a mi hermano Juan, mi prima Luz Patricia y a mi tía Aurora que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, me toca ahora regresar un poco de todo lo que hicieron por mí. Con todo mi cariño esta tesis se la dedico a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mis estimados maestros del Programa Profesional de Ingeniería Industrial por sus sabias enseñanzas y sus valiosos consejos que perdurarán siempre en mi formación.

A mis queridos amigos que hicieron de estos cinco años, años inolvidables y muy divertidos, gracias por su apoyo.

A mi Asesor el Ing. Max por su colaboración con este trabajo.

RESUMEN

El parque automotor de la ciudad de Juliaca y de todo el Sur viene creciendo continuamente, y esto trae como consecuencia el incremento de la demanda de inspecciones técnicas vehiculares así como una reñida competencia en este rubro.

El presente estudio tiene como finalidad proponer un plan de mejora integral en todas las estaciones del servicio y plantear una distribución de planta acorde con las demandas futuras.

En el Capítulo I se planteó el problema, se estableció los objetivos, se justificó el desarrollo de la investigación y se realizó la operacionalización de las variables.

En el Capítulo II se presenta el Marco Teórico que contiene los conceptos y herramientas de Ingeniería Industrial usadas en este trabajo para el diagnóstico.

En el Capítulo III se diagnosticó el estado de la empresa, hallando las causas fundamentales del problema y los factores involucrados para luego realizar propuestas de mejora.

En el Capítulo IV Se realizó propuestas de mejora para cada una de las causas fundamentales del problema y se realizó una evaluación financiera para comprobar su viabilidad y medir su rentabilidad, la cual mostró resultados altamente satisfactorios.

ABSTRACT

The Automotive fleet of the city of Juliaca and around South Peru has been growing continuously and this result in increased demand for vehicle technical inspections and stiff competition in this business.

This study aims to propose an improvement integral plan for all service stations and planting new distribution according to future demand.

In Chapter I the principal problem was contemplated, the objectives were established, the development of the research was justified and the operationalization of the variables involved.

In Chapter II the theoretical framework contains the concepts and industrial engineering tools used for diagnostic.

In Chapter III state enterprise was diagnosed, locating problem root causes and involved factors for then present Improvement Proposals.

In Chapter IV It realized “Improvement Proposals” for each one of the problem root causes and it made a financial evaluation for prove its viability and measure its profitability, which given highly satisfactory results.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo hace aplica conocimientos y herramientas de Ingeniería Industrial, tales son: Indicadores de Calidad, pronósticos de demanda, estudio de tiempos, balance de línea mediante simulación del sistema, distribución de planta y evaluación financiera. Está dividido en cuatro capítulos: Planteamiento Metodológico, Marco Teórico, Diagnóstico Situacional y Propuesta de Mejora.

La tesis se desarrolla en el sector transporte, específicamente en el servicio de revisión técnica vehicular. Este servicio se creó el año 2007 mediante la ley N° 29237 que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares y mediante el D.S. N° 025-2008-MTC del 24/08/2008 y sus modificatorias se hace obligatorio las revisiones técnicas vehiculares en todo el país sancionando a quienes la incumplan.

Es por ello que se evidencia una gran afluencia de clientes en estos centros de inspección técnica, originándose demoras en el servicio de inspección técnica vehicular y en consecuencia insatisfacción del usuario.

El presente estudio se enfoca en resolver dos grandes interrogantes, cómo reducir las demoras del servicio y cuál es la distribución adecuada tomando en cuenta la demanda futura.

En consecuencia el objetivo principal es proponer un plan de mejora integral en todas las estaciones del servicio y plantear una distribución de planta acorde con las demandas futuras.

INDICE

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.2. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA.....	3
1.1.2.1. Análisis del Problema	3
1.1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
1.1.3.1. Objetivo general:.....	6
1.1.3.2. Objetivos específicos:.....	6
1.1.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.1.5. HIPÓTESIS	8
1.1.6. JUSTIFICACIÓN	8
1.1.6.1. Aspectos Técnicos:	8
1.1.6.2. Aspectos Operativos:	9
1.1.6.3. Aspectos Económicos:.....	9
1.1.6.4. Aspectos Institucionales:.....	10
1.1.7. VARIABLES	10
1.1.7.1. Variable Independiente: Propuesta de Mejora Implementada	10
1.1.7.1.1. Indicadores de la Variable Independiente	11
1.1.7.2. Variable Dependiente: Resultados de la Propuesta Implementada	12
1.1.7.2.1. Indicadores de la Variable Dependiente.....	13
1.2. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	14
1.2.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	14
1.2.1.1. Técnicas.....	14
1.2.1.2. Instrumentos.....	15
1.2.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	15

1.2.3.	ESTRATEGIA	15
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1.	PLANEAMIENTO DEL SISTEMA	18
2.1.1.	PATRONES DE DEMANDA	19
2.2.	PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA	20
2.2.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS	21
2.2.2.	SELECCIÓN DE LA DEMANDA A PRONOSTICAR	21
2.2.3.	SELECCIÓN DEL MÉTODO DEL PRONÓSTICO	22
2.2.4.	MÉTODOS DE PRONÓSTICOS.....	22
2.2.4.1.	Métodos de juicio.....	23
2.2.4.2.	Métodos causales.....	24
2.2.4.3.	Método de series de tiempo	25
2.2.4.4.	Promedio móviles simples	26
2.2.4.5.	Selección de un método de series de tiempos.....	30
2.3.	SIMULACIÓN DE SISTEMAS	33
2.3.1.	ASPECTOS GENERALES.....	33
2.3.1.1.	Sistema	33
2.3.1.2.	Entidades.....	34
2.3.1.3.	Actividades	34
2.3.1.4.	Recursos	34
2.3.1.5.	Controles	35
2.3.2.	RELACIÓN MODELO-SISTEMA.....	35
2.3.3.	SIMULACIÓN DE SISTEMAS.....	35
2.3.3.1.	Simulación basada en el avance del tiempo	36
2.3.3.2.	Simulación basada en el uso de variables aleatorias	37
2.3.3.3.	Simulación basada en la continuidad de la ocurrencia de los eventos	38
2.4.	ESTUDIO DE TIEMPOS	39
2.4.1.	TIEMPO NORMAL.....	41
2.4.2.	TIEMPO ESTÁNDAR.....	41
2.4.2.1.	SUPLEMENTOS.....	42

2.5.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	44
2.5.1.	OBJETIVOS DE UNA DISTRIBUCIÓN FÍSICA.....	45
2.5.2.	TIPOS DE DISTRIBUCIÓN	45
2.5.3.	FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN	46
2.5.4.	GRÁFICO DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	50
2.6.	HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE CALIDAD	51
2.6.1.	DIAGRAMA DE CAUSAS-EFECTO DE ISHIKAWA	52
2.6.2.	DIAGRAMA DE PARETO.....	53
2.6.3.	DIAGRAMA DE FLUJO.....	53
2.6.4.	MOVIMIENTO “5S” O MOVIMIENTO DE LOS 5 PASOS DEL KAIZEN	54
2.6.5.	MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)	56
2.6.6.	LAS TRES “ES” DE UNA ORGANIZACIÓN EXITOSA	57
2.6.7.	DIAGRAMA DOP Y DAP	58
2.6.7.1.	Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)	58
2.6.7.2.	Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)	58
2.7.	EVALUACIÓN DE PROYECTOS VAN Y TIR.....	59
2.7.1.	Valor Actual Neto (VAN)	59
2.7.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	60
2.8.	MARCO LEGAL	61
3.	CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	63
3.1.	DESCRIPCION DE LA EMPRESA	63
3.1.1.	RESEÑA HISTORICA DEL AUTOMÓVIL EN EL PERÚ Y LAS REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES ...	63
3.1.2.	DATOS DE LA EMPRESA	64
3.1.2.1.	Misión.....	65
3.1.2.2.	Visión.....	65
3.1.3.	POLÍTICAS DE TRABAJO ACTUAL EN LA EMPRESA	65
3.1.4.	PROCESO DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR.....	66
3.1.5.	ORGANIZACIÓN	71
3.1.5.1.	Organigrama.....	72
3.1.6.	FLUJOGRAMA FUNCIONAL	74

3.1.7.	INFRAESTRUCTURA.....	75
3.1.7.1.	Tipo de Distribución en la Línea de Inspección	77
3.1.7.2.	Máquinas y Equipos	77
3.1.7.3.	Recursos Humanos.....	78
3.1.8.	COMPETIDORES	80
3.2.	DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS.....	80
3.2.1.	DETALLES DE PROBLEMAS	81
3.2.1.1.	Insuficiencia de la Capacidad Normal de Producción	81
3.2.1.2.	Cuellos de botella y Demoras en el Servicio.....	82
3.2.2.	ALCANCE DEL ANÁLISIS.....	82
3.2.3.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA FUNDAMENTAL	83
3.2.4.	ANÁLISIS Y PONDERACIÓN DE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES DEL PROBLEMA.....	85
3.2.5.	ANÁLISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN	86
3.3.	ANÁLISIS DE FACTORES RELACIONADOS A LAS CAUSAS FUNDAMENTALES	88
3.3.1.	ANÁLISIS DEL FLUJO DE TRABAJO	89
3.3.2.	ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO.....	93
3.3.3.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	95
3.3.3.1.	Análisis de la Demanda por Mes	95
3.3.3.2.	Análisis de la Demanda por Día.....	97
3.3.3.3.	Análisis de Correlación de la demanda diaria respecto a la demanda mensual	98
3.3.3.4.	Análisis Comparativo de la Demanda y la Capacidad de Producción.....	100
3.3.4.	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	103
3.3.4.1.	Análisis del Cuello de Botella	105
3.3.5.	SIMULACIÓN DEL SISTEMA	107
3.3.5.1.	Tiempo de Simulación:.....	108
3.3.5.2.	Determinación de Tiempo entre Llegadas.....	108
3.3.5.3.	Resultados y Análisis de la Simulación	110
3.3.5.3.1.	Tiempo Promedio de Espera en el Sistema.....	110
3.3.5.3.2.	Número de Vehículos en Cola	113
3.3.5.3.3.	Utilización del Personal.....	116
4.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA	119

4.1.	IMPLEMENTACIÓN DE CALL CENTER PARA AUMENTAR Y EQUILIBRAR DEMANDA	121
4.2.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	124
4.3.	REDISTRIBUCION DEL TRABAJO.....	132
4.4.	PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS.....	133
4.4.1.	Estación de Ingreso de Datos.....	134
4.4.2.	Estación de Holguras (Inspección Mecánica).....	136
4.5.	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN INTEGRAL PARA TODOS LOS EMPLEADOS.....	138
4.6.	PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS	140
4.7.	IMPLEMENTACIÓN DE 5'S	145
4.8.	ANÁLISIS DE TIEMPOS CON PROPUESTAS IMPLEMENTADAS	147
4.8.1.	MEJORA DE TIEMPOS POR ESTACIÓN.....	147
4.9.	SIMULACIÓN DE SISTEMA PROPUESTO	148
4.9.1.	TIEMPO DE SIMULACIÓN.....	148
4.9.2.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	148
4.9.2.1.	Tiempo Promedio de Espera en Sistema.....	149
4.9.2.2.	Utilización del Personal.....	150
4.10.	ANÁLISIS FINANCIERO	151
4.10.1.	Costo para la mejora de Procesos.....	152
4.10.2.	Cálculo de H-H.....	153
4.10.3.	Cálculo de Ahorro de Horas Extra	154
4.10.4.	Flujo de Caja con Implementación de Mejoras para los años 2015 y 2016.....	154
CONCLUSIONES.....		159
RECOMENDACIONES.....		163
BIBLIOGRAFÍA		164

ANEXOS	167
---------------------	------------

INDICE DE FIGURAS

Capítulo II

FIGURA 2. 1. PLANEAMIENTO Y CONTROL	19
FIGURA 2. 2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA.....	33
FIGURA 2. 3. SIMULACIÓN DETERMINÍSTICA.....	37
FIGURA 2. 4. SIMULACIÓN PROBABILÍSTICA.....	38
FIGURA 2. 5. INGENIERÍA DE MÉTODOS Y ESTUDIO DE TIEMPOS	40
FIGURA 2. 6. SUPLEMENTOS.....	44
FIGURA 2. 7. GRÁFICO DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	50
FIGURA 2. 8. SIMBOLOGÍA DIAGRAMA DE FLUJO.....	54

Capítulo III

FIGURA 3. 1. PRUEBAS DE INSPECCIÓN DE ACUERDO A LA CATEGORÍA DEL VEHÍCULO.....	71
FIGURA 3. 2. ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA EMPRESA	73
FIGURA 3. 3. DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL.....	74
FIGURA 3. 4. PLANO REVISIONES TÉCNICAS SAN MARTÍN	76
FIGURA 3. 5. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO	84
FIGURA 3. 6. DIAGRAMA DE PARETO - CAUSAS FUNDAMENTALES DEL PROBLEMA	85
FIGURA 3. 7. EFICACIA (%) 2014	86
FIGURA 3. 8. EFICIENCIA (UTILIZACIÓN DEL PERSONAL %) 2014.....	87
FIGURA 3. 9. EFECTIVIDAD (SATISFACCIÓN DEL CLIENTE %) 2014.....	88
FIGURA 3. 10. FLUJO DEL PROCESO	91
FIGURA 3. 11. DEMANDA DEL CITV MAYO 2013 - AGOSTO 2014.....	95
FIGURA 3. 12. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2015	96
FIGURA 3. 13. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2016	96
FIGURA 3. 14. DEMANDA DIARIA - AGOSTO 2014.....	98

FIGURA 3. 15. CORRELACIÓN DE LA DEMANDA MENSUAL Y LA DEMANDA DIARIA MÁXIMA.....	100
FIGURA 3. 16. DEMANDA MÁXIMA DIARIA VS CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN CERTICOM 2014.....	101
FIGURA 3. 17. PRONÓSTICO DE DEMANDA MÁXIMA DIARIA VS CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN CERTICOM 2015	101
FIGURA 3. 18. PRONÓSTICO DE DEMANDA MÁXIMA DIARIA VS CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN CERTICOM 2016	102
FIGURA 3. 19. CUELLOS DE BOTELLA EN ÁREA ADMINISTRATIVA	106
FIGURA 3. 20. CUELLOS DE BOTELLA EN ÁREA OPERATIVA.....	106
FIGURA 3. 21. INTERVALOS DE TIEMPO DE LLEGADA AL CITV.....	109
FIGURA 3. 22. RESUMEN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE TIEMPO ENTRE LLEGADAS.....	110
FIGURA 3. 23. TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN SISTEMA - ACTUAL 2014	111
FIGURA 3. 24. TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN SISTEMA - SIMULADO 2015	112
FIGURA 3. 25. TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN SISTEMA – SIMULADO 2016.....	112
FIGURA 3. 26. NÚMERO DE VEHÍCULOS EN COLA 2014	114
FIGURA 3. 27. NÚMERO DE VEHÍCULOS EN COLA - SIMULADO 2015.....	115
FIGURA 3. 28. NÚMERO DE VEHÍCULOS EN COLA - SIMULADO 2015.....	115
FIGURA 3. 29. UTILIZACIÓN DEL PERSONAL 2014 Y SIMULACIÓN 2015/2016 (%)	117

Capítulo IV

FIGURA 4. 1. DIAGRAMA CAUSAS FUNDAMENTALES DEL PROBLEMA – PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....	120
FIGURA 4. 2. ESTACION DE CALL CENTER	123
FIGURA 4. 3. GRÁFICO DE RELACIONES DE ACTIVIDADES.....	124
FIGURA 4. 4. ÁREA TOTAL REQUERIDA POR ESTACIÓN	126
FIGURA 4. 5. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE ADMINISTRACIÓN	127
FIGURA 4. 6. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN	129
FIGURA 4. 7. CORTE TRANSVERSAL DE LA SALIDA EN LÍNEA DE INSPECCION	130
FIGURA 4. 8. PANTALLA WEB PROPUESTA PARA EL PRE-INGRESO DE DATOS	135
FIGURA 4. 9. FLUJO DE INGRESO DE DATOS PARTE 1	135
FIGURA 4. 10. FORMATO CHECK LIST ESTACIÓN HOLGURAS	137
FIGURA 4. 11. TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA CON PROPUESTA IMPLEMENTADA SIMULACIÓN 2015	149
FIGURA 4. 12. TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA CON PROPUESTA IMPLEMENTADA SIMULACIÓN 2016	150

FIGURA 4. 13.UTILIZACIÓN DEL PERSONAL 2014 VS SIMULACIÓN CON PROPUESTA IMPLEMENTADA

2015/2016	151
-----------------	-----

INDICE DE TABLAS

Capítulo I

TABLA 1. 1. FRECUENCIA DE SERVICIO POR HORA (FSH) DE VEHÍCULOS POR LÍNEA DE INSPECCIÓN	4
TABLA 1. 2. DATOS DE MUESTREO	4
TABLA 1. 3. RESULTADOS ENCUESTA AL CLIENTE SATISFACCIÓN DE TIEMPO DE SERVICIO	5
TABLA 1. 4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES	12
TABLA 1. 5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES	14

Capítulo III

TABLA 3. 1. MÁQUINAS Y EQUIPOS EN ÁREA OPERATIVA.....	77
TABLA 3. 2. MÁQUINAS Y EQUIPOS EN ÁREA OPERATIVA.....	78
TABLA 3. 3. RECURSOS HUMANOS	79
TABLA 3. 4. CANTIDAD DE PERSONAL OPERATIVO PERMANENTE EN CADA ESTACIÓN.....	79
TABLA 3. 5. CITY'S ACTIVOS 2014	80
TABLA 3. 6. PERSONAL DIRECTAMENTE INVOLUCRADO	90
TABLA 3. 7. REQUERIMIENTO DE ESPACIO LIBRE EN ESTACIONES PARA CONTINUAR CON LA INSPECCIÓN ...	93
TABLA 3. 8. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DIARIA MÁXIMA RESPECTO A LA DEMANDA MENSUAL..	99
TABLA 3. 9. DATOS DE MUESTREO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS.....	103
TABLA 3. 10. TIEMPOS ESTÁNDAR.....	103
TABLA 3. 11. COMPARACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDAR DE PROCESOS DEL ÁREA ADMINISTRATIVA Y ÁREA OPERATIVA	105

Capítulo IV

TABLA 4. 1. PERFIL DEL PUESTO DE EJECUTIVA DE VENTAS PARA CALL CENTER	121
---	-----

TABLA 4. 2. REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN POR IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	128
TABLA 4. 3. NUEVOS REQUERIMIENTOS DE ESPACIO LIBRE EN ESTACIONES PARA CONTINUAR LA INSPECCIÓN DESPUÉS DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	131
TABLA 4. 4. REDISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	133
TABLA 4. 5. REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN POR IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS EN ESTACIÓN INGRESO DE DATOS	134
TABLA 4. 6. REDUCCION DE TIEMPOS DE OPERACIÓN POR IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS EN ESTACIÓN DE HOLGURAS	137
TABLA 4. 7. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	138
TABLA 4. 8. REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN POR CAPACITACIÓN DE TRABAJADORES	140
TABLA 4. 9. FORMATO DE MANTENIMIENTO SECUENCIAL ESTACIÓN HOLGURAS.....	142
TABLA 4. 10. FORMATO DE MANTENIMIENTO DIARIO ESTACION HOLGURAS	143
TABLA 4. 11. REDUCCIÓN DE REPROCESOS POR PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO CON PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.....	144
TABLA 4. 12. FORMATO DE INSPECCIÓN 5'S	146
TABLA 4. 13. REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN POR ESTACIONES	147
TABLA 4. 14. INVERSIÓN - IMPLEMENTACIÓN DE CALL CENTER	152
TABLA 4. 15. INVERSIÓN - AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA DE INSPECCIÓN.....	152
TABLA 4. 16. INVERSIÓN - PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS	153
TABLA 4. 17. INVERSIÓN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	153
TABLA 4. 18. INVERSIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO Y 5'S.....	153
TABLA 4. 19. CÁLCULO DE H-H.....	153
TABLA 4. 20. AHORRO MENSUAL DE HORAS EXTRAS.....	154
TABLA 4. 21. FLUJO DE CAJA 2015/2016	156
TABLA 4. 22. RESULTADOS DEL FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	158



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO

METODOLÓGICO

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El presente estudio tiene como objetivo principal Describir, analizar y proponer un plan de mejora integral en todas las estaciones operativas y administrativas del servicio, así como plantear una distribución de planta acorde con las demandas futuras para afrontar cada una de las causas de demora en el proceso de inspección técnica vehicular, teniendo en cuenta que el parque automotor de la ciudad de Juliaca viene creciendo cuantiosamente en los últimos años por el movimiento comercial, la minería y en general por el aumento de la calidad de vida, esta demanda hace indispensable varias propuestas de mejora en los procesos así como en la distribución de planta para maximizar la calidad de servicio y aumentar la rentabilidad.

Además se tiene que potenciar las ventajas competitivas que posee la empresa para seguir creciendo y hacer frente al continuo aumento de la competencia.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

La investigación se desarrolla en el sector transporte, específicamente en el servicio de revisión técnica vehicular. Este servicio es de carácter obligatorio en el país, la ley¹ N° 29237 establece que el vehículo debe pasar por esta inspección según la antigüedad, categoría, y función de los vehículos.

Es por ello que se evidencia gran afluencia de público en estos centros de inspección técnica, originándose largas colas de espera y por consiguiente, incomodidad del público demandante y disminución en la cuota de mercado a largo plazo debido a la baja rotatividad.

1.1.2.1. Análisis del Problema

- Respecto al Tiempo de Servicio

En la tabla 1.1., se muestra que el número de vehículos atendidos por hora en CERTICOM, se observa que está debajo del Promedio Nacional estimado por el MTC.

¹ Ley N° 29237 sobre el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares

Tabla 1. 1. Frecuencia de Servicio por Hora (FSH) de Vehículos por línea de Inspección

CITV \Tipo Vehículo	Livianos	Pesados
CERTICOM	9 Veh/hr	9 Veh/hr
Promedio MTC (FSH)	12 Veh/hr	12 Veh/hr

Fuente: Informe Final CITV 2011 MTC

- Respecto a la Satisfacción del cliente con el Tiempo de Servicio

Se realizó una encuesta a 70 personas tomando en cuenta 1370 clientes como población total que es el promedio de clientes atendidos en un mes, el muestreo se realizó con 10 clientes diarios durante 7 días. La encuesta se encuentra en el Anexo 01

Tabla 1. 2. Datos de Muestreo

N	1370
Z_{α}	1.96
p	0.05
q	0.95
d	0.05
n (tamaño muestra)	70

Fuente: Elaboración Propia

Fórmula:

La fórmula para muestreo de poblaciones finitas según Rodríguez (2008) es:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Interpretación:

N = Total de la población

Z_{α} = Si la seguridad es del 95% entonces será 1.96 al cuadrado

p = Proporción esperada (en este caso=0.05)

q = 1 - Proporción esperada (en este caso=0.95)

d = precisión (en este caso=0.05)

En la tabla 1.3., se muestra los resultados de la encuesta en base a la Satisfacción del Cliente respecto al tiempo de servicio (ver Anexo 02 para resultados completos).

Tabla 1. 3. Resultados Encuesta al Cliente Satisfacción de Tiempo de Servicio

	Conteo	Porcentaje
Muy Satisfecho	1	1.4%
Satisfecho	44	62.9%
<u>Poco Satisfecho</u>	<u>22</u>	<u>31.4%</u>
Nada Satisfecho	3	4.3%
TOTAL	70	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

Se Observa que el 31.4% de los clientes se muestran poco satisfechos con el tiempo de servicio que se les brinda.

Entonces el presente trabajo se centra en resolver dos grandes interrogantes de este servicio, como se podría reducir las demoras en el servicio y cuál es la distribución de planta idónea para este servicio, considerando la demanda futura para estos centros de inspección.

1.1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1.3.1. Objetivo general:

Describir, analizar y proponer un plan de mejora integral en todas las estaciones operativas y administrativas del servicio de inspección técnica vehicular, como también plantear una distribución de planta acorde con las demandas futuras.

1.1.3.2. Objetivos específicos:

- Realizar una descripción de la empresa y su entorno.
- Identificar las causas fundamentales del problema.

- Realizar un diagnóstico de la empresa utilizando pronósticos de demanda, estudio de tiempos, simulación de sistemas y distribución de planta.
- Realizar propuestas de mejora.
- Realizar un análisis financiero con la implantación posible del plan de mejora.

1.1.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación abarca varios tipos de estudio según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento que se desea alcanzar:

Estudios Descriptivos: Se observará y medirá características propias de los procesos.

Estudios Correlacionales: Se estudia la relación del incremento de la demanda con el tiempo.

Estudios Explicativos: Se busca el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa - efecto para encontrar los tiempos que originan las demoras en el servicio de inspección.

Además cabe decir que es de tipo no experimental debido a que no persigue una utilización inmediata para los conocimientos obtenidos sino que busca proponer mejoras para ser empleadas en un futuro.

1.1.5. HIPÓTESIS

La posible implementación de propuestas de mejora en la empresa “Certificadora y Constructora San Martín” permitirá una mejora integral en todas las estaciones operativas y administrativas del servicio de inspección técnica vehicular, como también una adecuada distribución de planta acorde a la demanda futura.

1.1.6. JUSTIFICACIÓN

1.1.6.1. Aspectos Técnicos:

Las empresas buscan soluciones que les permitan mejorar los procesos operativos y al mismo tiempo mejoren los servicios que prestan a sus clientes. Desde este punto de vista un centro de inspección técnica vehicular no puede quedar al margen de esta nueva tendencia.

El desarrollo del trabajo propuesto será de gran beneficio para la empresa, por cuanto podrá contar con nuevos métodos, técnicas y herramientas que agilicen sus procesos y promuevan una funcionalidad más eficiente para sus clientes.

El trabajo utiliza técnicas y métodos para el análisis, diseño y mejoramiento, brindando garantías de exactitud y confidencialidad.

1.1.6.2. Aspectos Operativos:

Este trabajo permitirá reducir el tiempo de operación en las diferentes estaciones de del servicio de inspección, disminuyendo tiempos muertos y cuellos de botella, se realizará la elaboración de registros para la obtención de información y el respectivo control.

1.1.6.3. Aspectos Económicos:

Permitirá atender a un mayor número de clientes y reducir el consumo de recursos, mejorando los beneficios para la empresa. Por otro lado se mejorará la imagen de la empresa destacando la calidad de su servicio.

1.1.6.4. Aspectos Institucionales:

Una vez que el modelo propuesto se implante, se podrá dar paso a la automatización e utilización de las tecnologías de información en los procesos, con las justificaciones necesarias que ello demanda, fortaleciendo las metas y objetivos actuales de la empresa de mejorar la calidad del servicio prestado a la sociedad.

1.1.7. VARIABLES

1.1.7.1. Variable Independiente: Propuesta de Mejora Implementada

Nueva política de servicio al cliente, Nueva Distribución de Planta, Redistribución del trabajo en Área Administrativa, Redistribución del trabajo en Línea de Inspección, Propuesta de Procedimientos, Programa de Capacitación Integral para todos los empleados, plan de Mantenimiento para las Máquinas, Implementación de 5'S, Inversión en I + D.

1.1.7.1.1. Indicadores de la Variable Independiente

- Llamadas de call center efectivas para reubicar clientes repetitivos (dos últimas revisiones).
- Llamadas de call center efectivas para captar nuevos clientes.
- Número de llamadas clientes/mes.
- Nuevo plano de distribución de áreas, estaciones, parqueos, máquinas, equipos y personal dentro de planta.
- Cambio de actividades, personal y equipos en cada estación del área administrativa.
- Cambio de actividades, personal, máquinas y equipos en cada estación del área operativa.
- Nuevo método de trabajo en estaciones.
- Innovaciones implementadas.
- Reducción del tiempo estándar en actividades del personal.
- Cantidad de empleados que aprueben el examen de capacitación.
- Número de fallas por máquina.

Tabla 1. 4. Operacionalización de Variables Independientes

VARIABLE	SUB VARIABLE	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE: PROPUESTA DE MEJORA IMPLEMENTADA	NUEVA POLÍTICA DE SERVICIO A CLIENTE	LLAMADAS DE CALL CENTER EFECTIVAS PARA REUBICAR CLIENTES REPETITIVOS
		LLAMADAS DE CALL CENTER EFECTIVAS PARA CAPTAR NUEVOS CLIENTES
	NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	NUEVO PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS, ESTACIONES, PARQUEOS, MÁQUINAS, EQUIPOS Y PERSONAL DENTRO DE PLANTA
	REDISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO ÁREA ADMINISTRATIVA	CAMBIO DE ACTIVIDADES, PERSONAL Y EQUIPOS EN CADA ESTACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA
	REDISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO ÁREA OPERATIVA	CAMBIO DE ACTIVIDADES, PERSONAL, MÁQUINAS Y EQUIPOS EN CADA ESTACIÓN DEL ÁREA OPERATIVA
	PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS	NUEVO MÉTODO DE TRABAJO EN ESTACIONES
		INNOVACIONES IMPLEMENTADAS
	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN INTEGRAL PARA TODOS LOS EMPLEADOS	REDUCCIÓN DE TIEMPO ESTÁNDAR EN ACTIVIDADES DEL PERSONAL
		CANTIDAD DE EMPLEADOS QUE APRUEBEN EL EXAMEN DE CAPACITACIÓN
	PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS	NÚMERO DE FALLAS POR MÁQUINA

Fuente: Elaboración propia

1.1.7.2. Variable Dependiente: Resultados de la Propuesta Implementada

Calidad de servicio, Fidelización del cliente, Capacidad de Producción, Rendimiento financiero y Participación en el mercado de vehículos particulares y empresas de transporte.

1.1.7.2.1. Indicadores de la Variable Dependiente

- Número de Clientes Satisfechos/Total Clientes Atendidos.
- Número de clientes captados mediante call center/total clientes atendidos.
- Número de vehículos repetitivos (dos últimas revisiones)/total de vehículos atendidos en la empresa.
- Número de clientes reubicados mediante call center para pasar inspección/Clientes repetitivos (dos últimas revisiones).
- Número de vehículos atendidos repetitivos/número de vehículos registrados en región puno.
- Número de Vehículos Atendidos en una hora.
- Indicadores económicos (VAN, TIR).

Tabla 1. 5. Operacionalización de Variables Dependientes

VARIABLE	SUB VARIABLE	INDICADOR
VARIABLE DEPENDIENTE: RESULTADOS DE LA PROPUESTA IMPLEMENTADA	CALIDAD DE SERVICIO	$\frac{\text{NUMERO DE CLIENTES SATISFECHOS}}{\text{TOTAL CLIENTES ATENDIDOS}}$
		$\frac{\text{NÚMERO DE CLIENTES CAPTADOS MEDIANTE CALL CENTER}}{\text{TOTAL CLIENTES ATENDIDOS}}$
	FIDELIZACIÓN AL CLIENTE	$\frac{\text{NÚMERO DE VEHÍCULOS REPETITIVOS (DOS ÚLTIMAS REVISIONES)}}{\text{TOTAL DE VEHÍCULOS ATENDIDOS EN LA EMPRESA}}$
		$\frac{\text{NÚMERO DE CLIENTES REUBICADOS MEDIANTE CALL CENTER PARA PASAR INSPECCIÓN}}{\text{TOTAL CLIENTES REPETITIVOS (DOS ÚLTIMAS REVISIONES)}}$
	PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO	$\frac{\text{NÚMERO DE VEHÍCULOS ATENDIDOS REPETITIVOS}}{\text{NÚMERO DE VEHÍCULOS REGISTRADOS EN REGIÓN PUNO}}$
	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	NÚMERO DE VEHÍCULOS ATENDIDOS EN UNA HORA
	RENDIMIENTO FINANCIERO	VAN
		TIR

Fuente: Elaboración propia

1.2. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1.2.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

1.2.1.1. Técnicas

- Observación de Campo
- Encuesta

- Entrevista
- Registros históricos

1.2.1.2. Instrumentos

- Formularios
- Registros
- Cronómetro
- Software de Análisis

1.2.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

Centro de Inspección Técnica Vehicular CERTICOM en la ciudad de Juliaca

1.2.3. ESTRATEGIA

- Observación en la zona de estudio
- Toma de datos
- Descripción de la Empresa

- Procesamiento de Datos
- Análisis de Datos
- Propuesta de Mejora
- Análisis Financiero con Propuestas de Mejora



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. PLANEAMIENTO DEL SISTEMA

Para tener un mejor manejo de producto, proceso y sistema se debe realizar un planeamiento. Se entiende como planeamiento a la acción que orienta los recursos y acciones para alcanzar los objetivos de la empresa. Para ello es preciso conocer las demandas agregadas futuras, tal que los procesos puedan diseñarse o rediseñarse para crear flujos de productos necesarios para satisfacer la demanda.

La Figura 2.1., muestra la planificación, planeamiento y control que se puede llevar a cabo si se conoce la demanda.

El pronosticar es un requisito para todos los tipos de planeamiento y control empresarial.

Figura 2. 1. Planeamiento y Control



Fuente: Krajewski et al. (2008)

2.1.1. PATRONES DE DEMANDA

Para pronosticar la demanda se debe determinar si la demanda sigue algún patrón o tendencia. Las observaciones repetidas de la demanda de un producto o servicio en el orden en que se realizan forman un patrón que se conoce como serie de tiempo, el cual presenta, según Krajewski et al. (2008), horizontal, tendencia, estacional, cíclico y aleatorio.

- Horizontal: la fluctuación de los datos en torno de una medida constante.
- Tendencia: el incremento o decremento sistemático de la medida de la serie a través del tiempo.
- Estacional: un patrón que se repite de incrementos o decrementos de la demanda, dependiendo del horario del día, la semana, el mes o la temporada.
- Cíclico: una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda, los cuales se presentan en el transcurso de periodos más largos (años o decenios).
- Aleatorio: la variación imprevisible de la demanda. (p.523)

2.2.PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

Un pronóstico de la demanda es una predicción de lo que sucederá con las ventas existentes de los productos de su empresa (SME Toolkit Herramientas PYME, 2014).

Pasos para determinar el Pronóstico de Demanda:

- Determinación del uso del pronóstico.

- Selección de los ítems del pronóstico.
- Determinación del marco de tiempo del pronóstico.
- Selección de los modelos de pronóstico.
- Recopilación de datos.
- Realización del pronóstico.
- Validación e implementación de los resultados.

2.2.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS

Cuando se habla del diseño, se refiere a planificar el trabajo a realizar, en este punto se debe tomar en cuenta que es lo que se va a pronosticar, que tipo de técnica se va utilizar y elegir el método.

2.2.2. SELECCIÓN DE LA DEMANDA A PRONOSTICAR

De acuerdo a Krajewski et al. (2008), se necesita algún tipo de estimación de la demanda para los bienes y servicios individuales. Lo más sencillo de pronosticar es la demanda total para grupos o conjuntos y derivar después los pronósticos correspondientes a productos o servicios individuales.

Al agrupar varios productos o servicios similares es un proceso llamado agregación. Agregación se define como el acto de agrupar varios productos o servicios similares para que las compañías puedan realizar pronósticos más precisos.

2.2.3. SELECCIÓN DEL MÉTODO DEL PRONÓSTICO

Un factor clave en la selección del método de pronóstico más adecuado es el horizonte de tiempo correspondiente a la decisión que requiera pronosticarse. Los pronósticos pueden ser a corto, mediano y largo plazo (SME Toolkit Herramientas PYME, 2014).

2.2.4. MÉTODOS DE PRONÓSTICOS

El objetivo es elaborar un pronóstico útil aplicando la técnica que resulte apropiada para los diferentes patrones de demanda. Para los pronósticos de la demanda se usan dos tipos generales de técnicas: los métodos cualitativos y los métodos cuantitativos. Según Krajewski et al. (2008), entre los métodos cuantitativos y cualitativos se encuentran los métodos de juicio, métodos causales y los métodos de series de tiempo.

2.2.4.1. Métodos de juicio

Es un tipo de método cualitativo en el que prevalecen las opiniones de gerentes y expertos en el tema, los resultados de las encuestas y las estimaciones del personal de ventas. A continuación se detallarán los cuatro métodos de juicio que se utilizan con mayor frecuencia.

a) Estimación del personal de ventas

Son pronósticos compilados a partir de estimaciones de la demanda futura que realizan periódicamente los miembros del personal de ventas de las compañías.

b) Opinión ejecutiva

Es un método de pronósticos en el cual se prepara un resumen de las opiniones, experiencia y conocimientos técnicos de uno o varios gerentes para llegar a un solo pronóstico.

c) Investigación de mercado

Se trata de un método sistemático para determinar el grado de interés del consumidor externo por un producto o servicio mediante la creación y puesta a prueba de diversas hipótesis por medio de encuestas encaminadas a la recopilación de datos.

d) Método Delphi

Se identifica un panel de expertos, pueden ser gerentes, empleados comunes o expertos del sector. A cada uno de ellos se le solicita individualmente su estimación de la demanda. Se realiza un proceso iterativo hasta que los expertos alcancen un consenso (SME Toolkit Herramientas PYME, 2014).

2.2.4.2. Métodos causales

Los métodos causales se emplean cuando se dispone de datos históricos y se puede identificar la relación entre el factor que se intenta pronosticar y otros factores externos o internos. Estos métodos proporcionan herramientas de pronósticos más avanzadas. Son excelentes para prever los puntos de cambio en la demanda y preparar pronósticos a largo plazo (Krajewski et al., 2008).

a) Regresión lineal

Es un método causal en el que una variable, conocida como variable dependiente, se encuentra relacionada con una o más variables independientes por medio de una ecuación lineal. Se entiende por variable dependiente como la variable que se desea pronosticar y por variable independiente como la variable que se supone influye en la variable dependiente y, por ende, son la causa de los resultados observados en el pasado.

2.2.4.3. Método de series de tiempo

Los métodos de series de tiempo usan información histórica que solo se refiere a la variable dependiente. Estos métodos se basan en la

suposición de que el patrón de la variable dependiente en el pasado habrá de continuar en el futuro.

2.2.4.4. Promedio móviles simples

Es un método de series de tiempo que se usa para estimar el promedio de una serie de tiempo de demanda promediando la demanda de los “n” periodos más recientes. Este método resulta más útil cuando la demanda no tiene tendencias pronunciadas ni influencias estacionales.

