

DISEÑO DE UN MODELO DE MEJORA ENFOCADA, EN LA LÍNEA MIXTA DE  
INSPECCIÓN DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR VILLA DEL  
ROSARIO BAJO LA METODOLOGÍA TPM Y TÉCNICAS LEAN  
MANUFACTURING

WILSON JAVIER ORTEGA CORREDOR

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2016

DISEÑO DE UN MODELO DE MEJORA ENFOCADA, EN LA LÍNEA MIXTA DE  
INSPECCIÓN DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR VILLA DEL  
ROSARIO BAJO LA METODOLOGÍA TPM Y TÉCNICAS LEAN  
MANUFACTURING

WILSON JAVIER ORTEGA CORREDOR

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de  
Mantenimiento

Director  
SEBASTIAN GIRALDO CARDONA  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2016

## **AGRADECIMIENTOS**

De todo corazón agradezco, de manera sincera, a mi director de monografía Ing. Sebastián Giraldo Cardona, quien es la persona que me guio con paciencia, responsabilidad, brindando sus conocimientos para realizar este proyecto.

A todo el cuerpo docente de la Universidad Industrial de Santander, que fueron cultivadores de conocimientos, ideas y experiencias, para así adquirir herramientas que son de gran valor profesional.

## **DEDICATORIA**

La realización de este proyecto se dedica primeramente a Dios quien me dio la salud y la oportunidad de haber tenido esta experiencia en la UIS y me fue mostrando el camino hasta la culminación del mismo. A mis padres, mi familia, a mi novia por su cariño y comprensión, y a mis amigos. A mis compañeros de trabajo por brindarme parte de sus conocimientos que me fueron enriqueciendo día tras día.

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	17
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	18
1.1 PRESENTACIÓN DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR CDA VILLA DEL ROSARIO.....	18
1.1.1 Pista mixta.....	20
1.2 PROCESO DE REVISIÓN TECNICO-MECÁNICA Y DE EMISIONES CONTAMINANTES.....	22
1.2.1 Procedimiento de recepción del vehículo (fase 1).....	22
1.2.2 Procedimiento de inspección (fase 2).....	23
1.2.3 Resultados (fase 3).....	25
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	26
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	29
1.5 OBJETIVOS.....	31
1.5.1 Objetivos Generales.....	31
1.5.2 Objetivos Específicos.....	31
2. MARCO REFERENCIAL.....	32
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES.....	32
2.2 MARCO TEÓRICO.....	35
2.2.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	36
3 . DESARROLLO DEL PROYECTO.....	56
3.1 RECOLECCION DE INFORMACIÓN Y ESTADO ACTUAL.....	56
3.1.1 Definir la pérdida.....	56
3.1.2 ¿Dónde perdemos?.....	56
3.1.3 ¿Cuánto cuesta esto?.....	56
3.1.4 ¿Cuánto tiempo significa?.....	58
3.1.5 ¿Cuál es el impacto en el negocio?.....	58
3.1.6 Otro tipo de pérdidas.....	58
3.2 DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO.....	60

3.2.1 Personal .....	60
3.2.2 Sistema de gestión .....	62
3.2.3 Orden y limpieza (5S) .....	65
3.2.4 Mantenimiento, calibración y confirmación metrológica.....	70
3.2.4. Resultados del negocio.....	72
3.3 PRINCIPALES PERDIDAS FINANCIERAS Y DE NEGOCIO MEDIANTE EL PILAR DE MEJORA ENFOCADA .....	73
3.3.1 Mapa de flujo de valor actual para detectar actividades que no agregan valor.....	74
3.4 METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LOS PROCESOS CRÍTICOS DENTRO DEL FLUJO .....	75
3.4.1 Mapa de estado futuro .....	76
3.4.2 Impacto de las mejoras.....	76
4. SOCIALIZACIÓN EL DISEÑO DE MEJORA ENFOCADA EN EL CDA VILLA DEL ROSARIO Y DARLO A CONOCER .....	79
5. CONCLUSIONES .....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS .....	83

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorías y subcategorías para revisión técnico-mecánica.....	19
Tabla 2. Indicador de servicio al cliente. ....	29
Tabla 3. Análisis de la información .....	29
Tabla 4. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2015.....	56
Tabla 5. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2016.....	57
Tabla 6. Toma de tiempos de RTMYEC .....	59
Tabla 7. Desperdicios que afectan económicamente.....	74
Tabla 8. Tipos de desperdicios identificados.....	78

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional del CDA Villa del Rosario.....	20
Figura 2. Distribución de planta de la pista de inspección. ....	21
Figura 3. Proceso de inspección vehículos pesados. ....	24
Figura 4. Proceso de revisión vehículo livianos. ....	25
Figura 5. Etapas generales de la RTMYEC .....	26
Figura 6. Proceso actual de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes....	28
Figura 7. Procedimiento Paso a paso para la mejora enfocada.....	41
Figura 8. Adaptación actualizada de la Casa Toyota.....	48
Figura 9. Símbolos del VSM.....	52
Figura 10. Simbología VSM.....	54
Figura 11. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2015 .....	57
Figura 12. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2016.....	57
Figura 13. Diseño metodológico del proyecto. ....	60
Figura 14. Verificaciones internas e intermedias .....	72
Figura 15. Grafica de resultados tiempo calendario.....	72
Figura 16. Mapa de Flujo de Valor actual .....	75
Figura 17. Mapa de flujo de Valor Futuro.....	76

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. FORMATO DE INSPECCIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL .....	83
Anexo B. FORMATO DE INSPECCIÓN DE EXTINTORES .....	84
Anexo C. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	85

## GLOSARIO

**Certificado de calibración:** es el resultado visible de un laboratorio de calibración, es el complemento documental de un experimento de calibración. En este se deben verter los conocimientos del metrologo, del estadístico y del especialista de calidad, respecto a los diferentes procedimientos y métodos del laboratorio, relacionados con: física, instrumentación, estadística de muestreo, propagación de errores, propagación de incertidumbres, validación de resultados y sistema de gestión de calidad tanto de laboratorio como industriales.<sup>1</sup>

**Defecto:** Incumplimiento de un requisito relacionado con el uso previsto o especificado.

**Defectos tipo A:** Son aquellos defectos graves que implican un peligro inminente para la seguridad del vehículo, la de otros vehículos, la de sus ocupantes, la de los demás usuarios de la vía pública o al ambiente.

**Defectos tipo B:** Son aquellos defectos que implican un peligro potencial para la seguridad del vehículo, la de otros vehículos, de sus ocupantes, o de los demás usuarios de la vía pública o al ambiente.

**Error Máximo Permitido:** valor extremo del error de medida con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.<sup>2</sup>

**Inspección mecanizada:** Revisión que se realiza con ayuda de equipos establecidos en esta norma que reportan los resultados obtenidos de manera automática y sistematizada al servidor de datos sin la manipulación de estos por parte del inspector.

---

<sup>1</sup> Centro español de metrología. Vocabulario Internacional de Metrología. España, 2012. P. 36.

<sup>2</sup> Centro español de metrología. Vocabulario Internacional de Metrología. España, 2012. P. 51.

**Inspección sensorial:** Examen que se realiza por personal competente según requerimientos especificados mediante percepción sensorial de los elementos del vehículo con la ayuda de instrumentos, sin retirar o desarmar partes del vehículo, atendiendo a probables, ruidos, vibraciones anormales, holguras, fuentes de corrosión, soldaduras incorrectas o desensamble de conjuntos.

**Línea de inspección:** Conjunto de equipos, instalaciones y sistemas debidamente interrelacionados que realizan las pruebas pertinentes a los vehículos pertinentes a los vehículos automotores.

**Línea de revisión mixta:** Es la línea de revisión de los vehículos automotores dedicada a la revisión de vehículos livianos y pesados.

**Línea de revisión para livianos:** Es la línea de revisión con capacidad para revisar vehículos automotores con peso vehicular en vacío inferior a 3.500 kg, y que tengan llanta sencilla en el eje trasero.

**Línea de revisión para pesados:** Es la línea de revisión con capacidad para revisar vehículos automotores con peso vehicular en vacío igual o superior a 3.500 kg, o que teniendo peso vehicular inferior a 3.500 kg tienen doble llanta en el eje trasero.

**Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes:** Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los vehículos automotores en la revisión técnico-Mecánica y de emisiones contaminantes en los centros de diagnóstico automotor.

**Vehículo vacío:** El vehículo sin carga y sin pasajeros.

## **ABREVIATURAS**

**CDA:** Centro de Diagnóstico Automotor

**RUNT:** Registro Único Nacional de Tránsito

**RTMYEC:** Revisión Técnico-Mecánica y de Emisiones Contaminantes

**TPM:** Mantenimiento Productivo Total

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN MODELO DE MEJORA ENFOCADA, EN LA LÍNEA MIXTA DE INSPECCIÓN DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR VILLA DEL ROSARIO BAJO LA METODOLOGÍA TPM Y TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING\*

**AUTOR:** WILSON JAVIER ORTEGA CORREDOR\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento Productivo Total, Lean Manufacturing, Pilar de Mejora Enfocada, Mapa de Flujo de Valor, Pérdidas, despilfarro.

**DESCRIPCION:** Actualmente las empresas deben afrontar retos que los impulsa a mejorar continuamente para mantenerse exitosas de acuerdo a la dinámica del negocio. Es por eso que en la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el pilar de Mejora Enfocada son algunas de las principales metodologías que se puede plantear adecuadamente en el CDA Villa del Rosario como empresa prestadora de servicios. Se busca a través de esta, identificar pérdidas en el proceso de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes en la línea mixta compuesta por vehículos livianos y pesados. Se usa la herramienta de Lean Manufacturing, Mapa de Flujo de Valor (VSM), porque a través de esta se puede visualizar claramente el proceso, detectando las actividades que no agregan valor y que por el contrario generan despilfarros de tiempo causando insatisfacción del cliente y pérdidas económicas importantes para la empresa. La creación de un modelo que tenga como base el recurso humano y como pilares el orden, la limpieza, el mantenimiento y la calibración de los equipos. Los procesos del sistema de gestión integral van de la mano de la calidad y la seguridad. La herramienta VSM hace parte importante de la mejora del proceso productivo de la empresa porque permite que los empleados empiecen a comprometerse con el cambio aprovechando los recursos de la organización y generando una ventaja competitiva respecto a los demás CDA de la ciudad de Cúcuta.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Sebastián Giraldo Cardona, Ingeniero Mecánico

## ABSTRACT

**TITTLE:** DESIGN OF A MODEL FOCUSED IMPROVEMENT IN THE JOINT INSPECTION LINE AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC CENTER VILLA DEL ROSARIO TPM UNDER THE METHODOLOGY AND TECHNIQUES LEAN MANUFACTURING\*

**AUTHOR:** WILSON JAVIER ORTEGA CORREDOR\*\*

**KEYWORDS:** Total Productive Maintenance, Lean Manufacturing, Value Stream Map, Losses, waste

**DESCRIPTION:** Currently, enterprises have to face challenges which help them to improve continuously to stay on top according to the business dynamic. In this regard, the philosophy of Total Productive Maintenance (TPM) and the Focus Improvement Pillar are one of the main methodologies that may be carried out at Villa del Rosario CDA as the service provider enterprise

The idea is to search and identify losses in the mechanical technical review process and pollutant emissions in the mixed line consisting of light and heavy vehicles. Lean Manufacturing tool, Value Stream Mapping (VSM), is used because through this you can clearly visualize the process, identifying activities that do not add value and instead generate wastage of time causing customer dissatisfaction and important economic losses for the company. The creation of a model that is based human resource and pillars order, cleaning, maintenance and calibration of equipment. System processes integrated management go hand in hand quality and safety. The VSM tool makes important part of improving the production process of the company because it allows employees to start committing to it using the resources of the organization and creating a competitive advantage over other CDA city of Cucuta.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Sebastián Giraldo Cardona, Ingeniero Mecánico

## INTRODUCCION

Los cambios dinámicos que viven los CDA en cuanto a la competitividad y los cambios en las normatividad que cada vez van exigiendo mayor control de las en los CDA obliga al replanteamiento y optimización de sus actividades para un mejoramiento del servicio al cliente y agilidad del mismo. La resistencia al cambio por parte de la organización es un factor interno importante que se debe contrarrestar para un mejoramiento de fondo.

El CDA Villa del Rosario en busca estrategias, y una de ellas es mejorar el servicio al cliente y esto se logra siendo ágil en el servicio que se presta cuando el cliente trae el vehículo a revisión. El tiempo que el cliente espera el vehículo a la revisión es muy prolongado en la realización de la inspección para evaluar las condiciones del vehículo y entregar los resultados. Por ende se debe mejorar en este aspecto, debido a que el cliente busca un servicio más ágil y esto conlleva a insatisfacción por parte del cliente.

A través del pilar de mejora enfocada de TPM y herramientas de Lean Manufacturing, se busca mejorar la eficiencia de las actividades de la empresa, eliminar actividades que no agregan valor y ser más ágiles y confiables en la prestación del servicio de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes en el CDA Villa del Rosario.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 PRESENTACIÓN DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR CDA VILLA DEL ROSARIO

**Misión:** Contribuir como Centro de Diagnóstico Automotor al cumplimiento de las normas de tránsito y ambientales en el país mediante la prestación del servicio y expedición del Certificado de Revisión Técnico Mecánica y de Emisiones Contaminantes a vehículos livianos, pesados y motocicletas.

**Visión:** En el 2020 ser el Centro de Diagnóstico Líder en el Área Metropolitana de Cúcuta en la prestación de servicios de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes a vehículos pesados, livianos y motocicletas, enmarcada en la seguridad vial y protección del medio ambiente, diferenciándonos de nuestro excelente servicio al cliente, cómodas instalaciones y confiabilidad de nuestro servicio.

**Política del sistema de gestión:** El CDA VILLA DEL ROSARIO S.A.S., ha establecido como su política de calidad: *“Nuestro compromiso es satisfacer a nuestros clientes e inversionistas, mediante el cumplimiento de los requisitos legales y normativos para operar como Centro de Diagnóstico Automotor y la prestación de un servicio rápido y confiable, para lograrlo debemos mantener una infraestructura adecuada, los proveedores y el recurso humano más calificados mejorando continuamente nuestros procesos”*.

El Centro de Diagnóstico Automotor Villa del Rosario está clasificado en clase D, caracterizado por contar con una línea de inspección mixta para vehículos livianos y pesados y con una línea de inspección para motocicletas. Es un organismo de inspección tipo A (organismo de inspección de tercera parte) de acuerdo con los criterios del anexo A de la NTC ISO IEC 17020:2012 y el CEA-4.1-01 versión 3.

La tabla 1 muestra las categorías y sub-categorías donde aplica realizar revisión técnico-mecánica en el CDA Villa del Rosario.