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + + D_{t-n+1}}{n}$$

Dónde:

D_t= Demanda real en el periodo t

n= Número total de periodos incluidos en el promedio

F_{t+1}= Pronóstico para el periodo t+1

a) Promedios móviles ponderados

Se trata de un método de series de tiempo en el que cada una de las demandas históricas que intervienen en el promedio puede tener su propia ponderación; la suma de las ponderaciones es igual a 1.0. Estas técnicas son más sensibles a los cambios porque los períodos más recientes se ponderan con mayor peso.

$$F_{t+1} = 0.5D_t + 0.3D_{t-1} + 0.2D_{t-2}$$

Dónde:

D_t = Demanda real en el periodo t

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t+1$

b) Suavización exponencial

El método de suavización exponencial es un método de promedio móvil ponderado de mejor ajuste, el cual permite calcular el promedio de una serie de tiempo asignando a las demandas recientes mayor ponderación que las demandas anteriores. Requiere del último pronóstico, la demanda de ese periodo y un parámetro suavizador, alfa (α), cuyo valor fluctúa entre 0 y 1.0.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t)$$

Dónde:

D_t = Demanda real en el periodo t

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t+1$

c) Suavización exponencial ajustado a la tendencia

Es un método que incluye la tendencia en la serie de tiempo. Se entiende por tendencia a un incremento o decremento sistemático en el promedio de la serie a través del tiempo.

$$FAT_t = F_t + T_t$$

Dónde:

FAT_t = Pronóstico con ajuste de tendencia en el tiempo t

F_t = Nuevo pronóstico

T_t = Corrección de tendencia

Para suavizar o alisar la tendencia la ecuación utiliza una constante de alisado β :

$$T_t = (1 - \beta) T_{t-1} + \beta (F_t - F_{t-1})$$

Dónde:

T_t = Tendencia suavizada para el periodo t

T_{t-1} = Tendencia suavizada para el periodo anterior

β = Constante de suavizado de tendencia que seleccionamos

F_t = Pronóstico con suavizado exponencial para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico para el periodo anterior

d) Estacional multiplicativo

Según Vargas et al. (2010) este es un método en el cual los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio y, así, se obtiene un pronóstico estacional.

- Para cada año, calcule la demanda promedio por estación, dividiendo la demanda anual entre el número de estaciones por año.
- Para cada año, divida la demanda real correspondiente a una estación entre la demanda promedio por estación. El resultado así obtenido será un índice estacional para cada una de las

estaciones del año, el cual significa el nivel de demanda en relación con la demanda promedio.

- Calcule el índice estacional promedio para cada estación, sume los índices estacionales para una estación dada y divídalos entre el número de años que abarquen los datos.
- Calcule el pronóstico de cada estación para el año siguiente.

e) Estacional aditivo

Los pronósticos estacionales se obtienen sumando una constante a la estimación de la demanda promedio por estación. Este método se basa en la suposición de que el patrón estacional es constante, cualquiera que sea la demanda promedio.

2.2.4.5. Selección de un método de series de tiempos

Se debe tomar en cuenta, al seleccionar un método de series de tiempos, el desempeño del pronóstico, el cual determina los errores del pronóstico. Todo método de serie de tiempos será evaluado mediante los errores.

a) Error de pronóstico

Según Krajewski et al. (2008) indica que los errores de pronóstico se clasifican de dos maneras: ya sea como errores de sesgo o como errores aleatorios. El error de sesgo es el resultado de equivocaciones sistemáticas; en cambio, el error aleatorio es el resultado de factores imprevisibles que provocan que el pronóstico se desvíe de la demanda real.

- Error de pronóstico

$$E_t = D_t - F_t$$

ET = error de pronóstico en el periodo t

DT = demanda real en el periodo t

FT = pronóstico para el periodo t

- Error de Pronóstico Promedio

$$CFE = \sum E_t$$

$$\bar{E} = \frac{CFE}{n}$$

- Error cuadrático medio (MSE)

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n}$$

- Desviación media absoluta (MAD)

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

- Error porcentual absoluto

$$MAPE = \frac{(\sum |E_t| / D_t)(100)}{n} \text{ (expresado como porcentaje)}$$

- Error porcentual medio

$$MPE = \frac{(\sum (E_t) / D_t)(100)}{n} \text{ (expresado como porcentaje)}$$

2.3. SIMULACIÓN DE SISTEMAS

2.3.1. ASPECTOS GENERALES

2.3.1.1. Sistema

“Es un conjunto de elementos que actúan interrelacionadamente con la finalidad de desarrollar funciones y actividades orientadas a alcanzar uno o más objetivos trazados para el todo” (Berger, Gambini y Velásquez, 2000).

Figura 2. 2. Funcionamiento de un Sistema



Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.2. Entidades

Son los ítems que transitan por el sistema para ser procesados o recibir un servicio, pueden ser caracterizados por el costo, orden, prioridad, estatus entre otros factores.

2.3.1.3. Actividades

Torres (2010) afirma que: “son las tareas que se realizan en un sistema; pueden estar involucradas directa o indirectamente en el proceso de las entidades. Las actividades tienen una duración y por lo general involucran el uso de recursos” (p.20).

2.3.1.4. Recursos

Son los medios para ejecutar las actividades como las máquinas, equipos, personal y facilidades en general, para llevar a cabo las actividades.

2.3.1.5. Controles

Los controles gobiernan cómo, cuándo y dónde son ejecutadas las actividades; también determinan las acciones que se toman cuando un evento o condición ocurre.

2.3.2. RELACIÓN MODELO-SISTEMA

Según Azarang & García (1998), para empezar el desarrollo detallado de un modelo de simulación puede llevarse a cabo mediante:

Información Histórica: Búsqueda Física de Información y en el caso de las variables estocásticas, la transformación a distribuciones de probabilidad. Esta Transformación se realiza mediante pruebas de bondad de ajuste como la de Kolmogorov-Smirnov o la de Chi-cuadrado.

2.3.3. SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Es el proceso de diseñar un modelo lógico-matemático de un sistema real, reproduciendo sus condiciones, su comportamiento operacional y dinámico para analizarlo y probarlo, con el objetivo de ayudar en la toma de decisiones. La simulación evalúa con precisión el desempeño de un sistema

por complejo que este sea, es una herramienta de evaluación que nos orienta hacia la mejor solución. La ventaja de simular un sistema es que los cambios no cuestan como en la realidad y permite validar si se está tomando la mejor decisión (Torres, 2010).

2.3.3.1. Simulación basada en el avance del tiempo

- **Simulación Estática**

No se considera el avance del tiempo, es la representación del sistema en un instante específico del tiempo, también se le llama Simulación Montecarlo. En las finanzas se utiliza en la simulación de selección de cartera de inversiones.

- **Simulación Dinámica**

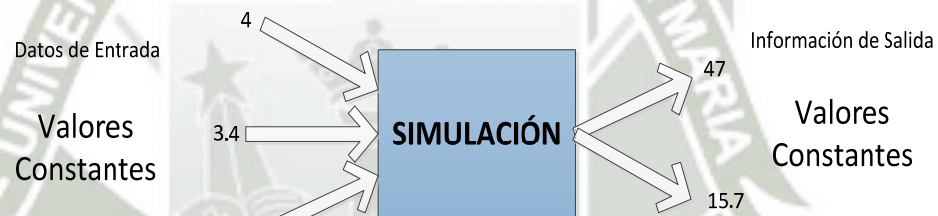
Se toma en cuenta el paso del tiempo. La simulación dinámica se ajusta para analizar los sistemas de manufactura y servicios, dado que estos operan en el tiempo.

2.3.3.2. Simulación basada en el uso de variables aleatorias

- **Simulación determinística**

Cuando el modelo tiene entradas y salidas (inputs y outputs) constantes. No poseen aleatoriedad y el resultado de una única corrida de simulación representa la medida exacta del desempeño del modelo.

Figura 2. 3. Simulación determinística



Fuente: Elaboración Propia

- **Simulación estocástica o probabilística**

El modelo se basa en una o más variables de entrada, cuya naturaleza es aleatoria. Un modelo estocástico tiene entradas aleatorias y salidas aleatorias. Se realiza muchas réplicas de simulación (muestras), entonces el resultado es un promedio de réplicas y provee solo un estimado del desempeño

del modelo; No significa que es indefinida o impredecible, por el contrario, el fenómeno que está siendo modelado tiende a variar estadísticamente. Estas variaciones estadísticas del fenómeno se pueden ajustar a predicciones probabilísticas.

Figura 2. 4. Simulación Probabilística



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.3. Simulación basada en la continuidad de la ocurrencia de los eventos

- **Simulación discreta**

Es aquella en la que los eventos se dan en puntos discretos del tiempo, con lo cual cambian los valores de las variables de estado del modelo en dichos puntos.

- **Simulación continua**

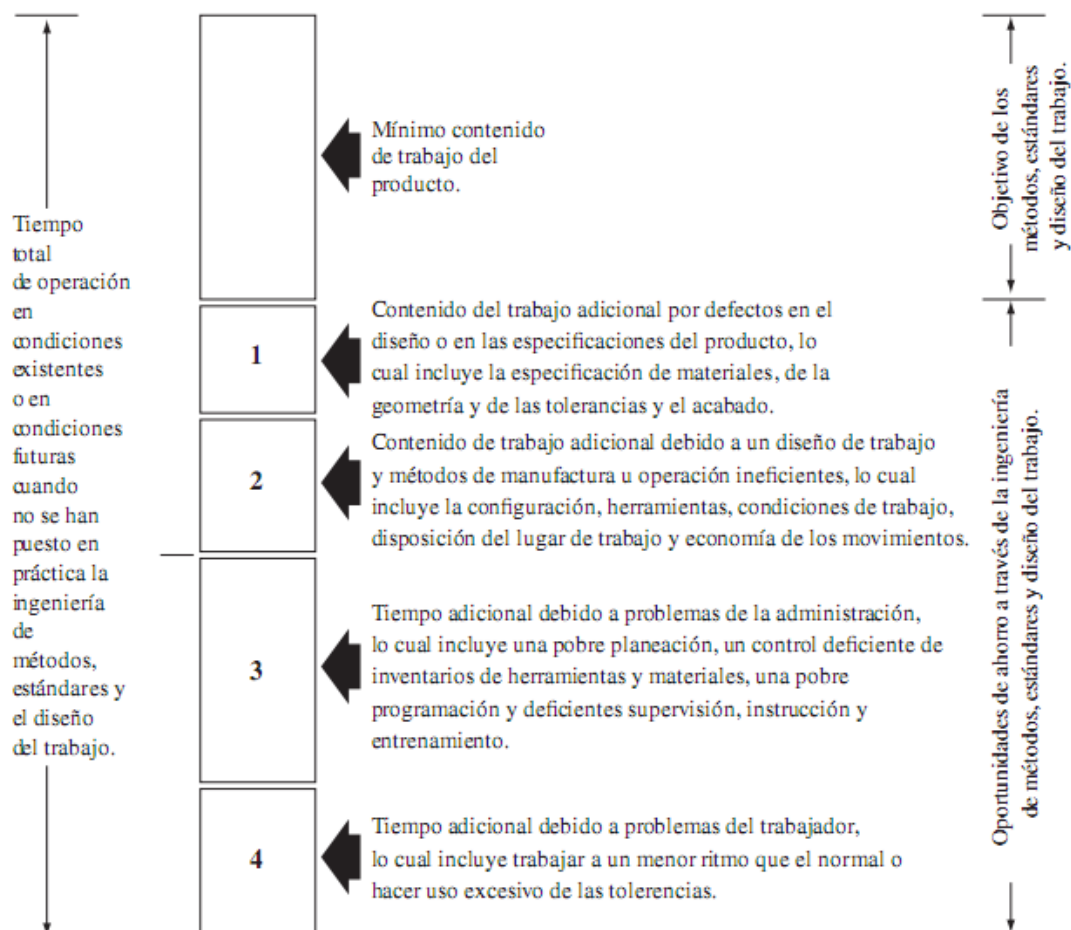
Es aquella en la que las variables de estado del modelo cambian continuamente respecto del tiempo. Es decir el tiempo de ocurrencia entre un evento y otro se puede considerar infinitesimal.

2.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

Para Niebel (2004), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

En la Figura 2.5., se muestra las oportunidades de ahorros a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.

Figura 2. 5. Ingeniería de métodos y Estudio de Tiempos



Fuente: Niebel (2004, p.4)

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental:

- Un cronómetro
- Un tablero de observaciones

2.4.1. TIEMPO NORMAL

Es el tiempo medio observado, el cual se obtuvo en el muestreo, multiplicado por su factor de valoración.

$$TN = TMO \times FV$$

TN = Tiempo Normal

TMO = Tiempo Medio Observado

FV = Factor de Calificación por Velocidad

2.4.2. TIEMPO ESTÁNDAR

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Para mayor precisión del tiempo estándar existe el tiempo estándar ajustado, el cual está afectado por la eficiencia y la utilización.

$$TE = TN \times (1+S)$$

Dónde:

TN = Tiempo Normal

TE = Tiempo Estándar

S = Suplementos

2.4.2.1. SUPLEMETOS

Hay varios tipos de suplementos dependiendo de la Industria., pero en general los suplementos son de dos tipos: Suplementos constante o permanentes para el trabajador (SC) y suplementos variables (SV); el suplemento base viene a ser la suma de ambos (OIT, 1996).

$$SB = SC + SV$$

También se sabe que:

$$SC = NP + BF$$

$$SV = A + B + C + D + E + F + G + H + I + J$$

Donde:

SC = Suplemento Constante, suma de suplementos por necesidades personales (NP) y de la base por fatiga (BF).

SV = Suplemento variables, que es igual a la suma de $A+B+C+D+E+F+G+H+I+J$.

A = Trabajo de pie, se concede cuando es indispensable que se trabaje de pie.

B = Postura Anormal.

C = Uso de la fuerza o Energía Muscular.

D = Mala Iluminación.

E = Condiciones Atmosféricas.

F = Concentración Intensa.

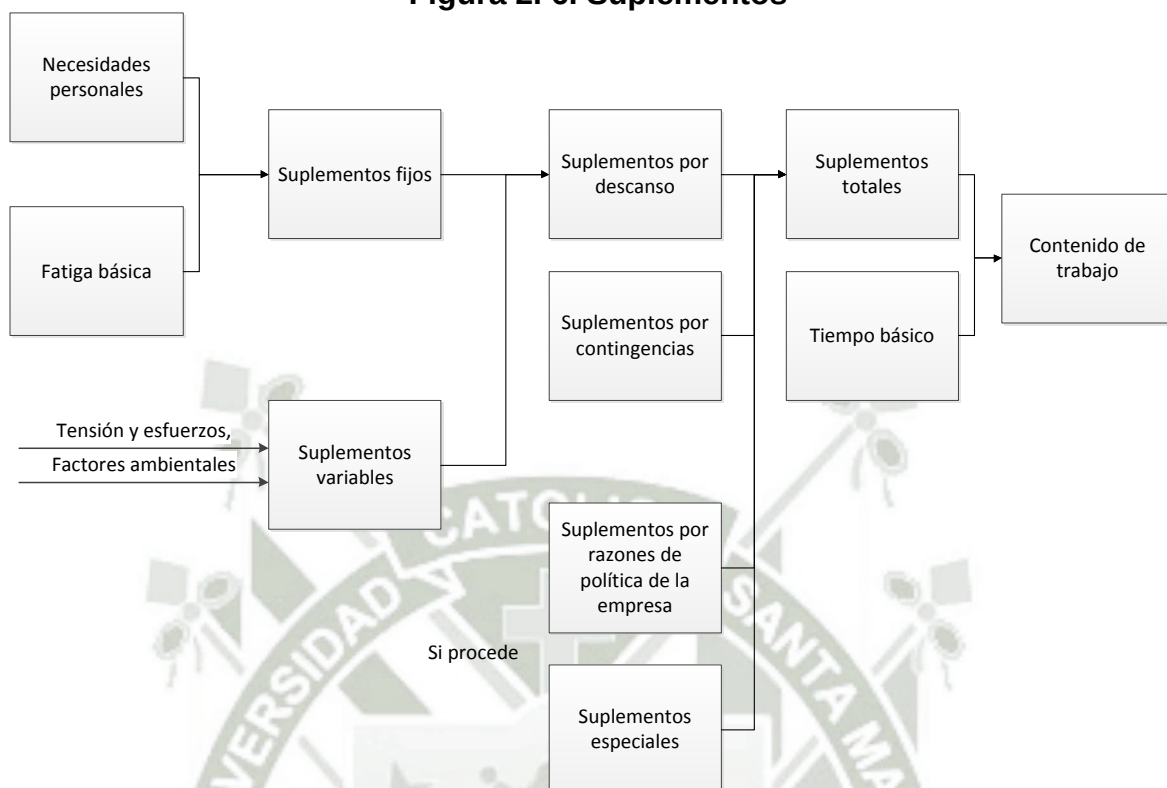
G = Ruido.

H = Tensión Mental.

I = Monotonía.

J = Tedio.

Figura 2. 6. Suplementos



Fuente: OIT (1996, p.338)

2.5.DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Muther (1981, p.256) señala que la disposición de planta es el ordenamiento físico de los factores de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos.

Esta disposición de planta puede ser una disposición física ya existente o una nueva disposición proyectada.

2.5.1. OBJETIVOS DE UNA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

El objetivo principal consiste en diseñar un ordenamiento de las áreas de trabajo y del equipo que sea el más económico para el trabajo, al mismo tiempo que sea el más seguro y satisfactorio para los empleados.

Según Tompkins & White (2006, p.89), estos son los principales objetivos:

- Integración conjunta de todos los factores que afecten a la distribución
- Movimiento de material según distancias mínimas
- Circulación del trabajo a través de la planta
- Utilización efectiva de todo el espacio
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores
- Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste

2.5.2. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN

- Orientada al proceso (talleres)
- Orientada al producto (procesos repetitivos o continuos)
- Posición fija

- De las oficinas
- De los almacenes
- De los servicios
- De oficinas

2.5.3. FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN

Para Muther (1981), el estudio de los factores de disposición de planta no debe orientarse solamente hacia el logro de una alta productividad, sino en enfocar los esfuerzos para lograr un alto desempeño de sus procesos basados en sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional.

a) Factor material

Uno de los factores importantes para la disposición de planta es este factor, pues su tipo, variedad y cantidad dependen por lo general del tipo de sistema de producción. Para el factor material se debe tener en cuenta el diseño del material, características, formas de

combinarse con otros materiales, cantidad de material a utilizar y frecuencia de uso. Algunos ejemplos de materiales:

- Materias primas
- Material auxiliar
- Material en proceso
- Productos acabados
- Productos defectuosos
- Piezas y partes
- Virutas, mermas
- Material de mantenimiento

b) Factor maquinaria

En este factor se tiene que considerar la descripción de la maquinaria (características, utilización, etc.) y, sobre todo, el número de máquinas necesarias para cumplir con la demanda proyectada.

- Maquinarias de producción
- Equipos de procesos

- Herramientas, moldes, patrones
- Maquinaria de repuesto y mantenimiento

c) Factor hombre

En este factor se tiene que considerar las condiciones de trabajo y seguridad, necesidades de mano de obra.

- Mano de obra directa e indirecta
- Personal eventual
- Jefes

d) Factor movimiento

En este factor se tiene que tomar en cuenta el manejo de materiales, métodos de manejo, unidad de carga, selección de equipo de acarreo, equipos de trayectoria fija y equipo móvil.

- Movimiento de maquinaria
- Movimiento de material y hombres

- Movimientos de hombres y maquinarias

e) Factor edificio

En este factor se toma en cuenta el estudio de suelos, las vías de circulación, puertas de acceso y salidas y áreas de almacenamiento.

f) Factor espera

Se toma en cuenta los factores y también los puestos de espera.

- Área de recepción
- Área de pre y post-parqueo
- Demoras
- Cuello de botella

g) Factor servicio

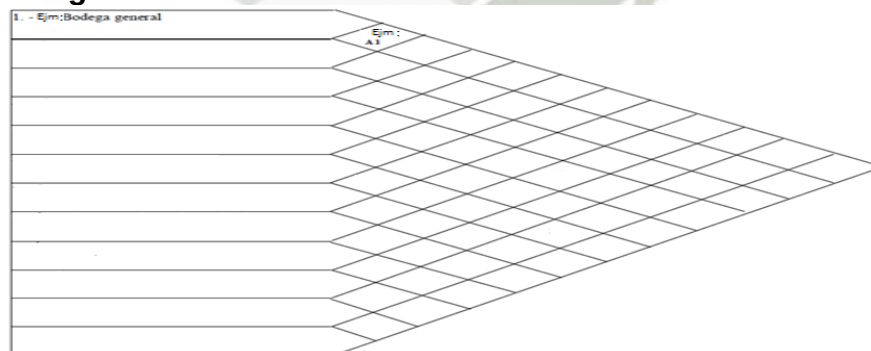
Se toma en cuenta los factores de servicio al personal, al edificio, a la maquinaria así como a los materiales para operar.

- Vías de acceso
- Ventilación
- Iluminación
- Restaurant
- Control de producción
- Instalaciones eléctricas
- Ambiente de calidad en el trabajo
- Señalizaciones de seguridad

2.5.4. GRÁFICO DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES

Este gráfico (ver figura 2.7.) relaciona los grados de cercanía que existe entre las diferentes estaciones, oficinas o áreas de servicios.

Figura 2. 7. Gráfico de Relación de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

VALOR	PROXIMIDAD
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIA
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	NORMAL U ORDINARIA
U	SIN IMPORTANCIA
X	NO RECOMENDABLE

CÓDIGO	MOTIVO
1	MISMO TIPO DE EQUIPO
2	USO DE MISMO PERSONAL
3	USO DE MISMO LOCAL
4	CONTACTO PERSONAL
5	ACCESIBILIDAD
6	TRABAJOS SEMEJANTES
7	RUIDOS, OLORES, ETC
8	CONTACTOS OPERACIONALES
9	RELACIONES ADMINISTRATIVAS
10	FASES CONTINUAS

Fuente: Elaboración Propia

2.6. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE CALIDAD

Hay muchas herramientas inherentes a la ingeniería industrial que son ampliamente aceptadas y usadas para que la organización logre su finalidad, en forma eficaz y eficiente.

2.6.1. DIAGRAMA DE CAUSAS-EFECTO DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. (Herramientas para la mejora de la calidad, 2009)

Metodología:

- Decidir el efecto que se quiere controlar y/o mejorar o un problema específico.
- Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha.
- Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal.
- Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios.
- Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
- Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

Un buen diagrama de causas-efecto es el que se ajusta al propósito para el cual se elabora y que no tiene una forma definida.

2.6.2. DIAGRAMA DE PARETO

Un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente.

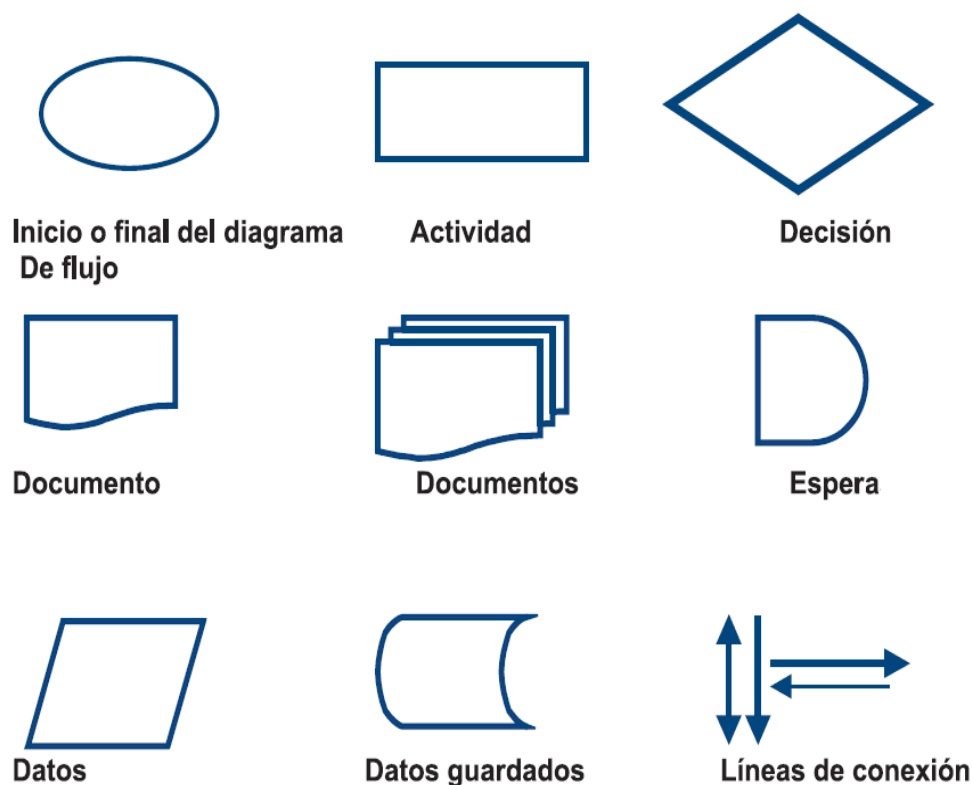
En estos casos se da el principio de «**los pocos vitales y los muchos triviales**» que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un **20%** para los “**pocos vitales**” y de un **80%** para los “**muchos triviales**”.

Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce.

2.6.3. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo es una representación gráfica que indica las actividades que constituyen un proceso dado y en el cual se da la ordenación de los elementos. Es la forma más fácil y mejor de comprender cómo se lleva a cabo cualquier proceso (Herramientas para la mejora de la calidad, 2009).

Figura 2. 8. Simbología Diagrama de Flujo



Fuente: Norma ISO 5807

2.6.4. MOVIMIENTO “5S” O MOVIMIENTO DE LOS 5 PASOS DEL KAIZEN

Herramienta **Kaizen** donde se inicia el cambio hacia la mejora continua, estableciendo el orden, la limpieza, compromiso y la seguridad como elementos clave de la disciplina y cultura de organización. Se habla del **mantenimiento del buen orden** en la organización como la clave de un

elevado nivel de productividad que es responsable del éxito económico japonés (Herramientas para la mejora de la calidad, 2009, pag.109)

La expresión “mantenimiento del buen orden” contiene 5 significados, entre ellos Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

- **Seiri** (disposición metódica). Establece la necesidad de distinguir entre lo necesario y lo prescindible.
- **Seiton** (orden). Exige que todos los recursos (materiales, equipos, otros) empleados en el proceso deben encontrarse en su sitio asignado, de modo que sea localizado y empleado lo más rápida y eficazmente.
- **Seiso** (limpieza). Consiste en mantener todos los equipos y herramientas en un estado de conservación óptimo, así como en limpiar y ordenar las áreas de trabajo, para facilitar el proceso y evitar accidentes
- **Seiketsu** (aseo personal): Hacer del aseo y la pulcritud un hábito, principiando por la propia persona. Pretende desarrollar estándares y procedimientos en todas las tareas y actividades relacionadas con el proceso.

- **Shitsuke** (disciplina). Debe asegurarse de que todo el personal que participa en el proceso comprende y emplea los estándares y procedimientos establecidos en los distintos puestos de trabajo.

2.6.5. MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)

Es una herramienta **Kaizen**, orientada a la mejora de la calidad de los equipos, que trata de maximizar la eficacia y la eficiencia de los equipos a través de un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra la vida del equipo.

Mediante el TPM se trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas.

TPM involucra a cada persona en todos los departamentos y a todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de actividades autónomas y de grupos pequeños, y comprende elementos básicos tales como desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en mantenimiento básico de la empresa, habilidades para la solución de problemas y actividades para lograr un trabajo con cero interrupciones y sin accidentes (Herramientas para la mejora de la calidad, 2009).

2.6.6. LAS TRES “ES” DE UNA ORGANIZACIÓN EXITOSA

A continuación se explicará los tres conceptos importantes que sirven para diseñar un buen planteamiento estratégico en cualquier organización (Evans & Lindsay, 2008).

Eficacia

Lo principal es definir un objetivo previamente, basado en la operacionalización, es decir sobre aquello que es tangible y que nos sirve para cumplir el objetivo planificado.

Eficiencia

Básicamente es hacer el uso adecuado de los recursos, recordemos que los recursos no son sólo materiales, pueden ser también intelectuales, es decir, “humanos”.

Efectividad

Este concepto es la suma de los dos anteriores, es el resultado de ser eficaz y eficiente al mismo tiempo.

2.6.7. DIAGRAMA DOP Y DAP

2.6.7.1. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

Es la representación gráfica y simbólica del acto de elaborar un producto o proporcionar un servicio, mostrando las operaciones e inspecciones efectuadas o por efectuar, con sus relaciones sucesivas cronológicas y los materiales utilizados. Solo se registran las principales operaciones e inspecciones para comprobar la eficiencia de aquellas, sin tener en cuenta quién las efectúa ni donde ni donde se llevan a cabo (Solís, 2014).

2.6.7.2. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)

El Diagrama de Actividades del Proceso, DAP, es una representación gráfica simbólica del trabajo realizado o que se va a realizar en un producto a medida que pasa por algunas o por todas las etapas de un proceso (Solís, 2014).

Información que se consignará:

- Cantidad de Material.
- Distancia recorrida.

- Tiempo de trabajo realizado.
- Equipo utilizado.

2.7.EVALUACIÓN DE PROYECTOS VAN Y TIR

En la evaluación de proyectos se utiliza un conjunto de técnicas con características propias, ellos son:

2.7.1. Valor Actual Neto (VAN)

Según Andía (2009), esta técnica se basa en la actualización de los flujos de ingresos y egresos a una tasa de descuento (TMAR) al periodo base con el objeto de medir la eficiencia del uso de recursos.

$VAN = \text{Valor presente de beneficios} - \text{Valor presente de costos}.$

Interpretación del Van

Si $VAN > 0$, el proyecto rinde la tasa mínima deseada, además de ello, obtiene una ganancia adicional en términos económicos.

Si $VAN = 0$, el proyecto rinde exactamente la tasa mínima requerida por lo que se puede realizar el proyecto o invertir en la mejor alternativa rechazada, teniendo en cuenta el riesgo asociado a cada uno.

Si $VAN < 0$, el proyecto no alcanza el rendimiento mínimo requerido.

Tipos de VAN

VAN económico: Indica la rentabilidad intrínseca del proyecto, la tasa de descuento que se debe usar es la TMAR y puede ser el costo de oportunidad de inversión o el costo promedio ponderado del dinero necesario para ejecutar el proyecto.

VAN financiero: Se calcula a partir del flujo de caja financiero, por tanto la TMAR debe ser igual al costo de oportunidad del dinero del inversionista, ya que el saldo de inversión va a ser financiado por él.

2.7.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Según Gómez-Bezares et al. (2013), la Tasa Interna de Retorno nos dice cuál es el rendimiento de la inversión. Se define como aquella tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Su formulación es:

$$DI = \frac{GF_1}{(1+TIR)} + \frac{GF_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{GF_n}{(1+TIR)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{GF_t}{(1+TIR)^t}$$

Donde:

DI=Desembolso Inicial

GF=Generación de Fondos Incremental atribuible al proyecto en el año t

n=Número de años en que la decisión tendrá efectos para la tesorería de la compañía.

2.8.MARCO LEGAL

En el Perú, durante varias décadas, no se ha contado con un programa de revisiones técnicas vehiculares debidamente regulado, habiéndose generado a lo largo de los años algunas normas dispersas sobre la materia. Actualmente, los más de un millón de vehículos con los que a nivel nacional cuenta nuestro parque automotor, hizo necesaria la implementación de las revisiones técnicas de manera obligatoria desde el año 2,007 con la emisión de la Ley N° 29237, mediante la cual se creó el Sistema Nacional de Revisiones Técnicas Vehiculares

Revisar técnicamente un vehículo, es obligatorio. El Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares, aprobado mediante DS N° 025-2008-MTC del 24/08/2008 y sus modificatorias, está dirigido a la realización obligatoria de las revisiones técnicas vehiculares con sanciones a quienes las incumplan. El MTC, en colaboración con los organismos competentes, desarrolla campañas inopinadas de control en diversos puntos de la ciudad y carreteras.



CAPITULO III

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3. CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

3.1.1. RESEÑA HISTORICA DEL AUTOMÓVIL EN EL PERÚ Y LAS REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES

El primer automóvil a gasolina llegó al Perú en 1904, y desde entonces han ocurrido una serie de eventos importantes, destacando entre ellos el de 1908, año en el que por primera vez, gracias al ingeniero peruano Alberto Grieve, se diseñó y se construyó un automóvil en el país, constituyéndose en el primero de origen latinoamericano (el Automóvil Grieve). Salvo las llantas, carburador y encendido, todos los componentes del auto fueron contruidos por Grieve, respondiendo a la economía y realidad nacional de la época. Desafortunadamente, esta semilla automovilística peruana no tuvo el apoyo necesario y la industria automotriz no se desarrolló en nuestro país convirtiéndonos en eternos importadores de vehículos nuevos y usados.

La aparición del automóvil trajo consigo la reducción de los tiempos para el traslado de un lugar a otro de las personas y mercancías, facilitando la comunicación terrestre, el intercambio comercial y el desarrollo turístico

entre otras buenas cosas, pero a su vez, la gran difusión de su uso, incrementó los accidentes así como la contaminación ambiental.

En el Perú, durante varias décadas, no se ha contado con un programa de revisiones técnicas vehiculares debidamente regulado, habiéndose generado a lo largo de los años algunas normas dispersas sobre la materia. Actualmente, los más de un millón de vehículos con los que a nivel nacional cuenta nuestro parque automotor, hizo necesaria la implementación de las revisiones técnicas desde el año 2,007 con la emisión de la Ley N° 29237, mediante la cual se creó el Sistema Nacional de Revisiones Técnicas Vehiculares y por ende los Centros de Inspección Técnica Vehicular (CITV).

3.1.2. DATOS DE LA EMPRESA

- Nombre de Empresa: Certificadora y Constructora San Martin S.C.R.L.
- Nombre Comercial: Revisiones Técnicas CERTICOM
- RUC: 20448488480
- Fecha de Fundación: 01/08/2012
- Inicio de actividades: 05/05/2013
- Tipo de Sociedad: Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada.
- Estado de la Empresa: Activo.



- Dirección Oficina Principal: Jr. Huancané #970.
- Dirección Planta de Revisiones Técnicas: Salida Lampa Km 4.5
- Ubicación: Juliaca / San Román / Puno.
- Página Web: <http://www.citvsanmartin.pe>

3.1.2.1. Misión

Brindar el servicio de inspecciones técnicas vehiculares de manera rápida y eficaz, contribuyendo al bienestar de nuestros clientes y del medio ambiente al proporcionar las medidas básicas de seguridad vehicular y protección del medio ambiente.

3.1.2.2. Visión

Ser reconocidos como el centro de inspección técnica vehicular líder a nivel del sur por nuestra calidad y eficiencia de servicio, mejor atención al cliente, mejor precio y mayor profesionalismo con la más alta tecnología al servicio de la sociedad.

3.1.3. POLÍTICAS DE TRABAJO ACTUAL EN LA EMPRESA

La demanda se tiene que satisfacer al 100% cada día, si la demanda excede la capacidad de producción diaria que sucede a menudo en los meses de mayor demanda, se trabajan horas extra, pagándose al personal un 25% más de su paga por hora si se trabajan hasta dos horas, a partir de la tercera hora 35% más.

Se trabajan 2 jornadas al día, 12 horas normales al día, los 7 días de la semana.

3.1.4. PROCESO DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR

A continuación se detalla el proceso de la inspección técnica vehicular, también se dispone de un DOP (ver Anexo 23) y DAP (ver Anexo 24) para un mejor análisis.

a) Verificación e identificación de documentos:

El cliente pasa por la caseta de ingreso donde el vigilante registra la placa y color, el cliente deja el carro estacionado para que un operario se encargue de llevar el vehículo al área de espera y posteriormente pase a la línea de inspección; el cliente debe acercarse a caja para el pago del servicio en efectivo.

Posteriormente se procederá con la identificación del vehículo, mediante la verificación e ingreso de los documentos (normalmente DNI, Tarjeta de propiedad, SOAT y Certificado de la revisión anterior, en algunos casos según el tipo y función del vehículo se requiere presentar otros documentos excepcionales como licencia de transporte de mercaderías y licencia de servicio de Taxi; En caso de pasar Inspección Técnica por primera vez o no tener algún documento excepcional el cliente debe llenar una declaración jurada.

b) Inspección de emisiones contaminantes:

Análisis de gases: en donde se evaluará el porcentaje de CO y CO₂, y el nivel de partículas de hidrocarburos (HC) para los vehículos gasolineros y a diesel. La prueba se realiza en dos etapas (acelerado y ralenti).

Prueba de Opacidad: en donde se evaluará el grado de opacidad de los vehículos diesel. La prueba se realizará hasta en 6 etapas hasta lograr estabilizar las mediciones obtenidas.

c) Inspección de luces:

Se evaluará la intensidad luminosa y la distancia de alumbrado de las luces altas y bajas de los faros delanteros del conductor y del pasajero con el Luxómetro.

d) Emisiones sonoras:

En donde se evaluará las emisiones sonoras producidas por el motor y las bocinas de los vehículos con el sonómetro, esta operación se realiza dentro de la estación de Luces.

e) Inspección de alineamiento al paso:

Se realiza la prueba de alineamiento mediante la verificación de la convergencia o divergencia de las ruedas de ambos ejes del vehículo empleando para ello el medidor de alineación de ruedas al paso.

f) Inspección de frenos:

Se evaluará la eficiencia de frenado y el desequilibrio entre lado y lado de cada eje del vehículo. Las pruebas son realizadas

en los frenos de servicio y en el freno de estacionamiento. En esta etapa se determina el peso de cada eje.

g) Inspección de suspensión:

La Prueba de suspensión se realiza mediante la verificación del estado de la suspensión del vehículo inspeccionado empleando para ello un banco de suspensiones, en el caso de líneas de inspección solo para vehículos livianos.

h) Inspección Visual:

Esta Inspección se realiza en la estación de gases, justo antes de realizar la prueba de emisiones contaminantes.

Aspectos Interiores:

- Asientos.
- Cinturones de seguridad.
- Tablero General.

- Equipo de Seguridad (extintor, cuña, triángulo de seguridad, botiquín).

Aspectos Exteriores:

- Luces (exterior, de retroceso, direccionales, de peligro).
- Láminas retroreflectivas.
- Parachoques.
- Parabrisas, limpiaparabrisas.
- Estado de chasis.
- Estado de neumáticos.
- Revisión y control de número de motor y el número de serie de chasis.

i) Inspección Mecánica y de Holguras:

Se evaluará los siguientes sistemas y/o componentes del vehículo:

- Dirección (barras, rótulas).
- Suspensión (muelles, amortiguadores).
- Sistema de frenos (cañerías, bombas, compresor, ratchet, etc.).
- Integridad del tubo de escape.
- Hermeticidad de los tanques de combustible, de corona y de transmisión, cárter.

Figura 3. 1. Pruebas de Inspección de acuerdo a la categoría del Vehículo

SISTEMA	CATEGORIA			
	L3, L4 y L5	M1 y N1	M2, M3, N2 y N3	02, 03 y 04
Alineamiento	Visual	SI	SI	SI
Suspension	Visual	SI	Visual	Visual
Peso	SI	SI	SI	SI
Frenos	SI	SI	SI	SI
Luces	SI	SI	SI	Visual
Emisiones de combustión	SI	SI	SI	No Aplica
Emisiones sonoras	SI	SI	SI	No Aplica
Holguras	Visual	SI	SI	Si

Fuente: <http://www.citvsanmartin.pe/web/proceso.htm>

3.1.5. ORGANIZACIÓN

La empresa es según sus fines, su estructura y sus características principales, una organización con fines de lucro, formal y centralizada, cuyo

principal objetivo es lograr una utilidad. Para esto se cuenta con una organización formal por grupos de trabajo donde la autoridad se concentra en el gerente general.

3.1.5.1. Organigrama

En la Figura 3.2., se muestra la estructura orgánica en la empresa Certicom actualmente, con 22 personas directamente e indirectamente involucradas con el trabajo en la empresa.

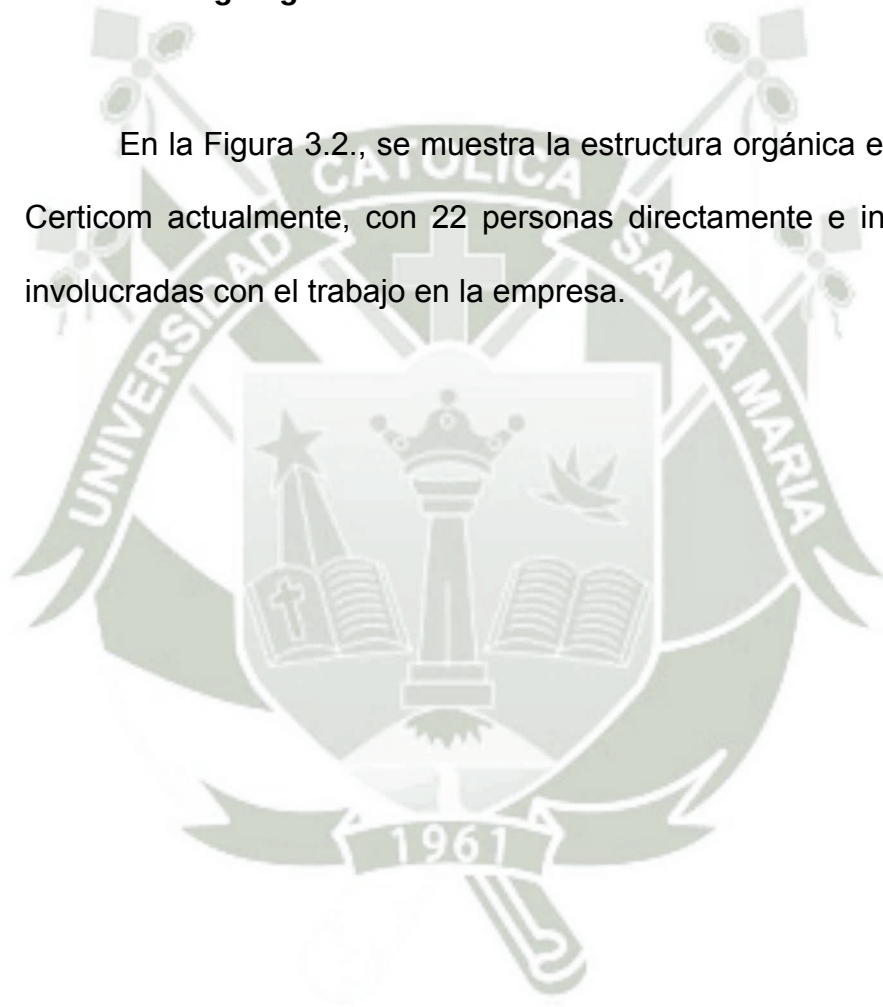
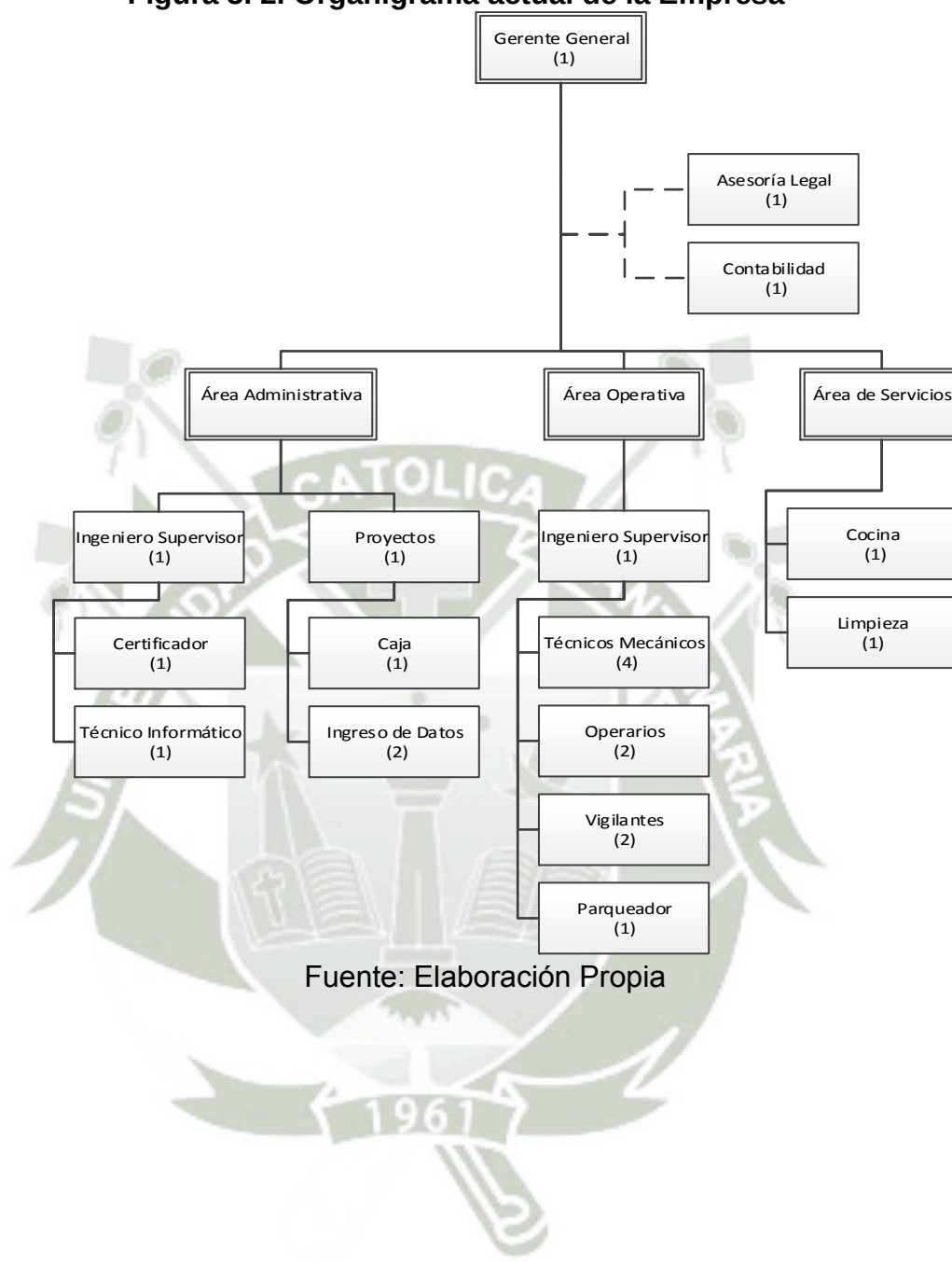


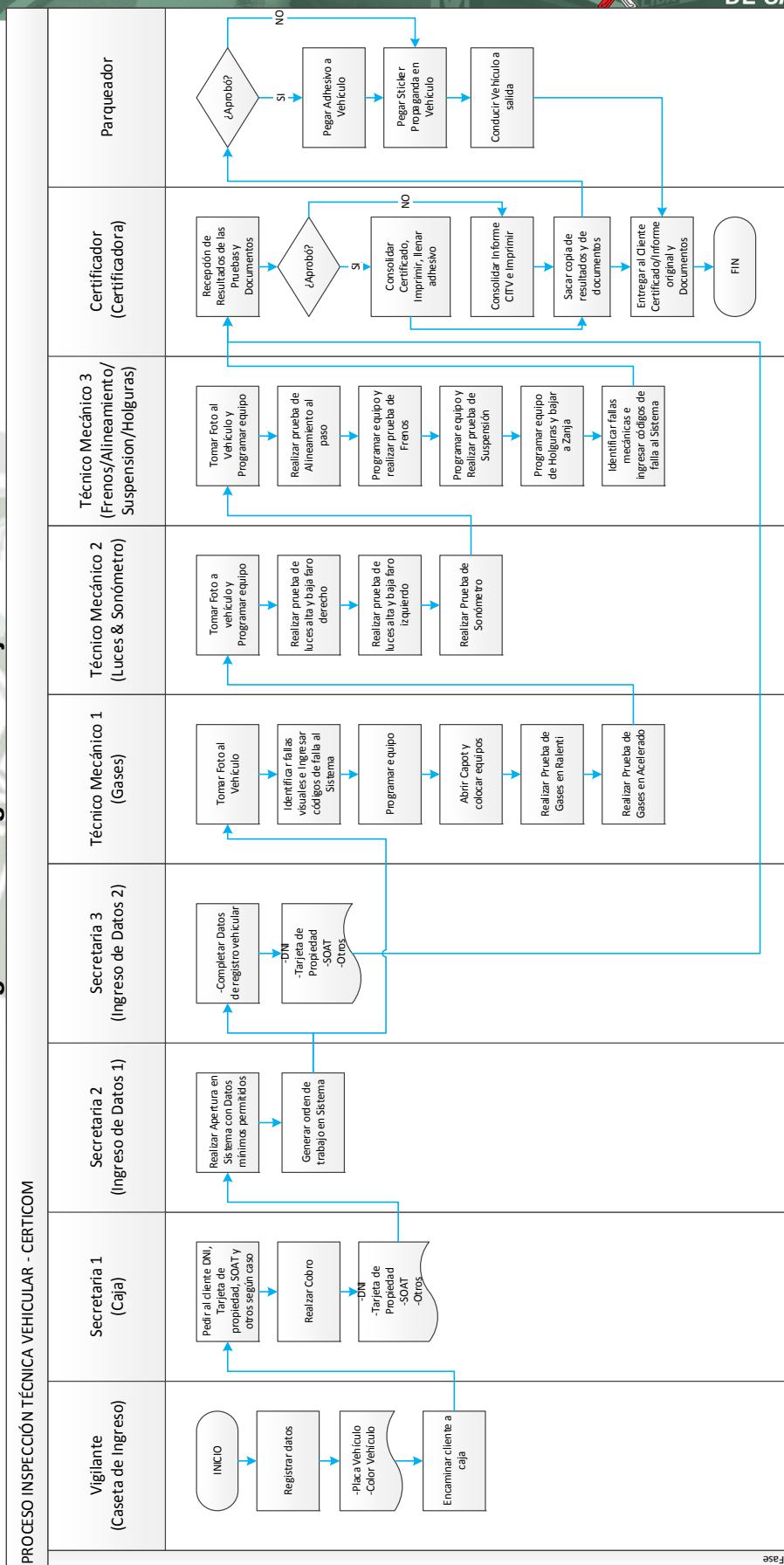
Figura 3. 2. Organigrama actual de la Empresa



3.1.6. FLUJOGRAMA FUNCIONAL

En la Figura 3.3., se muestra el diagrama de flujo actual en las estaciones involucradas directamente con el proceso.

Figura 3. 3. Diagrama de Flujo Actual



Fuente: Elaboración Propia

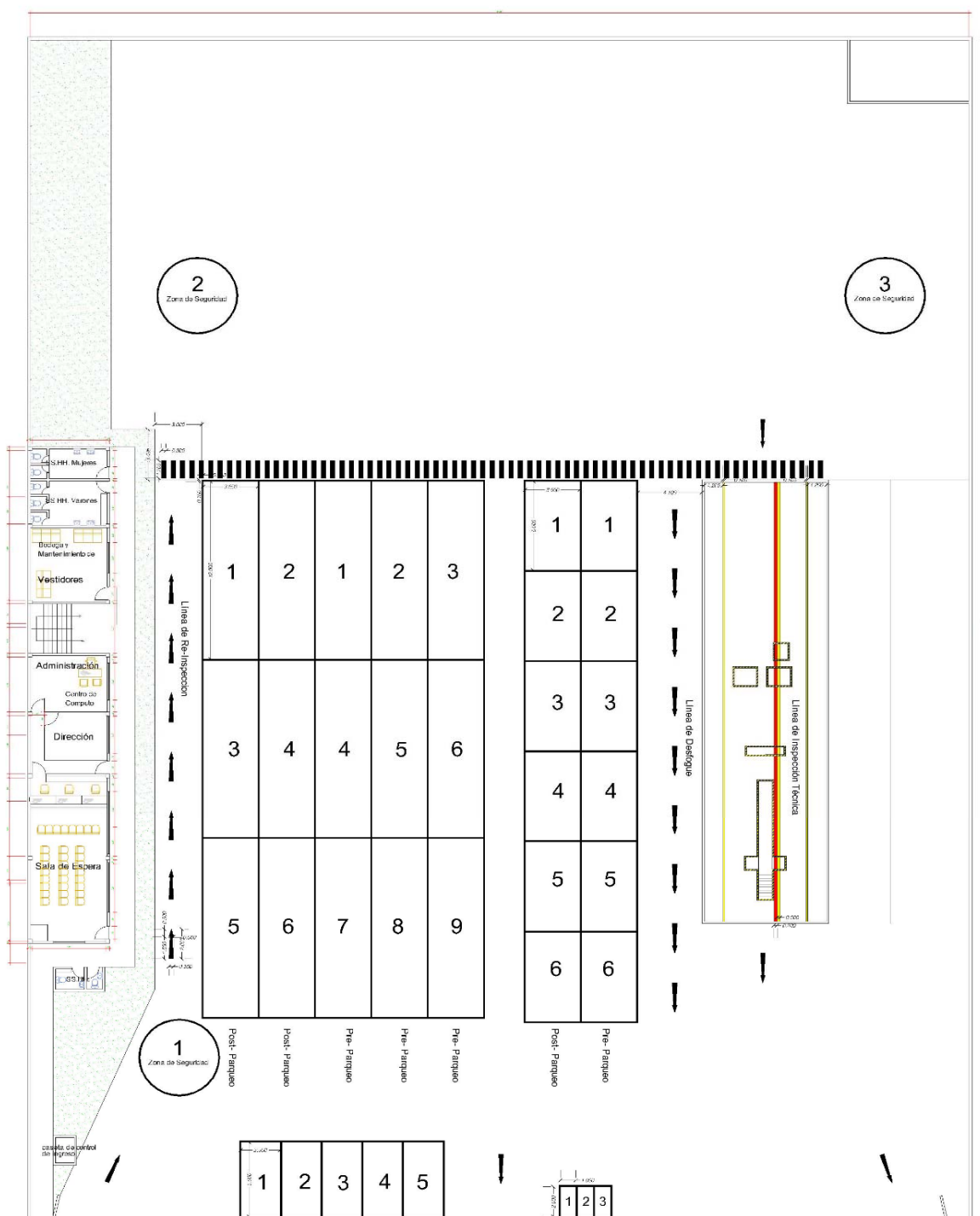
3.1.7. INFRAESTRUCTURA

El área de Planta donde se da el servicio de Inspección Técnica Vehicular cuenta con un área total de 4773.78 m², de los cuales la línea de inspección ocupa 231.66 m², siendo esta el Área Operativa; El área de parqueo total es de 1127.30 m² y puede albergar hasta un máximo de 24 vehículos en la zona de Pre-parqueo y de 18 vehículos en la zona de Post-parqueo.

Respecto al Área Administrativa, esta alberga el sub área de dirección, sub área de Informática y las estaciones de Certificación, Ingreso de datos y Caja.

Además se cuenta con una bodega de herramientas de mantenimiento, vestidores para el personal, servicios higiénicos para el cliente, servicios higiénicos para el personal y una sala de espera para el cliente.

Figura 3. 4. Plano Revisiones Técnicas San Martín



Fuente: Sub área de Informática CERTICOM

3.1.7.1. Tipo de Distribución en la Línea de Inspección

El flujo del servicio sigue un tipo de proceso en línea, dado que un retraso en una de las estaciones puede afectar a toda la cadena, se cuenta con operaciones estandarizadas pero con poca flexibilidad en la configuración de distribución de las máquinas.

3.1.7.2. Máquinas y Equipos

En la Tabla 3.1., se muestra la lista de Máquinas y Equipos en el Área Operativa (Línea de Inspección), para ver ilustración ver Anexo 05.

Tabla 3. 1. Máquinas y Equipos en Área Operativa
Línea de Inspección

Máquinas y Equipos	Cantidad	En uso
Analizador de gases	1	1
Opacímetro	1	1
Sonómetro	1	1
Luxómetro	1	1
Plataforma Alineación al paso	1	1
Frenómetro	1	1
Banco de Suspensión	1	1
Detector de Holguras	1	1
Computadoras	4	4

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 3.2., se muestra la lista de Máquinas y Equipos en el Área Administrativa de la empresa.

Tabla 3. 2. Máquinas y Equipos en Área Operativa

Área Administrativa				
Estación o Puesto	Máquinas y Equipos	Cantidad	En uso	Disponible
Certificación	Computadoras	1	1	--
Certificación	Impresoras	2	1	1
Certificación	Fotocopiadoras	1	1	--
Caja	Computadoras	1	1	--
Caja	Impresoras	1	0	1
Ingreso de Datos	Computadoras	2	2	--
Dirección	Computadoras	2	2	--
Gerente General	Computadoras	1	1	--
Informática	Computadoras	2	1	1

Fuente: Elaboración Propia

3.1.7.3. Recursos Humanos

En la Tabla 3.3., se muestra los recursos humanos totales con los que cuenta la empresa al día de hoy, cabe resaltar que no todo el personal se encuentra de servicio todo el día, el trabajo en las estaciones se alterna pero siempre mantiene un número de personal fijo como se puede observar en la Tabla 3.4.

Tabla 3. 3. Recursos Humanos

Recursos Humanos	Número
Administrativos	6
Técnicos Mecánicos	4
Supervisores	2
Operarios	2
Parqueador	1
Vigilantes	2
Cocinera	1
Limpieza	1
Contadora	1
Asesor Externo	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. 4. Cantidad de Personal Operativo Permanente en cada Estación

PERSONAL	CANTIDAD	ESTACIÓN
CERTIFICADOR (ADM.)	1	CERTIFICADORA
INGENIERO SUPERVISOR (SUP.)	1	CERTIFICADORA/INGRESO DE DATOS
SECRETARIA 1 (ADM.)	1	CAJA
SECRETARIA 2 y 3 (ADM.)	2	INGRESO DE DATOS
TECNICO 1 (TEC.MEC.)	1	GASES
TECNICO 2 (TEC.MEC.)	1	LUCES
TECNICO 3 (TEC.MEC.)	1	ALIENAMIENTO, FRENOMETRO, SUSPENSIÓN,HOLGURAS
VIGILANTE (VIG.)	1	CASETA DE INGRESO
OPERARIO (OPE.)	1	--
OPERARIO (OPE.)	1	--
PARQUEADOR	1	--

Fuente: Elaboración Propia

3.1.8. COMPETIDORES

Desde que los CITV's iniciaron operaciones en la Región Puno en el año 2012, abrieron hasta el día de hoy cinco nuevas empresas dedicadas a la Inspección Técnica Vehicular.

En la Tabla 3.5., se muestran los CITV's activos al día de hoy.

Tabla 3. 5. CITV's Activos 2014

N°	EMPRESA	CIUDAD	INICIO DE OPERACIONES	CUOTA DE MERCADO
1	SAN MARTIN (CERTICOM)	JULIACA	03/05/2013	34%
2	ALTOANDINA	JULIACA	01/09/2013	21%
3	CITV DEL SUR	PUNO	22/09/2013	14%
4	CITV DEL SUR	JULIACA	08/07/2012	10%
5	AZPER	JULIACA	01/02/2014	14%
6	SEÑOR DE LOS MILAGROS	JULIACA	05/08/2014	7%

Fuente: Gerencia General CERTICOM

3.2. DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS

La empresa CERTICOM tiene dos problemas principales que necesita afrontar urgentemente.

El primer problema se origina a partir del aumento de la afluencia de vehículos al CITV superando la capacidad de producción y empeorando la calidad del servicio al cliente y como consecuencia, la pérdida de tales

usuarios a largo plazo frente al aumento de empresas dedicadas a realizar el servicio de Inspección Técnica Vehicular en las ciudades de Juliaca y Puno.

El segundo problema son las demoras en algunas estaciones del servicio que originan cuellos de botella.

3.2.1. DETALLES DE PROBLEMAS

3.2.1.1. Insuficiencia de la Capacidad Normal de Producción

Desde que la empresa inició sus operaciones el 3 de mayo del 2013, la demanda aumentó drásticamente, resultando en una Insuficiencia de Producción y la baja radical de la calidad de servicio al cliente, por lo cual la empresa desea saber con cuanta capacidad de atención debe contar los próximos dos años en la línea de inspección y el área administrativa, por lo tanto en este estudio se determinará la necesidad de instalar o no una nueva línea de inspección así como aumentar personal y máquinas en algunas áreas y a la vez tener un respaldo de que los cambios serán sostenibles económicamente sin afectar la rentabilidad de la misma. También se considerará una nueva distribución de planta.

3.2.1.2. Cuellos de botella y Demoras en el Servicio

Se tiene conocimiento de algunos cuellos de botella que ocasionan la baja de la Productividad y la insatisfacción del cliente por las demoras en el tiempo de atención, pero aún no se dieron las respectivas soluciones a este problema. Para compensar este problema se trabajan horas extra los días donde la demanda supera la capacidad diaria de atención generando sobre costos para la empresa.

3.2.2. ALCANCE DEL ANÁLISIS

Se empezará por analizar el proceso de la revisión técnica a partir del Flujo de Trabajo y los Métodos de Trabajo actuales.

Se efectuará un Pronóstico de la Demanda proyectada a dos años con los datos históricos, se evaluará métodos cualitativos y cuantitativos determinando el más efectivo.

Se realizará un Estudio de Tiempos en las estaciones de servicio tomando en cuenta tiempos suplementarios.

Con la información del pronóstico de la demanda y los tiempos del servicio se procederá a elaborar un modelo de simulación del sistema en funcionamiento con el software Arena V.14.0 que permitirá analizar la

capacidad y efectividad del servicio en pleno funcionamiento, que servirán de base para proponer propuestas.

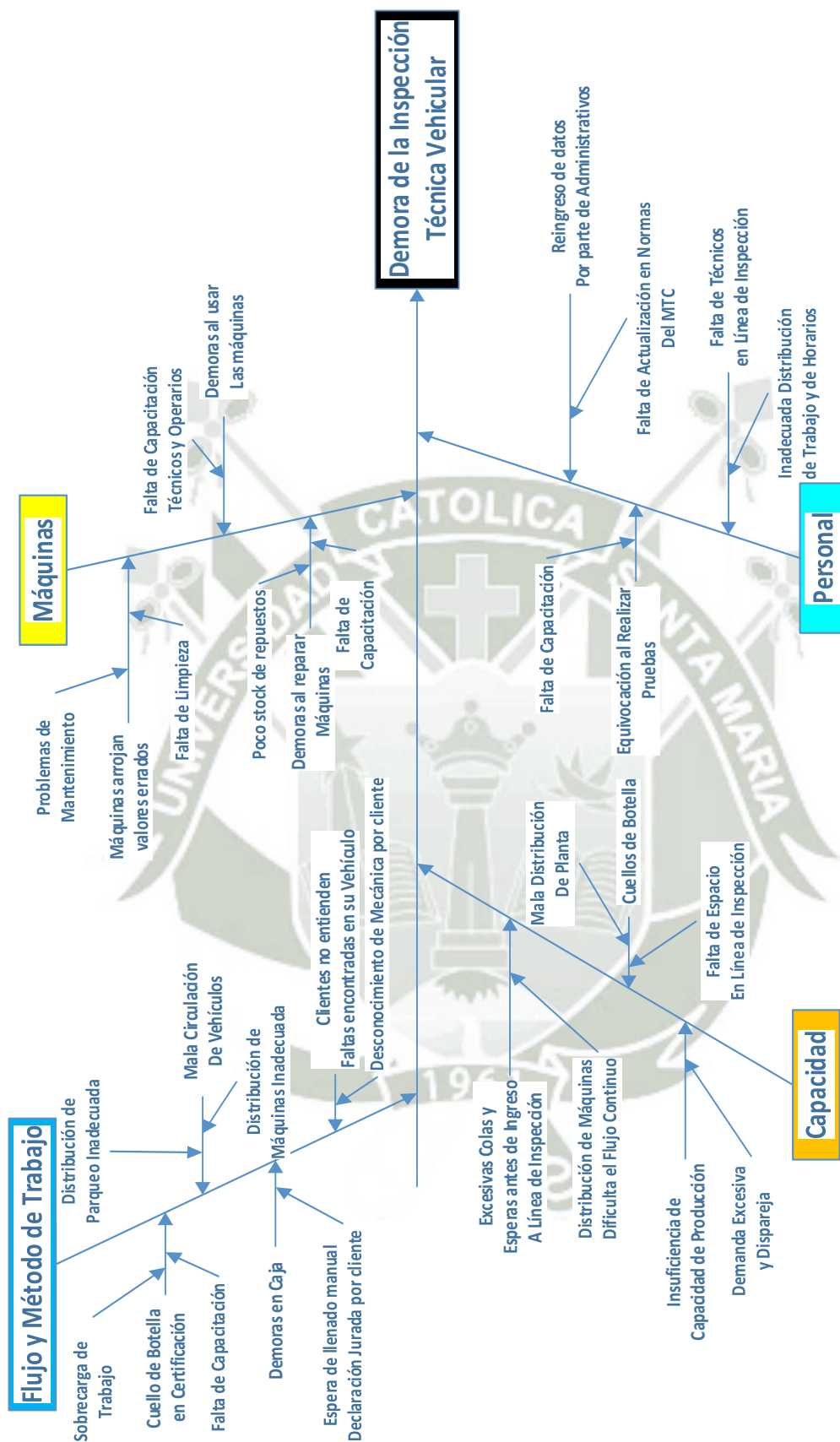
Se buscará alternativas de solución para remediar los cuellos de botella y las demoras en el servicio con el uso de metodologías y herramientas estadísticas ampliamente usadas en la Ingeniería Industrial.

Una vez diagnosticados los problemas se plantearán las propuestas de mejora que ayudarán a mejorar la calidad del servicio, consumir la fidelización del cliente, incrementar la participación en el mercado, aumentar la capacidad de producción y asegurar de manera sostenible el rendimiento financiero.

3.2.3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA FUNDAMENTAL

Como se describió en los Detalles de los Problemas, existen dos problemas fundamentales, la insuficiencia de la Capacidad Productiva y los cuellos de botella dentro del proceso de inspección técnica vehicular. Estos dos problemas se pueden compendiar en la Demora de la Inspección Técnica Vehicular y por supuesto evidenciar diversas causas, la Figura 3.5., esquematiza un diagrama causa-efecto, luego se analizará la importancia de proponer solución a las causas más frecuentes y de mayor repercusión.

Figura 3. 5. Diagrama Causa - Efecto

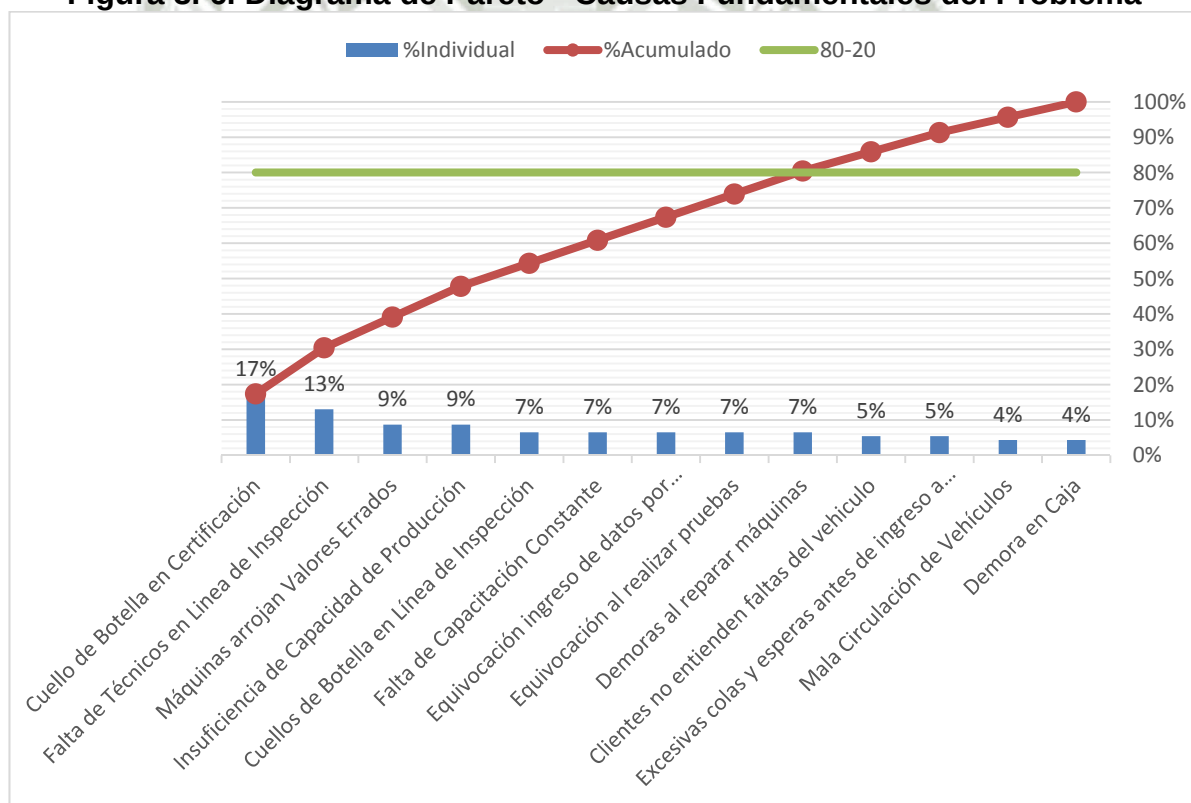


Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. ANÁLISIS Y PONDERACIÓN DE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES DEL PROBLEMA

En la Figura 3.6., se muestra la Ocurrencia y el Nivel de Impacto generado por cada una de las causas del Problema. La Ponderación se realizó en base a las Opiniones de los Ingenieros Supervisores y el Gerente General (ver Anexo 06).

Figura 3. 6. Diagrama de Pareto - Causas Fundamentales del Problema



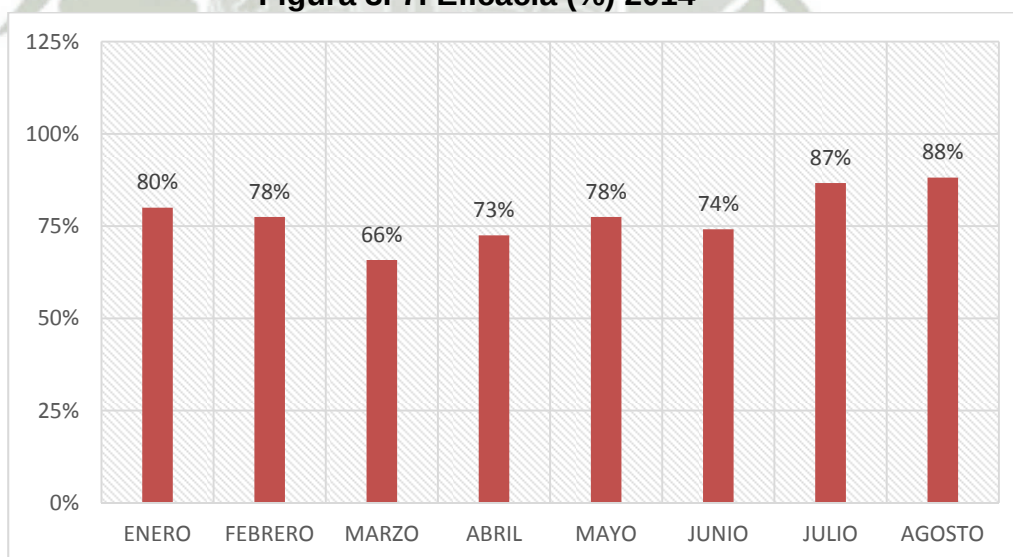
Fuente: Anexo 06

3.2.5. ANÁLISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN

La empresa no maneja ni actualiza los datos que se tienen y se desconoce la situación actual respecto a tiempos, capacidad de producción, etc., por lo tanto se crearon algunos indicadores de gestión.

La Figura 3.7., muestra la eficacia de la línea de inspección a partir de la cantidad de vehículos atendidos por hora entre la capacidad real esperada (Frecuencia Servicio por Hora – MTC), se observa que aunque hubo progresos en los últimos meses, estos aún no alcanzan la media de servicio de CITV's a nivel nacional y menos una sobresaliente del promedio, los datos para el cálculo se encuentran en el Anexo 08.

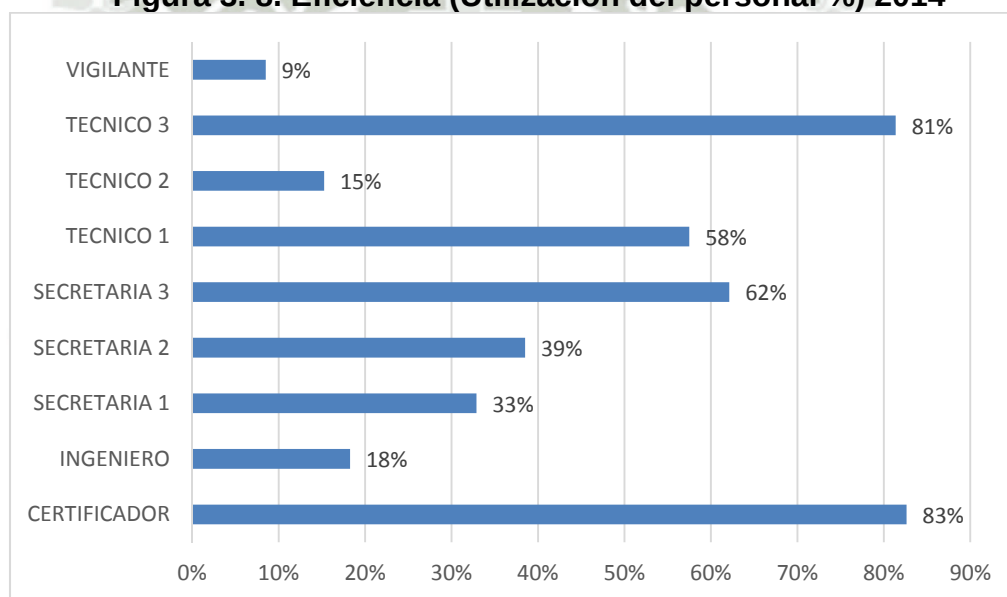
Figura 3. 7. Eficacia (%) 2014



Fuente: Anexo 08

Se muestra en la Figura 3.8., el índice de eficiencia a partir del uso del tiempo disponible del personal (Utilización). Hay una mala distribución del trabajo en el área administrativa y operativa de la inspección vehicular, saturando al Técnico 3 (Encargado de alineamiento, frenómetro, suspensión y holguras) y también al Certificador dado que estos superan el 75% de utilización que para efectos de ergonomía empiezan a ser causas de fatiga y baja de rendimiento.

Figura 3. 8. Eficiencia (Utilización del personal %) 2014



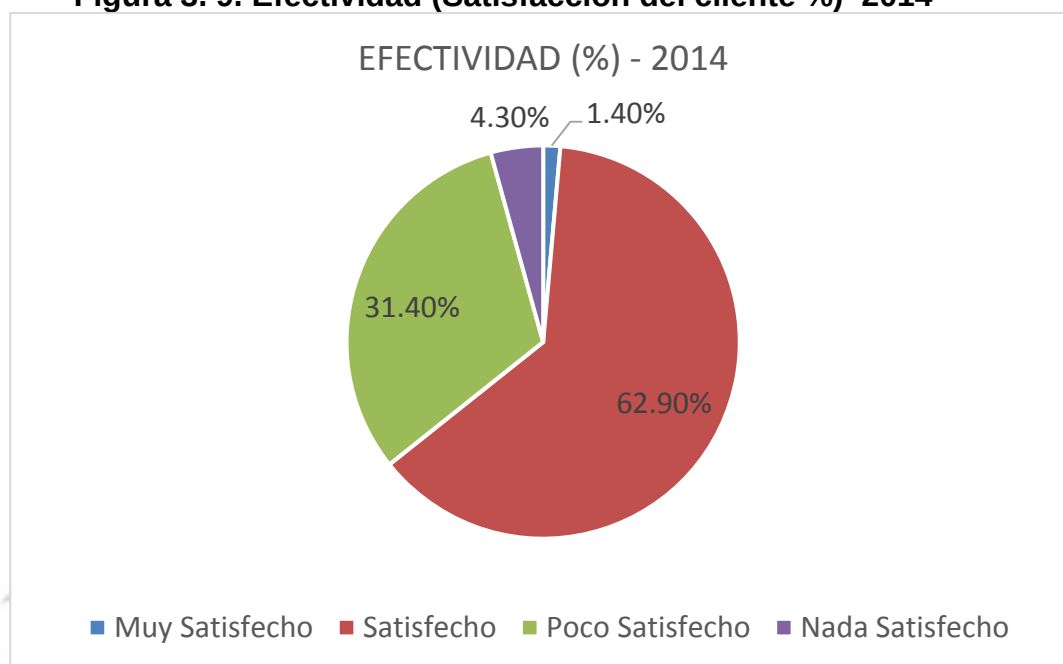
Fuente:

Anexo 08

En la Figura 3.9., se muestra la efectividad del servicio a partir del nivel de satisfacción del cliente en relación al tiempo de servicio, la encuesta al cliente reveló que el 31.4% de los clientes se muestran poco satisfechos con el tiempo de servicio y peor aún un 4.30% que afirma estar nada satisfecho, esto

resulta alarmante si tomamos en cuenta que la competencia creció mucho este último año pudiendo captar a estos clientes “insatisfechos” fácilmente para la siguiente revisión.

Figura 3. 9. Efectividad (Satisfacción del cliente %) 2014



Fuente: Anexo 08

3.3. ANALISIS DE FACTORES RELACIONADOS A LAS CAUSAS FUNDAMENTALES

A continuación se realizará un análisis de los factores involucrados con las causas fundamentales que posteriormente servirán de base para la creación de propuestas de mejora. Asimismo se hará uso de herramientas y metodologías de

Análisis de Procesos, Pronósticos, Estudio de Tiempos y Simulación de Sistemas que ayuden a realizar a profundizar el estudio.