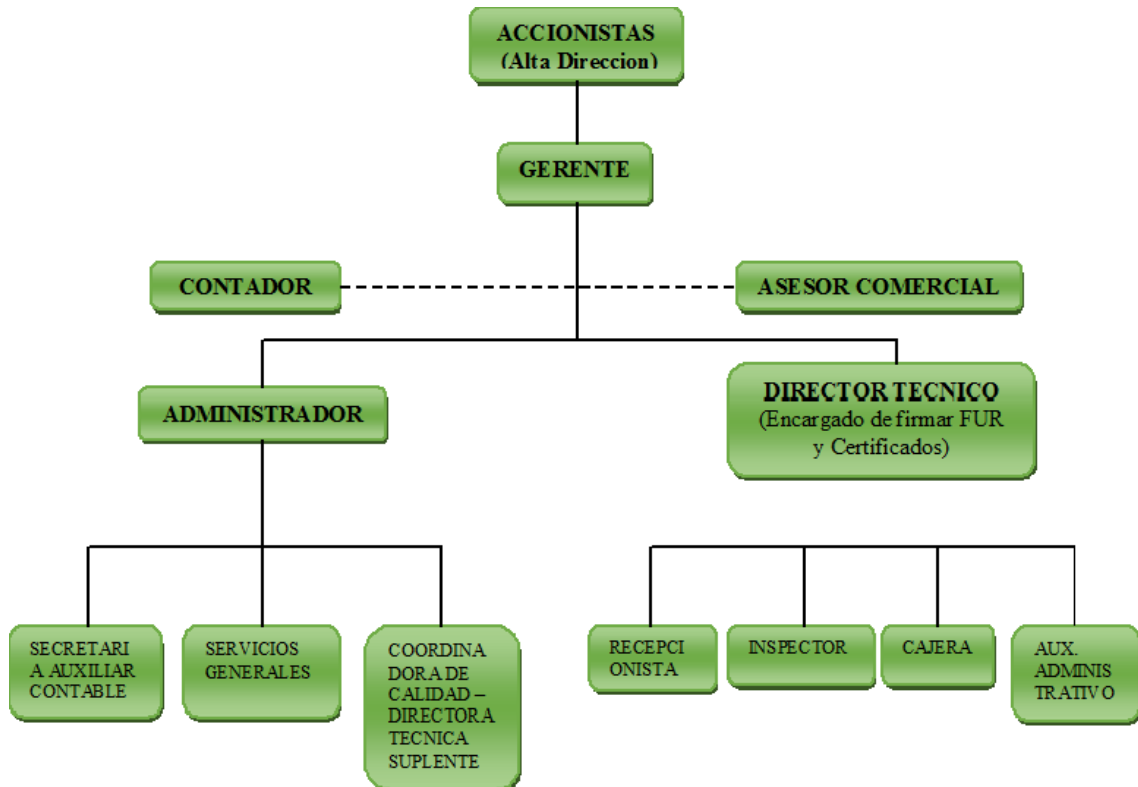
Tabla 1. Categorías y subcategorías para revisión técnico-mecánica

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>SUB-CATEGORIAS</b>
Pesados	Tracto camión, volqueta, bus.
Livianos	Automóvil, campero, camioneta, enseñanza, microbús, taxi.
Motos	2 tiempos, 4 tiempos, sport, scooter, enseñanza, alto cilindraje.
No aplica	Motocarros, articulados de enseñanza exceptos NTC 5375:2012 objeto.

Adicionalmente el CDA Villa del Rosario debe cumplir con los requisitos del numeral 4.1 de la norma NTC 5385, el cual prohíbe: vender repuestos, prestar servicios de mantenimiento, reparaciones de vehículos, fabricación de partes y publicidad alusiva.

La figura 1 muestra la estructura organizacional del CDA, encabezada por los accionistas quienes conforman la alta dirección.

Figura 1. Estructura organizacional del CDA Villa del Rosario

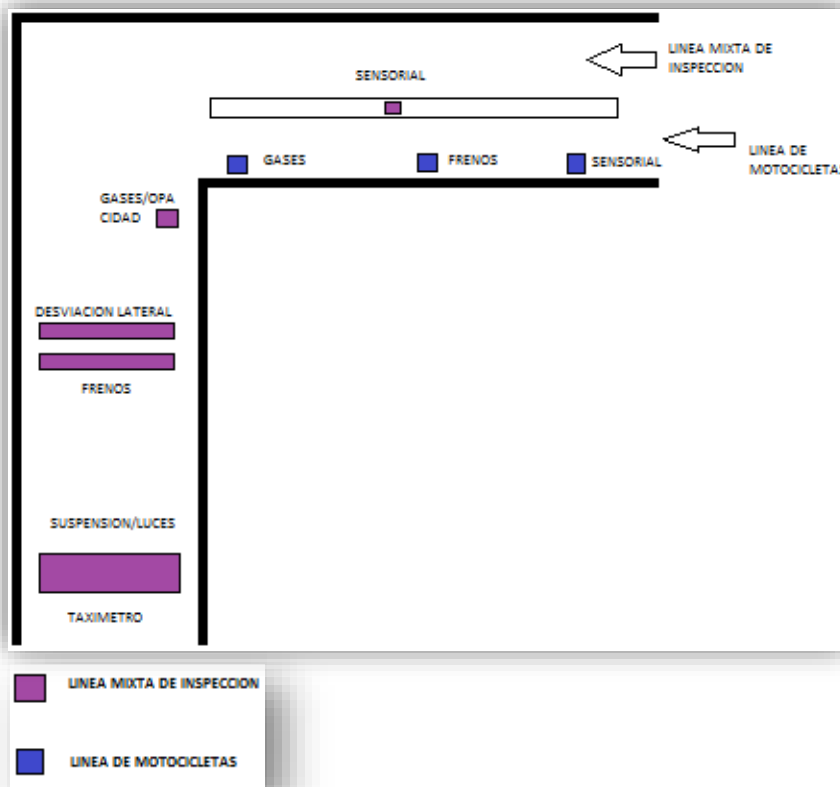


1.1.1 Pista mixta. La pista está en diversas estaciones donde se realizan las correspondientes pruebas del proceso de inspección, caracterizado por desarrollarse en serie y en donde solo existe un equipo en cada zona para la ejecución de los análisis. La línea mixta, eje central del presente trabajo, es independiente de la línea de motocicletas como se muestra en la figura 2, y es a donde ingresan todos los tipos de vehículos, tanto livianos como pesados. En cada estación hay un operador denominado inspector, quien es la persona encargada de realizar las pruebas de acuerdo a los procedimientos de la RTMYEC.

- Prueba sensorial: Es un procedimiento donde se inspecciona el vehículo, utilizando los sentidos como la vista, el olfato, el oído y el tacto para detectar y evaluar las condiciones del vehículo (norma NTC 5375). Esta práctica requiere toda la experticia del operador.

- Prueba de gases y opacidad: En este caso es una máquina la encargada de analizar la variable gases u opacidad, para así entregar un resultado del estado actual del carro.
- Prueba de frenos: se realiza con el inspector operando el frenómetro para analizar las secuencias que indica el software.
- Prueba de alineación, suspensión y taxímetro: al igual que la prueba anterior se realiza operando el vehículo y la maquina al mismo tiempo bajo una secuencia que el software indica.

Figura 2. Distribución de planta de la pista de inspección.



## **1.2 PROCESO DE REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA Y DE EMISIONES CONTAMINANTES**

1.2.1 Procedimiento de recepción del vehículo (fase 1). Procedimiento a cargo de la recepcionista del CDA. El procedimiento es el siguiente:

**a.** El recepcionista da a conocer las políticas y condiciones para realizar la revisión. Si el cliente está de acuerdo, y después de realizada la pre-revisión, se procede a firmar el ingreso del vehículo al CDA.

**b.** Se verifica que el auto cumpla con las condiciones mínimas para realizar la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes (RTMYEC); estas son:

- ✚ Existencia física del vehículo.
- ✚ Existencia y buen estado de la placa.
- ✚ El vehículo este limpio y vacío.
- ✚ Alarma desactivada, si aplica.
- ✚ Que el vehículo no tenga tapacubos a la hora de ingresar a revisión.
- ✚ Presentación e identificación del vehículo con sus datos (placa, marca, clase, servicio y color) y confrontarlos.
- ✚ Licencia de transito del vehículo y SOAT vigente.
- ✚ Certificado de conformidad para vehículos convertidos a gas natural o mixto.

**c.** Si el vehículo cumple las condiciones mínimas, se dispone a ingresar datos para verificación y alimentación de la base de datos e iniciar el proceso de RTMYEC.

**d.** Solicita al cliente dejar las llaves del vehículo para marcarlas. Estas se remiten a caja junto con los documentos del vehículo para así terminar el pre-procesamiento de datos del vehículo en la base de datos.

1.2.2 Procedimiento de inspección (fase 2). El siguiente es el procedimiento de inspección a vehículos pesados y livianos, entendiéndose por vehículo liviano el que tiene un peso inferior a 3,5 toneladas y al vehículo pesado con un peso mayor a 3,5 toneladas o que tenga doble llanta trasera.

Después de recepcionar el vehículo, se parquea en el área de pre-revisión y se entregan las llaves al inspector.

**Vehículos pesados:**

**a.** Se verifica que la placa del vehículo se encuentre en el sistema, luego se ingresa el vehículo a la estación N° 1 para la toma de fotografía en vista frontal.

**b.** Se inicia la inspección sensorial del vehículo según instructivo basado en la NTC 5375.

**c.** El vehículo pasa a la estación N°2 para la prueba de gases/opacidad y ruido según el instructivo de pruebas basado en la NTC 4983, NTC 4231 y NTC 4194. La prueba de gases se realiza a los vehículos a gasolina y la prueba de gases se aplica a vehículos Diésel, por lo tanto, dependiendo del tipo de combustible se hace la prueba a que aplica. La prueba de ruido es la misma para cualquier tipo de auto.

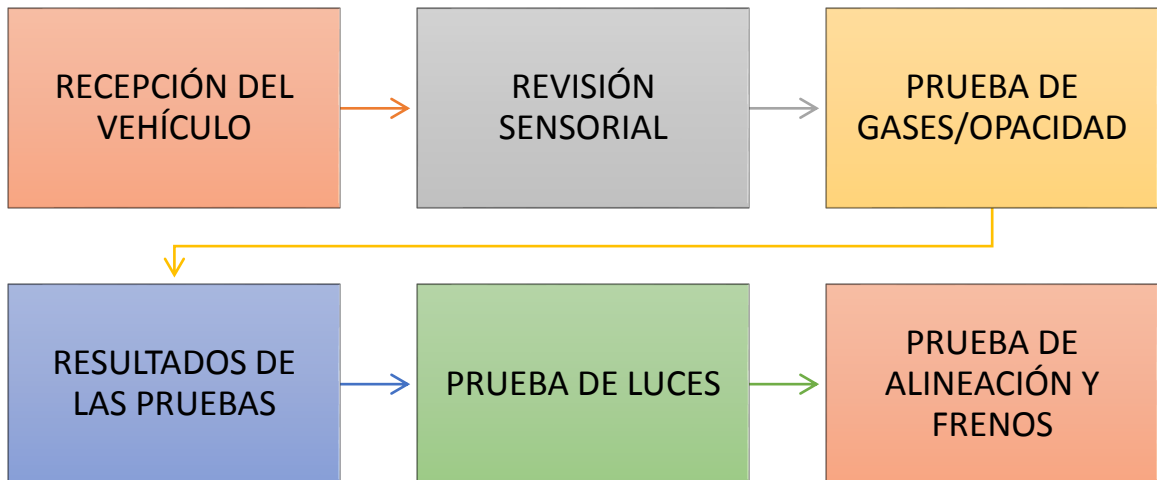
**d.** Después el vehículo ingresa a la estación N°3, para realizar la prueba de desviación lateral y la prueba de frenos de acuerdo al número de ejes del vehículo.

**e.** Luego, el vehículo pasa a la estación N°4, para realizar la prueba de luces y toma de fotografía en vista trasera.

**f.** Finalmente el vehículo queda parqueado en el área de post-revisión, para realizar el post-procesamiento de datos y entrega de resultados de acuerdo a las pruebas realizadas.

El procedimiento de inspección para vehículos pesados se muestra en la figura 3.

Figura 3. Proceso de inspección vehículos pesados.



### **Vehículos Livianos:**

- a.** Se verifica que la placa del vehículo se encuentre en el sistema, luego se ingresa el vehículo a la estación N° 1 para la toma de fotografía en vista frontal.
- b.** Se inicia la inspección sensorial del vehículo según instructivo basado en la NTC 5375.
- c.** El vehículo pasa a la estación N°2 para la prueba de gases/opacidad y ruido según el instructivo de pruebas basado en la NTC 4983, NTC 4231 y NTC 4194. La prueba de gases se realiza a los vehículos a gasolina y la prueba de gases se aplica a vehículos Diésel, por lo tanto, dependiendo del tipo de combustible se hace la prueba a que aplica. La prueba de ruido si es la misma.
- d.** Después el vehículo ingresa a la estación N°3, para realizar la prueba de desviación lateral y la prueba de frenos en los dos ejes del vehículo.

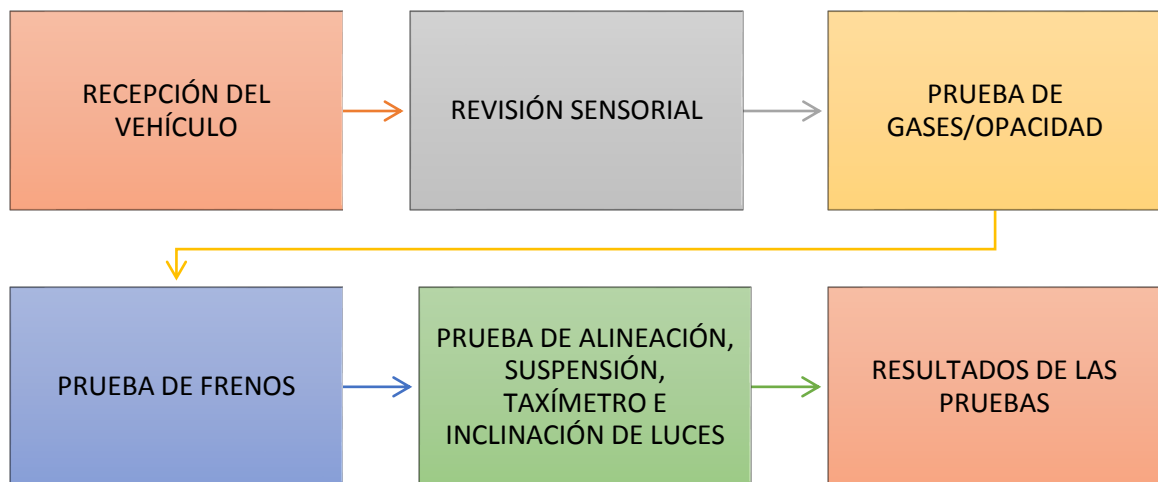
e. El vehículo ingresa a la estación N°4, para realizar la prueba de suspensión en sus dos ejes. Enseguida se realiza la prueba de luces. Si el vehículo tiene taxímetro se realiza la prueba de taxímetro (Decreto 0520 del 31 de julio de 2013).

f. Se realiza la toma de fotografía en vista trasera.

g. Finalmente el vehículo queda parqueado en el área de post-revisión, para realizar el post-procesamiento de datos y entrega de resultados de acuerdo a las pruebas realizadas.

El procedimiento de inspección para vehículos livianos se muestra en la figura 4.

Figura 4. Proceso de revisión vehículo livianos.



1.2.3 Resultados (fase 3). Una vez finalizadas las pruebas en la pista se realiza el siguiente procedimiento:

a. Se registra en la página del RUNT, el resultado de las pruebas y se registra el número RUNT al software de inspección.

b. Si el resultado es aprobado. Se imprime el certificado de Revisión Técnico Mecánica y de Emisiones Contaminantes de la página del RUNT y se imprime el formato único de resultados de la Revisión Técnico Mecánica y de Emisiones Contaminantes (FUR) del Software. Si sale rechazado el vehículo, se imprime solo el último documento antes mencionado.

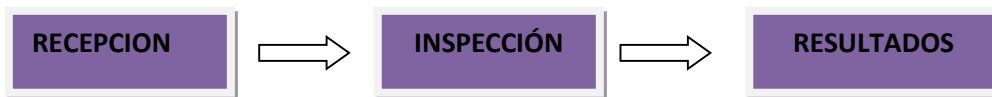
c. El director técnico revisa los datos del certificado y revisa los resultados del FUR de los dos documentos mediante firma y sello seco.

d. Entrega al cliente los resultados.