3.3.1. ANÁLISIS DEL FLUJO DE TRABAJO

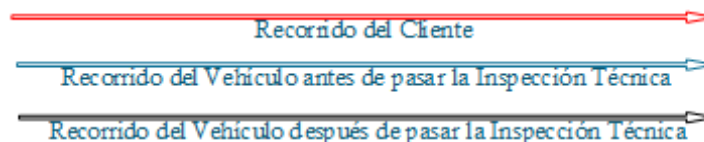
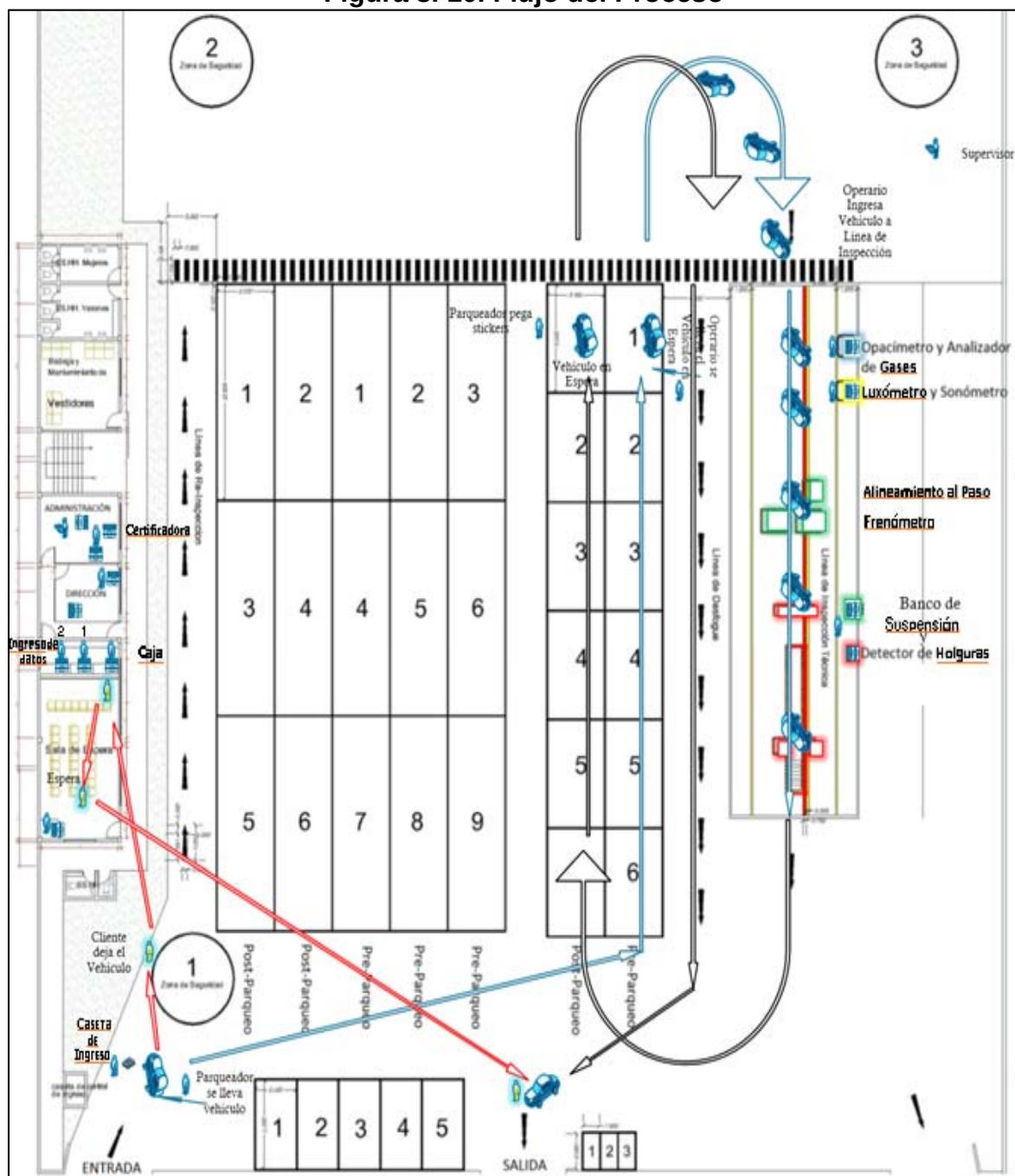
En la Figura 3.10., se observa que el proceso se divide en varias etapas pero fundamentalmente sigue un proceso lineal dentro de la línea de inspección, separando el vehículo del proceso paralelo del cliente y documentos. Se tiene a cargo nueve personas distribuidas en diez estaciones que conforman el ciclo del servicio, se cuenta además con un parqueador y dos operarios que se encargan de hacer pasar los vehículos por la Línea de Inspección Vehicular hasta su salida y la entrega a su respectivo propietario quien recoge su vehículo cuando el Ingeniero Supervisor le entrega su respectivo certificado o informe técnico vehicular. En la Tabla 3.6., se muestra el personal directamente involucrado con el proceso del servicio de inspección técnica.

Tabla 3. 6. Personal Directamente Involucrado

PERSONAL	ESTACIÓN	FUNCION
CERTIFICADOR	CERTIFICADORA	EMITIR CERTIFICADOS O INFORMES
INGENIERO SUPERVISOR	CERTIFICADORA/INGRESO DE DATOS	FIRMAR Y ENTREGAR RESULTADOS A CLIENTES
SECRETARIA 1	CAJA	COBRAR Y EMITIR RECIBOS
SECRETARIA 2	INGRESO DE DATOS	INGRESO DE DATOS PARTE 1
SECRETARIA 3	INGRESO DE DATOS	INGRESO DE DATOS PARTE 2
TECNICO 1	GASES	REALIZAR PRUEBA DE GASES
TECNICO 2	LUCES	REALIZAR PRUEBA DE LUCES
TECNICO 3	ALINEAMIENTO/FRENOMETR O/ SUSPENSIÓN/HOLGURAS	REALIZAR PRUEBA DE ALINEAMIENTO, FRENOMETRO, SUSPENSIÓN Y HOLGURAS
VIGILANTE	CASETA DE INGRESO	GUIAR A CAJA A CLIENTES Y REGISTRAR PLACA Y COLOR DE VEHICULOS
OPERARIO 1	--	PASAR VEHÍCULOS POR LÍNEA DE INSPECCIÓN
OPERARIO 2	--	PASAR VEHÍCULOS POR LÍNEA DE INSPECCIÓN
PARQUEADOR	--	PARQUEAR CARROS

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3. 10. Flujo del Proceso



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se detallan las causas de la demora respecto al flujo de trabajo en el servicio:

- La certificación dentro del área administrativa genera cuellos de botella ya que su tiempo de operación es excesivo en comparación a los procesos del área operativa, siendo la finalización de este un punto crucial para que el vehículo pueda desocupar el postparqueo y dirigirse a salida.
- El preparqueo es a penas suficiente para abarcar la demanda actual y no fue diseñado para albergar un incremento masivo de vehículos, ya que en los días de máxima demanda se origina una inmovilización de la circulación de los vehículos que circulan por la planta, que en parte se atribuye a la distribución actual.
- La distribución actual de las máquinas dentro de la línea de inspección es inadecuada y no permite el flujo continuo de los vehículos de estación a estación, limitando la circulación, creando más esperas y aumentando las colas en la entrada de la línea de inspección y en el preparqueo, las limitaciones se muestran en la Tabla 3.7.

Tabla 3. 7. Requerimiento de espacio libre en estaciones para continuar con la Inspección

	OPERACIÓN	ESPACIO LIBRE REQUERIDO PARA OPERACIÓN
1	PRUEBA DE GASES	EST. GASES & EST. LUCES
2	PRUEBA DE LUCES	EST. LUCES
3	PRUEBA DE ALINEAMIENTO	EST. ALINEAMIENTO & EST. FRENOMETRO
4	PRUEBA DE FRENOS	EST. FRENOS & EST. SUSPENSION
5	PRUEBA DE SUSPENSION	EST. SUSPENSION
6	PRUEBA DE HOLGURAS	EST. HOLGURAS

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO

En la estación de Caja, frecuentemente se pierde tiempo considerable esperando a que el cliente llene la declaración jurada en el caso de los que realizan la inspección técnica por primera vez o los que no cuenten con algún documento requisito como el permiso de transporte de mercancía o el de no contar con permiso de servicio de taxi, la frecuencia de clientes que tienen que llenar la declaración jurada es de 48%.

En la estación de Ingreso de Datos (datos de la Tarjeta de Propiedad, SOAT y DNI) ocurre que se cometen equivocaciones en el ingreso de algunos datos por diversas razones, entre ellas las más frecuentes por el desconocimiento de la ley que cambia frecuentemente por el ministerio de transportes, ocasionando pérdida de tiempo en la verificación y corrección de dichos datos.

En la estación de Gases, el técnico mecánico encargado le dice al operario que acelere pero no le indica hasta que revolución acelerar. La máquina realiza la prueba correctamente para petroleros en tres pruebas a 1000rpm, 2000rpm y 2500rpm y para gasolineros a 2500rpm, el reproceso se produce con una frecuencia del 24%.

En la Inspección visual y la Inspección Mecánica se pierde mucho tiempo por desconocimiento de los códigos de infracción que se tienen que ingresar al sistema y además porque muchas veces se olvida la inspección de algún detalle por la cantidad de elementos a inspeccionar.

En la estación de Luces, donde se realiza la prueba del sonómetro se tiene que volver a realizar la prueba dado que la máquina arroja valores errados con un 47% de frecuencia.

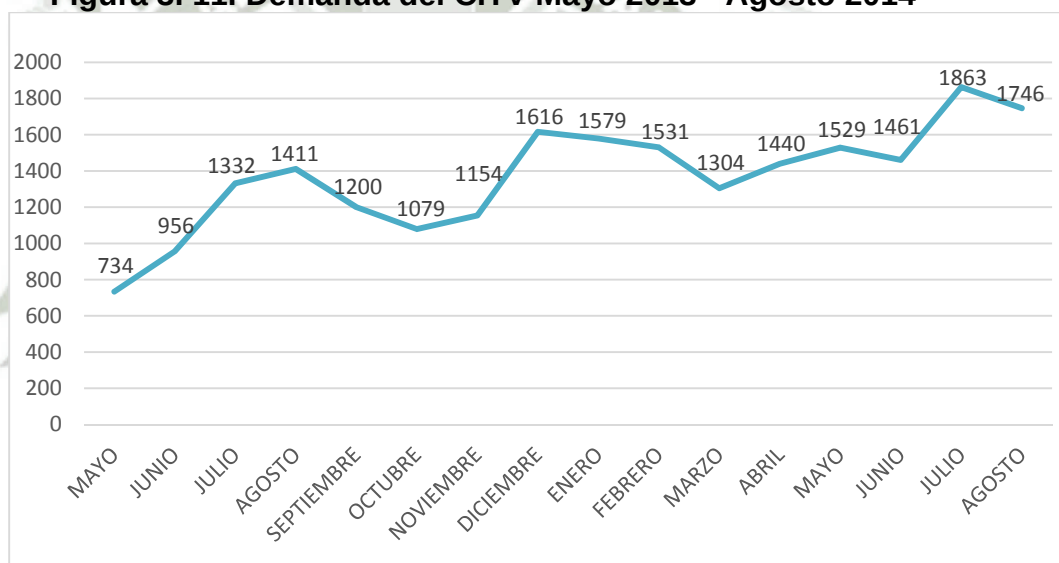
En las pruebas de Alineamiento, Frenómetro y suspensión se pierde tiempo a causa de valores errados que las máquinas transfieren al sistema, estos se atribuyen a la falta de limpieza y mantenimiento predictivo de las máquinas, la frecuencia de fallas en cada Estación son de 8%, 30% y 19% respectivamente.

3.3.3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

3.3.3.1. Análisis de la Demanda por Mes

Se tiene registros históricos de la demanda del CITV, vehículos que fueron atendidos por mes. En la Figura 3.11., se detalla la demanda desde inicios de la empresa.

Figura 3. 11. Demanda del CITV Mayo 2013 - Agosto 2014



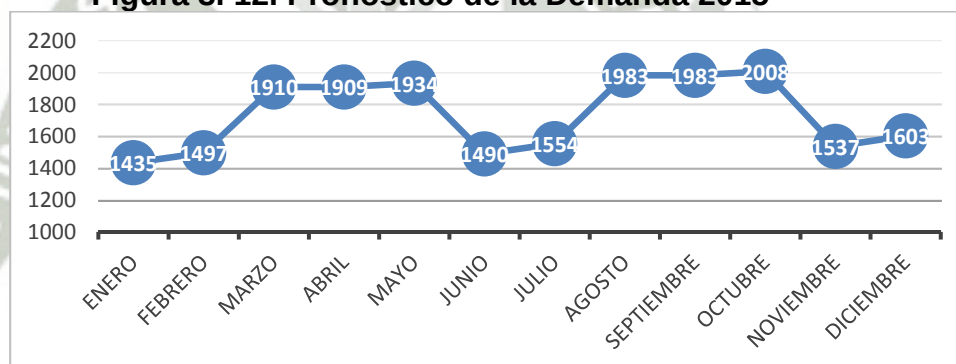
Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la Figura 3.11., una tendencia creciente de la demanda. Por ello la empresa se ve en la necesidad de realizar un pronóstico de la demanda para poder hallar la capacidad de planta adecuada a dos años en adelante y tomar medidas.

Se realizó el pronóstico de la demanda propia del CITV CERTICOM con varios métodos de pronóstico de las cuales se eligió la que tenía menor error de pronóstico ($\bar{E}=4$) y menor desviación media absoluta ($MAD=95$), en las Figuras 3.12., y 3.13 se muestran las demandas pronosticadas por el método Estacional Multiplicativo para los años 2015 y 2016 respectivamente.

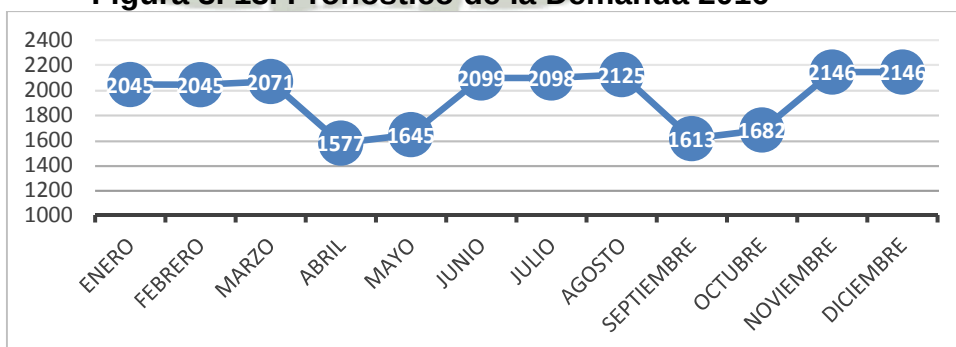
El cálculo del pronóstico y la evaluación de error de los demás métodos se encuentran en el Anexo 09

Figura 3. 12. Pronóstico de la Demanda 2015



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3. 13. Pronóstico de la Demanda 2016



Fuente: Elaboración Propia

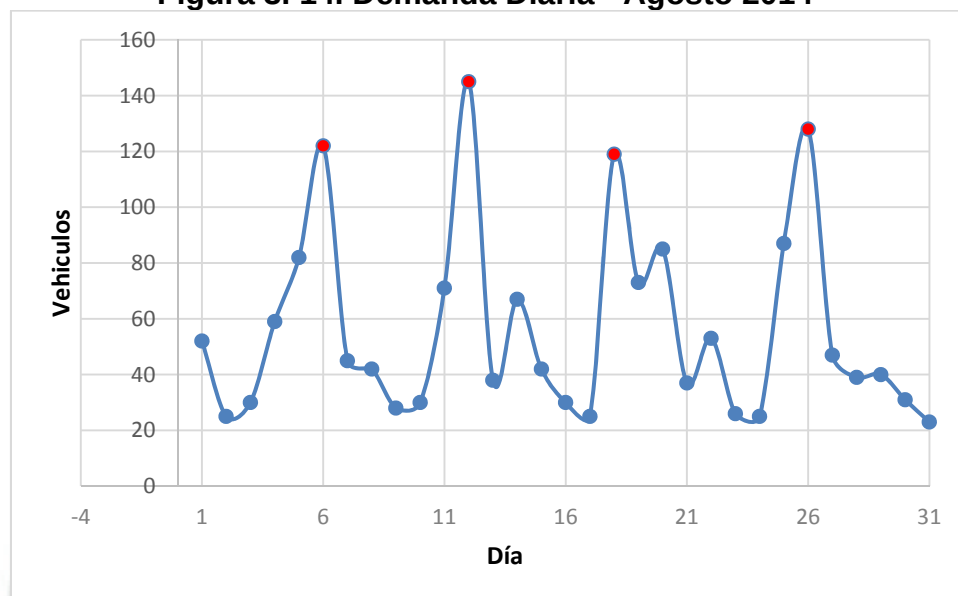
Nota: Es necesario explicar que estos pronósticos se realizaron en base a los datos históricos de la empresa sin considerar alguna propuesta que incremente la demanda en el futuro.

3.3.3.2. Análisis de la Demanda por Día

Se realizó un análisis de la demanda diaria por varios motivos, entre ellos para entender mejor como la capacidad de producción de la planta de inspección es superada por la demanda diaria, en promedio 5 veces por mes, así como usar esta demanda diaria máxima con fines prácticos como un parámetro límite en la simulación de sistemas para un correcto análisis, y por último como base de información para proponer alguna solución que remedie el problema.

Para analizar la demanda diaria se tomó el mes de Agosto como se observa en la Figura 3.14., los puntos rojos representan los días donde se supera la capacidad de producción durante 4 días durante el mes, la capacidad de producción actualmente no supera las 120 Inspecciones por día en 12 horas de trabajo, por lo cual, para cumplir con el servicio de toda la demanda, se paga horas extra aumentando el coste de producción.

Figura 3. 14. Demanda Diaria - Agosto 2014



Fuente:

Sistema Informático de Inspecciones Técnicas CERTICOM

Los días donde se sobrepasa la capacidad de producción máxima son frecuentemente los días lunes, martes y miércoles (ver Anexo 11).

3.3.3.3. Análisis de Correlación de la demanda diaria respecto a la demanda mensual

Se realizó una correlación de la demanda mensual y la demanda diaria máxima para validar su uso en la simulación como número máximo de entradas de entidades por día (ver Tabla 3.8.).

Tabla 3. 8. Comportamiento de la Demanda Diaria Máxima respecto a la Demanda Mensual

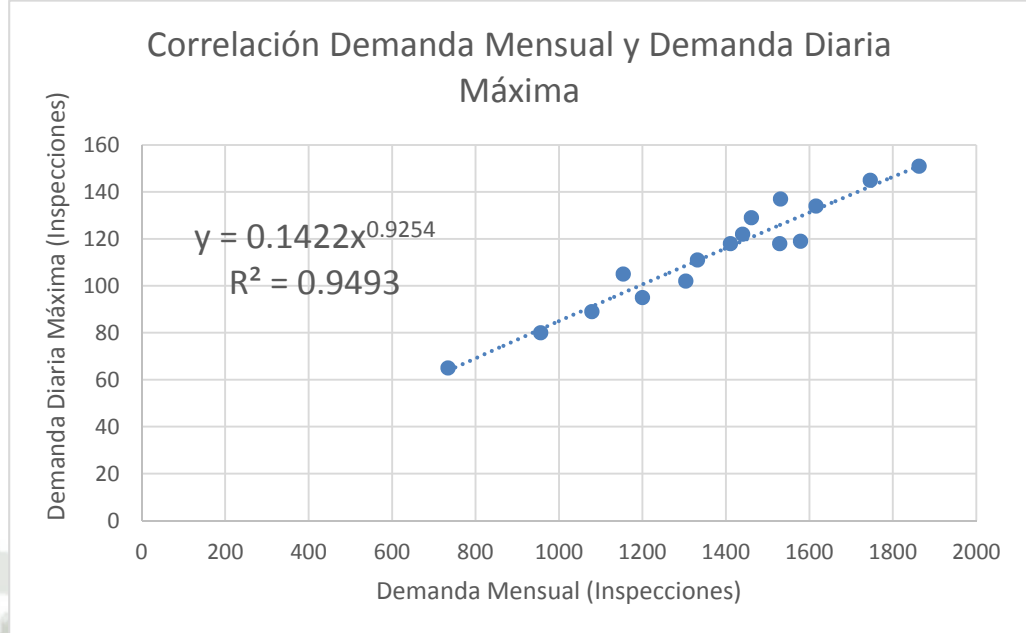
Mes	Demanda del Mes	Demanda Diaria Máxima
MAYO	734	65
JUNIO	956	80
JULIO	1332	111
AGOSTO	1411	118
SEPTIEMBRE	1200	95
OCTUBRE	1079	89
NOVIEMBRE	1154	105
DICIEMBRE	1616	134
ENERO	1579	119
FEBRERO	1531	137
MARZO	1304	102
ABRIL	1440	122
MAYO	1529	118
JUNIO	1461	129
JULIO	1863	151
AGOSTO	1746	145

Fuente: Sistema Informático de Inspecciones Técnicas
CERTICOM

Se realizó el análisis de correlación y el grado de explicación entre las dos variables fue de alta correlación y proporcionalmente positivo como se observa en la Figura 3.15.

- Coeficiente de Correlación: 0.9743
- Coeficiente de Determinación: 0.9493

Figura 3. 15. Correlación de la Demanda Mensual y la Demanda Diaria Máxima



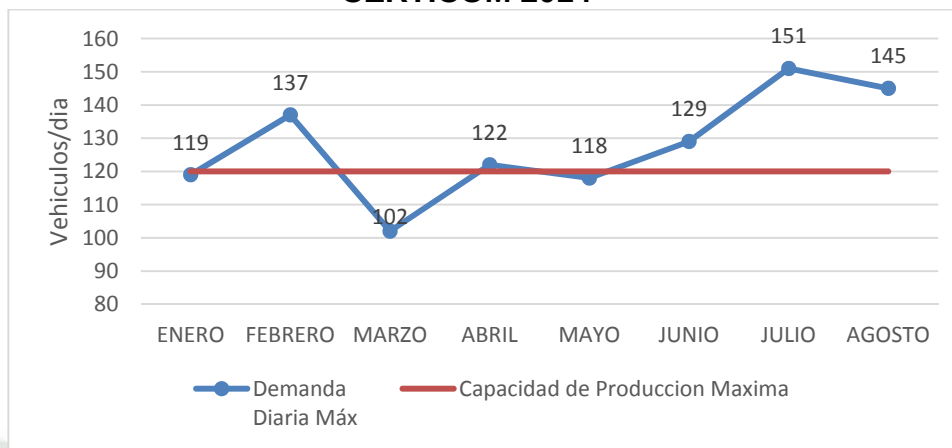
Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.4. Análisis Comparativo de la Demanda y la Capacidad de Producción.

Si tomamos en cuenta la capacidad de producción máxima diaria (120 vehículos/día) se podría pasar Inspección a 3600 vehículos por mes, el problema es que la demanda no es Uniforme durante los 30 días del mes, y aun si fuera uniforme se tiene que resolver el otro problema sobre el tiempo de servicio excesivo que se tratará posteriormente.

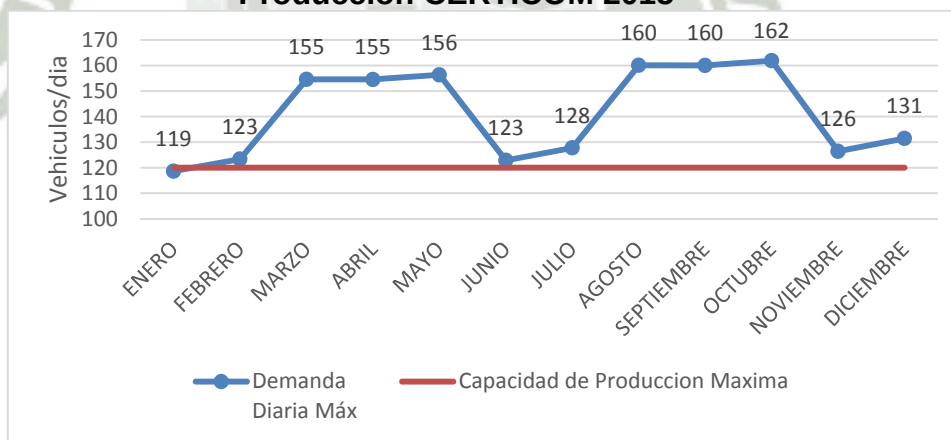
Por lo tanto tomando en cuenta lo anterior, se realizó un análisis comparativo de la demanda diaria y la capacidad diaria máxima de producción en horario normal:

Figura 3. 16. Demanda Máxima Diaria Vs Capacidad Máxima de Producción CERTICOM 2014



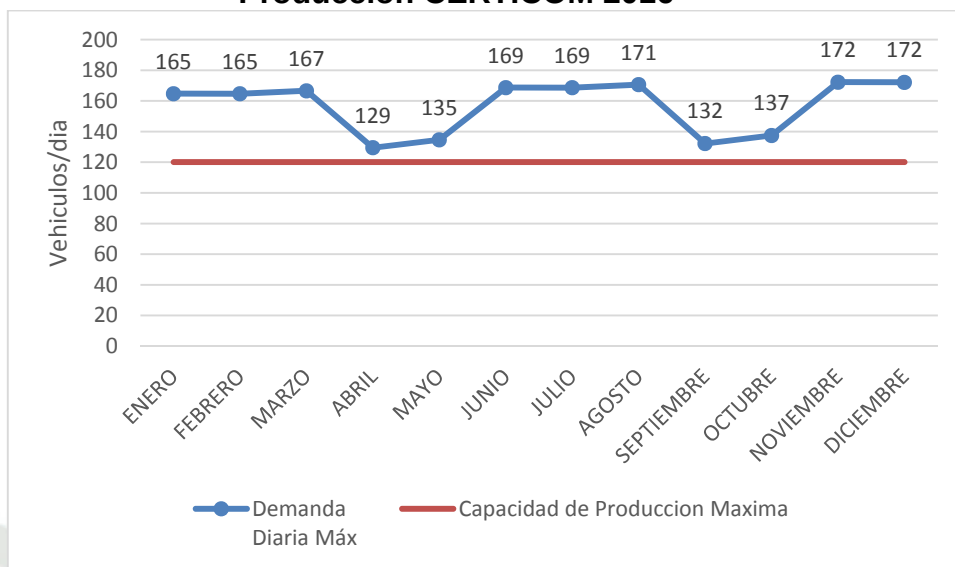
Fuente: Anexo 12

Figura 3. 17. Pronóstico de Demanda Máxima Diaria Vs Capacidad Máxima de Producción CERTICOM 2015



Fuente: Anexo 12

Figura 3. 18. Pronóstico de Demanda Máxima Diaria Vs Capacidad Máxima de Producción CERTICOM 2016



Fuente: Anexo 12

En la Figura 3.16., se observa lo que pasa actualmente, dentro de los meses de mayor demanda del 2014 se presentó insuficiencia de Capacidad Productiva durante los días de mayor demanda y para cumplir con la política de la empresa se tuvo que hacer uso de las horas extra.

En la Figuras 3.17., y 3.18., según los pronósticos la insuficiencia se dará prácticamente durante todos los meses incluso dentro del ciclo de menor demanda, lo cual es alarmante teniendo en cuenta que agravaría aún más el porcentaje de clientes insatisfechos (35,7%) y dejaría espacio para que la prolífera competencia los capte.

3.3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

Se realizó un Estudio de Tiempos para obtener los tiempos estándar de operación en todas las estaciones operativas y administrativas del servicio, para una demanda promedio de 1370 vehículos mensuales se extrajo una muestra de 70 datos que se dividieron en 10 muestras diarias durante 7 días.

Tabla 3. 9. Datos de Muestreo para Estudio de Tiempos

N	1370
Z	1.96
p	0.05
q	0.95
d	0.05
n (tamaño muestra)	70

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.9., se muestra los tiempos estándar (TE) y en el Anexo 07 la toma de tiempos y el cálculo de suplementos. Con estos tiempos estándar y el pronóstico de demanda se realizará la simulación del sistema.

Tabla 3. 10. Tiempos Estándar

ESTACION	ACTIVIDAD	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE [hh:mm:ss]
CASETA DE INGRESO	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	REGISTRO DATOS	100%	00:00:27	00:00:27	1.1	00:00:30
CAJA (A)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	COBRO DE SERVICIO	100%	00:01:30	00:01:30	1.1	00:01:39

	DECLARACIÓN JURADA LLENADA POR CLIENTE	48%	00:01:13	00:00:35	1.1	00:00:38
INGRESO DE DATOS (A)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	INGRESO DE DATOS PARTE 1	100%	00:01:51	00:01:51	1.1	00:02:02
	INGRESO DE DATOS PARTE 2	100%	00:03:08	00:03:08	1.1	00:03:27
	REINGRESO POR EQUIVOCACIÓN	11%	00:02:12	00:00:15	1.1	00:00:17
GASES (O)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE GASES VEH. LIGERO	100%	00:02:09	00:02:09	1.11	00:02:23
	PRUEBA DE GASES VEH. PESADO	100%	00:02:15	00:02:15	1.11	00:02:29
	REPROCESO POR DATOS ERRONEOS MAQUINA	24%	00:02:16	00:00:33	1.11	00:00:37
	INSPECCIÓN VISUAL	100%	00:00:28	00:00:31	1.11	00:00:35
LUCES (O)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. LIGERO	100%	00:00:33	00:00:33	1.11	00:00:37
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. PESADO	100%	00:00:55	00:00:55	1.11	00:01:01
	REPROCESO FALLA SONÓMETRO	47%	00:00:30	00:00:14	1.11	00:00:16
ALINEAMIENTO AL PASO (O)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. LIGERO	100%	00:00:11	00:00:11	1.11	00:00:13
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. PESADO	100%	00:00:17	00:00:17	1.11	00:00:19
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	8%	00:00:13	00:00:01	1.11	00:00:01
FRENÓMETRO (O)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. LIGERO	100%	00:01:23	00:01:23	1.1	00:01:32
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. PESADO	100%	00:01:32	00:01:32	1.1	00:01:41
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	30%	00:01:04	00:00:19	1.1	00:00:21
SUSPENSIÓN (O)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE SUSPENSIÓN VEH. LIGERO	100%	00:01:14	00:01:14	1.1	00:01:22
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	19%	00:01:22	00:00:16	1.1	00:00:17
HOLGURAS (O)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. LIGERO	100%	00:00:29	00:00:29	1.1	00:00:32
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. PESADO	100%	00:00:40	00:00:40	1.1	00:00:44
	BUSQUEDA DE CODIGOS DE INFRACCIÓN	80%	00:00:21	00:00:17	1.1	00:00:19
CERTIFICACIÓN (A)	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	CERTIFICACIÓN	100%	00:04:18	00:04:18	1.15	00:04:57
	ENTREGA RESULTADOS	100%	00:01:01	00:01:01	1.15	00:01:10
	EXPLICAR A CLIENTES FALTAS ENCONTRADAS	8%	00:03:14	00:00:16	1.15	00:00:19

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar el cuello de botella entre áreas comparando los tiempos totales de procesos paralelos entre el Área Administrativa (Ingreso de datos 2 hasta Certificación) y el Área Operativa (Prueba de Gases hasta Holguras) en la Tabla 3.11., como vemos hay un desbalance general de tiempos ocasionando que los procesos de la Línea de Inspección terminen el ciclo de operación de una unidad de producción (UP) antes que los procesos administrativos.

Tabla 3. 11. Comparación de Tiempos Estándar de Procesos del Área Administrativa y Área Operativa

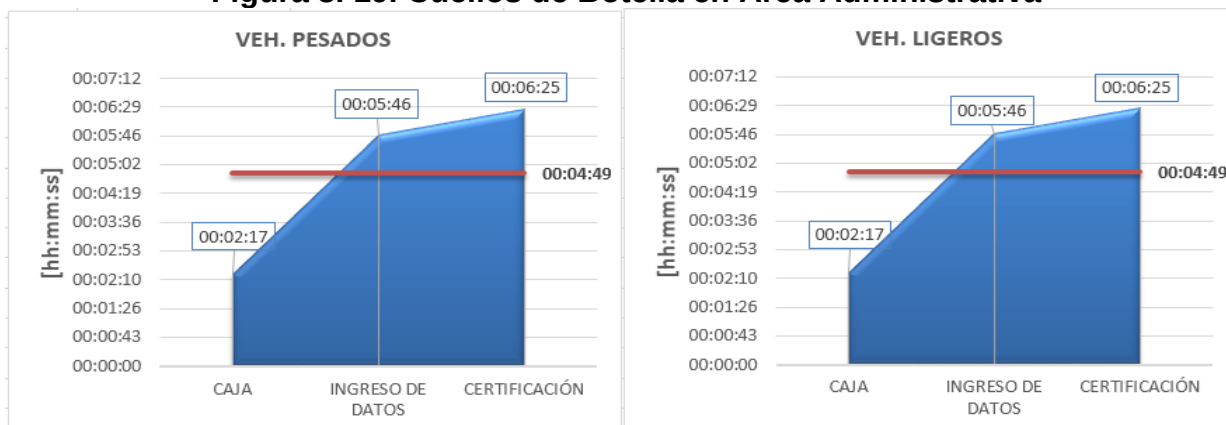
	Comparación T.E. entre Procesos Paralelos [hh:mm:ss]		
	Á.Administrativa	Á.Operativa	Cuello Botella entre Áreas
LIGEROS	00:10:09	00:09:03	00:01:06
PESADOS	00:10:09	00:08:22	00:01:47

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.1. Análisis del Cuello de Botella

Como observamos en las figuras 3.19., y 3.20., las áreas azules que están arriba de la línea roja (promedio de tiempo) son las que generan mayores cuellos de botella para determinada área.

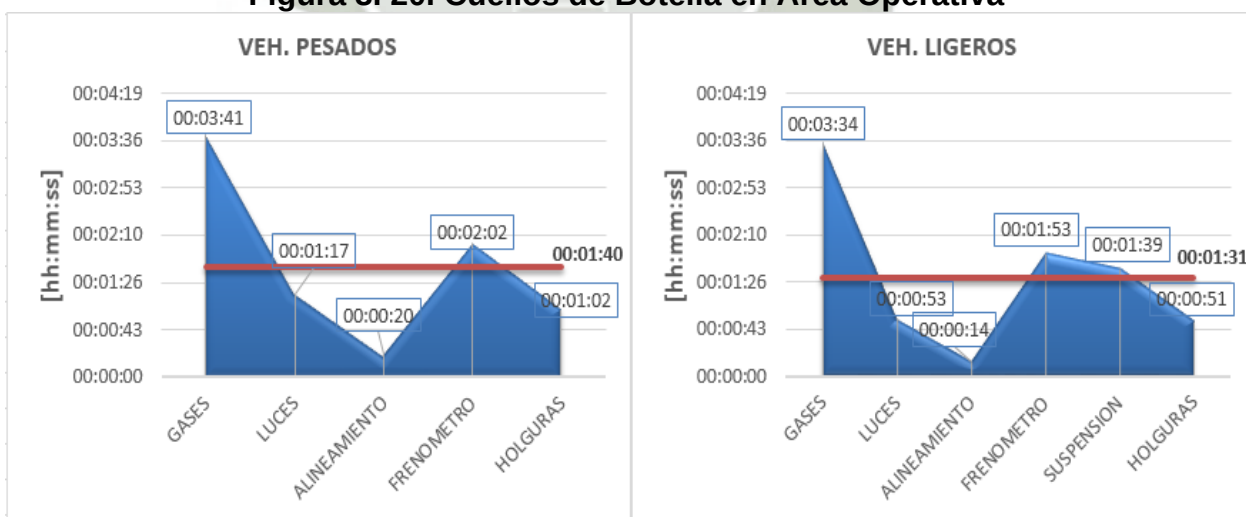
Figura 3. 19. Cuellos de Botella en Área Administrativa



Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la Figura 3.19., que los procesos de las estaciones de Ingreso de Datos y Certificación crean mayores cuellos de botella dentro del área administrativa para una unidad de producción (UP), indiferentemente para vehículos livianos o pesados.

Figura 3. 20. Cuellos de Botella en Área Operativa



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3.20., se detallan los tiempos de operación para unidad de producción (UP) en la línea de inspección para vehículos pesados y livianos por separado pero como se observa en los dos casos los mayores cuellos de botella se generan en las estaciones de Gases y Frenómetro, siendo también la estación de Suspensión en el caso de que solo se procesen vehículos livianos dentro de la línea en ese momento.

Posteriormente en el Capítulo IV se enfocarán propuestas de solución para equilibrar los tiempos de operación en todas las estaciones del servicio, tanto administrativos como operativos (dentro de Línea de Inspección) para reducir estos cuellos de botella.

3.3.5. SIMULACIÓN DEL SISTEMA

Para un análisis más profundo se realizó una simulación del sistema actual y pronosticado con las actividades, recursos y controles con los cuales se trabaja en la empresa, también se incluyó dentro del modelo el tiempo entre llegadas, la demanda actual, la demanda pronosticada, tiempos de procesamiento, tiempos de desplazamiento y los parámetros incluidos dentro de la política de trabajo.

En este capítulo se realizará la simulación para obtener un análisis y reporte actual (2014) y también a futuro (2015/2016) con las variables en

menCIÓN pero sin incluir ninguna propuesta todavía, sin embargo en el Capítulo IV se realizará otra simulación incluyendo las propuestas para evaluar los beneficios que la implementación de estas acarree consigo.

3.3.5.1. Tiempo de Simulación:

- Tiempo de simulación: 12 horas de operación por día.
- Réplicas de la Simulación: 30 días (Muestra=Población Total).

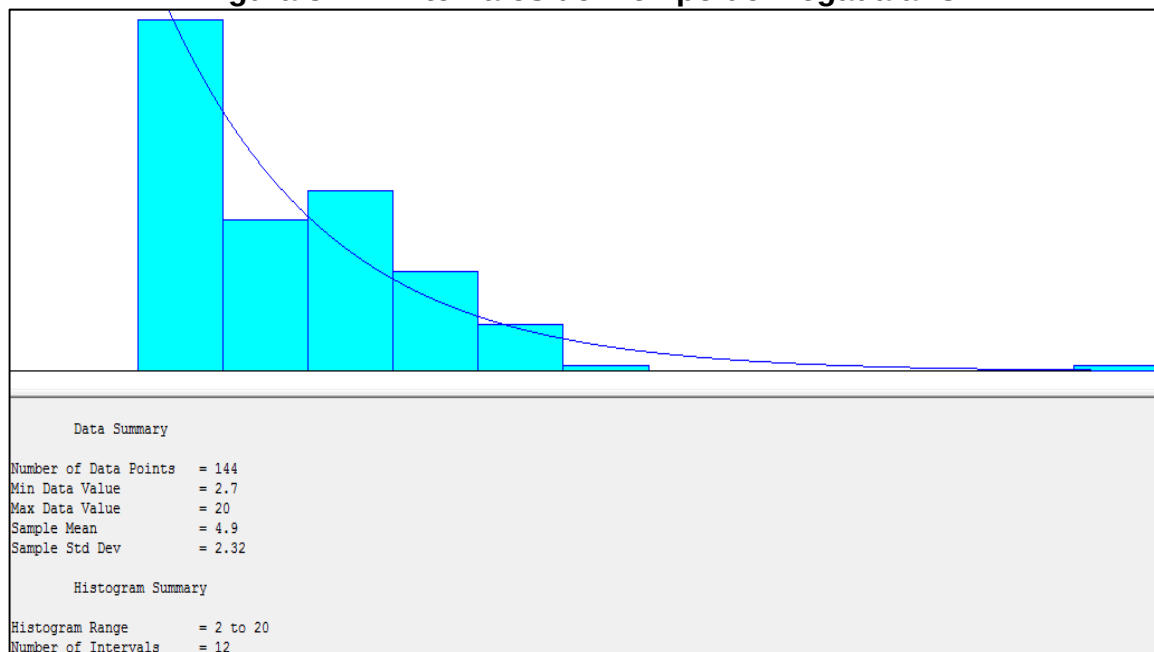
3.3.5.2. Determinación de Tiempo entre Llegadas

Para determinar y pronosticar los tiempos entre llegadas se eligieron días de alta demanda (ver Anexo 11), con el respaldo del gerente por ser días representativos de la saturación de vehículos con los problemas que acarrea. En la Figura 3.21., se presenta el histograma resultado de Input Analyzer para un día de alta demanda del mes de Agosto.