### 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes (RTMYEC) en el Centro de Diagnóstico Automotor (CDA) de Villa del Rosario está compuesto por tres etapas generales, tal como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5. Etapas generales de la RTMYEC



El diagrama de flujo representado en la figura 6 muestra de forma sencilla el proceso de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes del centro de diagnóstico automotor Villa del Rosario. Allí se observan las diferentes pruebas que se realizan al vehículo. Es importante resaltar la prueba de gases para vehículos a gasolina y la prueba de opacidad (densidad de humos) para vehículos diésel, pues es ahí donde se encuentra el proceso más complejo y el de mayor exigencia porque se deben tener en cuenta requerimientos específicos (NTC 4983: norma que establece la metodología para la determinación de las concentraciones de

diferentes contaminantes en los gases de escape de los vehículos automotores y la NTC 4231: norma que establece los procedimientos de evaluación y características de los equipos de flujo parcial necesarios para medir las emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con ciclo diésel: método de aceleración libre) para poder realizarla.

Cada falla, retraso o defecto originado en las diversas estaciones por la re – inspección del vehículo genera un impacto negativo el cual se ve reflejado en la inconformidad e insatisfacción del cliente, impulsándolo a buscar el servicio en otro Centro de Diagnóstico Automotor (CDA) y generando, al mismo tiempo, pérdidas económicas significativas para el CDA Villa del Rosario.

La tabla 2 muestra el indicador de servicio al cliente. Como se observa, el porcentaje de personas que se encuentran satisfechos en el 2015 ha disminuido con respecto al de 2014.

La tabla 3 muestra un ejemplo de análisis y tratamiento de la información que se realizó con las encuestas hechas en el 2° semestre del 2015.

Lo que se busca con la filosofía de TPM (*Total Productive Maintenance*), el pilar de la mejora enfocada, *Lean Manufacturing* y el mapa de cadena de valor, como herramienta base, es lograr una mayor confiabilidad en la prestación del servicio en el menor tiempo posible, esto se logra eliminando aquellas actividades que no agregan valor.

Figura 6. Proceso actual de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes.

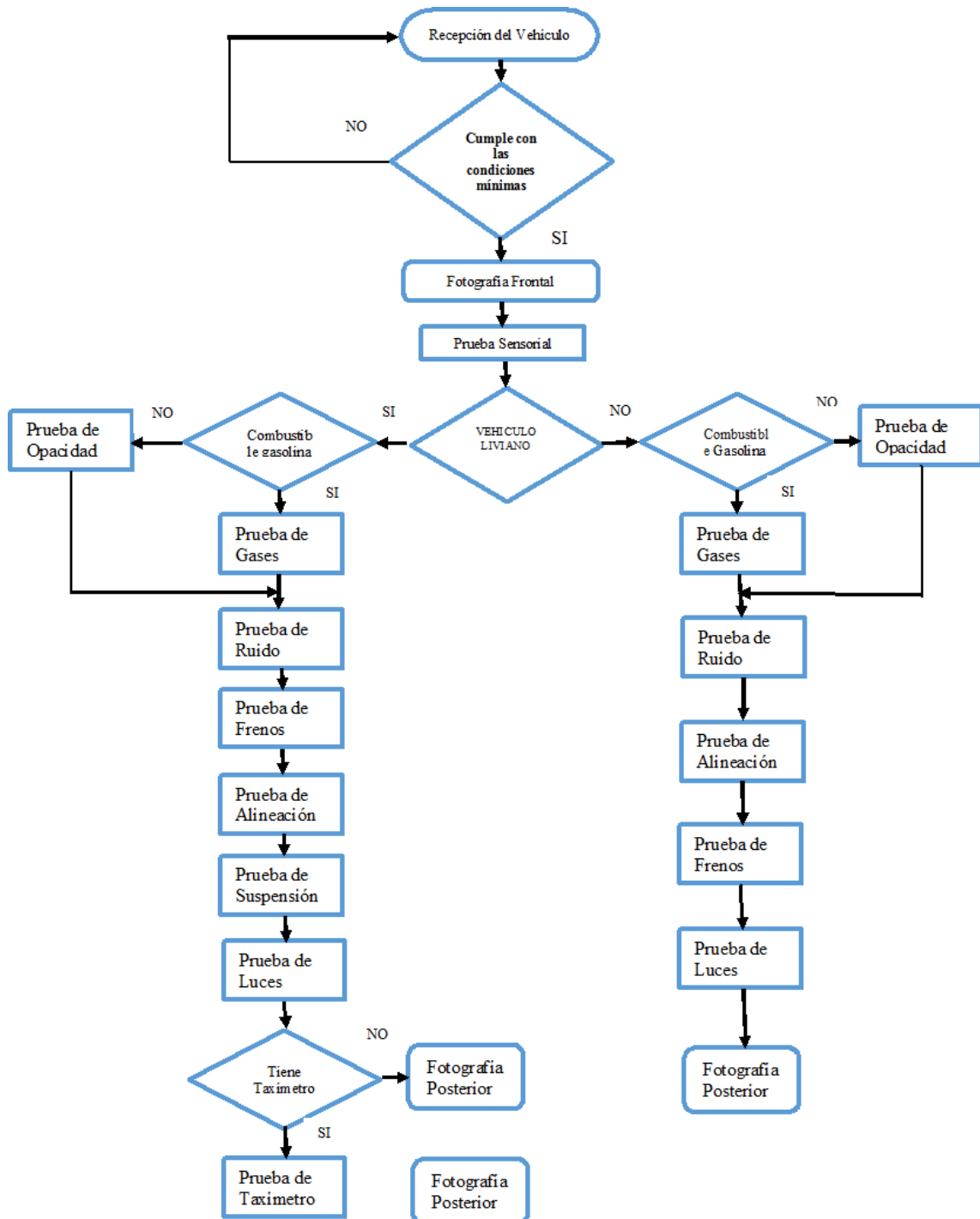


Tabla 2. Indicador de servicio al cliente.

Periodo	Indicador	Meta	Rango de Gestión
Enero-Junio de 2014	100%	30%	ALTO
Julio - Diciembre de 2014	100%	30%	ALTO
Enero - Junio de 2015	92%	30%	ALTO
Julio - Diciembre de 2015	92%	30%	ALTO

Tabla 3. Análisis de la información

	CANTIDAD	PORCENTAJE
SUGERENCIAS	1	0,25%
QUEJAS	3	0,76%
APELACIONES	0	0,00%
CLIENTES SIN SUGERENCIAS, NI QUEJAS	397	92,11%
CLIENTES ENCUESTADOS 1 SEMESTRE 2014	431	
	0	

SUGERENCIAS, QUEJAS Y APELACIONES JULIO - DICIEMBRE 2015

SUGERENCIAS	1,25%
QUEJAS	0,18%
APELACIONES	0,00%
CLIENTES SIN SUGERENCIAS, NI QUEJAS	91,65%

## 1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cada vez es más exigente la vigilancia en los Centros de Diagnóstico Automotor (CDA) por parte de los entes de control y la legislación vigente lo que impulsa a mejorar el servicio y así contrarrestar las dificultades externas que afectan al usuario tanto económica como legalmente (sanciones por la no realización de la revisión técnico –mecánica).

El impacto económico que ocasiona la deserción de clientes causada por un deficiente servicio es el principal motivo para establecer estrategias que aumenten la disponibilidad y confiabilidad de este, optimizando las estrategias, los métodos y los procesos de la revisión técnico-mecánica.

Acoger y mantener un cliente es un trabajo constante caracterizado por innumerables factores que involucran todo tipo de recursos de la empresa. Sin embargo, existen factores determinantes que funcionan como ventaja competitiva frente a otras empresas, en este caso en comparación a otros CDA.

Dichos elementos son:

- Rapidez en el servicio; es una característica que cada vez toma más importancia para el consumidor, pues en un mundo tan caótico y acelerado el tiempo juega un papel fundamental en el servicio brindado.
- Calidad; un principio irremplazable pues trata de cumplir las necesidades y expectativas del usuario; al estar directamente relacionada con lo que el cliente percibe, es el juicio que el cliente realiza sobre la excelencia del servicio recibido. Por tanto el grado de calidad de los servicios dependerá, por una parte de la capacidad de la empresa que presta el servicio por conocer y comprender las necesidades del cliente y por otra, parte del esfuerzo y la eficacia con la que se lleve a cabo el proceso.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Principios de Gestión. Calidad de los servicios. [en línea]. Disponible en < <http://abc-calidad.blogspot.com.co/2011/05/calidad-de-los-servicios.html>> [Consultado 15 agosto 2016].

El CDA Villa del Rosario, entre sus estrategias de mercadeo, ofrecía frecuentemente descuentos y promociones en el servicio a todos sus clientes, lo cual funcionaba como una gran estrategia comercial frente a los sus competidores directos; sin embargo la más reciente modificación a la normatividad que regula a los CDA, como la resolución 0003318 del 14 de septiembre de 2015 del Ministerio de transporte (estandarización nacional de los precios) ha obligado a eliminar por completo dichos beneficios económicos para los consumidores.

Esta situación obliga al CDA Villa del Rosario a replantear su táctica operativa, buscando nuevas acciones para satisfacer al cliente enfocándose en la eficiencia, rapidez y confiabilidad del servicio. Para obtener esto es necesario evaluar de manera detallada cada uno de los procesos que conforman la cadena de servicio, identificando desperdicios y tomando medidas para eliminarlos o reducirlos, finalizando en un estructura que agregue valor al usuario.

## **1.5 OBJETIVOS**

1.5.1 Objetivos Generales. Diseñar un modelo de mejora enfocada bajo la metodología TPM y Lean Manufacturing en el Centro de Diagnóstico Automotor de Villa del Rosario.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información relacionada con los tiempos y cantidad de RTMYEC.
- Proponer una integración de las metodologías: modelo propuesto.
- Diseñar un manual donde se pueda proponer una posible implementación al CDA:
- Detectar las principales pérdidas financieras y de negocio mediante el pilar de mejora enfocada de TPM.
- Utilizar el mapa de flujo de valor para poder detectar las actividades que no agregan valor.

- Utilizar herramientas de la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar los procesos críticos dentro del flujo.
- Socializar el diseño con el CDA y darlo a conocer.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 MARCO DE ANTECEDENTES**

La mejora de procesos en empresas e instituciones prestadoras de servicio o productoras es un tema que ha ido creciendo significativamente durante los últimos años en diferentes países, gracias a la globalización, la competencia, la tecnología y la presión económica. Dichos avances se ven reflejados en artículos, revistas, proyectos y escritos que demuestran cómo han logrado, a partir de una buena implementación de metodologías, cambiar radicalmente el rumbo de la organización, aumentando los índices de productividad y competitividad.

Entre los conceptos más utilizados de la temática en cuestión se encuentra el mantenimiento preventivo que posteriormente incorpora otras nociones como mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, ingeniería de confiabilidad, etc., lo cual modifica de forma radical el ambiente industrial japonés para conformar lo que se conoce hoy en día como Mantenimiento Productivo total TPM por sus siglas en inglés (*Total Productive Maintenance*), el cual hace énfasis en la importancia de involucrar al personal de producción junto con el de mantenimiento en labores de mantenimiento productivo.

En Colombia existen diversas empresas líderes en el uso de la metodología TPM reconocidas por los excelentes resultados obtenidos. Ejemplo de ellos es Corona que desde 2005 ha recibido en sus plantas de producción el premio a la excelencia

nivel 1 TPM; Yamaha, en donde se ha implementado el TPM desde el año 1996<sup>4</sup>, Unilever Andina Región andina, entre otras.

Estudiantes de la Universidad del Rosario (Colombia) desarrollaron en el 2010 el plan denominado: “Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola Ltda”. El proyecto tenía por objetivo optimizar la ejecución de los procesos productivos que desarrollan en la empresa a fin de aumentar la productividad. El trabajo inicia con una recopilación muy precisa sobre los pilares de la filosofía TPM (*Kaizen, Jishu Hozen, Kaikaku Hozen*) y las herramientas del mejoramiento continuo (*Six Sigma, Just in time (JIT)*, diagrama de *pareto*, diagrama de *Ishikawa*). Posteriormente el autor estableció, junto con los empleados de la empresa, la necesidad de implementar TPM, planteando objetivos, desarrollando un plan estratégico de implementación y definiendo los procesos<sup>5</sup>. La parte de la mejora estuvo enmarcados en establecer indicadores y transmitirlos a través del *Balance Score Card*.

En el año 2011, los Ingenieros Germán Andrés Salcedo y Santiago Segura Pinzón desarrollaron en su monografía de grado para la Especialización en Gerencia de Mantenimiento UIS un trabajo denominado: “Propuesta del modelo de mejora orientada para el departamento de mantenimiento RPH ingeniería y construcción, utilizando metodología TPM”. El objetivo principal fue encontrar los problemas que

---

<sup>4</sup> CARVAJAL, Diego. TPM en Colombia. [en línea]. Disponible en < <https://goo.gl/XVUpvh> > [Consultado 11 agosto 2016].

<sup>5</sup> MONTOYA, Iván & Parra, Carlos. “Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola Ltda. 2010. Trabajo de grado. Universidad del Rosario. Colombia.

generaban las múltiples quejas de los usuarios y así, bajo la metodología TPM, mejorar la línea de atención al cliente<sup>6</sup>.

Los autores utilizaron herramientas de planeación estratégica para evidenciar las principales falencias y despilfarros los cuales fueron evaluados según su impacto negativo en el proceso y así generar un modelo de gestión que abarcara la metodología de mejora enfocada.

En el transcurso del año 2015, se desarrolló en la Universidad EAFIT el proyecto: “Implementación del TPM en la industria Colombiana” el cual muestra una recopilación muy completa sobre el estado actual de esta metodología en las industrias del país, los obstáculos, las estrategias utilizadas y el proceso de cambio con el paso de los años. El autor del proyecto\* hizo un estudio de dos empresas colombianas que han incursionado en el TPM. La primera de ellas es Baxter, proveedor de productos hospitalarios; la segunda, Carvajal educación productora y comercializadora de productos escolares.

El trabajo “investigativo” evidencia las herramientas adoptadas en los dos casos como 5S, Plan maestro, JIPM, etc.

Los testimonios en el trabajo indican que una de las problemáticas más importantes al momento efectuar cambios es la negación que tienen los operarios y empleados a dejar la zona de confort; por tal motivo se recomienda el involucramiento gerencial, el mejoramiento de la cultura y ambiente organizacional, la réplica de buenas prácticas y el aprovechamiento del benchmarking<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> SALCEDO, German & SEGURA, Santiago. Propuesta del modelo de mejora orientada para el departamento de mantenimiento RPH ingeniería y construcción, utilizando metodología TPM. 2011. Tesis de Especialización. Universidad Industrial de Santander. Colombia.

\* Ingeniero Jaime Andrés Aranguren Medina

<sup>7</sup> ARANGUREN, Jaime Andrés. Implementación exitosa de TPM en la industria colombiana. 2015. Tesis de Maestría. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

Desde principios de la humanidad hasta mediados del siglo XVII, la elaboración de todos los productos se ejecutaba en un 90% gracias a la mano de obra y en un porcentaje muy inferior por las máquinas (10%) ocasionando que la revisión, preservación y mantenimiento de estas fuera casi nulo, pues solo se realizaba en caso extremos de fallas o paros. No obstante, y con el inicio de la primera Guerra Mundial en 1914, el volumen de fabricación de armamento, vehículos y artefactos bélicos creció significativamente obligando a las máquinas a trabajar a toda capacidad. Fue en dicha época donde estos aparatos cobraron mayor importancia para las empresas, las cuales empezaron a implementar cuidados y revisiones periódicas dando paso a lo que hoy se conoce como mantenimiento preventivo<sup>8</sup>.

Sin embargo, y a pesar de este gran avance, la maquinaria seguía viéndose como el objeto responsable de lo más “importante” para la empresa: el producto.

Este pensamiento obligó a los proveedores de maquinaria a realizar estudios que minimizaran las labores de mantenimiento de estas y al mismo tiempo fueran más productivas (*productive maintenance*).