Datos:

- Día de Análisis: 12 de agosto.
- Demanda: 145 Vehículos.

Figura 3. 21. Intervalos de Tiempo de Llegada al CITV



Fuente: Input Analyzer - Arena v.14.0

Se utilizó la herramienta Input Analyzer para obtener la distribución del tiempo entre llegadas y se seleccionó la que menor error cuadrático tiene, es este caso la distribución exponencial como se aprecia en la Figura 3.22.

Figura 3. 22. Resumen de Distribución de Probabilidad de Tiempo Entre Llegadas

Fit All Summary	
Data File: C:\Users\sitel\Desktop\TIEMPO ENTRE LLEGADAS.txt	
Function	Sq Error
Exponential	0.0111
Beta	0.0154
Weibull	0.029
Gamma	0.0377
Lognormal	0.0405
Erlang	0.0442
Normal	0.0682
Triangular	0.118
Uniform	0.186

Fuente: Input Analyzer - Arena v.14.0

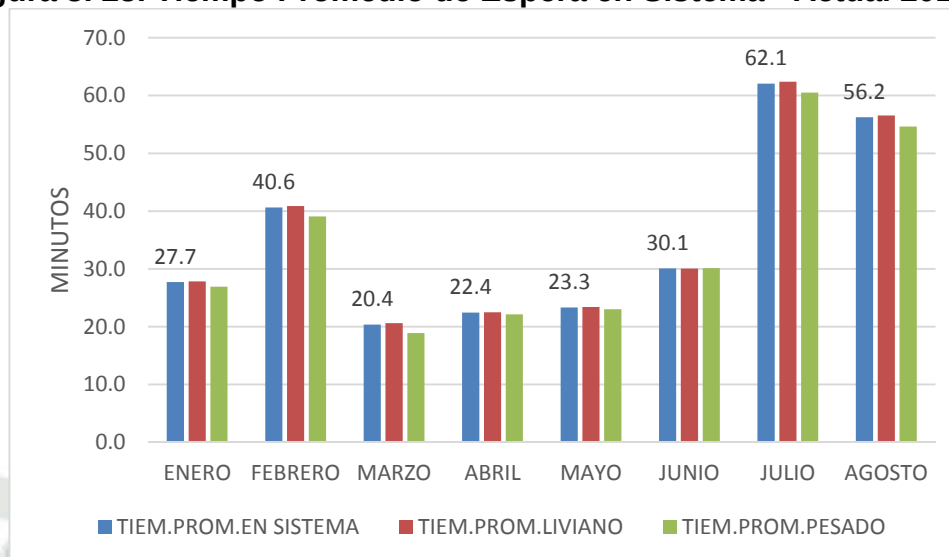
3.3.5.3. Resultados y Análisis de la Simulación

La estructura de la simulación con el sistema actual se encuentra en el Anexo 25, a continuación se presentan los resultados en base al tiempo de servicio, el número de vehículos en cola y la utilización del personal.

3.3.5.3.1. Tiempo Promedio de Espera en el Sistema

A continuación se muestran las figuras 3.23., 3.24., y 3.25., con los tiempos promedios de espera en el sistema, actual y pronosticado (simulado) para cada año y por tipo de vehículo, la barra azul representa el tiempo promedio de espera en el sistema sin diferenciar vehículos livianos ni pesados, la barra roja representa el tiempo promedio de espera en el sistema para vehículos livianos y la barra verde el tiempo promedio de espera en el sistema para vehículos pesados. Como se observa no hay mucha diferencia en la atención de vehículos livianos y pesados.

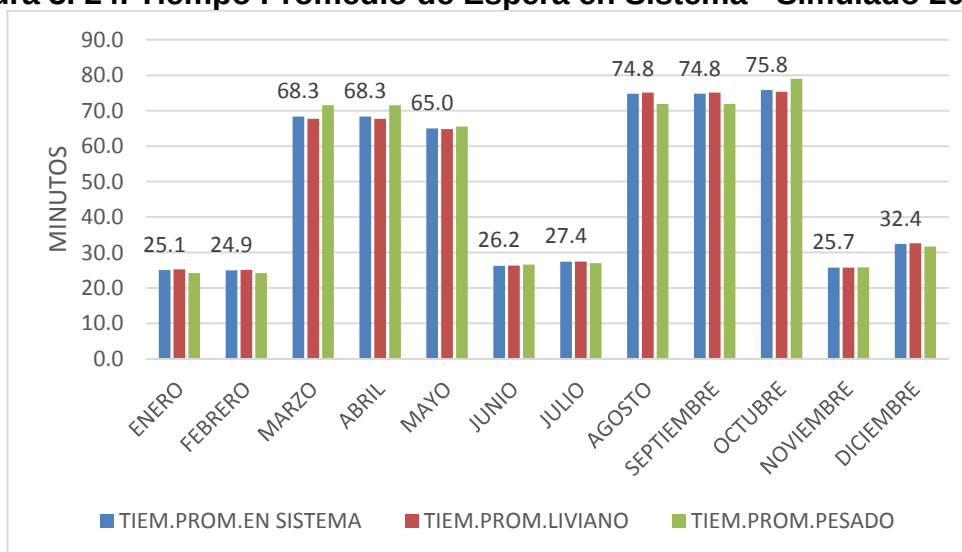
Figura 3. 23. Tiempo Promedio de Espera en Sistema - Actual 2014



Fuente: Sistema Informático de Inspecciones Técnicas CERTICOM

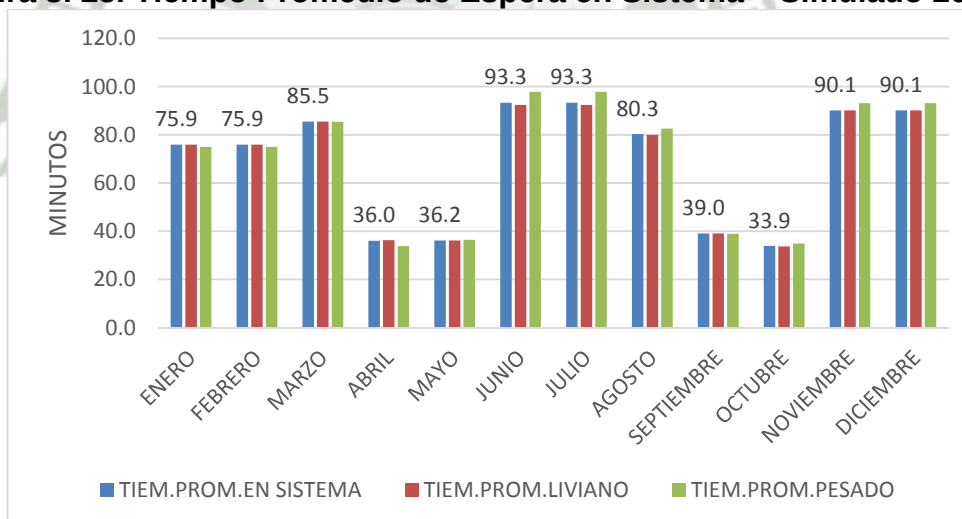
En la Figura 3.23., aunque el promedio del tiempo de espera en sistema del 2014 fue de 35 minutos se observa que en los dos últimos meses hubo un aumento contundente del tiempo de servicio por lo cual es importante saber hasta cuanto pueden ascender estas cifras, a continuación se muestra los resultados simulados para el 2015 y 2016 en las figuras 3.24., y 3.25., respectivamente:

Figura 3. 24. Tiempo Promedio de Espera en Sistema - Simulado 2015



Fuente: Anexo 13

Figura 3. 25. Tiempo Promedio de Espera en Sistema – Simulado 2016

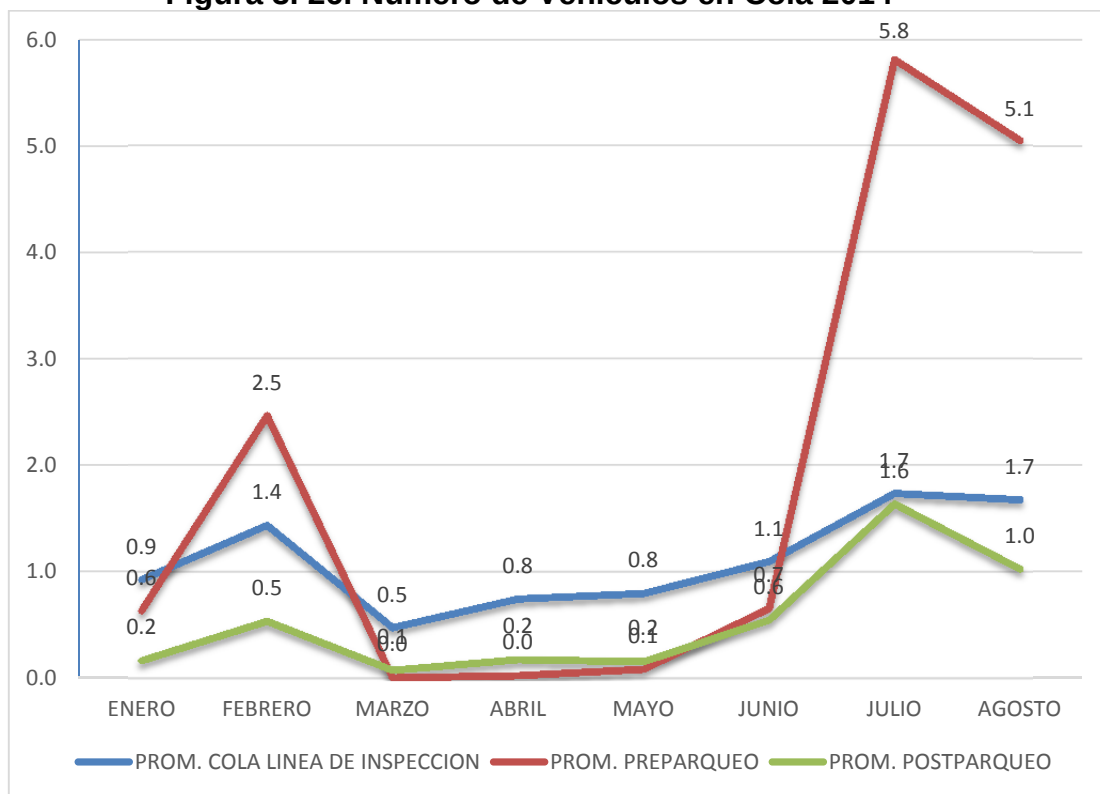


Fuente: Anexo 13

En las Figuras 3.24., y 3.25., se presentan los resultados arrojados de la simulación para los tiempos de servicio, donde existe una clara tendencia creciente y estacional por la demanda pronosticada, los tiempos de servicio llegan a pasar los 80 minutos con un promedio de 49 minutos para el 2015 y 69 minutos para el 2016, tiempo excesivo para los clientes y preocupante para la empresa.

3.3.5.3.2. Número de Vehículos en Cola

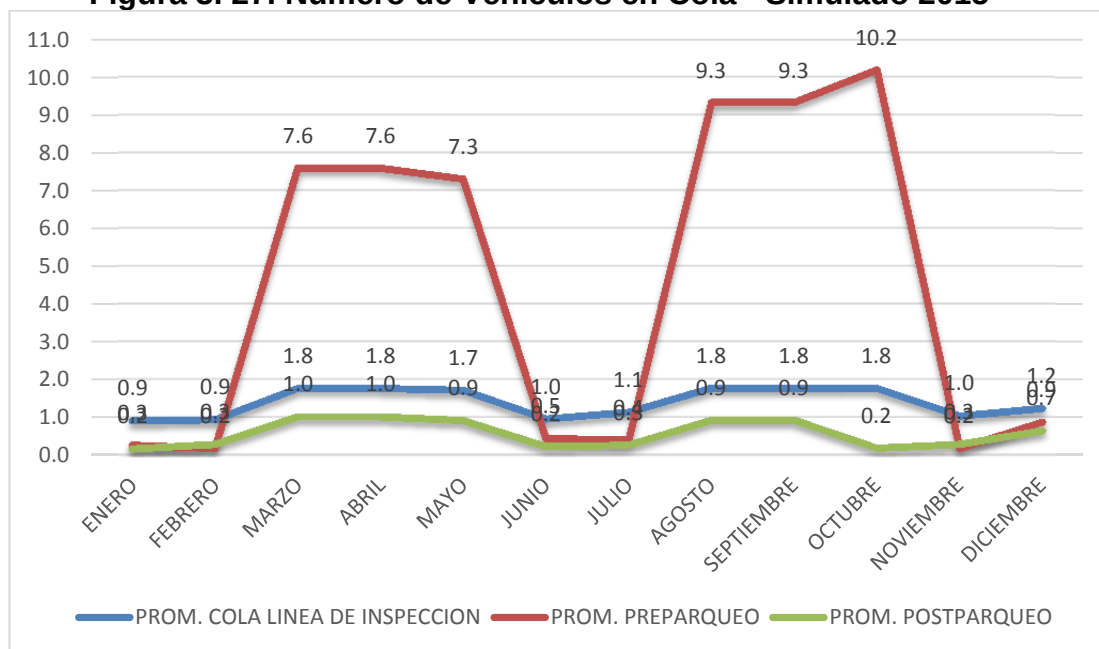
En las figuras 3.26., 3.27., y 3.28. se presenta el número de vehículos en cola en tres etapas cruciales para el correcto flujo del proceso, en primer lugar la línea roja representa el número promedio de vehículos que están en espera en la zona de Pre-parqueo (Capacidad Máxima: 24 Vehículos), la línea azul representa el número promedio de vehículos en la cola de espera antes de su ingreso a la primera prueba de la Línea de Inspección (Capacidad Máxima: 3 Vehículos), la línea verde representa el número promedio de vehículos en espera en la zona de Post-parqueo (Capacidad Máxima: 18 Vehículos), la línea roja transparente representa el número máximo de vehículos que llegaron a ocupar el Pre-parqueo y la línea verde transparente representa el número máximo de vehículos que llegaron a ocupar el Post-parqueo.

Figura 3. 26. Número de Vehículos en Cola 2014


Fuente: Sistema Informático de Inspecciones Técnicas CERTICOM

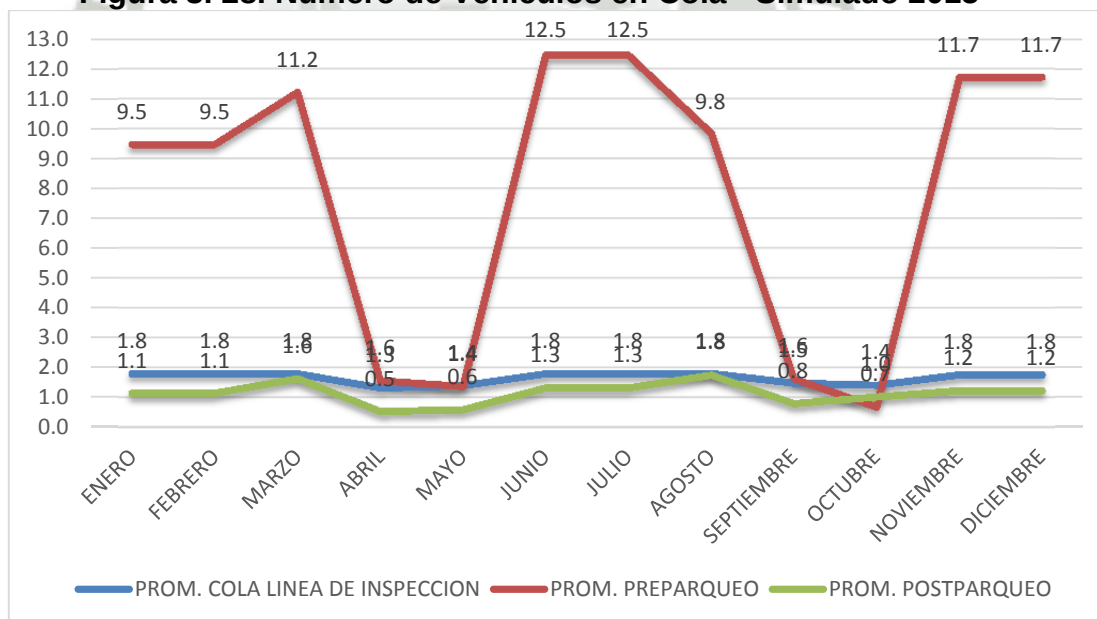
Como se observa en la Figura 3.26., durante el 2014, las mayores colas se dieron en la zona de Pre-parqueo alcanzando la mayor ocupación dentro del mes de febrero, el resto de las colas se mantuvo en promedio dentro de la capacidad propia de albergar vehículos, no obstante se denota una tendencia creciente en los últimos meses con más fuerza en la zona de Pre-parqueo.

Figura 3. 27. Número de Vehículos en Cola - Simulado 2015



Fuente: Anexo 15

Figura 3. 28. Número de Vehículos en Cola - Simulado 2015



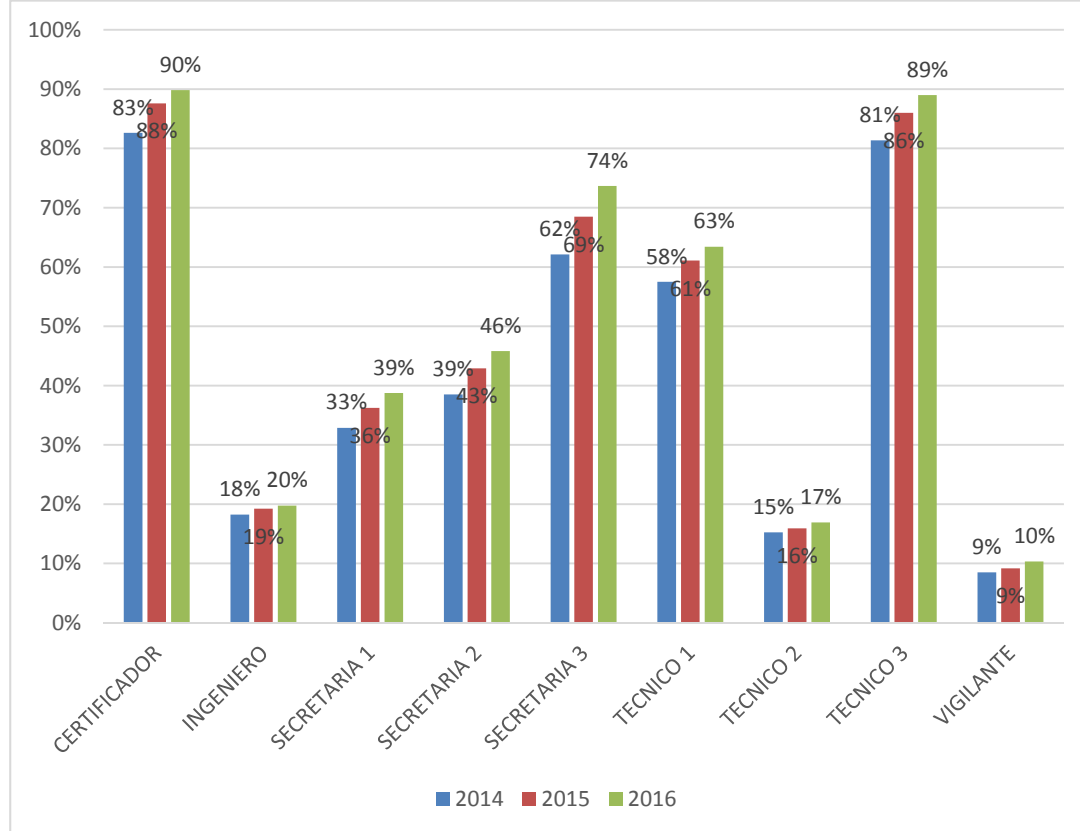
Fuente: Anexo 15

Según los resultados de la simulación (ver Figuras 3.27. y 3.28.), el número promedio de vehículos en espera se mantiene dentro de los márgenes de capacidad de cada zona, por lo tanto este no será un factor importante a tener en cuenta para la propuesta.

3.3.5.3.3. Utilización del Personal

En la figura 3.29., se muestra la Utilización del Personal directamente involucrado en el proceso de inspección técnica durante el 2014 (Barras Azules) y la utilización resultado de la simulación con los datos de tiempos estándar de operaciones actuales, plan actual de trabajo y el pronóstico de demanda del 2015 y 2016 (Barras Rojas y Verdes Respectivamente).

Figura 3. 29. Utilización del Personal 2014 y Simulación 2015/2016 (%)



Fuente: Anexo 16

Como se observa en la Figura 3.29., la utilización actual del personal que anteriormente fue estudiada (ver Figura 3.8.), mantiene que con el plan actual de trabajo seguirá habiendo saturación de trabajo para el Certificador, el Técnico 3 (Alineamiento/Frenómetro/Suspensión/Holguras) y en un futuro para la Secretaria 3 (Ingreso de Datos Parte 2), por lo cual se tendrá que proponer propuestas de solución para un mejor balance de línea.



CAPITULO IV

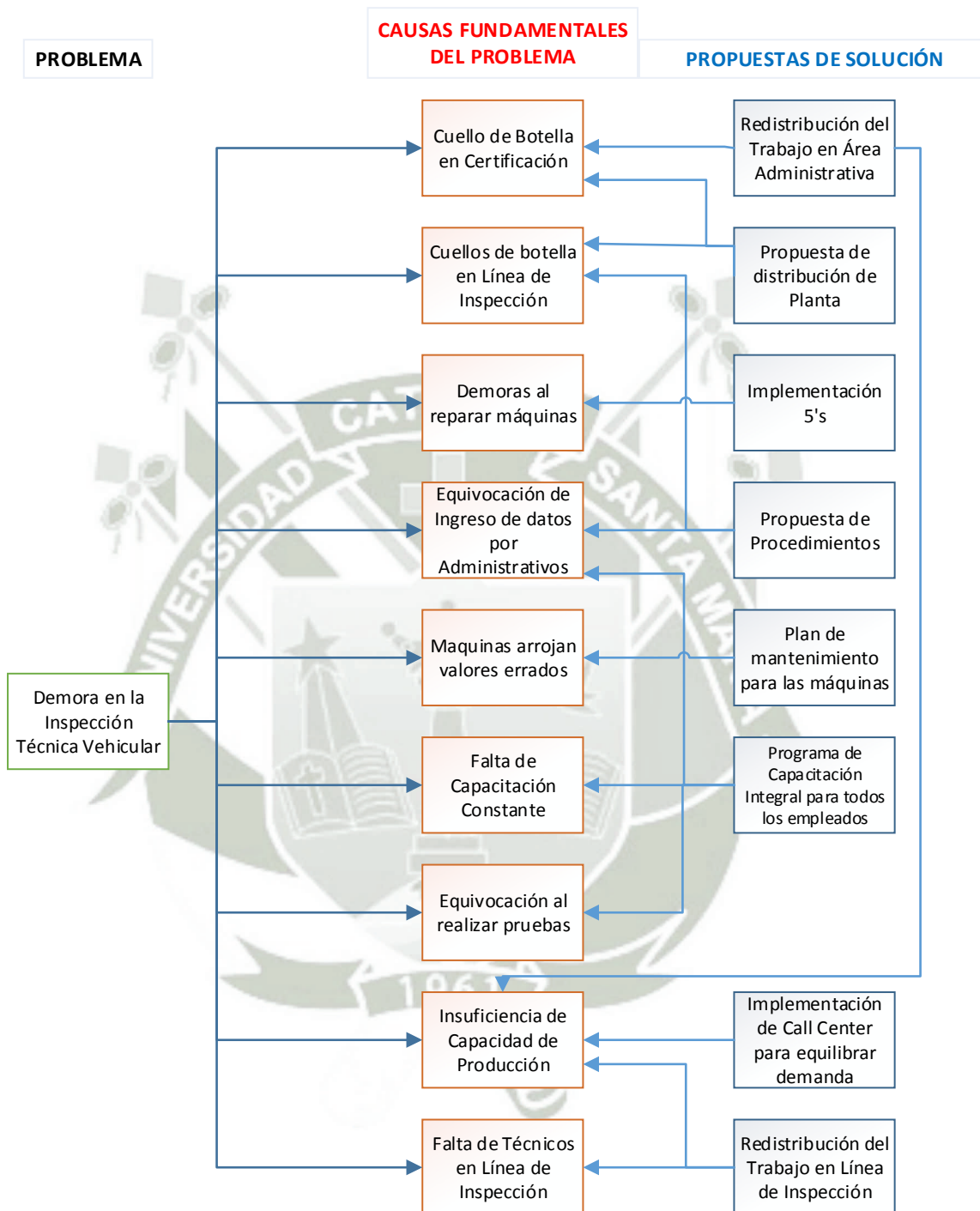
PROPUESTA DE MEJORA

4. CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA

De acuerdo al diagnóstico realizado en el Capítulo III, se cuenta con nueve causas fundamentales: cuello de botella en certificación, cuellos de botella en línea de Inspección, demoras al reparar máquinas, equivocación de ingreso de datos por administrativos, máquinas arrojan valores errados, falta de capacitación constante, equivocación al realizar pruebas, insuficiencia de capacidad de producción, falta de técnicos en línea de inspección y a esto se le suma la incertidumbre de no saber si se requiere implementar una nueva línea de inspección para los próximos dos años.

A continuación se presentarán propuestas de mejora para combatir las causas fundamentales del problema de Demora en la Inspección Técnica Vehicular (ver figura 4.1.).

Figura 4. 1. Diagrama Causas Fundamentales del Problema – Propuestas de Solución



Fuente: Elaboración Propia

4.1.IMPLEMENTACIÓN DE CALL CENTER PARA AUMENTAR Y EQUILIBRAR DEMANDA

La utilización de call centers en empresas viene siendo muy usada por los beneficios que acarrea su implementación, entre ellas el contacto directo con el cliente, su captación y la posterior fidelización.

En la estación de Ingreso de Datos se ingresa también al sistema el teléfono, la dirección (SOAT) y la fecha en la que cada cliente pasa la inspección técnica vehicular y es posible saber dentro de cuánto tiempo tendrá que pasarla nuevamente.

Se dispone de una computadora libre, un teléfono, una impresora (ver Tabla 3.8.) y escritorio en el área de Informática para esta nueva labor. A continuación se presenta el perfil del puesto en la Tabla 4.1.

Tabla 4. 1. Perfil del Puesto de Ejecutiva de Ventas para Call Center

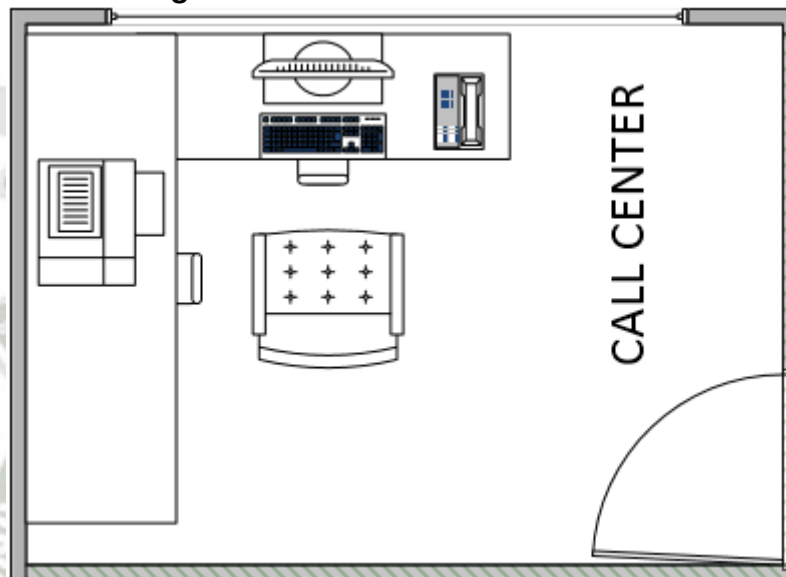
DESCRIPCIÓN DEL CARGO	
Nombre del Cargo: Ejecutiva Call Center	Fecha de Elaboración: 13/08/14
Área: Administración	Sub Área: Informática
Dependencia: Gerente de Área	Supervisa a: --
CARACTERÍSTICAS DEL CARGO	
Atender y Llamar a clientes.	
Informa de Promociones y Descuentos a clientes.	

Lleva de una manera lógica y ordenada todos los registros relacionados con el cliente y las empresas asociadas. Su trato hacia el cliente siempre deberá ser amable y cortés. Distribuir copias a estación de Ingreso de Datos para Pre ingreso de nuevos clientes.	
REQUISITOS, CONDICIONES Y AMBIENTE DE TRABAJO	
Requisitos físicos: Edad/Sexo 22-30/F	Esfuerzo Físico: Mínimo, solo realiza actividades de oficina.
Estado Civil: Soltera	
Horario de Trabajo: Jornada Ordinaria: 08:00 a 12:00 y 14:00 a 18:00	Condiciones de Trabajo: Su trabajo lo realiza en forma individual respecto a las llamadas coordinando en equipo con el resto del equipo la parte administrativa de los clientes.
Herramientas de trabajo: Computadora, Teléfono, Impresora y demás útiles de oficina.	
EDUCACIÓN:	
Ejecutiva de Administración	
Conocimientos Especiales: Normas del MTC referente a Inspecciones Técnicas, Dominio Intermedio Microsoft Office 2013.	
APTITUDES	
Honradez. Responsabilidad. Buenas Relaciones Humanas.	

Facilidad de Palabra.
Organización.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. 2. Estacion de Call Center



Fuente: Elaboración Propia

Con esta propuesta se espera eliminar la incertidumbre de la demanda, la estrategia del Call Center será cerrar acuerdos para que el cliente/empresa que tenga pronto a vencer su licencia de inspección técnica pueda presentarse dentro de los días de menor demanda en la planta de inspección (jueves, viernes, sábados y domingos). Con descuentos del 25% para el cliente repetitivo y 30% para el cliente nuevo.

Por lo tanto en un mes tendríamos 1200 clientes reubicados correctamente lo que equivaldría a equilibrar por completo la incertidumbre de la demanda, adicionalmente se espera captar 120 clientes nuevos equivalentes al 7.1% de la demanda actual (promedio demanda último trimestre).

era captar 120 clientes nuevos equivalentes al 7.1% de la
 dio demanda último trimestre).

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La figura 4.3., muestra el grado de importancia y las razones
 anía entre estaciones del servicio:

La figura 4.3., muestra el grado de importancia y las razones de importancia entre estaciones del servicio:

[illegible][illegible]

VALOR	PROXIMIDAD
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIA
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	NORMAL U ORDINARIA
U	SIN IMPORTANCIA
X	NO RECOMENDABLE

CÓDIGO	MOTIVO
1	MISMO TIPO DE EQUIPO
2	USO DE MISMO PERSONAL
3	USO DE MISMO LOCAL
4	CONTACTO PERSONAL
5	ACCESIBILIDAD
6	TRABAJOS SEMEJANTES
7	RUIDOS, OLORES, ETC
8	CONTACTOS OPERACIONALES
9	RELACIONES ADMINISTRATIVAS
10	FASES CONTINUAS

Fuente: Elaboración Propia

Como se ve en la Figura 4.3., ya se conocen las relaciones entre las diferentes estaciones, determinando que existe mayor relación de actividades entre Caja e Ingreso de Datos así como entre Ingreso de Datos y Certificación.

De estas estaciones solo se puede modificar la ubicación y espacio requerido de Caja, Ingreso de Datos, Certificación y dentro del área operativa solo Gases y Luces ya que el resto de máquinas se encuentran incrustadas en el concreto de la línea de Inspección.

A continuación calcularemos el área total requerida por estación de trabajo (ver figura 4.4.).

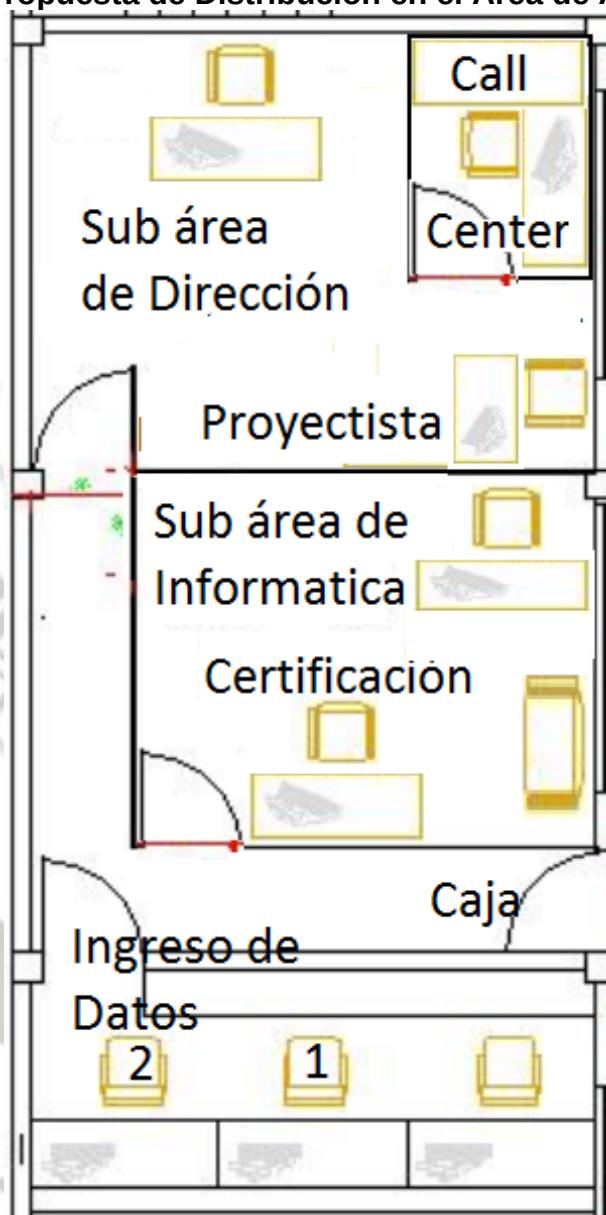
Figura 4. 4. Área Total Requerida por Estación

	Estación	Condición de movimiento	N (Lados)	n (Cantidad)	Área m2 (SS)	Área x N	SS+SG	K	K(SS+SG)	SS+SG+SE	Área Requerida por Estación
	Caseta de Ingreso	Inamovible	--	--	--	--	--	--	--	--	9.44 m2
Área Ocupada Admin. (12.66 m2 de 34 m2)	Caja (Incluye Computadora y mueble)	--	1	1	0.9	0.85	1.7	0.4	0.68	2.38	2.38 m2
	Ingreso de Datos (Incluye Computadora y mueble)	--	1	2	0.9	0.85	1.7	0.4	0.68	2.38	4.76 m2
	Certificación (Incluye computadora, mueble e impresora)	--	1	1	1	0.95	1.9	0.45	0.86	2.76	2.76 m2
	Call - Center	--	1	1	1	0.95	1.9	0.45	0.86	2.76	2.76 m2
Área Ocupada Operativ. (109.48 m2 de 244 m2)	Gases (Incluye Computadora)	--	1	1	3	3	6	0.73	4.38	10.38	10.38 m2
	Luces (Incluye Computadora y riel corrediza)	--	1	1	4.7	4.66	9.32	0.73	6.80	16.12	16.12 m2
	Alineamiento	Inamovible	--	--	--	--	--	--	--	--	15.6 m2
	Frenómetro	Inamovible	--	--	--	--	--	--	--	--	22.1 m2
	Suspensión	Inamovible	--	--	--	--	--	--	--	--	16.78 m2
	Holguras	Inamovible	--	--	--	--	--	--	--	--	28.5 m2

Fuente: Elaboración Propia

Por último, con todo lo calculado anteriormente se presenta la nueva distribución de Planta, que incluye la reubicación dentro del área Administrativa y Operativa en las Figuras 4.5. y 4.6.

Figura 4. 5. Propuesta de Distribución en el Área de Administración



Fuente: Elaboración Propia

Como se ve observa en la Figura 4.5., se reubicó la estación de Certificación para que tenga contacto directo con la estación de Ingreso de Datos por reducción de desplazamiento, coordinación y corrección de errores,

se probó la propuesta y con esto se redujo el tiempo de Reingreso por Equivocación de la estación de Ingreso de Datos aproximadamente en 50% y el Tiempo de Entrega de resultados de la Certificación en 20% como se ve en la tabla 4.2.

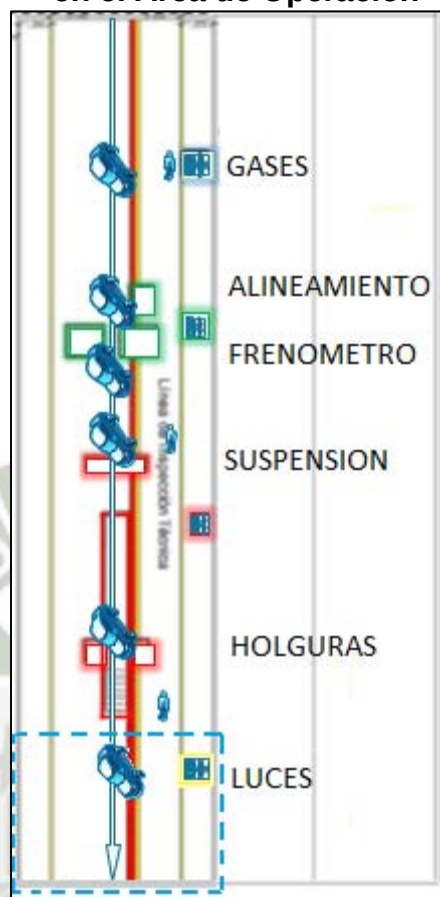
Tabla 4. 2. Reducción de Tiempos de Operación por implementación de Propuesta de Distribución de Planta

	OPERACIÓN	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
INGRESO DE DATOS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	INGRESO DE DATOS PARTE 1	100%	00:01:51	00:01:51	1.1	00:02:02
	INGRESO DE DATOS PARTE 2	100%	00:03:08	00:03:08	1.1	00:03:27
	REINGRESO POR EQUIVOCACIÓN	<u>11%</u>	<u>00:01:06</u>	00:00:08	<u>1.1</u>	00:00:08
CERTIFICACIÓN	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	CERTIFICACIÓN	100%	00:04:18	00:04:18	1.15	00:04:57
	ENTREGA RESULTADOS	<u>100%</u>	<u>00:00:49</u>	00:00:49	<u>1.15</u>	00:00:56
	RECTIFICACION POR EQUIVOCACIÓN	8%	00:03:14	00:00:16	1.15	00:00:19

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la nueva distribución dentro del área operativa (ver figura 4.6.).