Finalmente en 1970 el Ingeniero japonés *Seiichi Nakajima* crea el concepto de TPM como sistema que persigue la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización.<sup>9</sup>

Como todas las actividades encaminadas a revitalizar las organizaciones, el objetivo del TPM es mejorar los resultados corporativos y crear lugares de trabajo gratos y

---

<sup>8</sup> DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México. Grupo editorial Patria y CECSA. 2000. 2-4p.

<sup>9</sup> MINAYA, Roberto. TPM: Seiichi Nakajima. [en línea] (2012). Disponible en <<http://goo.gl/1lh82>> [Consultado 13 agosto 2016]

productivos. Una característica importante de esta técnica es su efecto potencial sobre el umbral de rentabilidad o punto muerto (Qc).

Sin embargo, cuando se escucha hablar de “obtener beneficios a través de TPM”, algunas personas concluyen que es un modo fácil de ganar dinero para la empresa; dicha actitud, más bien pasiva, no puede generar buenos resultados. Solamente adoptando una conducta proactiva fuera de la zona de confort e invirtiendo recursos en un programa TPM, puede una empresa percibir beneficios tales como aumentar su productividad en 1,5 veces o en 10 veces la rotación sobre las inversiones<sup>10</sup>.

2.2.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM). Es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que, una vez implantadas, ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

#### **Objetivos del TPM**

- El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.
- Tiene como propósito entre las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías ni fallas, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada. Cuando esto se ha logrado, el periodo de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado y en consecuencia la productividad se incrementa.

---

<sup>10</sup> SUZUKI, Tokutaru. TPM en industrias en proceso. Primera edición. Madrid, España: copyright. p 45.

- TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incrementar la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; todo esto con el propósito de hacer el sitio de trabajo un entorno creativo y donde trabajar sea realmente grato.

🚧 **Mejora en los 8 pilares:** Los pilares necesarios para el desarrollo de TPM en una organización son:

<b>PILAR</b>	<b>➡</b>	<b>MEJORA</b>
CONTROL INICIAL	➡	En proyectos de equipos, productos y procesos.
MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD	➡	De productos, previniendo la aparición de defectos.
EDUCACION Y ENTRENAMIENTO	➡	Eliminar gaps de competencias y habilidades.
MEJORA ENFOCADA	➡	Detectando actividades que destruyen valor.
SEGURIDAD Y GESTION AMBIENTAL	➡	Eliminando riesgos de accidentes y mantenibilidad.
MANTENIMIENTO PLANEADO	➡	Aumentando la confiabilidad y mantenibilidad.
MANTENIMIENTO AUTONOMO	➡	Previniendo el deterioro grave de los equipos.
EFICIENCIA ADMINISTRATIVA	➡	Eliminando perdidas procesos administrativos.

## **Pilar de mejora enfocada**

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas con el proceso productivo con el objetivo de maximizar la efectividad global de los equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de pérdidas existentes en las plantas industriales.

Las principales pérdidas<sup>11</sup> en cualquier tipo de empresa son:

- a. Sobreproducción:** procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.
- b. Transporte:** mover en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas. También incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.
- c. Tiempo de espera:** operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.
- d. Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:** realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
- e. Exceso e inventario:** excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso de inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

---

<sup>11</sup> MENÉNDEZ, Gregorio. Las 7 mudas: ¿sabes cuáles son los 7 desperdicios de una empresa? 13 de febrero de 2015. [en línea]. Disponible en <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>.

**f. Defectos:** repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.

**g. Movimientos innecesarios:** cualquier movimiento que el operario realice a parte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

**h. Talento humano:** se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc.

#### **Puntos clave del TPM**

Básicamente se debe tener en cuenta los 16 tipos de pérdidas que se pueden presentar:

**a. Maquina:** pérdidas que se asocian con el manejo de la máquina.

- Paradas planificadas
- Cambios y ajustes
- Arranque de parada
- Averías
- Microparos
- Pérdidas de velocidad
- Defectos y re trabajo

**b. Mano de obra:** son pérdidas asociadas a las personas.

- Perdidas de gestión
- Movimiento y desplazamiento
- Organización de líneas
- Perdidas en logística

- Medición de líneas

**c. Material:** son herramientas referentes a las herramientas, útiles y materiales necesarios.

- Útiles y herramientas
- Mermas de material
- Mermas de producto

#### **d. Energía.**

- Pérdidas de energía

La figura 7 muestra el procedimiento paso a paso completo para seleccionar temas de mejora.

#### **✚ Origen y desarrollo del TPM**

Mientras las industrias de proceso avanzaban en mantenimiento preventivo y productivo, las industrias de manufactura y ensamble invertían en nuevos equipos esforzándose en ser menos intensivas en mano de obra. Los equipos utilizados por estas industrias se han automatizado y sofisticado cada vez más, siendo Japón líder mundial en el uso de robots industriales. Dicha tendencia a la automatización, combinada con la producción “*just-in-time*” estimuló el interés por mejorar la gestión del mantenimiento en las industrias de manufactura y ensamble. Esto dio origen a un enfoque exclusivamente japonés denominado mantenimiento productivo total (TPM), un sistema que involucra a todos los empleados en el proceso de mantenimiento.

#### **✚ Importancia del TPM**

Hay tres razones por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria japonesa y ahora lo está haciendo por todo el mundo: garantiza drásticos resultados, transforma visiblemente los lugares de trabajo y eleva el nivel de

conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento. Uno de los objetivos del TPM es reducir las pérdidas, destacando seis tipos<sup>12</sup>:

- por avería en los equipos
- debidas a preparaciones
- provocadas por paradas cortas y tiempo de funcionamiento en vacío
- por funcionamiento a velocidad reducida
- por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado

Figura 7. Procedimiento Paso a paso para la mejora enfocada

---

<sup>12</sup> PARTIDA, Ángel. La importancia del TPM. [en línea]. Disponible en < <http://mantenimiento-mi.es/2012/la-importancia-del-tpm-mantenimiento-productivo-total>> [consultado 14 agosto 2016].

PASO	DETALLE
Paso 0: Selección del tema de mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar y registrar tema</li> <li>2. Formar equipo de proyecto</li> <li>3. Planificar actividades</li> </ol>
Paso 1: comprender la situación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar procesos de cuello de botella</li> <li>2. Medir fallos, defectos y otras pérdidas</li> <li>3. Usar líneas de fondo para establecer objetivos</li> </ol>
Paso 2: Descubrir y eliminar anomalías	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sacar a la luz infatigablemente todas las anomalías</li> <li>2. Restaurar el deterioro y corregirlas pequeñas deficiencias</li> </ol>
Paso 3: Analizar causas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estratificar y analizar pérdidas</li> <li>2. Aplicar técnicas analíticas (ciclo CPADO, técnica lean de mapa de la cadena de valor: VSM)</li> </ol>
Paso 4: Plan de mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer propuestas de mejora y preparar planos</li> <li>2. Comparar la eficacia y costes de las propuestas alternativas y compilar presupuestos</li> </ol>
Paso 5: Implantar mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar plan de mejora (implantarlo)</li> <li>2. Practicar gestión temprana (operaciones de test y aceptación formal)</li> <li>3. Facilitar instrucciones para el equipo mejorado, métodos de operación. etc.</li> </ol>
Paso 6: Chequear resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar resultados en el tiempo conforme progresa el proyecto de mejora</li> <li>2. Verificar si se han logrado los objetivos</li> <li>3. Si no es así, empezar de nuevo en el paso 3 (análisis de causas)</li> </ol>
Paso 7: Consolidar beneficios	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir estándares de control para sostener resultados</li> <li>2. Formular estándares de trabajo y manuales</li> <li>3. Retroalimentar información al programa de prevención del mantenimiento.</li> </ol>

Fuente: SUZUKI, Tokutaru. TPM en industrias en proceso. Primera edición. Madrid, España.

La metodología que utiliza TPM para alcanzar sus objetivos (evitar todo tipo de pérdidas y maximizar la eficacia del sistema de producción) es realmente innovadora pues permite involucrar a operarios de maquinaria con el personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo con el fin de optimizar las actividades de revisión y mantenimiento. La idea central es que los operadores, principales conocedores del funcionamiento de su maquinaria, jueguen un papel fundamental en la eliminación de desperdicios, detectando averías antes de que sucedan y así ayudar a mejorar la competitividad de la organización.<sup>13</sup>

### **Resultados tangibles significativos**

Las empresas que ponen en práctica el TPM sin duda alguna logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, minimización de los tiempos en vacío y pequeñas paradas; en la reclamación de defectos y de calidad; en la elevación de la productividad, reducción de los costes de personal, inventarios y accidentes; y en la disminución de la implicación de los empleados.<sup>14</sup>

### **¿Qué es la mejora enfocada?**

La mejora orientada incluye todas las actividades que maximizan la eficacia global de los equipos, procesos y plantas a través de una intransigente eliminación de pérdidas y la mejora de rendimientos.

Muchas personas preguntan cuál es la diferencia entre la mejora orientada y las actividades de mejora continua diarias que ya vienen practicando. El punto básico a recordar sobre la mejora orientada es que si una empresa ya ha hecho todas las mejoras posibles en el curso del trabajo y en las actividades de pequeños grupos,

---

<sup>13</sup> LÓPEZ, Ernesto. El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. 2009. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.

<sup>14</sup> GUTIERREZ MORA, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Primera edición. México: Alfa omega, 2009. 439-440 p.

la mejora orientada es innecesaria. Sin embargo, las mejoras del día a día, en la práctica, no marchan tan regularmente como sería deseable.

Las personas se quejan de estar demasiado ocupadas, de la dificultad de implementar mejoras, o de tener muy poco presupuesto. Como resultado de tantos “peros” los problemas difíciles permanecen estáticos y continúan las pérdidas y el desperdicio, haciendo aún más remota la posibilidad de mejorar<sup>15</sup>.

### **Pérdidas y los seis resultados principales**

La mejora orientada intenta eliminar toda clase de averías. Por tanto, es importante identificar y cuantificar dichas pérdidas.

Con el método tradicional de reconocer pérdidas, se analizan estadísticamente los resultados para identificar los problemas, y luego se investiga y se rastrea hacia atrás para encontrar las causas. El método adoptado en el TPM asume un enfoque práctico y se centra en eliminar directamente los *inputs* de la producción como causas, examinando los principales del proceso (equipo, materiales, personas y métodos) y considera como pérdidas cualquier deficiencia en esos *inputs*.

Las empresas de la industria de proceso a menudo deben incorporar o retirar conceptos de las siete pérdidas básicas para resaltar los problemas que caracterizan su propio entorno. En seguida se relacionan las diez pérdidas principales y temas de mejora usados en una planta de proceso particular:

- pérdidas de fallos de equipos
- pérdidas de fallos de proceso
- pérdidas de tiempos en vacío y pequeñas paradas
- pérdidas de velocidad
- pérdidas de defectos de proceso
- pérdidas de arranque y rendimiento

---

<sup>15</sup> ÁLVAREZ, Humberto. Mejoras enfocadas, kobetsu Kaizen. [en línea]. Disponible en <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/PDF/mejoras%20enfocadas.pdf>> [Consultado 11 agosto 2016].

- pérdidas de energía
- pérdidas de defectos de calidad
- pérdidas de fugas y derrames
- pérdidas de trabajo manual

### **Los seis resultados principales**

Para evaluar los resultados logrados a través de la mejora orientada se deben evaluar los seis *outputs* de la producción (PQCDSM) tan cuantitativamente como sea posible. Se indican estos resultados principales así:

P (Producción)

Q (Calidad)

C (Coste)

D (Entregas)

S (Seguridad)

M (Moral)

### **Procedimiento para la mejora orientada**

Paso 0: selección del tema de mejora

Paso 1: comprender la situación

Paso 2: descubrir y eliminar anormalidades

Paso 3: analizar causas

Paso 4: plan de mejora

Paso 5: implantar mejora

Paso 6: chequear resultados

Paso 7: consolidar beneficios

2.2.2 Lean Manufacturing. *Lean Manufacturing* es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”.

“El pensamiento Lean se basa en el respeto por las personas y por ende resalta la participación de las mismas en cada uno de los procesos, con el fin de reducir los despilfarros y así proporcionar mayor valor añadido a los clientes”.<sup>16</sup>

El objetivo de reducir los desperdicios es obtener un sistema sostenible y rápido, sin obviar la calidad del mismo.

El conocimiento y planteamiento de ciertos ideales es determinante a la hora de iniciar nuevas técnicas que van enfocadas a elevar la competitividad de las empresas; aquellas que deseen competir con éxito deben plantearse los siguientes objetivos:

- Diseñar para fabricar.
- Reducir tiempos de preparación de máquinas para incrementar la flexibilidad y disminuir los plazos de ejecución
- Lograr una distribución de planta que asegure un bajo inventario, minimice recorridos y facilite el control directo por visibilidad.
- Usar tecnología para disminuir la variabilidad del proceso.
- Conseguir que sea fácil fabricar el producto sin errores.
- Organizar el lugar de trabajo para eliminar tiempos de búsquedas.
- Formar los trabajadores para facilitar la motivación.
- Garantizar que el personal de la línea sea el primero en intentar solucionar los problemas.
- Conservar y mejorar el equipo existente antes de pensar en nuevos equipos.

---

<sup>16</sup> MUÑOZ, Isabel & TORRUBIANO, Juan. Metodología LEAN. Una experiencia global de aplicación en el sector sanitario: Fundación Hospital Calahorra. Disponible en <<http://fhcalahorra.com/files/doc/ForumCalidad195-08MetodologiaLeanUnaexperienciaglobal.pdf>> [consultado 10 agosto 2016].

- Usar intensivamente el mantenimiento preventivo implicando a todos los empleados.
- Conseguir que la detección de fallos se realice en la fuente creando mecanismos sencillos que detecten inmediatamente los problemas.
- Garantizar que todas las personas estén regularmente informadas sobre las necesidades de los clientes y su grado de satisfacción.

Las técnicas *Lean Manufacturing* constituyen una hoja de ruta idónea para convertir una compañía competitiva y de excelencia dentro del mercado actual.

### ✚ Estructura del sistema *lean*

*Lean* es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación de desperdicios mediante técnicas que permitan moldear los sistemas convirtiéndolos en procedimientos ágiles, rápidos y flexibles.

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” (ver figura 8) para visualizar rápidamente la filosofía que encierra *lean* y las metodologías disponibles para su aplicación.

### ✚ Los principios *lean*

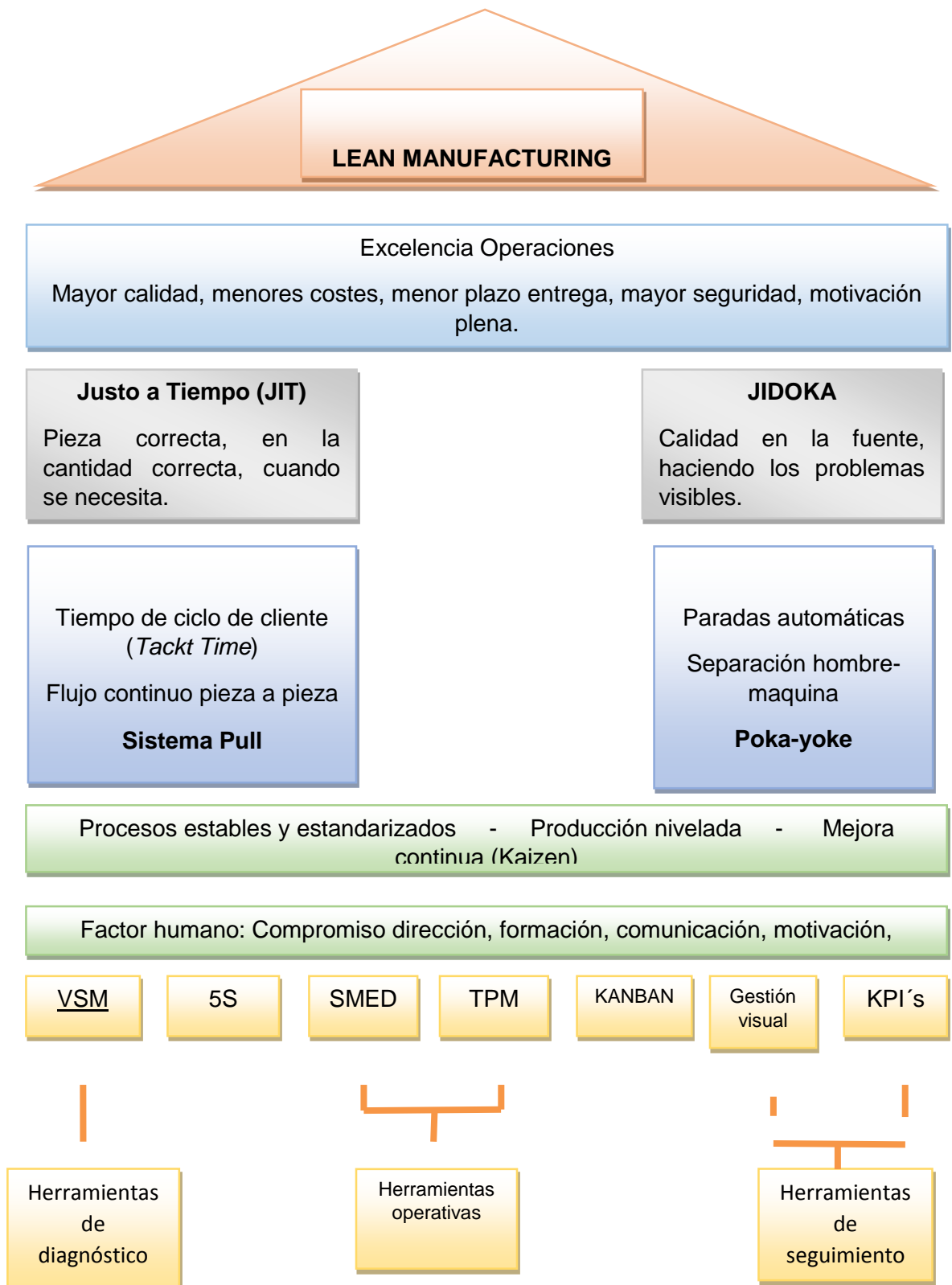
#### a. Pensamiento *Lean* vs *Muda*

*Muda*: Suena horrible cuando sale de nuestra boca, y en el fondo también debería ser así, porque *muda* significa “despilfarro”, específicamente toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo, en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfagan las necesidades del cliente.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> JONES, Daniel & WOMACK, James. *Lean Thinking*. Gestión 2000, 2012.

Figura 8. Adaptación actualizada de la Casa Toyota



Taichí Ohno (1912-1990), el ejecutivo de Toyota que fue el enemigo más feroz de los despilfarros de toda la historia, definió los primeros 7 tipos de *muda*. Posiblemente, incluso haya más. Sin embargo, independientemente de cuantas variedades de *muda* puede haber, es difícil poner en duda –incluso a partir de la observación más fortuita sobre lo que se ha hecho un día cualquiera en una organización normal- que el *muda* está por todas partes.

Afortunadamente existe un poderoso antídoto para la *muda*: el pensamiento *lean*. Este proporciona un método para especificar el valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la consecuencia óptima, llevar a cabo estas acciones sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas de forma cada vez más eficaz. En resumen, el pensamiento *lean* es *lean* porque proporciona un método para hacer más y más con menos y menos – menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio-, al tiempo que se acerca más y más a ofrecer a los clientes aquello que quieren exactamente.

El pensamiento *lean* también proporciona un modo de trabajar más satisfactorio ofreciendo un *feedback* inmediato de los esfuerzos para convertir *muda* en valor.

**b. Especificar el valor:** el punto básico para el pensamiento *lean* es el *valor*. El valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, o a menudo ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado<sup>18</sup>.

Por lo tanto, el pensamiento *lean* debe iniciarse con un intento consciente de definir el valor de forma precisa en términos de productos específicos con capacidades específicas ofrecidas a precios específicos a través de un diálogo con consumidores específicos.

**c. Identificar el flujo de valor:** El flujo de valor es un conjunto de todas las acciones determinadas requeridas para pasar un producto (un bien o servicio, o una

---

<sup>18</sup> *Ibid.*

combinación de ambos) por las tres tareas de gestión críticas de cualquier empresa: la tarea de la solución de problemas, que se inicia en la concepción, sigue el diseño detallado e ingeniería, hasta su lanzamiento a la producción; la tarea de gestión de la información, que va desde la recepción del pedido a la entrega, a través de una programación detallada; y la tarea de transformación física, con los procesos existentes desde la materia prima hasta el producto acabado en manos del consumidor.

La identificación de todo el flujo de valor para cada producto (o, en algunos casos, para cada familia de productos) es el próximo paso en el campo del pensamiento *lean*, un paso que las empresas han intentado en raras ocasiones, pero que casi siempre revela existencia de enormes cantidades, verdaderamente asombrosas, de *muda*.

**d. Flujo:** una vez se ha especificado de forma precisa el concepto de valor, se haya graficado completamente el flujo de valor y eliminado las etapas cuyo despilfarro es evidente, ha llegado la hora de dar el próximo paso en el pensamiento *lean* –uno auténticamente impresionante: hacer que fluyan las etapas creadoras de valor que quedan-. Sin embargo, hay que ser consciente de que este paso exige una reorganización completa de la arquitectura mental.

La alternativa *lean* es redefinir la operatividad de funciones, departamentos y empresas, de modo que puedan hacer una contribución positiva a la creación de valor y dirigirse a las necesidades reales de los empleados en cada punto del flujo, de forma que sea realmente de su interés hacer que el valor fluya.

✚ Mapa de la cadena de valor VSM (*Value Stream Mapping*)

### **Fase 1: Diagnóstico a través de VSM**

Dentro de la hoja de ruta se ha hecho mención a la conveniencia de realizar un Mapa de la Cadena de Valor o *Value Stream Mapping* (VSM).

El mapa de la cadena de valor es un modelo gráfico que permite ver y entender un proceso, mostrando tanto flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Tiene por objeto plasmar en un papel, de una manera sencilla, todas las actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar, a nivel global, donde se producen los mayores desperdicios del proceso.

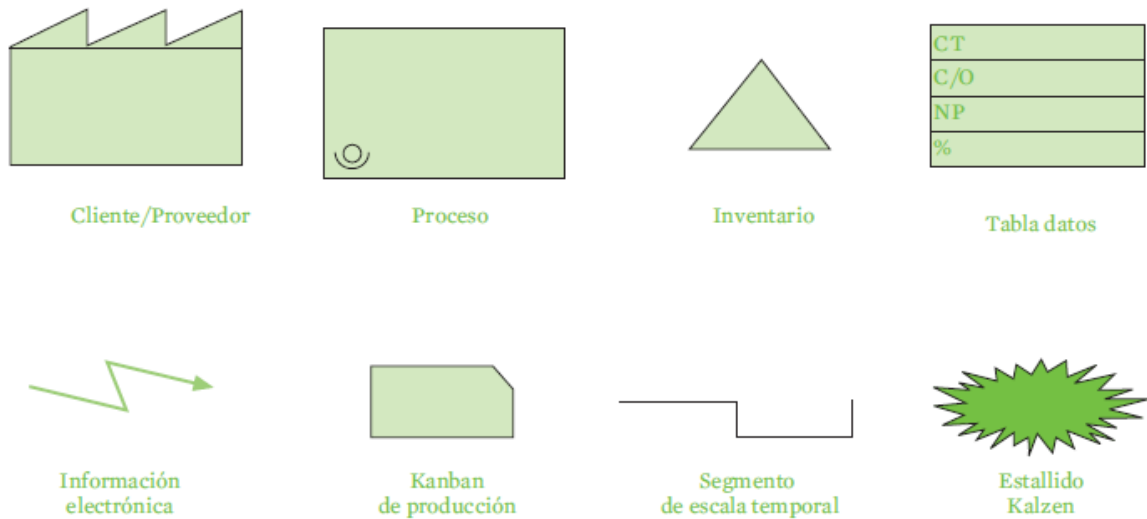
El VSM facilita, de forma visual, la identificación de las actividades que no aportan valor al negocio con el fin de eliminarlas y/o disminuirlas. Es una herramienta sencilla que permite una visión panorámica de toda la cadena de valor a través de algunas figuras establecidas mundialmente (ver figura 9). Actualmente ya existen en el mercado diferentes programas de software que facilitan la labor de elaboración de estos modelos a través de bibliotecas de simbología normalizada. Algunos ejemplos son *Smartdraw*, *eVsm*, *SigmaFlow* o Microsoft Visio.

El VSM se elabora para cada familia de productos. Los datos se deben recoger sobre el terreno, reflejando la realidad y dudando de los facilitados por el sistema de información. Al tratar de descubrir cómo cada proceso sabe lo que debe producir para su cliente (o sea, para el proceso siguiente) y cuándo fabricarlo, se descubre el flujo real del material.

Un aspecto clave es que VSM recoge una línea de tiempos “VA”, en los que se genera valor añadido, y el resto de tiempos “NVA” de “no valor añadido”.

En el VSM representa también el flujo de la información: las previsiones, programas y pedidos del cliente, y su frecuencia. Análogamente se recogen las previsiones y pedidos de la empresa hacia sus proveedores. Finalmente, se incorpora la manera en que se comunica realmente el programa de producción a los procesos operativos.

Figura 9. Símbolos del VSM



La comparación entre tiempos totales de valor añadido y totales de no valor añadido es esclarecedora, siempre es sorprendente y además un excelente indicador de mejora.

Lo primero que se hace es realizar el mapa de estado actual con la información más importante del proceso de producción y se realiza una serie de símbolos que representan a cada estación del proceso.

Posteriormente se registran los tiempos de cada estación, previamente tomados.

Algunas medias de la manufactura lean son las siguientes:

- Tiempo de ciclo (TC): frecuencia, medida por observación, con la que un proceso fabrica una pieza producto completo. También es el tiempo que tarda un operador en realizar todas sus tareas de producción antes de repetir las.
- Tiempo de valor agregado (TVA): tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción que transforman el producto de tal forma que el cliente esté dispuesto a pagar por el producto.

- Plazo de entrega (PE): el tiempo que necesita para que una pieza cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor, de principio a fin. Imagínese que esta cronometrado una pieza marcada y que la sigue a medida que avanza, desde el comienzo hasta el final.

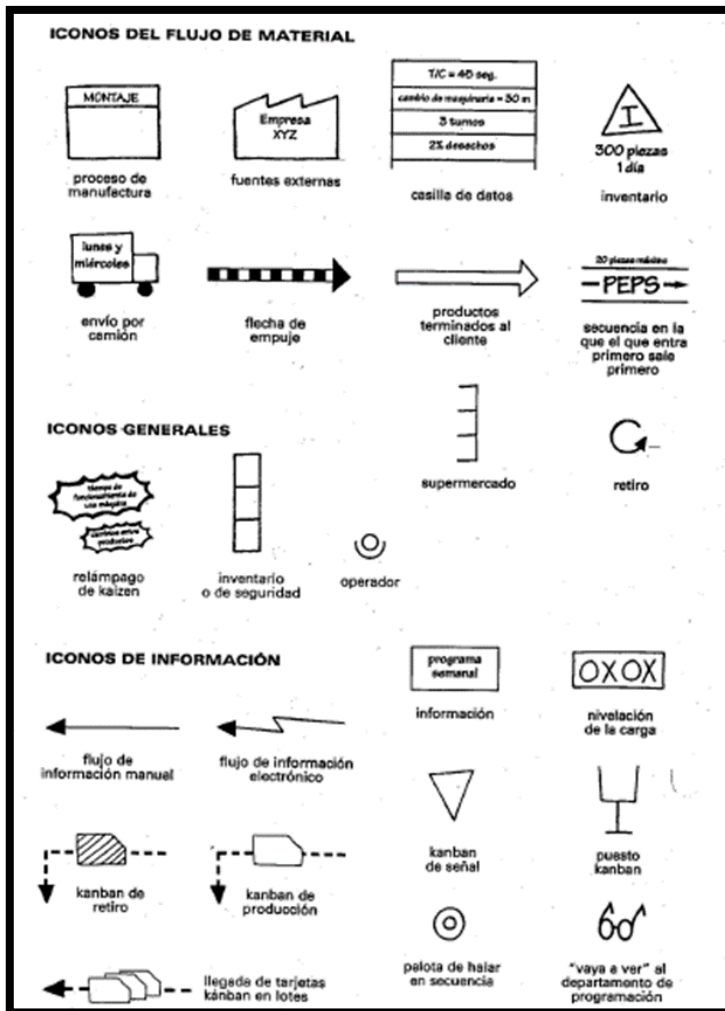
Por lo general,  $TVA < TC < PE$ .

Como vemos en la figura 10, se usa la simbología para dibujar mapas de cadena de valor.

Una aproximación al método operativo que se aplica en la confección del mapa VSM es la siguiente:

- Dibujar los iconos de clientes, proveedores y control de producción.
- Identificar los requisitos de clientes por mes/día.
- Calcular la producción diaria y los requisitos de contenedores.
- Dibujar iconos logísticos con la frecuencia de entrega.
- Agregar las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
- Agregar las cajas de datos debajo de cada proceso y la línea de tiempo debajo de las cajas.
- Agregar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.
- Obtener los datos de los procesos y agregarlos a las cajas de datos. En el caso de los tiempos utilizar sistemas de medida como cronometraje o estimación. Los tiempos que normalmente se plasman son:
  - Tiempo del ciclo (CT). Tiempo que se pasa entre la fabricación de una pieza o un producto completo y la siguiente.
  - Tiempo de valor agregado (VA). Tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción que transforman el producto de tal forma que el cliente esté dispuesto a pagar por el producto.
- Agregar los símbolos y el número de operadores.

Figura 10. Simbología VSM



- Agregar los sitios de inventario y niveles en días de demanda y el grafico o icono más abajo. Los niveles de inventario se pueden convertir a tiempo en base formulas del tipo:

→  $\text{Tiempo permanencia} = (\text{cantidad inventario}) * (\text{Tiempo Takt}) / (\text{Tiempo disponible diario})$ .

→  $\text{Tiempo permanencia} = (\text{Cantidad de inventario}) / (\text{Requerimiento diario del cliente})$ .

→  $\text{Tiempo Takt} = (\text{Tiempo disponible por día}) / (\text{Demanda del cliente por día})$ .

- Agregar las flechas de flujo y otra información que pueda ser útil.

- Agregar datos de tiempo, turnos al día, menos tiempos de descanso y tiempo disponible.
- Agregar horas de trabajo valor agregado y tiempos de entrega en la línea de tiempo ubicada al pie de los procesos.
- Calcular el tiempo de ciclo de valor agregado total y el tiempo total de procesamiento.

Los mapas de procesos permiten rastrear y cuantificar todo el proceso de valor añadido de la cadena y suelen realizarse para tres estados diferentes:

**Estado actual:** Se realiza un estudio a detalle de cada operación dentro del proceso actual, en donde se cuantifica el % de valor agregado y el % de NO valor agregado, separando estos de las actividades de NO valor agregado pero que son necesarios a la operación final.

**Estado futuro:** una vez analizado y mapeado el proceso actual se desglosan las actividades en donde NO hay valor agregado al “entregable” ya sea un producto, un proceso administrativo o un servicio. Estas actividades que NO valor agregado se analizan por medio de diagramas de Pareto, lluvia de ideas u otras técnicas *Lean* con la finalidad de detectar áreas de mejora.