**Figura 4. 6. Propuesta de Distribución
en el Área de Operación**



Fuente: Elaboración Propia

Como se ve en la figura 4.6., se propone cambiar el orden del proceso dentro de la línea de inspección y aumentar el largo en dirección a la salida para reubicar la estación de luces representada por las líneas discontinuas celestes.

Figura 4. 7. Corte transversal de la salida en Línea de Inspeccion



Fuente: CITV CERTICOM

Como se observa en la Figura 4.7., el aumento del largo de la línea de inspección tendrá que ser igual a 5 metros, un ancho de 8 metros y con una altura de 4.5 metros, no hay impedimento legal para reubicar las estaciones móviles ni aumentar el largo de la línea (Manual de Inspecciones Técnicas Vehiculares, Artículo 2.2.4.).

Todo lo anterior se propone con el Propósito de Solucionar la distribución actual de las máquinas dentro de la línea de inspección que es inadecuada y no permite el flujo continuo de los vehículos de estación a estación, limitando la circulación, creando más esperas y aumentando las colas en la entrada de la línea de inspección y en el preparqueo. Para ver limitaciones a causa de la mala distribución dentro de línea de Inspección (ver Tabla 3.7.)

A continuación se presenta el nuevo orden de inspección, y los requerimientos que se esperan después de la reubicación de la estación de luces (ver tabla 4.3.).

Tabla 4. 3. Nuevos requerimientos de espacio libre en estaciones para continuar la Inspección después de Redistribución de Planta

	OPERACIÓN	ESPACIO LIBRE REQUERIDO PARA OPERACIÓN
1	PRUEBA DE GASES	EST. GASES
2	PRUEBA DE ALINEAMIENTO	EST. ALINEAMIENTO & EST. FRENOMETRO
3	PRUEBA DE FRENOS	EST. FRENOS & EST. SUSPENSION
4	PRUEBA DE SUSPENSION	EST. SUSPENSION
5	PRUEBA DE HOLGURAS	EST. HOLGURAS
6	PRUEBA DE LUCES	EST. LUCES

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Tabla 4.3., el nuevo orden trae doble beneficio, uno al separar las estaciones más perjudiciales para los trabajadores (Gases y Luces/Sonómetro) hacia la entrada y salida de la línea de Inspección respectivamente y otro beneficio al contribuir a mejorar el flujo actual y reducir las esperas en cola y dentro de la línea de inspección.

Los beneficios de esta propuesta se mostrarán después de la simulación del sistema final propuesto.

4.3. REDISTRIBUCION DEL TRABAJO

Como se vio anteriormente en el análisis de los indicadores de gestión (Utilización del Personal Tabla 3.8.), hay una descompensación del trabajo en el área administrativa y Operativa. Por lo cual se propone crear un sistema de trabajo cooperativo mediante el sistema informático integrado de Inspecciones Técnicas, el sub área de Informática se encargará de dicha tarea. Por ejemplo ahora dentro del área de Ingreso de Datos la secretaria 2 que antes realizaba solo el ingreso de datos de apertura por separado, ahora podrá realizar el Ingreso de la segunda parte de los datos que realiza la Secretaria 3 y viceversa.

A continuación se presentan las nuevas funciones del personal administrativo y operativo directamente involucrado con el proceso, esta redistribución del trabajo se realizó en base al análisis de utilización del personal para alivianar la carga de trabajadores saturados y compensar los tiempos inactivos dentro de algunas estaciones (ver tabla 4.4.).

Tabla 4. 4. Redistribución del Trabajo

PERSONAL	ESTACIÓN	FUNCIÓN
CERTIFICADOR	CERTIFICADORA	EMITIR CERTIFICADOS O INFORMES
INGENIERO SUPERVISOR	CERTIFICADORA/INGRESO DE DATOS	EMITIR CERTIFICADOS O INFORMES/FIRMAR Y ENTREGAR RESULTADOS A CLIENTES
SECRETARIA 1	CAJA	COBRAR Y EMITIR RECIBOS
SECRETARIA 2	INGRESO DE DATOS	INGRESO DE DATOS PARTE 1/INGRESO DE DATOS PARTE 2
SECRETARIA 3	INGRESO DE DATOS	INGRESO DE DATOS PARTE 2
TECNICO 1	GASES	REALIZAR PRUEBA DE GASES
TECNICO 2	LUCES, HOLGURAS	REALIZAR PRUEBA DE LUCES/HOLGURAS
TECNICO 3	ALIENAMIENTO, FRENOMETRO, SUSPENSIÓN	REALIZAR PRUEBA DE ALINEAMIENTO, FRENOMETRO Y SUSPENSIÓN
VIGILANTE	CASETA DE INGRESO	GUIAR A CAJA A CLIENTES Y REGISTRAR ENTRADA DE VEHICULOS
OPERARIO 1	--	PASAR VEHÍCULOS POR LÍNEA DE INSPECCIÓN
OPERARIO 2	--	PASAR VEHÍCULOS POR LÍNEA DE INSPECCIÓN
PARQUEADOR	--	PARQUEAR CARROS

Fuente: Elaboración Propia

Los beneficios de esta propuesta se mostrarán después de la simulación del sistema final propuesto.

4.4.PROPUUESTA DE PROCEDIMIENTOS

Las propuestas se dirigirán a las estaciones de Ingreso de datos y Holguras.

4.4.1. Estación de Ingreso de Datos

Se propone pre ingresar los datos de apertura mediante un acceso vía web como en la Figura 4.9., donde se pueda ingresar los datos de apertura antes de ir a pasar su revisión técnica. Se sabe que aproximadamente el 8,57 % de los clientes revisa la página web para enterarse del proceso mismo (Anexo 02). Con ello se espera que al menos el 8,57% de los clientes pre-ingresen sus datos al sistema.

Con esta propuesta se espera reducir el tiempo estándar de Ingreso de Datos 1 en un 8.46% (ver Tabla 4.5.).

Tabla 4. 5. Reducción de Tiempos de Operación por implementación de nuevos procedimientos en Estación Ingreso de Datos

ESTACION	OPERACIÓN	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
INGRESO DE DATOS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	INGRESO DE DATOS PARTE 1	91.43%	00:01:51	00:01:41	1.1	00:01:51
	INGRESO DE DATOS PARTE 2	100%	00:03:08	00:03:08	1.1	00:03:27
	REINGRESO POR EQUIVOCACIÓN	10.42%	00:01:06	00:00:07	1.1	00:00:08
	PREINGRESO DE DATOS PARTE 1 (POR CLIENTE)	8.57%	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. 8. Pantalla web propuesta para el Pre-Ingreso de Datos



CERTIFICADORA Y CONSTRUCTORA SAN MARTIN

Inicio Requisitos Proceso Preguntas Frecuentes Ubicación **Pre Inscripción** Lista de Precios

Pre- ingrese sus datos al sistema

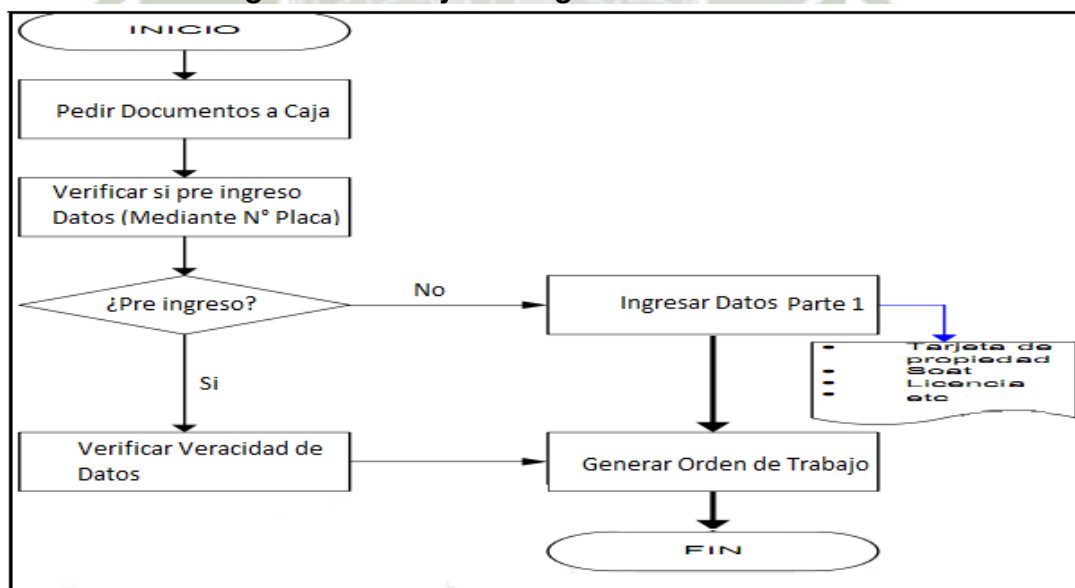
Ingrese sus datos al sistema y disminuya su tiempo de atención

* Nombre o Razón Social		* Dirección	
* N° de serie, motor		* Peso bruto	
* Color		Tipo Vehículo	+ Seleccione ▼
* Marca		* Telefono	
* Modelo		* N° soat	
* Placa		Enviar	
* N° de asientos			

CERTIFICADORA Y CONSTRUCTORA SAN MARTIN
Teléfono Fijo: 051-324114 / Email: contacto@citvsanmartin.pe
Dirección: Salida a Lampa Km. 4.5 (Pasando el Segundo Grifo) Juliaca - Puno
www.citvsanmartin.pe

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. 9. Flujo de Ingreso de Datos Parte 1



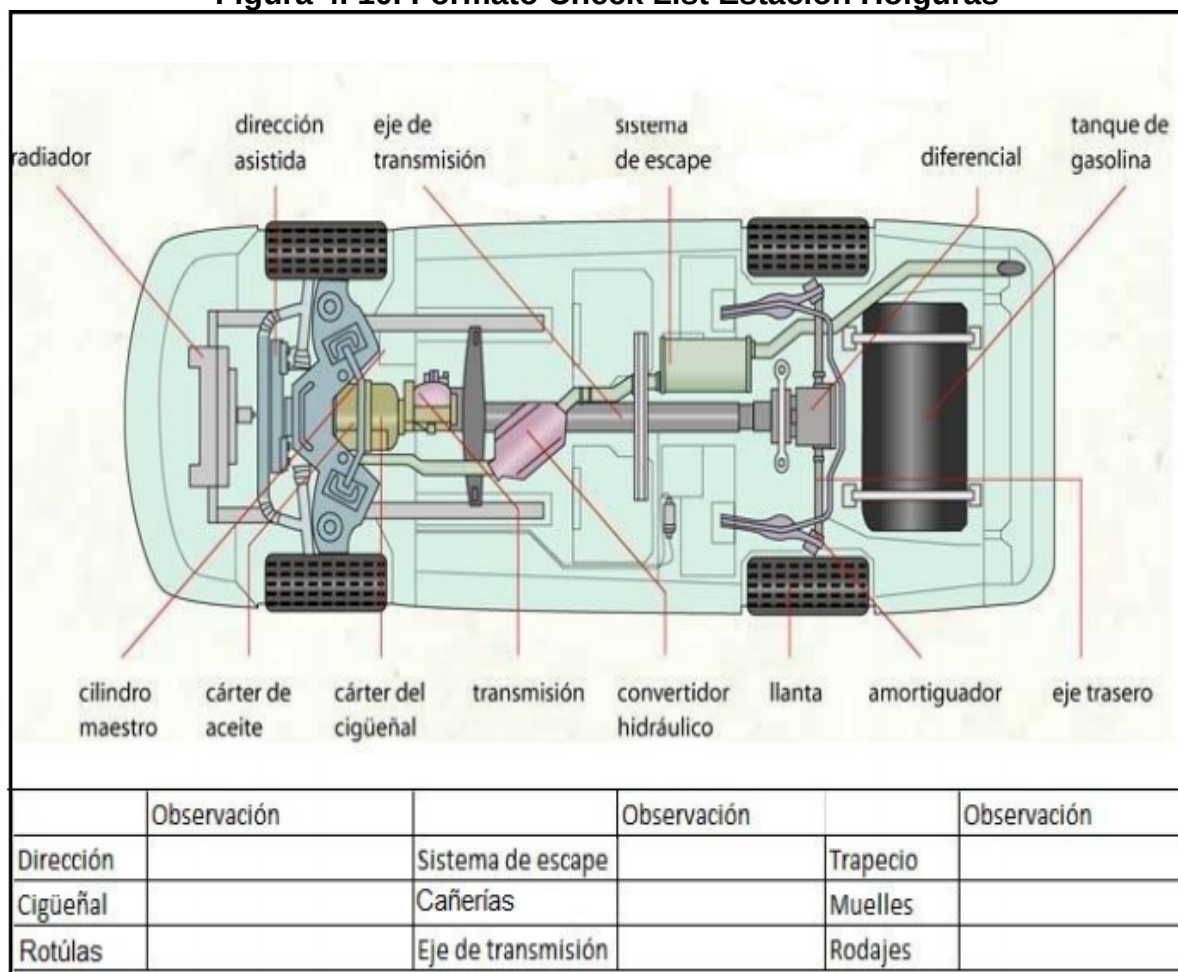
Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Estación de Holguras (Inspección Mecánica)

Para esta estación se Propone implementar un formato check list. Esto quiere decir que el técnico identifique las fallas y las pueda plasmar en un formato que le ayude a recordar las faltas para posteriormente ingresarlas al sistema. Este formato consta de una hoja con la imagen de un vehículo visto desde abajo donde se puedan identificar partes de la inspección mecánica. Con este formato el técnico seguirá una secuencia lógica en su revisión y evaluará la totalidad del vehículo sin temor a que se pueda olvidar de alguna falta u observación, Asimismo se espera reducir un 15% el tiempo estándar de la Prueba de Holguras (ver Tabla 4.6.).

A continuación se presenta el formato a implementar en la Estación de Holguras (ver figura 4.10.).

Figura 4. 10. Formato Check List Estación Holguras



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 6. Reduccion de Tiempos de Operación por implementación de Propuesta de Procedimientos en Estación de Holguras

ESTACION	OPERACIÓN	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
HOLGURAS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. LIGERO	100%	00:00:25	00:00:25	1.1	00:00:27
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. PESADO	100%	00:00:34	00:00:34	1.1	00:00:37
	BUSQUEDA DE CODIGOS DE INFRACCIÓN	80%	00:00:21	00:00:17	1.1	00:00:19

Fuente: Elaboración Propia

4.5.PROGRAMA DE CAPACITACIÓN INTEGRAL PARA TODOS LOS EMPLEADOS

Se plantea implementar un programa de capacitación personalizado para cada uno de los trabajadores de la empresa directamente involucrados con el proceso de inspección (Administrativos y Operativos). Este programa cuenta con fases iniciales, como conocer las políticas de la empresa y manejo de maquinaria o sistema a usar. Se cree conveniente comenzar con la misión, visión y políticas para que los trabajadores tomen conciencia de lo que la empresa espera de ellos, y a su vez, los trabajadores puedan brindar sus opiniones. La tabla 4.7., muestra el programa de capacitación semestral para cada trabajador de la empresa.

Tabla 4. 7. Programa de Capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN SEMESTRAL		
TÉCNICO		
SESIÓN	MÓDULO	HORAS
1	Misión, Visión y política de la empresa	3
2	Manejo de equipos	8
3	Política de Mantenimiento	5
4	Código de Faltas	4
5	Reparaciones de Equipos (Básico)	8
6	Reparaciones de Equipos (Intermedio)	12
7	Reparaciones de Equipos (Avanzado)	18
OPERARIO		
SESIÓN	MÓDULO	HORAS
1	Misión, Visión y política de la empresa	3
2	Manejo de equipos	8
3	Política de Mantenimiento	5
4	Reparaciones de Equipos (Básico)	12

5	Reparaciones de Equipos (Intermedio)	12
6	Reparaciones de Equipos (Avanzado)	12
ADMINISTRATIVOS		
SESIÓN	MÓDULO	HORAS
1	Misión, Visión y política de la empresa	3
2	Manejo de sistema	6
3	Información de normas MTC (Básico)	8
4	Información de normas MTC (Intermedio)	8
5	Información de normas MTC (Intermedio)	8

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.7., todos los programas presentan niveles de aprendizaje en el tema de mayor dificultad para el puesto de trabajo. Conforme vayan aprobando las capacitaciones y aplicando los conocimientos en sus puestos de trabajo, estos trabajadores subirán de categoría y, por ende, sus respectivas remuneraciones. Por ejemplo, si un Técnico Mecánico aprueba la capacitación de reparación de equipos (Intermedio) y lo demuestra en su puesto de trabajo, pasará a llamarse “Técnico Mecánico II”, se le aumentará la remuneración y gozará de más beneficios. De la misma manera ocurriría con los operarios y administrativos.

Lo que se busca con este programa de incentivos es que el personal perciba una remuneración acorde con su esfuerzo y dedicación al trabajo: mientras más se retribuya a la empresa, mayores serán los beneficios con los que se podrá contar.

Además, se espera reducir con este programa la frecuencia de los reingresos erróneos de datos referentes a normas y códigos de infracción del MTC en un 50% para el Ingreso de Datos, Certificación y Holguras, así como reducir el tiempo estándar de inspección visual en un 30% a partir del 2015 (ver Tabla 4.8.).

Tabla 4. 8. Reducción de Tiempos de Operación por Capacitación de Trabajadores

	OPERACIÓN	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
INGRESO DE DATOS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	INGRESO DE DATOS PARTE 1	91.43%	00:01:51	00:01:41	1.1	00:01:51
	INGRESO DE DATOS PARTE 2	100%	00:03:08	00:03:08	1.1	00:03:27
	<u>REINGRESO POR EQUIVOCACIÓN</u>	<u>5.21%</u>	<u>00:01:06</u>	<u>00:00:03</u>	<u>1.1</u>	<u>00:00:04</u>
	PREINGRESO DE DATOS PARTE 1 (CLIENTE)	8.57%	00:00:00	00:00:00	0	00:00:00
GASES	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE GASES VEH. LIGERO	100%	00:02:09	00:02:09	1.11	00:02:23
	PRUEBA DE GASES VEH. PESADO	100%	00:02:15	00:02:15	1.11	00:02:29
	REPROCESO POR DATOS ERRONEOS MAQUINA	24%	00:02:18	00:00:33	1.11	00:00:37
	<u>INSPECCION VISUAL</u>	<u>100%</u>	<u>00:00:22</u>	<u>00:00:22</u>	<u>1.11</u>	<u>00:00:24</u>
HOLGURAS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. LIGERO	100%	00:00:25	00:00:25	1.1	00:00:27
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. PESADO	100%	00:00:34	00:00:34	1.1	00:00:37
	<u>BUSQUEDA DE CODIGOS DE INFRACCIÓN</u>	<u>40%</u>	<u>00:00:21</u>	<u>00:00:08</u>	<u>1.1</u>	<u>00:00:09</u>
CERTIFICACIÓN	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	CERTIFICACIÓN	100%	00:04:18	00:04:18	1.15	00:04:57
	ENTREGA RESULTADOS	100%	00:00:49	00:00:49	1.15	00:00:56
	<u>RECTIFICACION POR EQUIVOCACIÓN</u>	<u>4%</u>	<u>00:03:14</u>	<u>00:00:08</u>	<u>1.15</u>	<u>00:00:09</u>

Fuente: Elaboración Propia

4.6. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS

Con esta propuesta se tiene como objetivo reducir los re procesos por datos erróneos arrojados por máquinas relacionados con falta de mantenimiento. Se plantea un plan de mantenimiento conformado por dos partes. El primer plan se ejecutará de manera secuencial (ver Tabla 4.9.), es decir de manera mensual, quincenal, semanal. El segundo plan es de mantenimiento preventivo (ver Tabla 4.10.), el cual se realizará a diario a manera de un listado check list. Este plan de

mantenimiento es para cada estación de trabajo (ver Anexo 19), y está personalizado de acuerdo a los requerimientos de la maquinaria.

Por el momento se formará una cuadrilla de mantenimiento que ejecute este plan, ya que se espera en un futuro que el propio técnico sea capaz de verificar y reparar su máquina mediante el programa de incentivos y capacitación. Además este plan toma en consideración el riesgo que puede sufrir el técnico al ejecutar el mantenimiento, por lo cual se incluye en el formato, equipos de protección y riesgos de la operación.



[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 10. Formato de Mantenimiento Diario Estacion Holguras

ESTACIÓN DE HOLGURAS															
Fecha de Inicio	Fecha de Término	FRECUENCIA	DIARIA	LINEA DE INSPECCION											
Herramientas a utilizar															
1															
2															
3				EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL											
Riesgos de trabajo y medidas preventivas				1 guantes de tela											
1 caída del modulo hidraulico				2 lentes deseguridad											
2 resbalones en la fosa de inspeccion				3 botas de seguridad											
3 caída a la fosa de inspeccion				4 casco de proteccion											
fecha de inspeccion visual	ESTACION DE HOLGURAS		responsable				observaciones								
	FOSA DE INSPECCION	DETECTOR DE HOLGURAS													
hora	estado de la fosa	barra de proteccion	luminarias	tomacorrientes	interruptores	piso de la fosa	linterna de mano	hermeticidad hidraulica	movimiento axial lateral	Mando de control	modulo hidraulico	fuerza de la maquina	Caja de control	Contonuidad de corriente	Resultados del equipo

Fuente: Elaboración Propia

Con la implementación de esta propuesta se espera eliminar los tiempos de re procesos relacionados con valores errados arrojados por máquinas con problemas de mantenimiento o al menos reducir un 50% la frecuencia de estos (ver Tabla 4.11.).

Tabla 4. 11. Reducción de reprocesos por problemas de mantenimiento con Plan de Mantenimiento Propuesto

	OPERACIÓN	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
GASES	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE GASES VEH. LIGERO	100%	00:02:09	00:02:09	1.11	00:02:23
	PRUEBA DE GASES VEH. PESADO	100%	00:02:15	00:02:15	1.11	00:02:29
	<u>REPROCESO POR DATOS ERRONEOS MAQUINA</u>	<u>12%</u>	<u>00:02:18</u>	<u>00:00:17</u>	<u>1.11</u>	<u>00:00:18</u>
	INSPECCION VISUAL	100%	00:00:22	00:00:22	1.11	00:00:24
LUCES	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. LIGERO	100%	00:00:33	00:00:33	1.11	00:00:37
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. PESADO	100%	00:00:55	00:00:55	1.11	00:01:01
	<u>REPROCESO FALLA SONÓMETRO</u>	<u>24%</u>	<u>00:00:30</u>	<u>00:00:07</u>	<u>1.11</u>	<u>00:00:08</u>
ALINEAMIENTO AL PASO	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. LIGERO	100%	00:00:11	00:00:11	1.11	00:00:13
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. PESADO	100%	00:00:17	00:00:17	1.11	00:00:19
	<u>REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA</u>	<u>4%</u>	<u>00:00:13</u>	<u>00:00:01</u>	<u>1.11</u>	<u>00:00:01</u>
FRENÓMETRO	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. LIGERO	100%	00:01:23	00:01:23	1.1	00:01:32
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. PESADO	100%	00:01:32	00:01:32	1.1	00:01:41
	<u>REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA</u>	<u>15%</u>	<u>00:01:04</u>	<u>00:00:10</u>	<u>1.1</u>	<u>00:00:11</u>
SUSPENSIÓN	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE SUSPENSIÓN VEH. LIGERO	100%	00:01:14	00:01:14	1.1	00:01:22
	<u>REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA</u>	<u>10%</u>	<u>00:01:22</u>	<u>00:00:08</u>	<u>1.1</u>	<u>00:00:09</u>

4.7.IMPLEMENTACIÓN DE 5'S

Se implementará un sistema 5's para contrarrestar el desorden y suciedad dentro de la línea de Inspección. Dicha suciedad y desorden se aprecian en todas las estaciones de trabajo donde se realiza alguna prueba mecánica al vehículo.

Primero, se procede a clasificar todos los objetos necesarios para realizar la prueba en cada una de las estaciones. Posteriormente, se ordenará y limpiará la estación de trabajo. Luego, se procederá con la normalización de la aplicación: se pintará la silueta de la herramienta u objeto para poder identificar claramente el sitio designado; además, se comprarán algunos artículos de limpieza para cada estación de trabajo. En seguida, se procederá a aplicar un plan para poder mantener la disciplina de las 5's. Este plan consiste en llenar diariamente un formato de conformidad de la estación. Esta evaluación será realizada por el ingeniero o supervisor de línea, teniendo que firmar la evaluación el técnico mecánico (evaluado) y supervisor (evaluador). De esta manera, se espera que se pueda implantar el sistema en poco tiempo, ya que se va generar un compromiso con el técnico u operario. A continuación se presenta el formato de conformidad (ver Tabla 4.12.).

Tabla 4. 12. Formato de Inspección 5'S

FORMATO DE INSPECCIÓN 5'S					
INSPECCIÓN VISUAL Y OPERACIONAL					OBSERVACIONES Y COMENTARIOS
ESTACIÓN GASES	ES	LIM	NES	NLIM	Observaciones:
Sonda de temperatura (gasolina)					
Sonda de temperatura (diesel)					
Sonda de gases (gasolina)					
Sonda de gases (diesel)					
Monitor, CPU					
Cámara, teclado, mouse					
Analizador de gases					
Opacímetro					
Sensor de RPM (imantado)					
Sensor de RPM (tenaza)					
Linterna					
ESTACIÓN DE ALINEAMIENTO	ES	LIM	NES	NLIM	Observaciones:
Plato de Alineamiento al Paso					
Monitor, CPU, Control de CPU					
Cámara, teclado, mouse					
ESTACIÓN FRENÓMETRO	ES	LIM	NES	NLIM	Observaciones:
Frenómetro					
Cámara					
ESTACIÓN DE SUSPENSIÓN	ES	LIM	NES	NLIM	Observaciones:
Banco de suspensión					
Monitor, CPU, Control de CPU					
Teclado, Mouse					
ESTACIÓN DE HOLGURAS	ES	LIM	NES	NLIM	Observaciones:
Linterna Control					
Plataforma de holguras (izquierdo)					
Plataforma de holguras (derecho)					
ESTACIÓN DE LUCES	ES	LIM	NES	NLIM	Observaciones:
Luxómetro					
Sonómetro					
Monitor, CPU					
Teclado, Mouse					
Fecha: / /	Hora:				Nombre y Firma del Ingeniero o Supervisor:
Nombre (Técnico u Operario)	Estación	Firma			

Instrucciones: Marque con una (x) todos los ítem indicados. ES=Esta ubicado en forma correcta, LIM=Esta limpio, NES=No está bien ubicado, NLIM=No está limpio.
Cualquier comentario adicional utilice la parte posterior del formato.

Fuente: Elaboración Propia

4.8. ANÁLISIS DE TIEMPOS CON PROPUESTAS IMPLEMENTADAS

4.8.1. MEJORA DE TIEMPOS POR ESTACIÓN

A continuación se muestra la Reducción de tiempos conseguida por la implementación de las propuestas (ver Tabla 4.13).

Tabla 4. 13. Reducción de Tiempos de Operación por Estaciones

ESTACIÓN	ACTUAL		PROPUESTO		REDUCCIÓN		PONDERACIÓN (L 85%,P 15%)
	LIGERO	PESADO	LIGERO	PESADO	LIGERO	PESADO	
CASETA DE INGRESO	30		30		0%		0%
CAJA	99		99		0%		0%
INGRESO DE DATOS	363		327		-10%		-10%
CERTIFICACIÓN	386		362		-6%		-6%
GASES	215	222	182	192	-15%	-14%	-15%
LUCES	53	77	45	69	-15%	-10%	-14%
ALINEAMIENTO	14	20	14	20	0%	0%	0%
FRENÓMETRO	113	122	103	112	-9%	-8%	-9%
SUSPENSIÓN	99	--	91	--	-8%	--	-8%
HOLGURAS	51	62	36	46	-29%	-26%	-29%

Fuente: Elaboración Propia

4.9. SIMULACIÓN DE SISTEMA PROPUESTO

Se realizó una simulación para los años 2015 y 2016 incorporando las propuestas anteriormente descritas con las actividades, recursos y controles con los cuales se trabajará en la empresa, también se incluyó dentro del modelo el tiempo entre llegadas pronosticado (Anexo 10), la demanda incrementada (Anexo 21), los tiempos de procesamiento mejorados (Anexo 22), tiempos de desplazamiento y los parámetros incluidos dentro de la política de trabajo para mostrar los beneficios técnicos que se lograrían después de una posible implementación de las propuestas.

4.9.1. TIEMPO DE SIMULACIÓN

- Tiempo de simulación: 12 horas de operación por día.
- Réplicas de la Simulación: 30 días (Muestra=Población Total).

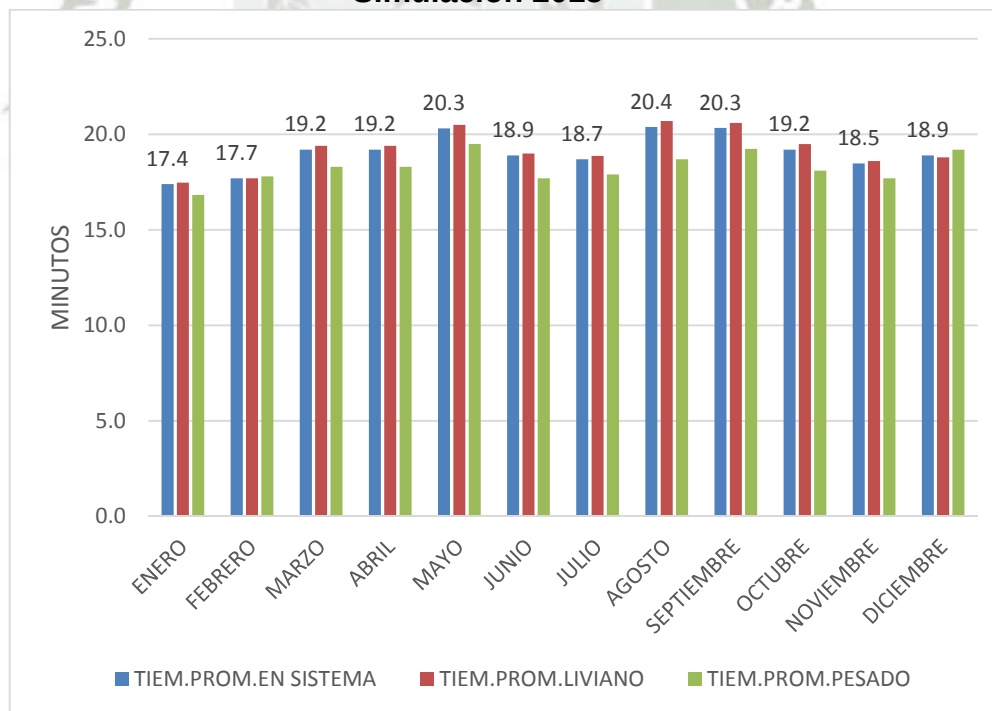
4.9.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se presentan los resultados en base al tiempo de servicio, el número de vehículos en cola y la utilización del personal.

4.9.2.1. Tiempo Promedio de Espera en Sistema

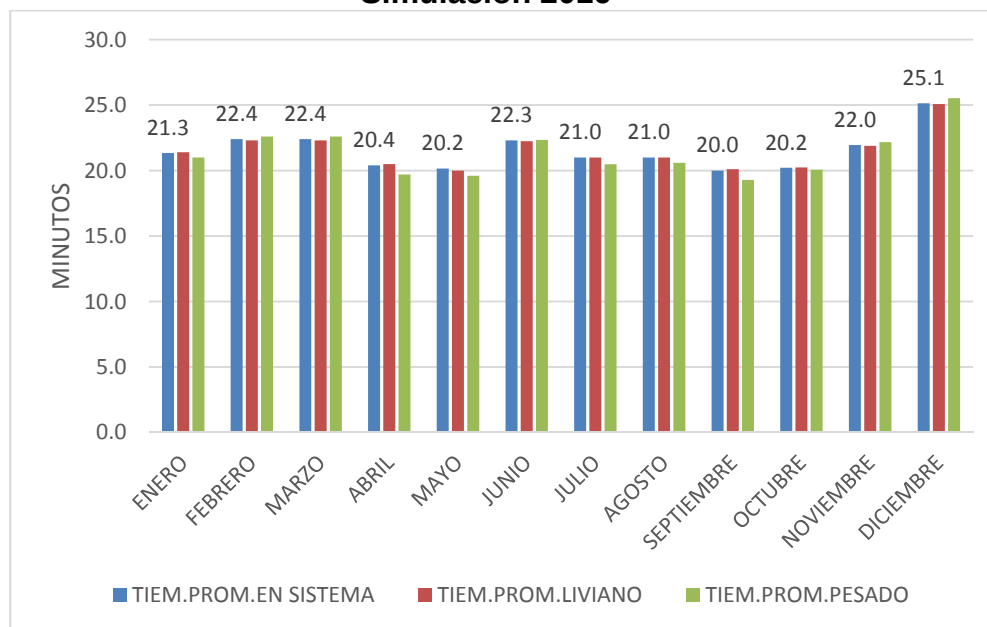
A continuación se presentan los tiempos de espera dentro del sistema, como se ve en las figuras 4.11., y 4.12., la línea azul representa el tiempo promedio de espera total, la línea roja el tiempo promedio de espera para vehículos ligeros y la línea verde el tiempo promedio de espera para vehículos pesados. Al equilibrar la demanda se espera reducir drásticamente el tiempo de espera con un promedio de 19.1 minutos para el 2015 y 21.5 minutos para el 2016.

Figura 4. 11. Tiempo Promedio de Espera con Propuesta implementada Simulación 2015



Fuente: Anexo 14

**Figura 4. 12. Tiempo Promedio de Espera con Propuesta implementada
Simulación 2016**

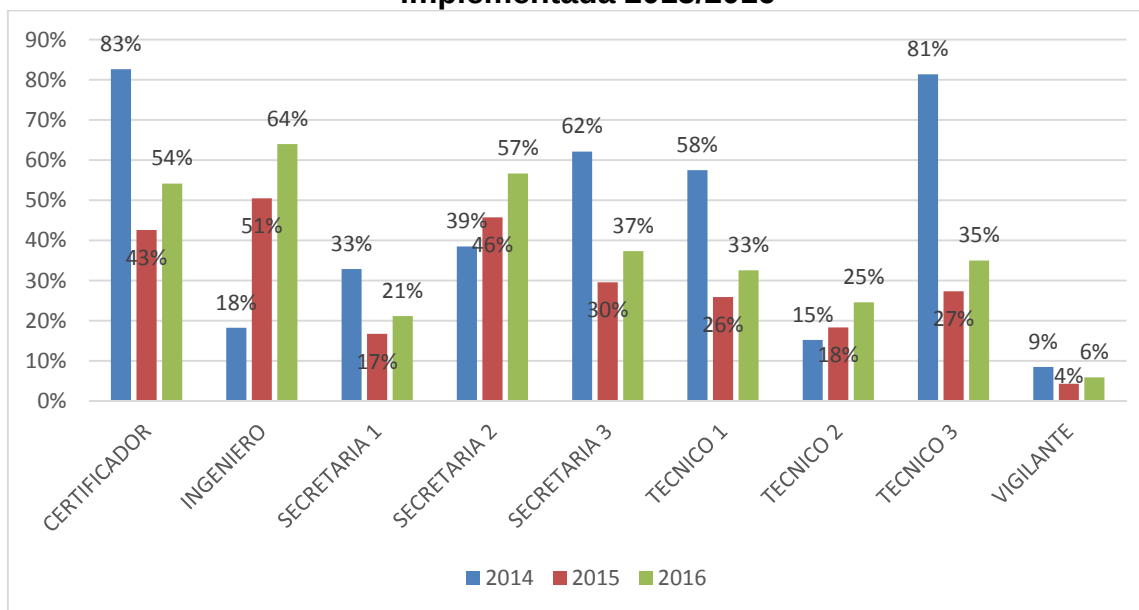


Fuente: Anexo 14

4.9.2.2. Utilización del Personal

En la figura 4.13., se presenta la utilización del personal en un cuadro comparativo actual del 2014 vs la simulación con las propuestas implementadas que arrojaron resultados bastante satisfactorios. A pesar del aumento de la demanda gracias a las propuestas se espera reducir la saturación actual de los trabajadores y aprovechar el tiempo inactivo en otras estaciones. Todos los trabajadores podrán realizar sus funciones sin realizar ningún sobre esfuerzo.

Figura 4. 13.Utilización del Personal 2014 vs Simulación con Propuesta implementada 2015/2016



Fuente: Anexo 17

4.10. ANÁLISIS FINANCIERO

Se analizará si las mejoras propuestas son rentables para la empresa en un futuro, a continuación se detallan los costos incurridos para la implementación de las mismas.

4.10.1. Costo para la mejora de Procesos

Tabla 4. 14. Inversión - Implementación de Call Center

Inversión	Tipo de Pago	Costo
Ejecutiva de Call Center	Mensual Fijo	S/. 1,200.00
Pago Teléfono	Mensual Fijo	S/. 330.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 15. Inversión - Ampliación de la Línea de Inspección

Actividades	Tipo de Pago	Cantidad	Costo Unitario	Total
Rotura de pavimento y excavación	Único	--	--	S/. 450.00
Cemento para baseado de 2 zapatas	Único	26	S/. 22.00	S/. 572.00
Acero corrugado de media para piso y columnas	Único	10	S/. 27.00	S/. 270.00
Cemento para columnas	Único	7	S/. 22.00	S/. 154.00
Agregado (cubos de hormigón)	Único	14	S/. 30.00	S/. 420.00
Mano de obra por contrato de baseado y encofrado de obras civiles	Único	--	--	S/. 3,500.00
Armadura, techo de calaminón mas instalación	Único	--	--	S/. 6,000.00
Policarbonato para costados de la línea de inspección	Único	--	--	S/. 1,200.00
Cemento baseado de loza acabada	Único	5	S/. 22.00	S/. 110.00
Pintura	Único	--	--	S/. 240.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 16. Inversión - Propuesta de Procedimientos

Procedimientos	Tipo de Pago	Costo
Configuración de la página web para ingreso de datos	Único	S/. 1,200.00
Formato de prueba de holguras (hojas e impresión)	Mensual Variable	Hasta S/. 145.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 17. Inversión Programa de Capacitación

	Tipo de Pago	Costo
Dictado de sesiones	Semestral Fijo	S/. 2,100.00
Fondo para ascensos	Mensual Variable	Máx S/. 2,000.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 18. Inversión Plan de Mantenimiento y 5's

	Tipo de Pago	Costo
Formatos de mantenimiento	Mensual Variable	Máx S/. 145.00
Formatos de 5's	Mensual Variable	Máx S/. 145.00
Insumos y útiles	Mensual Fijo	S/. 150.00

Fuente: Elaboración Propia

4.10.2. Cálculo de H-H

Se realizó el cálculo de H-H para poder calcular el ahorro de las horas extras no trabajadas una vez implementada las propuestas de mejora (Ver Tabla 4.18.), este cálculo solo se realizó para el personal involucrado directamente en el proceso, es decir solo para la mano de obra directa.