**Estado ideal:** El estado ideal se plantea como mejora a largo plazo donde se cuantifica la posible mejora si no existieran actividades de NO valor agregado.

### 3 . DESARROLLO DEL PROYECTO

El presente proyecto propone diseñar un modelo para el CDA Villa del Rosario para la línea mixta de inspección de acuerdo al proceso de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes.

#### 3.1 RECOLECCION DE INFORMACIÓN Y ESTADO ACTUAL

3.1.1 Definir la pérdida. De acuerdo al procedimiento de RTMYEC del CDA Villa del Rosario, el análisis de pérdidas se hará exclusivamente en el proceso de revisión en la línea de inspección mixta que está compuesta por vehículos livianos y pesados.

3.1.2 ¿Dónde perdemos? De acuerdo a lo observado, la frecuencia demuestra que en el proceso de revisión se está formando la espera en la estación de gases. Es ahí donde se pierde efectividad en el servicio.

3.1.3 ¿Cuánto cuesta esto? Diariamente se realizan, en promedio, 5 revisiones a vehículos pesados y 17 a livianos. Las tabla 4 y 5 recopilan la información mensual (primer semestre) de los vehículos que ingresaron a revisión diariamente los años 2015 y 2016 respectivamente. Las figuras 11 y 12 muestran la tendencia de dichos datos.

Tabla 4. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2015

Número de vehículos que ingresaron a revisión								
Mes	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	Promedio
Livianos	18,7	19	20,7	17,4	14,41	16,62	16,7	<b>17,6</b>
Pesados	3,47	9,29	4,1	5,07	5,59	5,86	5,6	<b>5,6</b>
Motocicletas	9,28	19,25	18,2	15,5	16,5	17,6	16,1	<b>16,1</b>

Figura 11. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2015

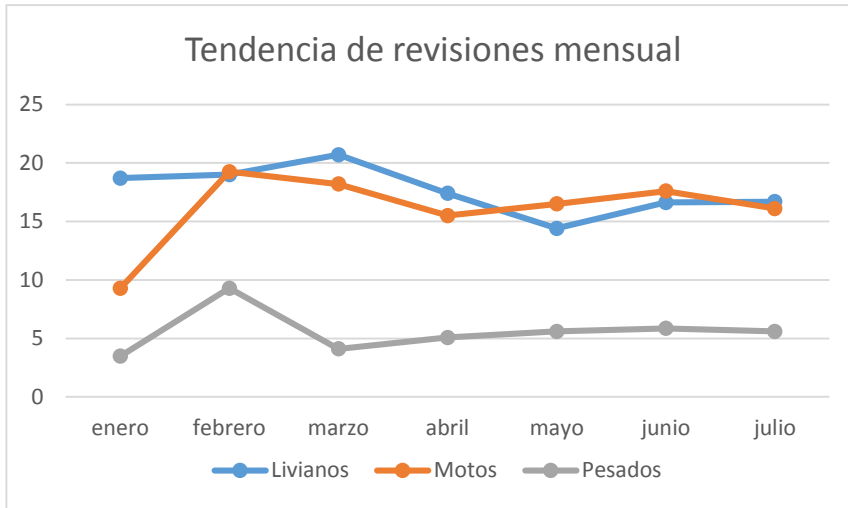
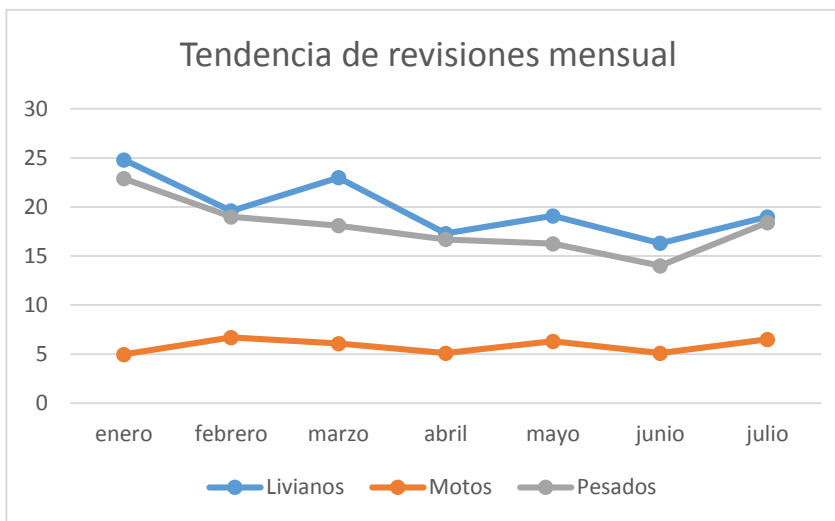


Tabla 5. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2016

Número de vehículos que ingresaron a revisión								
Mes	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	<b>promedio</b>
Livianos	24,8	19,6	23	17,3	19,1	16,3	19	<b>19,9</b>
Pesados	4,96	6,69	6,07	5,1	6,3	5,1	6,5	<b>5,8</b>
Motocicletas	22,9	19,0	18,1	16,7	16,26	14	18,41	<b>17,9</b>

Figura 12. Ingreso promedio diario al mes de vehículos para RTMYEC en el 2016



Debido a esto se dejan de adquirir clientes para revisión y esto económicamente es una pérdida importante para la empresa.

La capacidad de revisión se ve restringida por el número de vehículos que se pueden atender en una jornada.

3.1.4 ¿Cuánto tiempo significa? Los tiempos de revisión de vehículos livianos y pesados se muestran en la tabla 6. Como se observa, existen revisiones que superan las tres horas. Este resultado es bastante desfavorable para el proceso, pues se demuestra que no es rápido ni ágil.

3.1.5 ¿Cuál es el impacto en el negocio? El impacto para el CDA ante la dificultad para prestar un servicio rápido al cliente radica en las pérdidas económicas, debido a que a mayor duración de la revisión, menor cantidad de autos atendidos diariamente.

3.1.6 Otro tipo de pérdidas.

**a.** Pérdidas por esperas: Se generan debido a algún error en el software de inspección o al reconocimiento y verificación del vehículo para ingresar la información a la base de datos y así enviar el vehículo a pista para iniciar la revisión.

**b.** Pérdida por reproceso: Cuando por error humano se finaliza una prueba pero, se debe reingresar nuevamente el vehículo. También puede ocurrir por algún error en el sistema, como por ejemplo que no guarda los resultados de una prueba o porque existe alguna incoherencia.

**c.** Por fallas de equipos: Este tipo de fallas es el más común debido al tiempo de uso de los equipos y la exigencia del mismo. Debido a desgaste o desajuste de piezas de las máquinas o por alguna sobretensión eléctrica que puede causar fallas inesperadas en los sistemas electrónicos.

Tabla 6. Toma de tiempos de RTMYEC

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE REVISION TECNICO MECANICA Y DE EMISIONES CONTAMINANTES																	
No	PLACA	PROCESO		INSPECCION		VEHICULOS			COMBUSTIBLE		HORA ENTRADA	HORA SALIDA PISTA	HORA ENTREGA RESULTADO	OBSERVACIONES	TIEMPO TOTAL DE LA RTMYEC	TIEMPO DE RTMYEC EN PISTA	
		RTM	PREV	1VEZ	2VEZ	LIVIANO	PESADO	MOTO	GASOLINA	DIESEL							
INSPECTOR: FABIAN EN GASES																	
1	AB747DE	X		X		X			X		7:43:00 a.m.	8:59 a.m.	9:03:00 a.m.		1:20:00	1:17:00	
2	362XHL	X		X		X			X		7:47:00 a.m.	9:12:00 a. m.	9:21:00 a. m.		1:34:00	1:25:00	
3	AA855TO	X		X		X			X		7:52:00 a. m.	9:47:00 a. m.	9:55:00 a. m.		2:03:00	1:55:00	
4	BUR979	X		X		X			X		7:53:00 a. m.	9:38:00 a. m.	9:43:00 a. m.		1:50:00	1:45:00	
5	BBW164	X		X		X			X		7:57:00 a. m.	9:50:00 a. m.	9:57:00 a. m.		2:00:00	1:53:00	
6	URN241	X		X			X		X		8:00:00 a. m.	10:02:00 a. m.	10:06:00 a. m.		2:06:00	2:02:00	
7	SPO402	X		X			X		X		8:05:00 a. m.	10:45:00 a. m.	10:50:00 a. m.		2:45:00	2:40:00	
8	AJ697MA	X		X		X			X		8:07:00 a. m.	11:13:00 a. m.	11:20:00 a. m.		3:13:00	3:06:00	
9	SKH975		X	X			X		X		8:15:00 a. m.	11:36:00 a. m.	11:38:00 a. m.		3:23:00	3:21:00	
10	TTL154	X			X	X			X		8:17:00 a. m.	11:57:00 a. m.	12:01:00 p. m.	VISUALES	3:44:00	3:40:00	
11	AA509YO	X		X		X			X		8:29:00 a. m.	12:13:00 p. m.	12:30:00 p. m.		4:01:00	3:44:00	
12	OAA523	X		X		X			X		9:08:00 a. m.	12:13:00 p. m.	12:21:00 p. m.		3:13:00	3:05:00	
13	BUZ622	X		X		X			X		10:12:00 a. m.	12:46	12:53:00 p. m.		2:41:00	2:34:00	
14	DUC562	X		X		X			X		10:37:00 a. m.	12:51:00 p. m.	12:58:00 p. m.		2:21:00	2:14:00	
15	SZP244		X	X		X			X		10:43:00 a. m.	1:10:00 p. m.	1:11:00 p. m.		2:28:00	2:27:00	
16	QFX843	X			X	X			X		10:44:00 a. m.	11:45:00 a. m.	11:47:00 a. m.	VISUALES	1:03:00	1:01:00	
17	THZ316		X		X	X			X		11:00:00 a. m.	11:46:00 a. m.	11:48:00 a. m.	VISUALES	0:48:00	0:46:00	
18	BBW164		X		X	X			X		11:17:00 a. m.	12:31:00 p. m.	12:48:00 p. m.	GASES	1:31:00	1:14:00	
19	A87AY6S	X			X	X			X		11:22:00 a. m.	1:11:00 p. m.	1:14:00 p. m.	GASES Y LUCES	1:52:00	1:49:00	
INSPECTOR: ALEX - WILMER EN GASES																	
20	CHK536	X		X			X		X		12:56:00 p. m.	2:04:00 p. m.	2:33:00 p. m.		1:37:00	1:08:00	
21	QFL756	X		X		X			X		1:18:00 a. m.	1:42:00 p. m.	1:44:00 a. m.	VISUALES	0:26:00	12:24:00	
22	THZ342		X	X			X		X		1:25:00 a. m.	2:17:00 p. m.	2:25:00 a. m.		1:00:00	12:52:00	
23	SNO319	X		X			X		X		1:44:00 a. m.	2:28:00 p. m.	2:31:00 a. m.		0:47:00	12:44:00	
INSPECTOR: CESAR EN GASES																	
24	BGR808	X		X		X			X		2:10:00 p.m.	3:16:00 p. m.	3:20:00 p.m		1:10:00	1:06:00	
25	FAZ32X	X			X	X			X		2:16:00 p. m.	3:04:00 p. m.	3:08:00 p. m.	FRENOS	0:52:00	0:48:00	
26	DCK165	X		X		X			X		2:19:00 p. m.	3:27:00 p. m.	3:31:00 p. m.		1:12:00	1:08:00	
27	WFU899	X		X			X		X		2:22:00 p. m.	3:33:00 p. m.	3:36:00 p. m.		1:14:00	1:11:00	
28	A18BP0S	X		X		X			X		2:26:00 p. m.	3:59:00 p. m.	4:06:00 p. m.		1:40:00	1:33:00	
29	JGA206	X		X			X		X		2:40:00 p. m.	4:12:00 p. m.	4:22:00 p. m.		1:42:00	1:32:00	
30	IBM765	X		X		X			X		3:02:00 p. m.	4:23:00 p. m.	4:31:00 p. m.		1:29:00	1:21:00	
31	AB885NG	X		X		X			X		15:04	SE RETIRA VEHICULO PORQUE NO APROBARON POLIZA					
32	IDF741	X		X		X			X		3:06:00 p. m.	4:41:00 p. m.	4:54:00 p. m.		1:48:00	1:35:00	
33	AC737ES	X		X		X			X		3:58:00 p. m.	4:50:00 p. m.	4:48:00 p. m.		0:50:00	0:52:00	
34	PBZ70B	X					X		X		4:03:00 p. m.	5:11:00 p. m.	5:15:00 p. m.		1:12:00	1:08:00	
35	OES017	X		X		X			X		4:09:00 p. m.	5:07:00 p. m.	5:11:00 p. m.		1:02:00	0:58:00	
36	BUK099	X		X		X			X		4:18:00 p. m.	5:17:00 p. m.	5:27:00 p. m.		1:09:00	0:59:00	
37	OES061		X	X		X			X		4:49:00 p. m.	5:02:00 p. m.	5:06:00 p. m.	SUSPENSIÓN	0:17:00	0:13:00	

## 3.2 DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO

Figura 13. Diseño metodológico del proyecto.



### 3.2.1 Personal.

#### **✚ Capacitación al personal**

En toda organización el recurso humano es el elemento fundamental para alcanzar los objetivos de la empresa de forma satisfactoria, cumpliendo la misión propuesta. Por lo tanto es importante que el personal esté capacitado técnica, moral y culturalmente. De acuerdo a esto, surge la necesidad de desarrollar programas de

formación que permitan al equipo de trabajo obtener y/o conocimientos, habilidades y técnicas adecuadas para desempeñar eficazmente las funciones relacionadas al cargo.

Una vez identificadas las necesidades de capacitación, con base en las metas organizacionales, se diseña y desarrolla el programa adecuado estableciendo objetivos, estructuración y contenidos del mismo. La ejecución del proyecto de capacitación es anual y se debe realizar una evaluación para determinar los resultados de este.

El CDA Villa del Rosario tiene un plan de capacitación anual enfocado en las siguientes áreas:

✚ **Seguridad y salud en el trabajo:** El CDA Villa del Rosario tiene implementado el sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo como requisito para evitar y controlar los accidentes de trabajo y enfermedades de origen laboral. La Gerencia implementa actividades de control de riesgos ocupacionales para proteger la integridad de los trabajadores expuestos.

Es compromiso de la empresa dar cumplimiento a las disposiciones legales vigentes en Colombia y a las normas y procedimientos técnicos de medicina preventiva y medicina del trabajo, higiene y seguridad Ocupacional. La organización cumple estrictamente con actividades fundamentales de ésta área como: realización de exámenes pre-ocupacional para determinar las condiciones físicas; ejecución de reuniones del comité de salud ocupacional; dotación de los elementos de proyección a los empleados de acuerdo a los factores de riesgo presentes en la labor.

Se realizan inspecciones periódicas para identificar y controlar factores de riesgo en las diferentes áreas de las instalaciones de la empresa, maquinaria, equipos o herramientas:

- Instalaciones: áreas administrativas y pista
- Equipos de pista

- Extintores contra incendio
- Elementos de protección personal
- Herramientas de trabajo

Las inspecciones están a cargo de los miembros del comité paritario y todo el personal que forme parte activa de los procesos y, que posea el conocimiento y entrenamiento básico en aspectos de seguridad industrial. Los registros se realizan periódicamente de acuerdo a las políticas de la empresa. Para llevar a cabo estas inspecciones se usan formatos de verificación y control (ver anexos A y B).

3.2.2 Sistema de gestión. El sistema de gestión del CDA Villa del Rosario está compuesto por los siguientes procesos e indicadores:

- **Proceso Gerencial:** Procedimiento de revisión gerencial.

- Eficacia SGC: promedio cumplimiento de indicadores.

- meta  $\geq 90\%$ ;

- responsable: Administradora.

- **Proceso de Revisión Técnico Mecánica y de Emisiones Contaminantes:** Procedimiento Inspección.

- Eficacia Revisiones:  $(\text{No. Revisiones realizadas} / \text{No. Revisiones planificadas}) * 100$ .

- Proceso: RTMYEC

- Meta:  $\geq 90\%$

- Responsable: Secretaria - Auxiliar Contable.

- Fuente: Reporte de ventas.

- Frecuencia de medida: semestral.

- **Proceso Compras:** Procedimiento Gestión de Compras.

- (proveedores preferenciales con buen desempeño / No. proveedores preferenciales)\*100

- proceso: compras.
- meta:  $\geq 90\%$
- responsable: coordinadora de calidad.
- fuente: evaluación de proveedores.
- frecuencia de medida: semestral.

• **Proceso Calidad**

- procedimiento control de documentos y registros.
- procedimiento auditorías internas.
- procedimiento retroalimentación de acciones correctivas, preventivas y de mejora.
- procedimiento control de producto no conforme.

• **Eficacia Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora:**

- (No. Acciones correctivas, preventivas y de mejora cerradas / No. Acciones correctivas, preventivas y de mejora detectadas)\*100
- Proceso: Calidad.
- Meta:  $\geq 90\%$
- Responsable: Coordinadora de Calidad.
- Fuente: Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora.
- Frecuencia de medida: semestral.

• **Proceso Servicio al Cliente:**

- (Clientes satisfechos /No. Clientes encuestados)\*100
- Proceso: Servicio al Cliente.
- Meta:  $\geq 90\%$ .
- Responsable: Coordinadora de Calidad.
- Fuente: Encuesta de Satisfacción del Cliente.
- Frecuencia de medida: mensual.

• **Proceso Gestión de Talento Humano:** Procedimiento Gestión de Talento Humano.

- Desempeño proveedores preferenciales:  $(\text{No. Proveedores preferenciales con buen desempeño} / \text{No. Proveedores preferenciales}) * 100$
- Proceso: Compras.
- Meta:  $\geq 90\%$
- Responsable: Coordinadora de Calidad.
- Fuente: Evaluación de Proveedores.
- Frecuencia de medida: semestral.

• **Proceso Infraestructura:** Procedimiento Control de Infraestructura.

- Disponibilidad:  $(\text{MTBF} / \text{MTBF} + \text{MTTR})$   
 Fiabilidad probabilidad de buen funcionamiento MTBF (tiempo medio entre fallos)  
 Tiempo en servicio  
 Mantenibilidad probabilidad de duración de reparación MTTR (tiempo medio de reparación)  
 Tiempo en parada
- Proceso: Infraestructura.
- Meta:  $\geq 90\%$
- Responsable: Director Técnico.
- Fuente: Programa Mantenimiento y Registros.
- Frecuencia de medida: semestral.

• **Proceso Quejas y Apelaciones:** Procedimiento Sugerencias, Quejas y Apelaciones.


- Quejas y apelaciones validas / No. de clientes atendidos durante el semestre)\*100
- Proceso: Quejas y Apelaciones.
- Meta:  $\leq 8\%$
- Responsable: Coordinadora de Calidad.
- Fuente: Sugerencias, Quejas y Apelaciones

3.2.3 Orden y limpieza (5S). Este concepto hace referencia a crear y mantener áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras. Se trata de dar calidad de vida al trabajo. Cuando el entorno laboral está desorganizado y sucio, se pierde la eficiencia y la moral del operario.

El propósito base de las 5's es lograr un funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en el lugar de trabajo.

Establecer la estrategia 5's en diferentes áreas, permite eliminar despilfarros y mejorar las condiciones de seguridad industrial. Algunos beneficios son:

- Mayores niveles de seguridad que influye en una mayor motivación en los empleados.
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta reducidos
- Aumento de la vida útil de los equipos
- Produce cultura organizacional
- Reducción de pérdidas y disminución de producciones con defectos

 **Clasificar (seiri):** Retirar del área de trabajo aquellos elementos innecesarios para hacer la labor, sea en el área productiva o administrativa. Una forma fácil es el etiquetado en rojo. La tarjeta roja (de expulsión) es colocada en cada artículo que no es necesario para la operación. Enseguida estos artículos se llevan a almacenamiento transitorio, si se confirma que son innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que serán útiles para otra operación y los que son inútiles y por ende serán descartados.

Clasificar consiste en:

- Separar lo que sirve de lo que no sirve del lugar de trabajo.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario del trabajo rutinario.
- Mantener lo que se necesita y eliminar lo que sobra.

- Separar los elementos usados de acuerdo a la naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de uso con el propósito de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas donde los cambios se hagan en el menor tiempo posible.
- Eliminar objetos que afectan el funcionamiento de los equipos y que puedan causar averías.
- Eliminar información innecesaria que nos puede llevar a errores de interpretación o de actuación.

#### Beneficios:

- Libera espacio útil en planta y oficinas
- Reduce tiempo para acceder a objetos, información, herramientas, etc.
- Mejora el control visual de inventarios de repuesto y elementos de producción, carpetas de información, etc.
- Elimina pérdidas de productos almacenados por largo tiempo o en ambiente inadecuado.
- Fácil control visual de materias primas
- Deja áreas de trabajo listas para acciones de mantenimiento autónomo, donde se pueden apreciar y detallar todas las fallas existentes.

🚦 **Ordenar (*seiton*):** Organizar elementos ya clasificados que se consideran necesarios para su fácil búsqueda. Tiene que ver con la mejora de la visualización de elementos de máquinas e instalaciones.

Algunas estrategias son: áreas delimitadas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, estantería modular, bote de basura, escoba, trapeador, cubeta, etc. Es importante gestionar tareas como:

- Tener un lugar adecuado para cada elemento usado en el trabajo rutinario y así encontrarlos más fácil.

- Establecer sitios identificados para situar elementos que se usan poco.
- Establecer lugares para ubicar material o elementos que no se usarán en un futuro.
- Buscar que el equipo tenga protecciones visuales para inspeccionarlo autónomamente y controlar su limpieza.
- Identificar y marcar sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Aumentar el conocimiento de los equipos por parte del personal de producción.

#### Beneficios:

- Facilita el rápido acceso a elementos que se requieren para trabajar.
- Mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- Realizar aseo y limpieza con mayor facilidad y seguridad.
- Se libera espacio.
- Ambiente de trabajo agradable.
- Eliminación de pérdidas de errores.
- Mayor cumplimiento de órdenes de trabajo.
- Se mejora el estado de los equipos y se evitan averías.
- Aumenta la productividad global de la planta.


✚ **Limpieza (seiso):** Significa eliminar polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Se inspecciona el equipo mientras se limpia. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier otro defecto. Limpiar también incluye diseñar aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y crear ambientes de trabajo seguros. Para aplicar limpieza se debe:

- Integrar limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir que cuando se limpia se inspecciona.

- Abolir distinciones entre operario de limpieza, operario de proceso y técnico de mantenimiento.

Beneficios:

- Reduce el riesgo potencial de accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo evitando deterioro.
- Se identifican más fácilmente las averías con el equipo limpio.
- Se disminuyen los despilfarros de materiales y energía.

 **Estandarizar (*seiketsu*):** Se busca mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. Esta fase debe ser permanente y son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos para beneficio mutuo. Una forma es usar fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y recordarles el estado en que debería estar su área de trabajo. La estandarización busca:

- Mantener el estado alcanzado por las 3 primeras S.
- Enseñar al operario a realizar normas con apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se deben auditar para verificar cumplimiento
- Las norma de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo.

Beneficios:

- Mejorar bienestar personal al crear un hábito.
- Los operarios aprenden a conocer detalladamente el equipo.

- Se evitan errores que pueden llevar a tener accidentes de trabajo o riesgos laborales.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo con la aprobación de estándares.
- Se mejora la productividad.

🚧 **Disciplina (*shitsuke*):** Quiere decir que evita que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados, se puede disfrutar de los beneficios del mismo. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y las demás y mejor calidades de vida laboral, además:

- Respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Hacer control de personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de la organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas.
- Mejorar el respeto de su propio ser y el de los demás.

Beneficios:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Al seguir estándares establecidos se crea una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El sitio de trabajo se convierte en un lugar fascinante para llegar cada día.

El programa 5S en el CDA Villa del Rosario, consiste en actividades de orden y limpieza en el lugar de trabajo, que incluyen todos los niveles organizacionales de la empresa. El programa se basa en que cada persona contribuye con el mejoramiento de su lugar de trabajo, en donde permanece gran parte del tiempo.

3.2.4 Mantenimiento, calibración y confirmación metrológica. El CDA Villa del Rosario tiene implementado un plan de mantenimiento preventivo que es una de las bases más importantes para la calibración metrológica de los equipos y la posterior confirmación.

La ISO 9001:2000 en el requerimiento 7.6 “Control de equipos de monitoreo y medición” nos dice que los equipos de monitoreo y medición deberán “ser calibrados o verificados a intervalos especificados o antes de su uso; contra equipos trazables a patrones de medición nacionales e internacionales...”.<sup>19</sup>

✚ **Mantenimiento Programado:** El CDA Villa del Rosario cuenta con un programa de mantenimiento preventivo anual de los equipos. Este mantenimiento está a cargo del proveedor de los equipos quien debe realizar las actividades que requiere el equipo, incluidas las de ajuste (anexo C). Esta programación es importante para garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria y para su posterior calibración.

✚ **Calibración de los equipos de medición:** La calibración se realiza a los equipos de medición con los cuales se ejecutan las pruebas a los vehículos.

El objetivo de la calibración es medir el error del equipo. Una vez obtenido este parámetro (error) se emite un certificado de calibración que es el resultado realizado en dicho proceso.

---

<sup>19</sup>ARANDA, Víctor. Curso: control de equipo de monitoreo y medición. Metas, metrólogos Asociados. 2003. México

Posterior al mantenimiento de los equipos, sigue la calibración de los mismos para garantizar un servicio confiable a los clientes y de esta forma obtener la máxima eficacia para los intereses de la empresa y cumpliendo con la normatividad de la ISO/IEC 17025.

La calibración de los equipos se realiza contratando a un laboratorio certificado.

La definición de calibración es la siguiente, tomada del VIM<sup>20</sup>:

*“operación que bajo condiciones específicas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en la segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación”.*

**✚ Confirmación Metrológica:** la confirmación metrológica de un instrumento de medición para: conocer, controlar, o minimizar el efecto de mediciones erróneas en la calidad resultante de un producto o servicio.<sup>21</sup>

A través de una confirmación metrológica se asegura o garantiza que el equipo está realizando las mediciones correctas sin que se salga del error máximo permitido (tolerancia) como se ve en el anexo B.

Con base en este concepto, en el CDA Villa del Rosario la confirmación metrológica se compone de dos procedimientos:

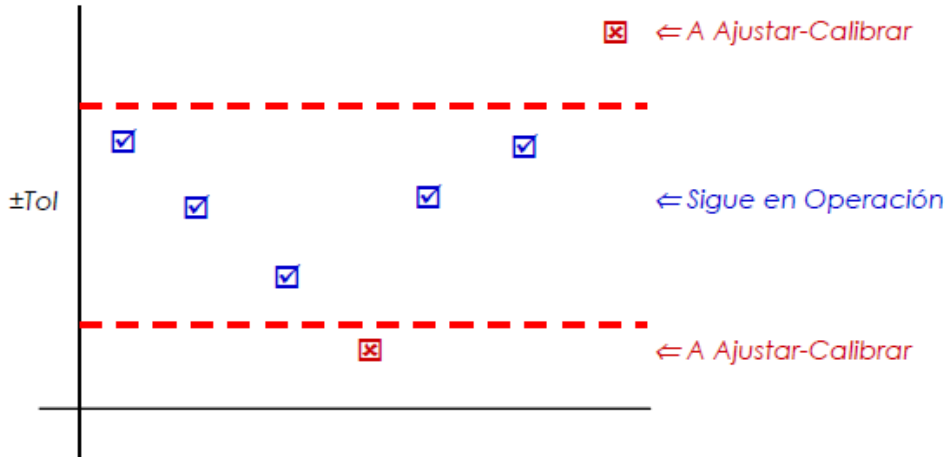
- Procedimiento de confirmación metrológica del error máximo permisible, mínima y máxima (anexo C).

---

<sup>20</sup> Centro español de metrología. Vocabulario Internacional de Metrología. España, 2012. P. 37-38.

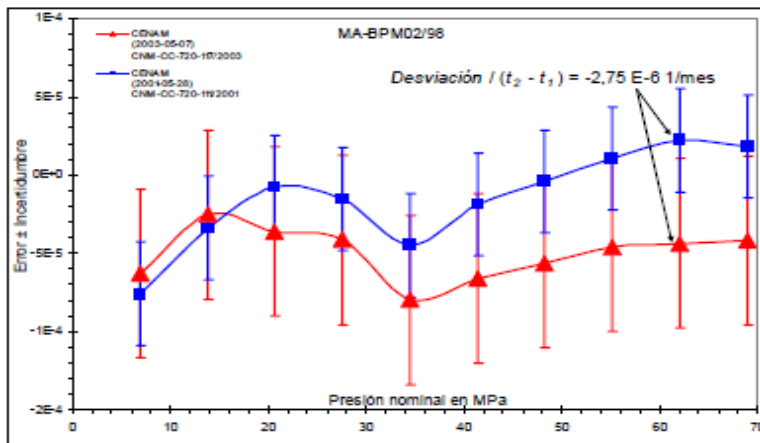
<sup>21</sup> Confirmación metrológica, proceso en laboratorios e industria. 2005. P.2. [En línea]. Disponible en <<http://www.metas.com.mx/guiamet/La-Guia-MetAs-05-03-Confirmacion-Metrologica.pdf>>

Figura 14. Verificaciones internas e intermedias



- Procedimiento de intervalos de calibración aplicando cartas de control.

Figura 15. Grafica de resultados tiempo calendario.



3.2.4. Resultados del negocio. De la aplicación del modelo se espera obtener resultados para la organización, para los trabajadores y para los clientes:

✚ Confiabilidad en el servicio: Para obtener la confiabilidad en el servicio es necesario tener la infraestructura adecuada y los equipos bajo control, esto se logra cumpliendo los procedimientos exigidos para el mantenimiento de los mismos. Se tiene el indicador de Disponibilidad en el CDA Villa del rosario además de un seguimiento metrológico ya mencionado anteriormente.

- ✚ Rapidez en el servicio: Este aspecto se mejorará a través de las acciones tomadas para eliminar pérdidas y que mejora el proceso de Revisión Técnico Mecánica y de Emisiones Contaminantes.
  
- ✚ Impacto competitivo: La aplicación del modelo de mejora enfocada y de la herramienta Lean Manufacturing, se obtendrá una ventaja competitiva porque se dará mayor importancia al recurso humano para potenciar la organización.
  
- ✚ Servicio al cliente: A través de la agilidad en el servicio y del indicador de servicio al cliente se llevara la retroalimentación para estar en constante evolución de la calidad en la prestación del servicio.

### **3.3 PRINCIPALES PERDIDAS FINANCIERAS Y DE NEGOCIO MEDIANTE EL PILAR DE MEJORA ENFOCADA**

Las principales pérdidas detectadas en el CDA Villa del Rosario y que afectan la parte económica y de negocio son (ver tabla 7):

- Esperas: problemas de entregas al cliente.
- Desplazamientos en el proceso.

De los desperdicios se pueden establecer elementos en común:

- Movimientos no necesarios.
- Falta de orden en la distribución de la pista.
- Esperas entre cada estación por demora entre algunos procesos.
- Esperas en la entrega del producto.

Tabla 7. Desperdicios que afectan económicamente la empresa.