Tabla 4. 19. Cálculo de H-H

Personal	Cantidad	Básico	CTS	EsSalud	Total	total horas	Costo H-H
----------	----------	--------	-----	---------	-------	-------------	-----------

		mensual			mensual	trabajadas por mes	
Administrativos	6	1300	108	117	9152	1080	S/. 8.47
Técnico Mecánico	4	1500	125	135	7040	720	S/. 9.78
Supervisor	2	1600	133	144	3755	360	S/. 10.43
Operador	2	1200	100	108	2816	360	S/. 7.82
Parqueador	1	850	71	77	997	180	S/. 5.54
Costo normal mano de obra directa por hora							S/. 42.04

Fuente: Elaboración Propia

4.10.3. Cálculo de Ahorro de Horas Extra

En promedio el uso que se hace de las horas extra son de tres horas al día durante cinco veces al mes, el costo de horas extra es de 25% más hasta las dos horas y 35% a partir de la tercera hora de trabajo.

Tabla 4. 20. Ahorro mensual de horas extras

Costo H-H	S/. 42.04
Horas 25%	S/. 10.00
Horas 35%	S/. 5.00
Costo Horas Extra al mes	S/. 809.27

Fuente: Elaboración Propia

4.10.4. Flujo de Caja con Implementación de Mejoras para los años 2015 y 2016

Para el cálculo del Flujo de Caja se consideró sólo los ingresos resultantes de la implementación de las Propuestas y los egresos por la ejecución de las mismas.

Cabe mencionar que para el cálculo del Van se utilizó una tasa del 12% como costo promedio ponderado. Este dato es el promedio de retorno que tiene la empresa para este tipo de proyecto.



Tabla 4. 21. Flujo de Caja 2015/2016

Año 1 y Año 2	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
INGRESOS	0	5809	9831	9831	9831	1220	1336	1397	1397	1400	14734	14842	19474
Ahorro de horas extras		809	809	809	809	809	809	809	809	809	809	809	809
Ahorro de Contrata Mantenimiento y Reparación		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Ingresos por demanda recuperada						2083	2155	2765	2765	2801	2155	2262	6895
Ingresos por demanda generada			4022	4022	4022	4309	5396	5396	5396	5396	6770	6770	6770
EGRESOS	-	-3342	-4218	-4218	-4218	-4727	-7085	-5617	-5617	-5625	-5784	-5807	-8911
Pago Ejecutiva Call Center mas teléfono	16216	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530
Ampliación de la Línea de Inspección	12916												
Configuración Página web pre-ingreso	1200												
Formato Prueba de Holguras		0	24	24	24	36	44	48	48	48	52	53	79
Dictado de sesiones (Capacitación)	2100						2100						2100
Fondo para Ascensos		500	500	500	500	500	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Formato de Mantenimiento		0	24	24	24	36	44	48	48	48	52	53	79
Formato de 5'S		0	24	24	24	36	44	48	48	48	52	53	79
Insumos y útiles de mantenimiento		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
IGV por Ingresos		1046	1770	1770	1770	2196	2405	2515	2515	2521	2652	2672	3505
Impuesto a la Renta		116	197	197	197	244	267	279	279	280	295	297	389
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-	2467	5613	5613	5613	7474	6275	8354	8354	8382	8950	9035	10563
	16216												

Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
22302	24861	24179	24358	23748	25268	26489	25771	25950	26678	26858	30762
809	809	809	809	809	809	809	809	809	809	809	809
5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
7074	8259	7577	7757	7146	7326	8547	7828	8008	7362	7541	8798
9418	10792	10792	10792	10792	12133	12133	12133	12133	13507	13507	16155
-7927	-8483	-8336	-8374	-8242	-10673	-9338	-9182	-9221	-9380	-9419	-10269
1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530
96	110	107	108	104	113	120	116	117	122	123	145
					2100						
1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000	2000
96	110	107	108	104	113	120	116	117	122	123	145
96	110	107	108	104	113	120	116	117	122	123	145
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
4014	4475	4352	4384	4275	4548	4768	4639	4671	4802	4834	5537
446	497	484	487	475	505	530	515	519	534	537	615
14375	16378	15843	15984	15506	14595	17151	16589	16729	17298	17438	20494

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 22. Resultados del Flujo de Caja Económico

VAN Económico	S/. 49,439.21	VAN>0, El proyecto es viable
TIR	34.94%	TIR>Rentabilidad esperada, El proyecto es rentable

Fuente: Tabla 4.21.

Como se observa en la Tabla 4.22., el proyecto resultó rentable para los dos años dado que el VAN Económico es mayor a 0, y la TIR mucho más alta respecto al esperado por la empresa. En consecuencia la implementación de las propuestas al CITV Certicom es viable y rentable.



CONCLUSIONES

Primera: Se describió la empresa y su entorno

Se describió el proceso de la inspección técnica vehicular, las políticas de funcionamiento en la empresa, las funciones de su personal, su organización, y se identificó a sus competidores delimitando a cada uno con la cuota de mercado que posee actualmente.

Segunda: Se identificó las causas fundamentales del problema

Con la ayuda de un diagrama causa-efecto y la ponderación de los problemas más perjudiciales para el servicio se logró agrupar nueve causas fundamentales entre ellas el cuello de botella en certificación, los cuellos de botella en línea de Inspección, las demoras al reparar máquinas, las equivocaciones en la estación de ingreso de datos por administrativos, las máquinas arrojan valores errados, la falta de capacitación constante, la equivocación al realizar pruebas, la insuficiencia de capacidad de producción y la falta de técnicos en línea de inspección.

Tercera: Se realizó un diagnóstico situacional de la empresa

Se ejecutó un pronóstico de demanda a dos años en adelante y se identificó una creciente tendencia estacional de un ciclo de 5 meses, con el estudio de tiempos se calculó los tiempos estándar e identificó los cuellos de botella

de las estaciones dentro del área de administración (Ingreso de Datos y Certificación) y operación (Gases, Frenómetro y Suspensión).

Tercera: Se redujo la incertidumbre de la demanda futura y se determinó el número posible de estaciones de trabajo a requerir a dos años en adelante.

Se realizó un análisis exhaustivo de los datos históricos respecto a la demanda para poder elegir el método de pronóstico de menor error ($\bar{E}=4$, $MAD=95$). Se calculó la demanda para los próximos dos años y con la implementación de las propuestas de mejora y principalmente del Call Center se equilibró la demanda convirtiéndola en uniforme durante todo el mes por lo cual se determinó que sería innecesario aumentar el número actual de estaciones.

Cuarta: Se realizó Propuestas de Mejora y se estima un logro en la reducción de tiempo en varias estaciones de trabajo.

En la estación de Ingreso de datos se planteó el pre-ingreso de datos mediante la página web, reduciéndose su tiempo en 10% en conjunto con otras propuestas. En la estación de holguras se planteó el uso de un formato check list agilizando el recojo de la información que redujo en 29% su tiempo de operación en conjunto con otras propuestas. En las demás estaciones también se consiguieron mejoras gracias al plan de mantenimiento, el programa de capacitación, la redistribución del trabajo y

la implementación de 5's; En la estación de Certificación se redujo 6% su tiempo de operación, en la estación de gases 15%, en la estación de luces 14%, en la estación de Frenómetro 9% y en la estación de Suspensión 8%.

Quinta: Se realizó propuestas de mejora y se estima mejorar el flujo de trabajo mediante la distribución de planta

A través del análisis del grado de relación entre estaciones y el requerimiento de sus espacios requeridos se reubicó la estación de Certificación al costado de la estación de ingreso de datos reduciendo el tiempo de Reingreso por Equivocación de la estación de Ingreso de Datos en 50% y el Tiempo de Entrega de resultados de la Certificación en 20%.

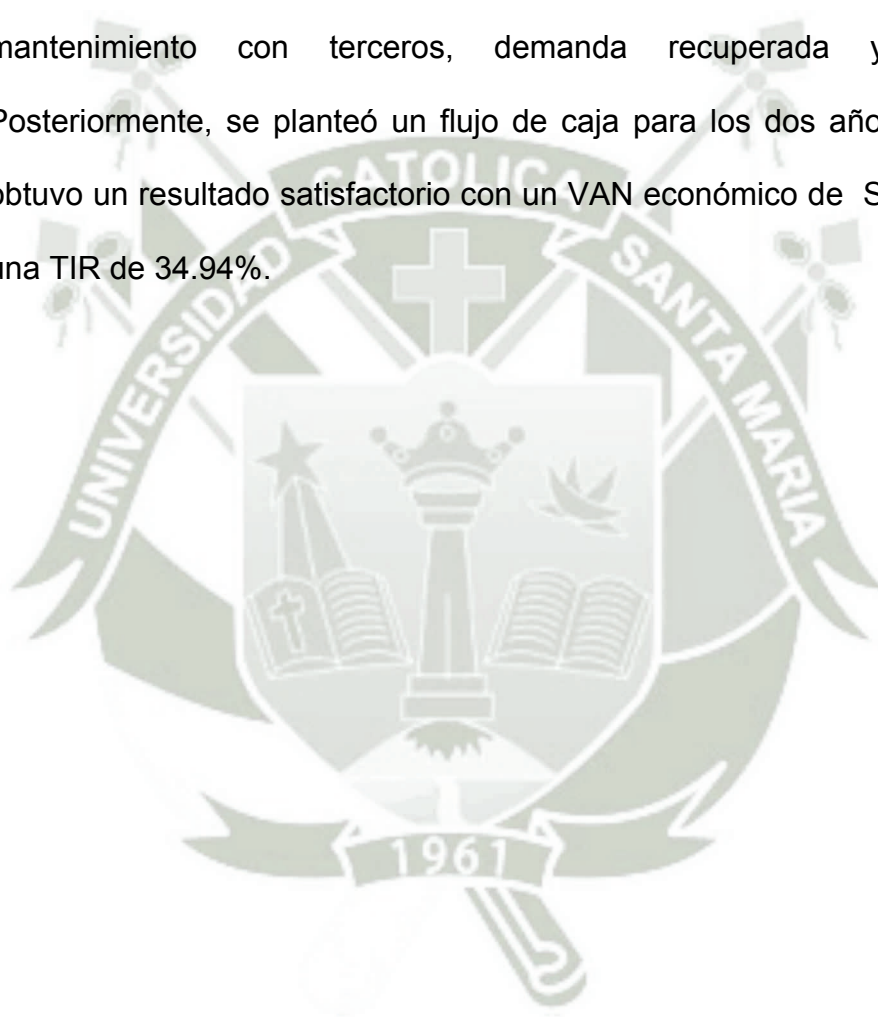
Para el área operativa se logró ganar un espacio extra de atención de 4 a 5 vehículos por línea, gracias a la ampliación de la línea de inspección y la reubicación de la estación de luces.

Sexta: Se realizó propuestas de mejora y se espera conseguir reducir el tiempo de espera en sistema para el vehículo y darle mejor uso a la utilización del personal

Mediante el análisis de la simulación del sistema propuesto se pudo concluir que se logró que el tiempo promedio de espera en el sistema pronosticado se reduzca de 49 minutos a 19.1 minutos para el 2015 y de 69 minutos a 21.5 minutos para el 2016.

Séptima: Se obtuvo una mayor rentabilidad mediante las propuestas de mejora

Se costearon las inversiones necesarias para llevar a cabo la ejecución de las mejoras, luego se calculó los ingresos compuestos por los ahorros generados por evitar el uso de horas extra, el ahorro de contratos de mantenimiento con terceros, demanda recuperada y generada. Posteriormente, se planteó un flujo de caja para los dos años futuros. Se obtuvo un resultado satisfactorio con un VAN económico de S/.49,439.21 y una TIR de 34.94%.



RECOMENDACIONES

Primera: Complementar la propuesta de mejora con las filosofías TPM (Mantenimiento Productivo Total) y TQM (Gestión de Calidad Total)

Se recomienda complementar el estudio con la filosofía TPM, por considerarse importante reducir las demoras y/o pérdidas asociadas a paros, calidad y costes en los procesos, también implementar una filosofía TQM para garantizar el mejoramiento constante de la calidad y la productividad.

Segunda: Implementar un área de mejora continúa

El presente trabajo presenta propuestas de mejora para las causas fundamentales dentro de los próximos dos años y la mayoría de estos problemas repercuten en la calidad y el tiempo del servicio, por lo cual se recomienda crear el área de mejora continua para hacer frente a los problemas que vayan surgiendo en la empresa.

Tercera: Implementar alternativas de planes de muestreo

Se recomienda realizar un muestreo múltiple y secuencial para la toma de tiempos. En este trabajo se realizó un muestreo simple para la toma de tiempos, si se desea profundizar aún más se recomienda un mejor plan de muestreo para obtener datos más exactos.

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS IMPRESOS

- Krajewski, L., Ritzman, L., y Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor* (8ª ed.). Naucalpán de Juárez, México: Pearson Educación.
- Evans, J. R., y Lindsay, W. M. (2009). *Administración y Control de la Calidad* (7ª ed.). Monterrey, México: Cengage Learning.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009). *Herramientas para la mejora de la Calidad*. Montevideo, Uruguay: UNIT.
- Muther, R. (1981). *Distribución en planta*. Carmelo Cabré (4ª ed.). Nueva York, Estados Unidos: Hispano Europea.
- Rau, J. (2010). *Ingeniería de plantas*. Lima, Perú: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tompkins, J. A., y White, J. A. (2006). *Planeación de instalaciones* (3ª ed.). México D.F., México: Thomson.
- Oficina Internacional del Trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ª ed.). Ginebra, Suiza: Kanawaty.
- Vargas, J., Rau, J., y León, M. (2010). *Planeamiento y control de operaciones*. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Torres, P. J. (2010). *Simulación de Sistemas con el Software Arena*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.

- Andía, W. (2009). *Proyectos de Inversión Guía para su Formulación y Evaluación Estratégica* (2ª ed.). Lima, Perú: Librería Editorial “El Saber”.
- Gómez-Bezares, F., Madariaga, J. A., Santibáñez, J. y Apraiz, A. (2013). *Finanzas de Empresa (Selección de Lecturas)*. Bilbao, España: Editorial SPRI.
- Azarang, M., y García, E. (1998). *Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos*. México D.F., México: McGraw-Hill.

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS EN LÍNEA

- Berger, E., Gambini, I., y Velásquez, C. (noviembre, 2000). Simulación de Sistemas. *Notas: del Instituto de Investigación en Ciencias Matemáticas*, 89-93. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/Matematicas/Notas_instituto/Simulacion_sistemas.pdf
- Rodríguez, S. (mayo, 2008). Cómo determinar el Tamaño de Muestra aplicada a la investigación Archivística, *Monografías*, 1-2. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos60/tamano-muestra-archivistica/tamano-muestra-archivistica2.shtml>
- Solís, F. (9 de Agosto del 2014). Dop, Dap, Dam y Bimanual. [Presentaciones en Línea]. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/96889752/Dop-Dap-Dam-Bimanual1-Corregido#scribd>
- Recomendaciones y aspectos del estilo APA. (2014). Recomendaciones y Aspectos del estilo APA (6ª ed.). *Citas y Referencias*, 26-38. Recuperado de

http://www.ulima.edu.pe/sites/default/files/news/file/citas_referencias_apa.pdf

- Constructora y Certificadora San Martín de Porres. (14 de Setiembre del 2014). Proceso de Inspección. [Pestaña de Página Web]. Recuperado de <http://www.citvsanmartin.pe/proceso>
- SME Toolkit Herramientas PYME. (3 de Octubre del 2014). Pronóstico de Demanda. [Pestaña de Página Web]. Recuperado de <http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/416/Pron%C3%B3stico-de-la-demanda#>
- Rodríguez, R. (28 de Diciembre del 2014). Uso de Normas APA en citas y referencias bibliográficas. [Presentaciones en Línea]. Recuperado de http://es.slideshare.net/renatarodrigues/uso-de-normas-apa-para-citas-y-referencias?next_slideshow=1



ANEXOS

Anexo 01

Encuesta al Cliente

Marque con una “x”

1. ¿Qué tan satisfecho se siente con nuestro...?

	Muy Satisfecho	Satisfecho	Poco Satisfecho	Nada Satisfecho
Tiempo de servicio	☐	☐	☐	☐
Precio	☐	☐	☐	☐
Trato al cliente	☐	☐	☐	☐

2. ¿Mediante qué medio se enteró de nuestro servicio?

- ☐ La Escuela San Martin de Porres
- ☐ La empresa en la que trabaja
- ☐ La Televisión
- ☐ La Radio
- ☐ La Recomendación de un amigo(a)
- ☐ Volantes
- ☐ Internet
- ☐ Otro.....

3. ¿Recomendaría Certificadora San Martin a un amigo?

- ☐ SI
- ☐ NO

4. ¿Es la primera vez que realiza la inspección técnica?

- ☐ SI
☐ NO

5. Si respondió NO la pregunta anterior conteste lo siguiente:
¿En qué compañía realizó su revisión técnica anterior?

- ☐ CERTICOM San Martin de Porres
☐ Altoandina
☐ CITV del sur
☐ Asper
☐ Otro

6. SUGERENCIAS.....
.....
.....

Anexo 02

Conteo de Respuestas Encuesta al Cliente (#)

1. ¿Qué tan satisfecho se siente con nuestro...?

	Muy Satisfecho	Satisfecho	Poco Satisfecho	Nada Satisfecho
Tiempo de Servicio	(1)	(44)	(22)	(3)
Precio	(7)	(55)	(7)	(1)
Trato al cliente	(6)	(53)	(10)	(1)

2. ¿Mediante qué medio se enteró de nuestro servicio?

- ☐ La Escuela de Conductores San Martin de Porres (8)
☐ La empresa en la que trabaja (11)
☐ La Televisión (8)
☐ La Radio (11)
☐ La Recomendación de un amigo(a) (20)
☐ Volantes (6)
☐ Internet (6)
☐ Otro (0)

3. ¿Recomendaría Certificadora San Martin a un amigo?

- ☐ SI (51)

☐ NO **(19)**

4. ¿Es la primera vez que realiza la inspección técnica?

☐ SI **(12)**
☐ NO **(58)**

5. Si respondió NO la pregunta anterior conteste lo siguiente:
¿En qué compañía realizó su revisión técnica anterior?

☐ CERTICOM Certificadora San Martin de Porres **(39)**
☐ Altoandina **(3)**
☐ CITV del sur **(8)**
☐ Asper **(5)**
☐ Otro **(3)**

6. SUGERENCIAS.....

...Reducir la Espera **(6)**

...Realizar descuentos a clientes antiguos **(2)**

...Mejorar el Trato **(1)**

...Poner Cortinas a la Sala de Espera, mucho sol **(1)**

Anexo 03

Parque Automotor Nacional Peruano 2012

Departamento	TOTAL	CLASE DE VEHICULO								
		Automóvil	Station Wagon	Camionetas			Ómnibus	Camión	Remol-	Remolque
				Pick Up	Rural	Panel			cador	Semi-Rem.
TOTAL	2 137 837	927 698	292 840	246 205	318 484	39 476	59 088	171 407	33 722	48 917
Amazonas	2 400	265	742	452	351	29	66	327	61	107
Ancash	25 418	9 390	4 261	3 429	4 845	207	644	2 202	193	247
Apurímac	4 039	545	1 584	346	706	59	145	626	14	14
Arequipa	134 533	62 078	10 298	16 910	18 508	1 898	2 826	12 906	3 807	5 302
Ayacucho	5 941	1 797	1 046	727	818	65	257	1 119	51	61

Cajamarca	19 673	4 242	4 033	3 643	4 299	374	365	1 740	198	779
Cuzco	53 675	16 825	11 494	7 331	8 622	544	1 664	6 967	162	66
Huancavelica	1 323	223	412	170	163	23	98	195	35	4
Huánuco	13 476	5 904	1 086	2 531	1 232	70	310	1 800	109	434
Ica	26 551	13 128	3 736	3 085	2 303	296	845	2 422	389	347
Junín	56 237	16 860	11 818	7 508	6 966	284	1 809	8 782	893	1 317
La Libertad	167 325	65 494	20 312	23 629	15 167	1 338	6 310	19 438	3 863	11 774
Lambayeque	53 902	21 980	5 073	8 164	7 335	1 053	799	7 331	526	1 641
Lima	1 395 576	659 127	184 313	140 935	216 218	26 942	37 686	85 245	21 531	23 579
Loreto	5 313	1 993	392	969	767	77	356	739	9	11
Madre de Dios	1 062	104	323	230	154	23	23	192	10	3
Moquegua	14 608	4 582	3 617	1 923	2 499	435	472	906	98	76
Pasco	7 238	1 236	2 114	352	845	93	481	1 708	186	223
Piura	42 404	17 097	3 765	8 955	5 730	369	924	4 692	480	392
Puno	40 543	5 663	8 444	3 995	12 890	3 503	1 039	4 360	276	373
San Martín	10 926	1 764	995	4 022	1 627	68	199	1 903	159	189
Tacna	44 430	14 612	11 441	4 624	4 864	1 634	1 480	4 371	598	806
Tumbes	3 257	971	506	511	550	64	90	490	26	49
Ucayali	7 987	1 818	1 035	1 764	1 025	28	200	946	48	1 123

Fuente: MTC-OGPP-Oficina de Estadística

Anexo 04

Parque Automotor Región Puno

Cantidad Vehículos Puno - 2012		
Tipo Veh.\Conteo	Cantidad	Porcentaje
Liviano	34 495	85%
Pesado	6 048	15%
Total	40 543	100%

Fuente: Anexo 03

Anexo 05

Máquinas y Equipos en Área Operativa

Opacímetro



Analizador de Gases



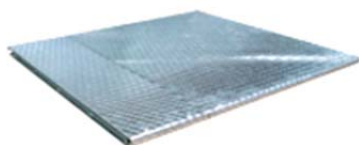
Sonómetro



Luxómetro



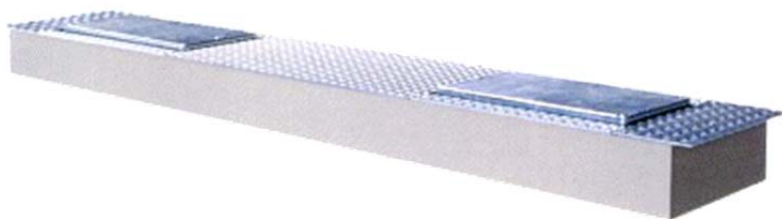
Plataforma de Alineación al Paso



Frenómetro



Banco de Suspensión



Detector de Holguras



Anexo 06

Ponderación de Causas Fundamentales

N°	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA	NIVEL DE IMPACTO	PONDERACIÓN	%INDIVIDUAL	%ACUMULADO
1	Cuello de Botella en Certificación	4	4	16	17%	17%
2	Falta de Técnicos en Línea de Inspección	4	3	12	13%	30%
3	Máquinas arrojan Valores Errados	2	4	8	9%	39%
4	Insuficiencia de Capacidad de Producción	2	4	8	9%	48%
5	Cuellos de Botella en Línea de Inspección	2	3	6	7%	54%
6	Falta de Capacitación Constante	2	3	6	7%	61%
7	Equivocación ingreso de datos por administrativos	2	3	6	7%	67%
8	Equivocación al realizar pruebas	2	3	6	7%	74%
9	Demoras al reparar máquinas	2	3	6	7%	80%
10	Clientes no entienden las faltas de su vehículo	1	5	5	5%	86%
11	Excesivas colas y esperas antes de ingreso a línea de inspección	1	5	5	5%	91%
12	Mala Circulación de Vehículos	2	2	4	4%	96%
13	Demora en Caja	1	4	4	4%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 07

Tiempos Estándar y Suplementos

Cálculo de Tiempos Estándar

ESTACION	OPERACIÓN	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
CASETA DE INGRESO	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	REGISTRO DATOS	100%	00:00:27	00:00:27	1.1	00:00:30
CAJA	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	COBRO DE SERVICIO	100%	00:01:30	00:01:30	1.1	00:01:39
	DECLARACIÓN JURADA LLENADA POR CLIENTE	48%	00:01:13	00:00:35	1.1	00:00:38
INGRESO DE DATOS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	INGRESO DE DATOS PARTE 1	100%	00:01:51	00:01:51	1.1	00:02:02
	INGRESO DE DATOS PARTE 2	100%	00:03:08	00:03:08	1.1	00:03:27
	REINGRESO POR EQUIVOCACIÓN	11%	00:02:12	00:00:15	1.1	00:00:17
GASES	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE GASES VEH. LIGERO	100%	00:02:09	00:02:09	1.11	00:02:23
	PRUEBA DE GASES VEH. PESADO	100%	00:02:15	00:02:15	1.11	00:02:29
	REPROCESO POR DATOS ERRONEOS MAQUINA	24%	00:02:18	00:00:33	1.11	00:00:37
	INSPECCION VISUAL	100%	00:00:31	00:00:31	1.11	00:00:35
LUCES	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. LIGERO	100%	00:00:33	00:00:33	1.11	00:00:37
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. PESADO	100%	00:00:55	00:00:55	1.11	00:01:01
	REPROCESO FALLA SONÓMETRO	47%	00:00:30	00:00:14	1.11	00:00:16
ALINEAMIENTO AL PASO	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. LIGERO	100%	00:00:11	00:00:11	1.11	00:00:13
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. PESADO	100%	00:00:17	00:00:17	1.11	00:00:19
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	8%	00:00:13	00:00:01	1.11	00:00:01
FRENÓMETRO	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. LIGERO	100%	00:01:23	00:01:23	1.1	00:01:32
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. PESADO	100%	00:01:32	00:01:32	1.1	00:01:41
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	30%	00:01:04	00:00:19	1.1	00:00:21
SUSPENSIÓN	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE SUSPENSIÓN VEH. LIGERO	100%	00:01:14	00:01:14	1.1	00:01:22
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	19%	00:01:22	00:00:16	1.1	00:00:17
HOLGURAS	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. LIGERO	100%	00:00:29	00:00:29	1.1	00:00:32
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. PESADO	100%	00:00:40	00:00:40	1.1	00:00:44
	BUSQUEDA DE CODIGOS DE INFRACCIÓN	80%	00:00:21	00:00:17	1.1	00:00:19

CERTIFICACIÓN	VALORACIÓN	--	--	--	--	--
	CERTIFICACIÓN	100%	00:04:18	00:04:18	1.15	00:04:57
	ENTREGA RESULTADOS	100%	00:01:01	00:01:01	1.15	00:01:10
	RECTIFICACION POR EQUIVOCACIÓN	8%	00:03:14	00:00:16	1.15	00:00:19

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de Suplementos

CITY CERTICOM			COEFICIENTE DE FATIGA													
			Analista: Herbert Saúl Paredes Urviola													
N°	SIMB.	ELEMENTOS	SUPLEMENTOS												S. BASE	COEF. FATIGA
			CONST.		VARIABLES										SB	Cf = (100 + SB) / 100
					NP	BF	A	B	C	D	E	F	G	H		
1	CI	CASETA DE INGRESO	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.1
2	C	CAJA	5	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	1.1
3	I	INGRESO DE DATOS	5	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	1.1
4	G	GASES	5	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	1.11
5	L	LUCES	5	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	1.11
6	A	ALINEAMIENTO	5	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	1.11
7	F	FRENOMETRO	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.1
8	S	SUSPENSION	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.1
9	H	HOLGURAS	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.1
10	CN	CERTIFICACION	5	8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	15	1.15

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 08

Detalle de Indicadores de Gestión

Eficacia (Vehículos atendidos por hora)

MES	FSH (MTC)	VEHICULOS ATENDIDOS EN UNA HORA (CERTICOM)
ENERO	12	9.6
FEBRERO	12	9.3
MARZO	12	7.9
ABRIL	12	8.7
MAYO	12	9.3
JUNIO	12	8.9
JULIO	12	10.4
AGOSTO	12	10.6

Fuente: MTC y Certicom

Eficiencia (Utilización del Personal)

PERSONAL	UTILIZACIÓN
CERTIFICADOR	93%
INGENIERO SUPERVISOR	21%
SECRETARIA 1 (CAJA)	36%
SECRETARIA 2 (ING.DATOS 1)	42%
SECRETARIA 3 (ING.DATOS 2)	68%
TECNICO 1 (GASES)	65%
TECNICO 2 (LUCES)	17%
TECNICO 3 (A/F/S/H)	91%
VIGILANTE	9%

Fuente: Elaboración Propia

Efectividad (Resultados de encuesta al cliente de satisfacción en relación al tiempo de servicio)

	Conteo	Porcentaje
Muy Satisfecho	1	1.40%
Satisfecho	44	62.90%
Poco Satisfecho	22	31.40%
Nada Satisfecho	3	4.30%
TOTAL	70	100.00%

Fuente: Anexo 02

Anexo 09

Error de Pronóstico y Cálculo de la Demanda 2015 Y 2016

Evaluación de Error de Pronostico

ESTACIONAL MULTIPLICATIVO						
	E_t		$ E_t $			
F_t	$(D_t - F_t)$	$(E_t - \bar{E})^2$	$ D_t - F_t $	$(D_t - F_t)^2$	$ D_t - F_t / D_t$	$(D_t - F_t) / D_t$
945	-211	46378	211	44619	0.29	-0.29
986	-30	1161	30	897	0.03	-0.03
1258	74	4892	74	5486	0.06	0.06
1257	154	22321	154	23570	0.11	0.11
1274	-74	6033	74	5409	0.06	-0.06
1168	-89	8623	89	7875	0.08	-0.08
1218	-64	4646	64	4101	0.06	-0.06
1554	62	3344	62	3838	0.04	0.04
1553	26	458	26	651	0.02	0.02
1573	-42	2159	42	1793	0.03	-0.03
1275	29	629	29	853	0.02	0.02
1330	110	11273	110	12165	0.08	0.08
1697	-168	29462	168	28064	0.11	-0.11
1696	-235	57135	235	55181	0.16	-0.16
1718	145	19964	145	21146	0.08	0.08
1368	378	-378	1724	-1324	141996	-141596

Σ	66	218477	1512	215647	1	0
n	16	16	16	16	16	16
$\bar{E}$	4					
σ		121				
MAD			95			
MSE				13478		
MAPE					7.58%	
MPE						-2.63%

Fuente: Elaboración Propia

PROMEDIO MOVIL 5 PERIODOS

E_t			$ E_t $			
F_t	$(D_t - F_t)$	$(E_t - \bar{E})^2$	$ D_t - F_t $	$(D_t - F_t)^2$	$ D_t - F_t / D_t$	$(D_t - F_t) / D_t$
1127	-48	29179	48	2266	0.04	-0.04
1196	-42	27165	42	1731	0.04	-0.04
1235	381	66348	381	145009	0.24	0.24
1292	287	26824	287	82369	0.18	0.18
1326	205	6754	205	42189	0.13	0.13
1392	-88	44529	88	7709	0.07	-0.07
1437	3	14404	3	10	0.00	0.00
1494	35	7782	35	1225	0.02	0.02
1477	-16	19270	16	243	0.01	-0.01
1453	410	82244	410	168100	0.22	0.22
1519	227	10688	227	51348	0.13	0.13

Σ	1355	335188	1741	502198	1.08	0.77
n	11	11	11	11	11	11
$\bar{E}$	123					
σ		183				
MAD			158			
MSE				45654		
MAPE					9.86%	
MPE						6.99%

Fuente: Elaboración Propia

PROMEDIO PONDERADO 4 DISTR. SOLVER						
E_t			$ E_t $			
F_t	$(D_t - F_t)$	$(E_t - \bar{E})^2$	$ D_t - F_t $	$(D_t - F_t)^2$	$ D_t - F_t / D_t$	$(D_t - F_t) / D_t$

1200	0	5696	0	0	0.00	0.00
1124	-45	14502	45	2021	0.04	-0.04
1158	-4	6292	4	15	0.00	0.00
1234	382	93898	382	145847	0.24	0.24
1486	93	295	93	8585	0.06	0.06
1423	108	1047	108	11628	0.07	0.07
1414	-110	34215	110	11991	0.08	-0.08
1401	39	1348	39	1502	0.03	0.03
1483	46	888	46	2086	0.03	0.03
1530	-69	20764	69	4709	0.05	-0.05
1412	451	140970	451	203339	0.24	0.24
1731	15	3677	15	220	0.01	0.01

Σ	906	323592	1360	391943	0.85	0.50
n	12	12	12	12	12	12
$\bar{E}$	75					
σ		172				
MAD			113			
MSE				32662		
MAPE					7.07%	
MPE						4.14%

Fuente: Elaboración Propia

SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DISTR. SOLVER						
E_t		$ E_t $				
F_t	$(D_t - F_t)$	$(E_t - \bar{E})^2$	$ D_t - F_t $	$(D_t - F_t)^2$	$ D_t - F_t / D_t$	$(D_t - F_t) / D_t$
1350						
956	0	6632	0	0	0.00	0.00
956	376	86768	376	141376	0.28	0.28
1196	215	17708	215	46013	0.15	0.15
1334	-134	46281	134	17874	0.11	-0.11
1248	-169	62809	169	28623	0.16	-0.16
1140	14	4544	14	197	0.01	0.01
1149	467	148703	467	218141	0.29	0.29
1448	131	2489	131	17246	0.08	0.08
1532	-1	6742	1	0	0.00	0.00
1531	-227	95282	227	51639	0.17	-0.17

1386	54	747	54	2927	0.04	0.04
1421	108	732	108	11772	0.07	0.07
1490	-29	12174	29	835	0.02	-0.02
1471	392	96193	392	153339	0.21	0.21
1722	24	3285	24	582	0.01	0.01

Σ	1222	591087	2341	690564	1.61	0.69
n	15	15	15	15	15	15
$\bar{E}$	81	39406	156	46038	0	0
σ		205				
MAD			156			
MSE				46038		
MAPE					10.76%	
MPE						4.59%

Fuente: Elaboración Propia

SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL AJUSTADO A LA TENDENCIA DISTR. SOLVER						
	E_t	$ E_t $				
F_t	$(D_t - F_t)$	$(E_t - \bar{E})^2$	$ D_t - F_t $	$(D_t - F_t)^2$	$ D_t - F_t / D_t$	$(D_t - F_t) / D_t$
956	0	4394	0	0	0.00	0.00
1178	154	48526	154	23716	0.12	0.12
1470	-59	51	59	3496	0.04	-0.04
1689	-489	178485	489	238888	0.41	-0.41
1703	-624	310709	624	389001	0.58	-0.58
1580	-426	129695	426	181833	0.37	-0.37
1453	163	52772	163	26711	0.10	0.10
1528	51	13736	51	2592	0.03	0.03
1577	-46	397	46	2150	0.03	-0.03
1590	-286	48337	286	81878	0.22	-0.22

1487	-47	386	47	2175	0.03	-0.03
1448	81	21571	81	6494	0.05	0.05
1461	0	4394	0	0	0.00	0.00
1449	414	230470	414	171219	0.22	0.22
1626	120	-120	1466	-1066	141738	-141338

Σ	-994	1043922	2840	1130153	2	-1
n	15	15	15	15	15	15
$\bar{E}$	-66					
σ		273				
MAD			189			
MSE				75344		
MAPE					14.68%	
MPE						-7.70%

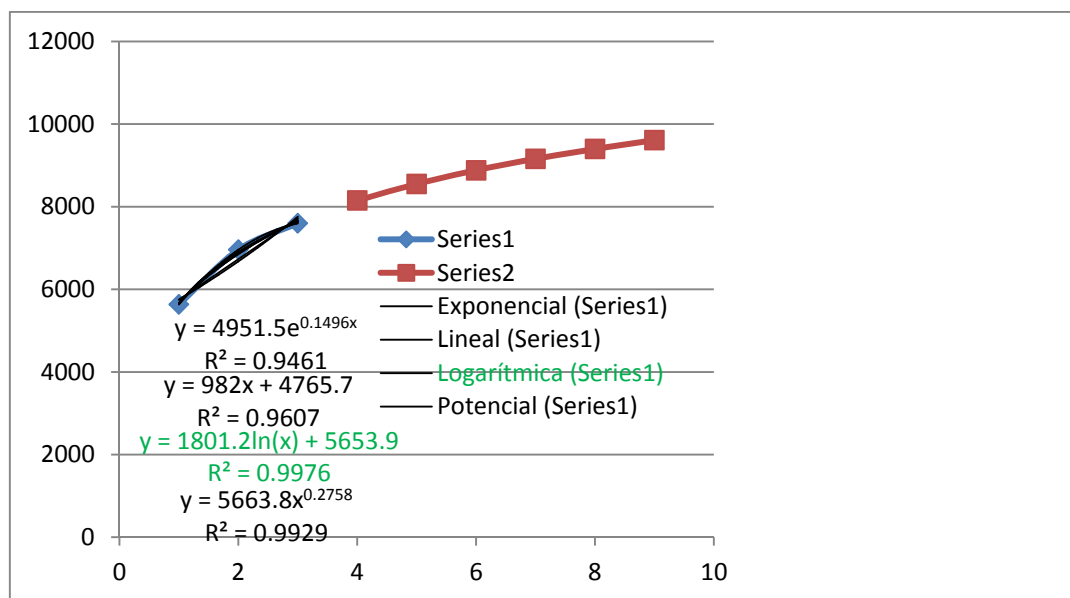
Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la demanda a dos años: Método Estacional Multiplicativo

CICLO DE TENDENCIA	DEMANDA	PRONOSTICO LN(X)
1 (Mayo2013-Setiembre2013)	5633	-
2 (Octubre2013-Febrero2014)	6959	-
3 (Marzo2014-Julio2014)	7597	-
4 (Agosto2014-Diciembre2014)	-	8151
5 (Enero2015-Mayo2015)	-	8553
6 (Junio2015-Octubre2015)	-	8881
7 (Noviembre2015-Marzo2016)	-	9159
8 (Abril2016-Agosto2016)	-	9399
9 (Setiembre2016-Enero2017)	-	9612

Fuente: Elaboración Propia

Pronóstico logarítmico (6 Ciclos de Tendencia)



Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de Índice Estacional

ESTACIONALIDAD \ CICLO DE TENDENCIA	1	2	3	4
1	734	1079	1304	1746
2	956	1154	1440	--
3	1332	1616	1529	--
4	1411	1579	1461	--
5	1200	1531	1863	--
DEMANDA TOTAL POR CICLO	5633	6959	7597	8151

Índices Estacionales Individuales				F.E.
0.6515	0.7753	0.8582	1.0710	0.8390
0.8486	0.8291	0.9477		0.8752
1.1823	1.1611	1.0063		1.1166
1.2524	1.1345	0.9616		1.1162
1.0652	1.1000	1.2261		1.1304

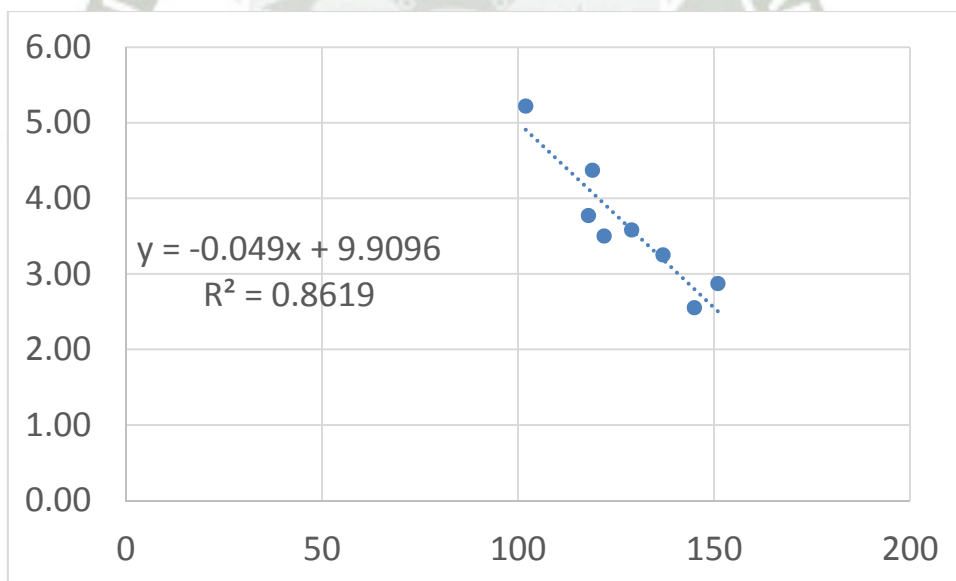
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10

Correlación de Intervalo de Llegadas y Demanda Diaria

	MES	D.M.	D.D.MAX	INTERVALO DE LLEGADA (2+EXPO(X))
2014	ENERO	1579	119	4.37
	FEBRERO	1531	137	3.25
	MARZO	1304	102	5.22
	ABRIL	1440	122	3.50
	MAYO	1529	118	3.77
	JUNIO	1461	129	3.58
	JULIO	1863	151	2.87
	AGOSTO	1746	145	2.55

Fuente: Input Analyzer Arena v.14.0.



Fuente: Elaboración Propia

Coef. Correlación: 0.9284

Coef. Determinación: 0.8619

Existe una correlación alta inversamente proporcional entre la demanda diaria y el tiempo entre llegadas, por lo cual es válido utilizar la fórmula para realizar pronósticos.

Pronóstico de Intervalo de Llegadas 2015 y 2016

AÑO	MES	DEMANDA MENSUAL		DISTRIBUCION
		D.M.	D.D.MAX	INTERVALO DE LLEGADA
2015	ENERO	1435	119	2+EXPO(4.07)
	FEBRERO	1497	123	2+EXPO(3.84)
	MARZO	1910	155	2+EXPO(2.66)
	ABRIL	1909	155	2+EXPO(2.66)
	MAYO	1934	156	2+EXPO(2.60)
	JUNIO	1490	123	2+EXPO(3.86)
	JULIO	1554	128	2+EXPO(3.64)
	AGOSTO	1983	160	2+EXPO(2.50)
	SEPTIEMBRE	1983	160	2+EXPO(2.50)
	OCTUBRE	2008	162	2+EXPO(2.45)
	NOVIEMBRE	1537	126	2+EXPO(3.70)
	DICIEMBRE	1603	131	2+EXPO(3.48)
2016	ENERO	2045	165	2+EXPO(2.37)
	FEBRERO	2045	165	2+EXPO(2.37)
	MARZO	2071	167	2+EXPO(2.32)
	ABRIL	1577	129	2+EXPO(3.56)
	MAYO	1645	135	2+EXPO(3.35)

JUNIO	2099	169	2+EXPO(2.27)
JULIO	2098	169	2+EXPO(2.27)
AGOSTO	2125	171	2+EXPO(2.22)
SEPTIEMBRE	1613	132	2+EXPO(3.45)
OCTUBRE	1682	137	2+EXPO(3.24)
NOVIEMBRE	2146	172	2+EXPO(2.18)
DICIEMBRE	2146	172	2+EXPO(2.18)

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11

Demanda de Inspecciones Diarias Agosto 2014

Fecha	Día	Demanda Inspecciones
01/08/2014	viernes	52
02/08/2014	sábado	25
03/08/2014	domingo	30
04/08/2014	lunes	59
05/08/2014	martes	82
06/08/2014	miércoles	122
07/08/2014	jueves	45
08/08/2014	viernes	42
09/08/2014	sábado	28
10/08/2014	domingo	30
11/08/2014	lunes	71
12/08/2014	martes	145
13/08/2014	miércoles	38
14/08/2014	jueves	67
15/08/2014	viernes	42
16/08/2014	sábado	30

17/08/2014	domingo	25
18/08/2014	lunes	119
19/08/2014	martes	73
20/08/2014	miércoles	85
21/08/2014	jueves	37
22/08/2014	viernes	53
23/08/2014	sábado	26
24/08/2014	domingo	25
25/08/2014	lunes	87
26/08/2014	martes	128
27/08/2014	miércoles	47
28/08/2014	jueves	39
29/08/2014	viernes	40
30/08/2014	sábado	31
31/08/2014	domingo	23

Fuente: Sistema Informático de Inspecciones

Técnicas CERTICOM

Anexo 12

Capacidad de Producción Diaria Vs Demanda Diaria Máxima

AÑO Y MES		Demanda Mensual	Demanda Diaria Máxima	Capacidad de Producción Máxima	Horas extra requeridas
2014	ENERO	1579	119	120	NO
	FEBRERO	1531	137	120	SI
	MARZO	1304	102	120	NO
	ABRIL	1440	122	120	SI
	MAYO	1529	118	120	NO
	JUNIO	1461	129	120	SI
	JULIO	1863	151	120	SI
	AGOSTO	1746	145	120	SI
2015	ENERO	1435	119	120	NO
	FEBRERO	1497	123	120	SI
	MARZO	1910	155	120	SI
	ABRIL	1909	155	120	SI
	MAYO	1934	156	120	SI
	JUNIO	1490	123	120	SI

2016	JULIO	1554	128	120	SI
	AGOSTO	1983	160	120	SI
	SEPTIEMBRE	1983	160	120	SI
	OCTUBRE	2008	162	120	SI
	NOVIEMBRE	1537	126	120	SI
	DICIEMBRE	1603	131	120	SI
	ENERO	2045	165	120	SI
	FEBRERO	2045	165	120	SI
	MARZO	2071	167	120	SI
	ABRIL	1577	129	120	SI
	MAYO	1645	135	120	SI
	JUNIO	2099	169	120	SI
	JULIO	2098	169	120	SI
	AGOSTO	2125	171	120	SI
	SEPTIEMBRE	1613	132	120	SI
	OCTUBRE	1682	137	120	SI
	NOVIEMBRE	2146	172	120	SI
	DICIEMBRE	2146	172	120	SI

Fuente: Sistema Informático de Inspecciones Técnicas CERTICOM

Anexo 13

Tiempo Promedio de Espera en Sistema Actual 2014 & Simulado 2015 y 2016

AÑO	MES	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA (MINUTOS)		
		TIEM.PROM.EN SISTEMA	TIEM.PROM.LIVIANO	TIEM.PROM.PESADO
2014	ENERO	27.7	27.9	26.9
	FEBRERO	40.6	40.9	39.1
	MARZO	20.4	20.6	18.9
	ABRIL	22.4	22.5	22.1
	MAYO	23.3	23.4	23.0
	JUNIO	30.1	30.1	30.1
	JULIO	62.1	62.4	60.5
	AGOSTO	56.2	56.6	54.7
2015	ENERO	25.1	25.2	24.2
	FEBRERO	24.9	25.1	24.2
	MARZO	68.3	67.7	71.6
	ABRIL	68.3	67.7	71.6
	MAYO	65.0	64.8	65.5
	JUNIO	26.2	26.3	26.6
	JULIO	27.4	27.5	27.0

2016	AGOSTO	74.8	75.1	71.9
	SEPTIEMBRE	74.8	75.1	71.9
	OCTUBRE	75.8	75.3	79.0
	NOVIEMBRE	25.7	25.7	25.8
	DICIEMBRE	32.4	32.6	31.7
	ENERO	75.9	75.9	75.0
	FEBRERO	75.9	75.9	75.0
	MARZO	85.5	85.5	85.4
	ABRIL	36.0	36.3	33.8
	MAYO	36.2	36.1	36.4
	JUNIO	93.3	92.4	97.9
	JULIO	93.3	92.4	97.9
	AGOSTO	80.3	80.0	82.6
	SEPTIEMBRE	39.0	39.1	38.9
	OCTUBRE	33.9	33.6	34.8
	NOVIEMBRE	90.1	90.2	93.1
	DICIEMBRE	90.1	90.2	93.1

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14

Tiempo Promedio de Espera en Sistema Simulado con Propuestas Implementadas 2015 y 2016

AÑO	MES	DEMANDA		TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA (MINUTOS)		
		MES	DIA	TIEM.PROM. EN SISTEMA	TIEM.PROM. LIVIANO	TIEM.PROM. PESADO
2015	ENERO	1435	48	17.4	17.5	16.8
	FEBRERO	1617	54	17.7	17.7	17.8
	MARZO	2030	68	19.2	19.4	18.3
	ABRIL	2029	68	19.2	19.4	18.3
	MAYO	2111	70	20.3	20.5	19.5
	JUNIO	1711	57	18.9	19.0	17.7
	JULIO	1792	60	18.7	18.9	17.9
	AGOSTO	2221	74	20.4	20.7	18.7
	SEPTIEMBRE	2221	74	20.3	20.6	19.2

2016	OCTUBRE	2270	76	19.2	19.5	18.1
	NOVIEMBRE	1801	60	18.5	18.6	17.7
	DICIEMBRE	1997	67	18.9	18.8	19.2
	ENERO	2523	84	21.3	21.4	21.0
	FEBRERO	2596	87	22.4	22.3	22.6
	MARZO	2603	87	22.4	22.3	22.6
	ABRIL	2114	70	20.4	20.5	19.7
	MAYO	2166	72	20.2	20.0	19.6
	JUNIO	2665	89	22.3	22.2	22.3
	JULIO	2699	90	21.0	21.0	20.5
	AGOSTO	2706	90	21.0	21.0	20.6
	SEPTIEMBRE	2198	73	20.0	20.1	19.3
	OCTUBRE	2290	76	20.2	20.2	20.1
	NOVIEMBRE	2759	92	22.0	21.9	22.2
	DICIEMBRE	2873	96	25.1	25.1	25.5

Fuente: Arena v.14.0.

Anexo 15

Número de Vehículos en Cola Actual 2014 & Simulado 2015 y 2016

		NUMERO PROMEDIO EN ESPERA (VEHÍCULOS)		
AÑO	MES	PROM.COLA LINEA DE INSPECCION	PROM.PRE-PARQUEO	PROM.POST-PARQUEO
2014	ENERO	0.9	0.6	0.2
	FEBRERO	1.4	2.5	0.5
	MARZO	0.5	0.0	0.1
	ABRIL	0.8	0.0	0.2
	MAYO	0.8	0.1	0.2
	JUNIO	1.1	0.7	0.6
	JULIO	1.7	5.8	1.6
	AGOSTO	1.7	5.1	1.0
2015	ENERO	0.9	0.3	0.2
	FEBRERO	0.9	0.2	0.3
	MARZO	1.8	7.6	1.0
	ABRIL	1.8	7.6	1.0

	MAYO	1.7	7.3	0.9
	JUNIO	1.0	0.5	0.2
	JULIO	1.1	0.4	0.3
	AGOSTO	1.8	9.3	0.9
	SETIEMBRE	1.8	9.3	0.9
	OCTUBRE	1.8	10.2	0.2
	NOVIEMBRE	1.0	0.2	0.3
	DICIEMBRE	1.2	0.9	0.7
2016	ENERO	1.8	9.5	1.1
	FEBRERO	1.8	9.5	1.1
	MARZO	1.8	11.2	1.6
	ABRIL	1.3	1.6	0.5
	MAYO	1.4	1.4	0.6
	JUNIO	1.8	12.5	1.3
	JULIO	1.8	12.5	1.3
	AGOSTO	1.8	9.8	1.8
	SETIEMBRE	1.5	1.6	0.8
	OCTUBRE	1.4	0.7	1.0
	NOVIEMBRE	1.8	11.7	1.2
	DICIEMBRE	1.8	11.7	1.2

Fuente: Registros Certicom y Arena v.14.0.

Anexo 16

Utilización del Personal Actual 2014 & Simulado 2015 y 2016

AÑO	MES	UTILIZACIÓN DEL PERSONAL (%)								
		CERTIFICAD OR	INGENIERO	SECRETARIA 1	SECRETARIA 2	SECRETARIA 3	TECNICO 1	TECNICO 2	TECNICO 3	VIGILANTE
2014	ENERO	0.79	0.17	0.3	0.35	0.57	0.54	0.14	0.77	0.08
	FEBRERO	0.87	0.19	0.35	0.42	0.67	0.61	0.16	0.87	0.09
	MARZO	0.7	0.15	0.27	0.31	0.5	0.48	0.13	0.68	0.07
	ABRIL	0.81	0.18	0.31	0.36	0.58	0.55	0.15	0.78	0.08
	MAYO	0.79	0.18	0.3	0.35	0.57	0.55	0.14	0.78	0.08
	JUNIO	0.85	0.19	0.33	0.38	0.62	0.59	0.16	0.83	0.08
	JULIO	0.9	0.2	0.39	0.46	0.74	0.64	0.17	0.9	0.1
	AGOSTO	0.90	0.20	0.38	0.45	0.72	0.64	0.17	0.90	0.1
2015	ENERO	0.82	0.18	0.31	0.37	0.59	0.57	0.15	0.8	0.08
	FEBRERO	0.84	0.18	0.32	0.38	0.61	0.58	0.15	0.82	0.08
	MARZO	0.91	0.2	0.4	0.47	0.75	0.64	0.17	0.9	0.1

	ABRIL	0.91	0.2	0.4	0.47	0.75	0.64	0.17	0.9	0.1
	MAYO	0.9	0.2	0.4	0.47	0.75	0.64	0.17	0.9	0.1
	JUNIO	0.82	0.18	0.31	0.37	0.6	0.57	0.15	0.8	0.08
	JULIO	0.85	0.19	0.33	0.39	0.62	0.59	0.16	0.83	0.08
	AGOSTO	0.91	0.2	0.4	0.48	0.76	0.64	0.16	0.9	0.1
	SEPTIEMBRE	0.91	0.2	0.4	0.48	0.76	0.64	0.16	0.9	0.1
	OCTUBRE	0.91	0.2	0.41	0.48	0.77	0.63	0.16	0.9	0.11
	NOVIEMBRE	0.86	0.19	0.33	0.39	0.62	0.59	0.15	0.84	0.08
	DICIEMBRE	0.87	0.19	0.34	0.4	0.64	0.6	0.16	0.83	0.09
2016	ENERO	0.91	0.2	0.41	0.48	0.77	0.64	0.18	0.9	0.11
	FEBRERO	0.91	0.2	0.41	0.48	0.77	0.64	0.18	0.9	0.11
	MARZO	0.91	0.2	0.41	0.49	0.79	0.65	0.17	0.9	0.11
	ABRIL	0.86	0.19	0.34	0.4	0.64	0.6	0.16	0.85	0.09
	MAYO	0.88	0.19	0.34	0.4	0.65	0.61	0.16	0.87	0.09
	JUNIO	0.91	0.2	0.41	0.48	0.78	0.64	0.17	0.91	0.11
	JULIO	0.91	0.2	0.41	0.48	0.78	0.64	0.17	0.91	0.11
	AGOSTO	0.91	0.2	0.41	0.49	0.78	0.65	0.17	0.91	0.11
	SEPTIEMBRE	0.87	0.19	0.34	0.41	0.65	0.61	0.16	0.86	0.09
	OCTUBRE	0.89	0.2	0.35	0.41	0.67	0.63	0.17	0.87	0.09
	NOVIEMBRE	0.91	0.2	0.41	0.49	0.78	0.65	0.17	0.9	0.11
	DICIEMBRE	0.91	0.2	0.41	0.49	0.78	0.65	0.17	0.9	0.11

Fuente: Registros Certicom y Arena v.14.0.

Anexo 17

Utilización del Personal Simulado con implementación de Mejoras 2015 y 2016

AÑO	MES	UTILIZACIÓN DEL PERSONAL (%)								
		CERTIFICADOR	INGENIERO	SECRETARIA 1	SECRETARIA 2	SECRETARIA 3	TECNICO 1	TECNICO 2	TECNICO 3	VIGILANTE
2015	ENERO	0.30	0.36	0.12	0.32	0.21	0.18	0.13	0.20	0.03
	FEBRERO	0.33	0.39	0.13	0.35	0.23	0.20	0.14	0.21	0.03
	MARZO	0.46	0.54	0.18	0.49	0.32	0.28	0.20	0.29	0.05
	ABRIL	0.46	0.54	0.18	0.49	0.32	0.28	0.20	0.29	0.05

	MAYO	0.47	0.56	0.18	0.51	0.32	0.29	0.20	0.30	0.05
	JUNIO	0.38	0.45	0.15	0.41	0.27	0.24	0.17	0.25	0.04
	JULIO	0.40	0.47	0.17	0.43	0.28	0.24	0.17	0.26	0.04
	AGOSTO	0.49	0.59	0.19	0.53	0.34	0.30	0.21	0.32	0.05
	SEPTIEMBRE	0.49	0.59	0.19	0.53	0.34	0.30	0.21	0.32	0.05
	OCTUBRE	0.47	0.56	0.19	0.51	0.33	0.28	0.20	0.29	0.05
	NOVIEMBRE	0.41	0.48	0.16	0.44	0.28	0.25	0.18	0.26	0.04
	DICIEMBRE	0.45	0.53	0.17	0.48	0.31	0.27	0.19	0.29	0.04
	ENERO	0.58	0.68	0.23	0.63	0.40	0.36	0.25	0.38	0.06
	FEBRERO	0.58	0.68	0.22	0.62	0.40	0.36	0.25	0.38	0.06
	MARZO	0.58	0.68	0.22	0.62	0.40	0.36	0.25	0.38	0.06
	ABRIL	0.48	0.57	0.19	0.52	0.33	0.29	0.21	0.31	0.04
2016	MAYO	0.48	0.57	0.19	0.52	0.34	0.30	0.21	0.31	0.05
	JUNIO	0.48	0.57	0.19	0.52	0.34	0.30	0.21	0.31	0.05
	JULIO	0.58	0.68	0.22	0.62	0.40	0.35	0.25	0.37	0.06
	AGOSTO	0.57	0.68	0.23	0.39	0.35	0.25	0.37	0.35	0.11
	SEPTIEMBRE	0.49	0.58	0.19	0.53	0.34	0.30	0.21	0.32	0.05
	OCTUBRE	0.45	0.54	0.18	0.49	0.32	0.28	0.20	0.30	0.05
	NOVIEMBRE	0.60	0.71	0.23	0.65	0.42	0.37	0.26	0.38	0.06
	DICIEMBRE	0.63	0.74	0.25	0.69	0.44	0.39	0.28	0.41	0.06

Fuente: Arena v.14.0.

Anexo 18

Cálculos Referentes a Implementación de Estación Call Center

Actividades a realizar por unidad de producción (UP) - Call Center	Duración	
Búsqueda de cliente en registro virtual	1	minuto
Duración promedio de llamada para concertar con el cliente	4	minutos
Guardar datos del cliente	0.5	minutos
Suplementos por necesidades personales y fatiga	0.5	minutos
Tiempo estándar de Operación asignado a Estación de Call Center	6	minutos

Tiempo disponible para reubicar clientes antiguos (4 hrs)	240	minutos
Tiempo disponible para captar clientes nuevos (4 hrs)	240	minutos

Reubicación de clientes por día (100% de eficacia)	40	clientes
Captación de clientes por día (10% de eficacia)	4	clientes

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 19

Formatos de Mantenimiento Diario y Secuencial para todas las Estaciones del Área Operativa

ESTACION DE GASES																											
Fecha de Inicio	Fecha de Termino		FRECUENCIA	DIARIA	LINEA DE INSPECCION																						
Herramientas a utilizar																											
1																											
2																											
3																											
EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL																											
1	guantes de tela																										
2	lentes de seguridad																										
3	tapones para oido																										
4																											
Riesgos de trabajo y medidas preventivas																											
1	emision de gases contaminantes																										
2	temperaturas altas en la zona del motor																										
3																											
ESTACIÓN DE GASES																											
fecha de inspeccion visual	hora	ANALIZADOR DE GASES		OPACIMETRO		responsable	observaciones																				
		PC GENERAL																									
		estado del monitor	estado del teclado	estado del gabinete	estado del CPU	antena inalambrica	senal inalambrica	pinza de RPM	tomacorriente	camara de fotos	filtro de tubo	filtro de manguera	filtro de ostra	manguera de sonda	sonda de temperatura	Evaluar resultados de la prueba	sonda para gases	conexiones a equipos	manguera de sonda	sonda de opacidad	sonda de temperatura	Evaluar resultados de la prueba	captador de rpm	camara de absorcion	conector de sonda		

Fuente Elaboración propia

		ESTACION DE LUCES							
Fecha de Inicio		Fecha de Terminó		FRECUENCIA		DIARIA		LINEA DE INSPECCION	
Herramientas a utilizar									
1									
2									
3								EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
Riesgos de trabajo y medidas preventivas								1 guantes de tela	
1 caída del modulo								2 lentes de seguridad	
2								3	
3								4	
fecha de inspeccion visual		hora		LUXOMETRO		PC GENERAL		EQUIPO	
						estado del monitor		estado del transformador	
						estado del gabinete		tomacorrientes	
						estado del teclado		conexiones al equipo	
						estado del mouse		camara de fotos	
						estado del cable		Eje axial	
						estado de la polea			
						senhal inalámbrica			
						antena inalámbrica			
						estado del CPU			
						estado del monitor			
						estado del teclado			
						estado del mouse			
						estado del gabinete			
						estado del CPU			
						senhal inalámbrica			
						estado del cable			
						estado de la polea			
						carga del equipo			
						estado del transformador			
						tomacorrientes			
						conexiones al equipo			
						camara de fotos			
						Eje axial			
						responsable		observaciones	

Fuente: Elaboración Propia

ESTACIÓN DE ALINEAMIENTO/FRENÓMETRO/SUSPENSIÓN		LINEA DE INSPECCION																									
Herramientas a utilizar		Equipo de Protección Personal																									
Tabla de frecuencias																											
1. juego de niveles	5. Implanador de PC's	10. mensual	19. mensual																								
2. juego de destornilladores	6. Implancontactos	11. cada 2 días	20. mensual																								
3. juego de llaves allen	7. llazo industrial	12. semanal	21. semanal																								
4. sopador de aire, brocha 2"	8. brocha 2"	13. quincenal	22. mensual																								
Riesgos de trabajo y medidas preventivas		14. mensual	23. mensual																								
1. rescalones	6. semanal	15. mensual	24. cada 04 días																								
2. caídas	7. quincenal	16.	25. mensual																								
3. riesgo de atascadura por rodillo del frenometro	8. semanal	17. semanal	26. mensual																								
4.	9. semanal	18. semanal	27. quincenal																								
ESTACIÓN DE ALINEAMIENTO/FRENÓMETRO/SUSPENSIÓN																											
PC GENERAL		FRENOMETRO																									
ALINEAMIENTO AL PASO		BANCO DE SUSPENSIÓN																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
limpieza externa del cpu	limpieza interna del CPU	limpieza externa del mouse	limpieza interna del gabinete	limpieza externa del gabinete	limpieza externa del monitor	limpieza externa del teclado	limpieza externa del teclado	limpieza externa del mouse	limpieza de los conectores de la PC	limpieza del tomacorriente	limpieza del supresor de voltaje	limpieza de la cámara IP	limpieza de la base del AP	Engrase del pit	Engrase de las billas del AP	Revisión de sensores	limpieza de la base del frenometro	limpieza de los rodillos del frenometro	engrasado de la cadena del frenometro	Revisión de la caja de control(mecanico electrica)	Revisión del indicador analogico del equipo	continuidad del cable del equipo	Evaluación del control remoto	limpieza de las plataformas del BS	ajuste de los pernos de las plataformas	Revisión y evaluación de amortiguadores	Revisión de pines
fecha	hora																										

ESTACIÓN DE ALINEAMIENTO/FRENÓMETRO/SUSPENSIÓN		FRECUENCIA		DIARIA	
Fecha de Inicio	Fecha de Término				
Herramientas a utilizar					
1					
2					
3					
Riesgos de trabajo y medidas preventivas					
1 caída del modulo hidraulico					
2 resbalones en la fosa de inspeccion					
3 caída a la fosa de inspeccion					
fecha de inspeccion visual	ESTACIÓN DE ALINEAMIENTO/FRENÓMETRO/SUSPENSIÓN				
	PC GENERAL		FRENOMETRO		BANCO DE SUSPENSIÓN
	estado del monitor	Revisión de pernos de	plataformas	Evaluación de pines	nivelación
	estado del mouse	estado del teclado	estado del gabinete	estado del CPU	antena inalámbrica
	estado del teclado	estado del gabinete	estado del CPU	antena inalámbrica	senhal inalámbrica
	estado del monitor	Revisión de pernos de	plataformas	Evaluación de pines	nivelación
	estado del mouse	estado del teclado	estado del gabinete	estado del CPU	antena inalámbrica
	estado del teclado	estado del gabinete	estado del CPU	antena inalámbrica	senhal inalámbrica
	estado del monitor	Revisión de pernos de	plataformas	Evaluación de pines	nivelación
	estado del mouse	estado del teclado	estado del gabinete	estado del CPU	antena inalámbrica
hora	responsable				
observaciones					

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20

Pronóstico de Tiempos entre Llegadas con Mejoras de Distribución en Demanda

AÑO	MES	DEMANDA MENSUAL		DISTRIBUCION
		D.M.	D.D.	INTERVALO DE LLEGADA
2015	ENERO	1435	48	2+EXPO(13.05)
	FEBRERO	1617	54	2+EXPO(11.36)
	MARZO	2030	68	2+EXPO(8.64)
	ABRIL	2029	68	2+EXPO(8.64)
	MAYO	2111	70	2+EXPO(8.23)
	JUNIO	1711	57	2+EXPO(10.62)
	JULIO	1792	60	2+EXPO(10.05)
	AGOSTO	2221	74	2+EXPO(7.73)
	SEPTIEMBRE	2221	74	2+EXPO(7.72)
	OCTUBRE	2270	76	2+EXPO(7.52)
	NOVIEMBRE	1801	60	2+EXPO(9.99)
	DICIEMBRE	1997	67	2+EXPO(8.82)
2016	ENERO	2523	84	2+EXPO(6.56)
	FEBRERO	2596	87	2+EXPO(6.32)
	MARZO	2603	87	2+EXPO(6.30)
	ABRIL	2114	70	2+EXPO(8.22)
	MAYO	2166	72	2+EXPO(7.97)
	JUNIO	2665	89	2+EXPO(6.10)
	JULIO	2699	90	2+EXPO(6.00)
	AGOSTO	2706	90	2+EXPO(5.98)
	SEPTIEMBRE	2198	73	2+EXPO(7.83)
	OCTUBRE	2290	76	2+EXPO(7.43)
	NOVIEMBRE	2759	92	2+EXPO(5.83)
	DICIEMBRE	2873	96	2+EXPO(5.52)

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 21

Incremento de Demanda por aumento de Satisfacción del Cliente e Implementación de Call Center

Datos:

	Encuesta	No vuelven a pasar la inspección en Certicom	%
%Clientes poco satisfechos	0.314	$0.24*(0.314)$	7.536%
%Clientes nada satisfechos	0.043	$1*(0.043)$	4.300%
Porcentaje a Recuperar			11.836%

Fuente: Sistema Informático de Inspecciones Técnicas Certicom

Frecuencia de Inspección		
Privado	1 año	66%
Mercancía/Transporte Público, etc.	5 meses	34%

Fuente: Sistema Informático de Inspecciones Técnicas Certicom

Cálculos:

AÑO	MES	CÁLCULO INCREMENTO DEMANDA						TOTAL DEMANDA	
		PRONOSTICO DEMANDA	DEMANDA PERDIDA		DEMANDA RECUPERADA	DEMANDA CALL CENTER		MES	DIA
			PRIVADO	PÚBLICO		PRIVADO	PÚBLICO		
2015	ENERO	1435	xx	xx	xx	xx	xx	1435	48
	FEBRERO	1497	xx	xx	xx	79	41	1617	54
	MARZO	1910	xx	xx	xx	79	41	2030	68
	ABRIL	1909	xx	xx	xx	79	41	2029	68
	MAYO	1934	xx	58	58	79	41	2111	70
	JUNIO	1490	xx	60	60	79	82	1711	57
	JULIO	1554	xx	77	77	79	82	1792	60
	AGOSTO	1983	xx	77	77	79	82	2221	74
	SEPTIEMBRE	1983	xx	78	78	79	82	2221	74
	OCTUBRE	2008	xx	60	60	79	122	2270	76
	NOVIEMBRE	1537	xx	63	63	79	122	1801	60
	DICIEMBRE	1603	112	80	192	79	122	1997	67
2016	ENERO	2045	117	80	197	158	122	2523	84
	FEBRERO	2045	149	81	230	158	163	2596	87
	MARZO	2071	149	62	211	158	163	2603	87
	ABRIL	1577	151	65	216	158	163	2114	70
	MAYO	1645	116	82	199	158	163	2166	72
	JUNIO	2099	121	82	204	158	204	2665	89
	JULIO	2098	155	83	238	158	204	2699	90
	AGOSTO	2125	155	63	218	158	204	2706	90
	SEPTIEMBRE	1613	157	66	223	158	204	2198	73
	OCTUBRE	1682	120	84	205	158	245	2290	76
	NOVIEMBRE	2146	125	84	210	158	245	2759	92
	DICIEMBRE	2146	160	86	245	238	245	2873	96

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22

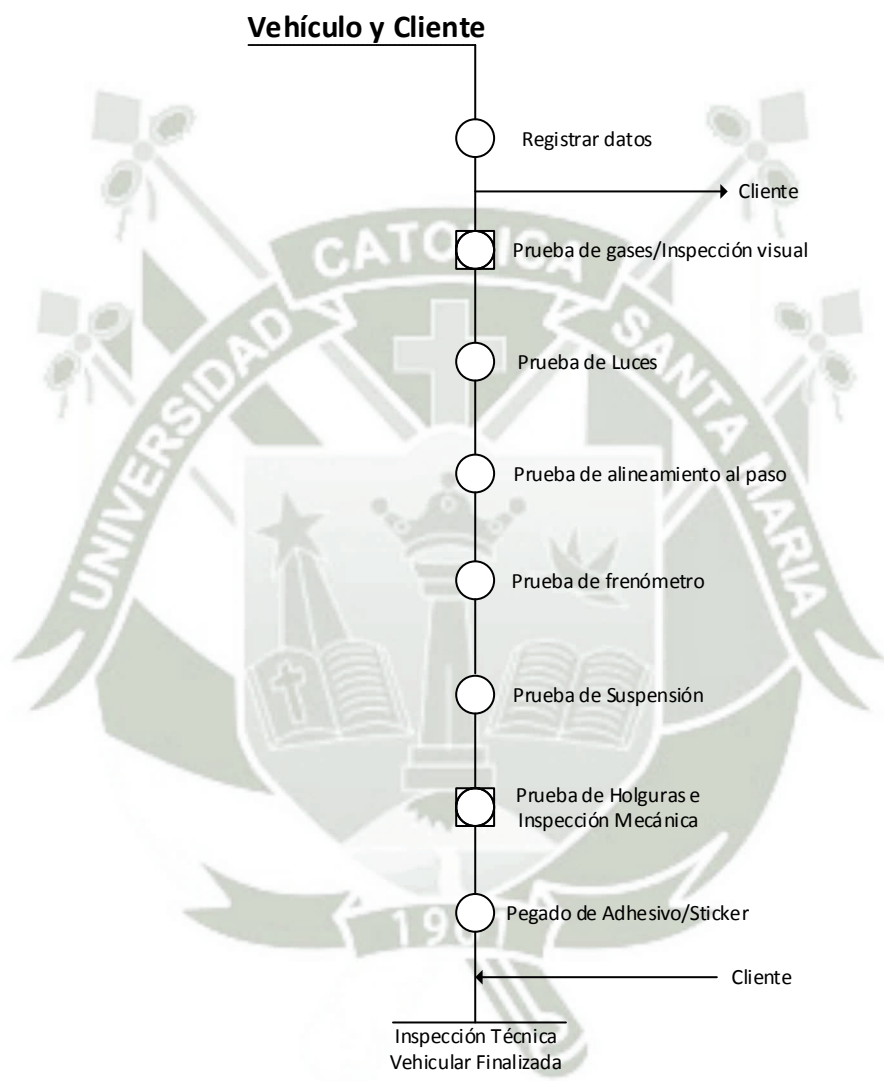
Tiempos Estándar Mejorados con Implementación de Propuestas

ESTACION	OPERACIÓN\DÍA	Frec.	Prom.	TN	C.F.	TE
CASETA DE INGRESO	REGISTRO DATOS	100%	00:00:27	00:00:27	1.1	00:00:30
CAJA	COBRO DE SERVICIO	100%	00:01:30	00:01:30	1.1	00:01:39
	DECLARACIÓN JURADA LLENADA POR CLIENTE	48%	00:01:13	00:00:35	1.1	00:00:38
INGRESO DE DATOS	INGRESO DE DATOS PARTE 1	91.43%	00:01:51	00:01:41	1.1	00:01:51
	INGRESO DE DATOS PARTE 2	100%	00:03:08	00:03:08	1.1	00:03:27
	REINGRESO POR EQUIVOCACIÓN	5.21%	00:01:06	00:00:03	1.1	00:00:04
	PREINGRESO DE DATOS PARTE 1 (CLIENTE)	8.57%	00:00:00	00:00:00	0	00:00:00
GASES	PRUEBA DE GASES VEH. LIGERO	100%	00:02:09	00:02:09	1.11	00:02:23
	PRUEBA DE GASES VEH. PESADO	100%	00:02:15	00:02:15	1.11	00:02:29
	REPROCESO POR DATOS ERRONEOS MAQUINA	12%	00:02:18	00:00:17	1.11	00:00:18
	INSPECCION VISUAL	100%	00:00:22	00:00:22	1.11	00:00:24
LUCES	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. LIGERO	100%	00:00:33	00:00:33	1.11	00:00:37
	PRUEBA DE LUCES Y SONÓMETRO VEH. PESADO	100%	00:00:55	00:00:55	1.11	00:01:01
	REPROCESO FALLA SONÓMETRO	24%	00:00:30	00:00:07	1.11	00:00:08
ALINEAMIENTO AL PASO	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. LIGERO	100%	00:00:11	00:00:11	1.11	00:00:13
	PRUEBA DE ALINEAMIENTO VEH. PESADO	100%	00:00:17	00:00:17	1.11	00:00:19
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	4%	00:00:13	00:00:01	1.11	00:00:01
FRENÓMETRO	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. LIGERO	100%	00:01:23	00:01:23	1.1	00:01:32
	PRUEBA DE FRENOMETRO VEH. PESADO	100%	00:01:32	00:01:32	1.1	00:01:41
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	15%	00:01:04	00:00:10	1.1	00:00:11
SUSPENSIÓN	PRUEBA DE SUSPENSIÓN VEH. LIGERO	100%	00:01:14	00:01:14	1.1	00:01:22
	REPROCESO POR FALLA DE MÁQUINA	10%	00:01:22	00:00:08	1.1	00:00:09
HOLGURAS	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. LIGERO	100%	00:00:25	00:00:25	1.1	00:00:27
	PRUEBA DE HOLGURAS VEH. PESADO	100%	00:00:34	00:00:34	1.1	00:00:37
	BUSQUEDA DE CODIGOS DE INFRACCIÓN	40%	00:00:21	00:00:08	1.1	00:00:09
CERTIFICACIÓN	CERTIFICACIÓN	100%	00:04:18	00:04:18	1.15	00:04:57
	ENTREGA RESULTADOS	100%	00:00:49	00:00:49	1.15	00:00:56
	RECTIFICACION POR EQUIVOCACIÓN	4%	00:03:14	00:00:08	1.15	00:00:09

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 23

Diagrama de Operaciones del Proceso - Proceso de Inspección Técnica Vehicular



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 24

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO									
EMPRESA: CERTICOM			PÁGINA: 1/1						
ÁREA: DIRECCIÓN			FECHA: 18 de Agosto de 2014						
PROCESO: R.T.V.			MÉTODO:			ACTUAL (x)			
ELABORADO POR: SAUL PAREDES						PROPUESTO ()			
ACTIVIDAD	C (u)	D (m)	T [Ligero/Pesado] (min)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
A caseta de ingreso				○	□	➡	D	▽	La realiza el Cliente
Registrar datos			0.5 [L/P]	●	□	➡	D	▽	La realiza el Personal
Espera en caseta de ingreso				○	□	➡	D	▽	El Cliente deja aquí su Vehículo
A Preparqueo		45	1 [L/P]	○	□	➡	D	▽	El tiempo incluye la caminata del parqueador hacia el vehiculo
Espera en Preparqueo	<=24			○	□	➡	D	▽	
A cola de Línea de Inspección		25		○	□	➡	D	▽	
Espera cola de Línea de Inspección	<=3			○	□	➡	D	▽	
A Estación de Gases		1		○	□	➡	D	▽	
Prueba de Gases e Inspección Visual			3.58 [L] 3.7 [P]	●	□	➡	D	▽	
A Estación de Luces		3		○	□	➡	D	▽	
Prueba de Luces			0.88 [L] 1.28 [P]	●	□	➡	D	▽	
A Estación de Alineamiento al paso		6		○	□	➡	D	▽	
Prueba de Alineamiento al paso			0.23 [L] 0.33 [P]	●	□	➡	D	▽	
A Estación de Frenómetro		0.5		○	□	➡	D	▽	
Prueba de Frenómetro			1.88 [L] 2.03 [P]	●	□	➡	D	▽	
A Estación Suspensión		3		○	□	➡	D	▽	
Prueba Suspensión			1.65 [L]	●	□	➡	D	▽	Los vehículos pesados no realizan esta prueba
A Estación Holguras/Inspección Mec.		5		○	□	➡	D	▽	
Prueba Holguras/Inspección Mec.			0.85 [L] 1.03 [P]	●	□	➡	D	▽	
A Postparqueo		45		○	□	➡	D	▽	
Espera en Postparqueo	<=18			○	□	➡	D	▽	
Pegado de Adhesivo/Sticker				●	□	➡	D	▽	
Espera a cliente			1.9 [L/BP]	○	□	➡	D	▽	Espera termina cuando el cliente recibe su Certificado/Informe
A Salida		40		○	□	➡	D	▽	
Cantidad				8	2	11	5		

Estructura de la Simulación con el Sistema Actual