<b>TIPO DE DESPERDICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Tiempos de espera</b>	Problemas de entregas al cliente.
	Tiempos de espera entre puestos de trabajo. Mientras la primera estación está realizando pruebas de sensorial, la siguiente, gases, se encuentra a la espera.
<b>Movimientos</b>	En la terminación de la prueba sensorial el inspector debe recibir el vehículo que se encuentra a más de 15 metros de la estación de gases.

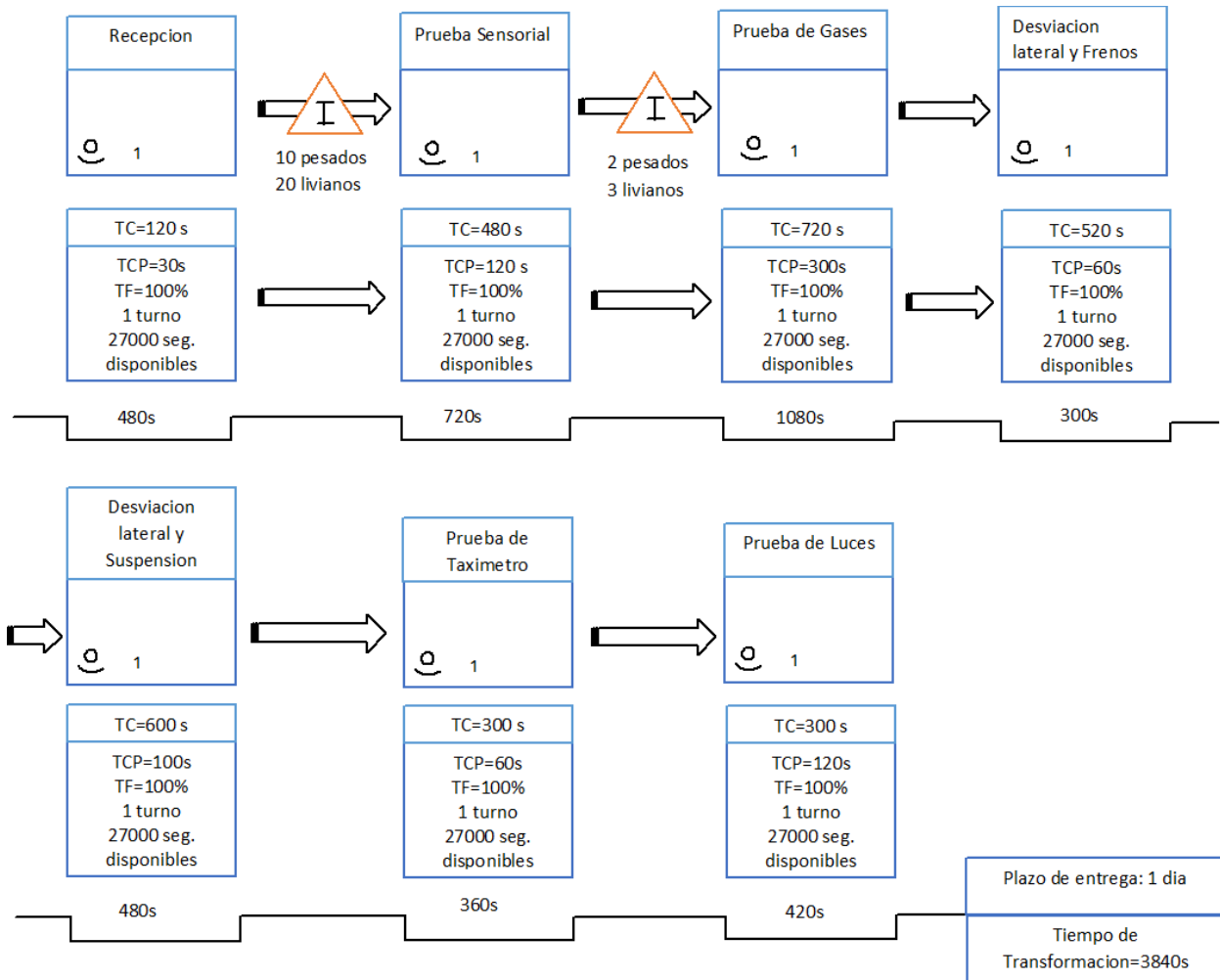
3.3.1 Mapa de flujo de valor actual para detectar actividades que no agregan valor. De acuerdo a las pérdidas que se identifican en CDA, en el proceso de RTMYEC, la estación de gases es donde se encuentra el cuello de botella con pérdidas considerables de tiempo.

Se traza el mapa de cadena de valor actual con la información de cada estación para visualizar el proceso de Revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes.

El tiempo de ciclo (TC) del proceso de Revisión técnico mecánica y de misiones Contaminantes del CDA Villa del Rosario de acuerdo a la información obtenida es TC=3840 segundos (64 minutos).

El tiempo del proceso en cada estación se muestra en la figura 16.

Figura 16. Mapa de Flujo de Valor actual



### 3.4 METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LOS PROCESOS CRÍTICOS DENTRO DEL FLUJO

Partiendo de la figura 16, se plantean las siguientes propuestas para mejorar el proceso:

- Fusionar la estación de gases con la estación sensorial, de esta manera se logra que en una única estación se realice la revisión sensorial y al mismo tiempo se va realizando la prueba de gases. Ya que no existe ningún impedimento para realizar

esta unión de procesos, se gana muchas otras ventajas con esta propuesta, una de ellas es la de que dos operarios se apoyan para la realización de dichas pruebas y por lo tanto dinamiza el proceso, convirtiéndolo más rápido y eficiente.

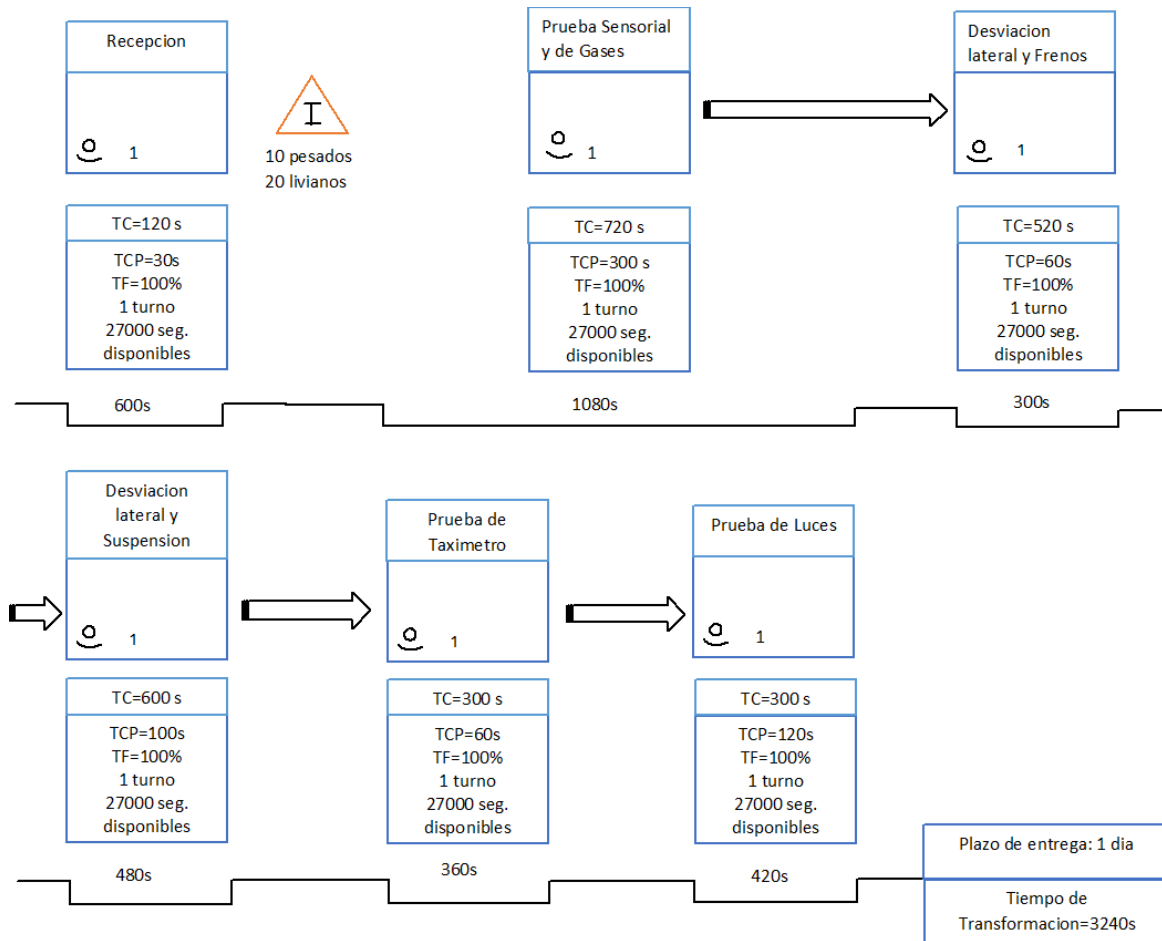
- .Se estandariza el proceso de revisión con la fusión de la estación.
- Redistribución de planta: se redistribuye la estación de gases junto con la estación sensorial y se elimina movimientos innecesarios para trasladar el vehículo de la estación sensorial a la de gases.

3.4.1 Mapa de estado futuro. Como se visualiza en la figura 17, en el mapa de flujo de valor de estado futuro la prueba sensorial queda fusionada con la de gases en una sola estación. Por lo tanto, las dos pruebas quedarían en una sola estación es decir operaciones simultáneas. Mientras un operario realiza la prueba sensorial el otro realiza la prueba de gases y ambos trabajan como equipo para ayudarse en la misma estación. De esta manera se redujo el tiempo de proceso de revisión en aproximadamente un 18%. De esta manera se logra reducir el tiempo de espera de la RTMYEC por parte de los clientes, se elimina la demora que causa el operador de la estación de gases y se elimina el desplazamiento entre estas dos estaciones; a su vez se aumenta la capacidad del proceso para realizar la revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes.

3.4.2 Impacto de las mejoras. Con la aplicación de las mejoras propuestas, la cantidad de vehículos atendidos diariamente aumenta a 5, lo que quiere decir que la capacidad de revisión pasó de 24 vehículos por día a 29 vehículos por día. Este aumento se representa en un 20% Los ingresos mensuales aumentaron en un 15% debido al incremento en el número de autos.

Esta es la propuesta que se debe exponer a las directivas de la empresa para que puedan aprobarla de manera oficial y proceder a su implementación definitiva.

Figura 17. Mapa de flujo de Valor Futuro



A continuación se observa la tabla (tabla 8) donde se muestran los desperdicios encontrados, las causas y herramientas a usar.

Tabla 8. Tipos de desperdicios identificados.

<b>TIPO DE DESPERDICIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL DESPERDICIO</b>	<b>CAUSAS DEL DESPERDIDIO</b>	<b>HERRAMIENTAS LEAN APLICABLES</b>
<b>MOVIMIENTO</b>	El inspector debe aplicar varias vueltas para la preparación y toma de muestra de gases y de ruido de cada vehículo. Para realizar la prueba sensorial debe moverse alrededor de todo el vehículo para observar el estado físico del mismo y calificar sus defectos.	Se requiere la aplicación de una prueba tenga una mayor flexibilidad ergonómica por parte del inspector para la realización de la misma.	Tecnología de Punta: uso de tabletas para realizar la pruebas de gases, ruido y sensorial.
<b>MOVIMIENTO</b>	En los cambios se tiene exceso de movimientos para ubicar las piezas de cambio.	Las herramientas se encuentran en diferentes lugares.	5S (un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar).
<b>TRANSPORTE</b>	Movimiento innecesario del operario de la estación de gases cada vez que se termina de realizar la prueba en la estación sensorial.	Repetidos recorridos por la ubicación de la estación de gases y de sensorial.	Análisis del flujo de materiales: redistribución de las estaciones e gases y sensorial.
<b>TIEMPOS DE ESPERA</b>	Tiempos de espera del inspector de la estación de gases mientras que al vehículo le realizan la prueba de sensorial.	El inspector de gases tiene un rol muy pasivo respecto a su función.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5S (un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar).</li> <li>- Trabajo estandarizado (establecer procedimientos claros de cambios).</li> <li>- Distribuir cargas de trabajo entre inspectores.</li> </ul>
<b>TIEMPOS DE ESPERA</b>	Tiempos de espera durante cambios de referencia	Las partes de cambio no todas se encuentran cerca del operario, y por ende debe realizar todo el procedimiento solo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5S (un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar).</li> <li>- Elaboración de estándares (establecer procedimientos claros de cambios).</li> <li>- Distribuir cargas de trabajo entre inspectores.</li> <li>Capacitación del personal.</li> </ul>
<b>TIEMPOS DE ESPERA</b>	Esperas en la entrega del vehículo de la RTMYEC.	Identificar actividades que no agregan valor para el proceso.	Metodología de mejora enfocada aplicando la herramienta VSM.

#### **4. SOCIALIZACIÓN EL DISEÑO DE MEJORA ENFOCADA EN EL CDA VILLA DEL ROSARIO Y DARLO A CONOCER**

- Realizar la reunión con los socios para explicar que los objetivos organizacionales y económicos se pueden lograr con la aplicación de dicha metodología.
- Se explicarán los logros económicos para la empresa y por lo tanto los beneficios para la alta dirección.
- La reunión se realiza con medios audiovisuales para explicar con detalle la filosofía que se implantará para lograr las metas.
- Se socializará con los empleados de todos los niveles y el compromiso de este modelo enfocado a la eficiencia y eficacia de la empresa.

## 5. CONCLUSIONES

Con el estudio y realización del presente trabajo en el CDA Villa del Rosario, se derivaron las siguientes conclusiones:

- Se recopiló y sintetizó información que sirve como referencia para el desarrollo de los objetivos referente a la operación del CDA y que dan una idea más precisa de lo que se busca con el diseño del modelo de mejora enfocada aplicando herramientas Lean Manufacturing.
- Una futura aplicación del programa la gerencia debe valorar factores importantes como formación del personal, sistema de gestión, actividades de mantenimiento y calibración, filosofía de organización y limpieza, visualizando el proceso en un mapa de flujo de valor como herramienta para identificar, a través de la mejora enfocada, las actividades generadores de valor. Todo esto encaminado o alineado en un modelo que busca lograr los objetivos de la empresa.
- Se identificaron las principales pérdidas que generan aumento de costos de producción, disminuyen la productividad, entre otros. Una vez identificadas los despilfarros se deben tomar acciones para eliminarlas de raíz o disminuirlos. Estas pérdidas se logran identificar a través de la herramienta Mapa de Flujo de Valor el cual me visualiza el procedimiento para tomar acciones que eliminen la causa.
- Socializar con los directivos y los empleados de todos los niveles el beneficio que trae aplicar un modelo de mejora enfocada a través de herramientas de Lean Manufacturing y obtener resultados productivos para toda la organización.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, Humberto. Mejoras enfocadas, kobetzu Kaizen. [en línea]. Disponible en <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/PDF/mejoras%20enfocadas.pdf>> [Consultado 11 agosto 2016].
  
- CABRERA, Rafael. Value Stream Mapping: Análisis de la cadena de valor. [En línea]. [Consultado 29 julio 2016]. Disponible en <<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/vsm-value-stream-mapping-analisis-cadena-valor.pdf>>
  
- DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México. Grupo editorial Patria y CECSA. 2000. 2-4p.
  
- GEORGE, Mark. La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos. [en línea]. [Consultado 4 agosto 2016] Disponible en <[http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture\\_Lean\\_Six\\_Sigma\\_Spanish.pdf](http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture_Lean_Six_Sigma_Spanish.pdf)>
  
- GUTIERREZ MORA, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Primera edición. México: Alfa omega, 2009. 439-440 p.
  
- HERNANDEZ, Juan Carlos & VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación. (2013). [en línea]. Disponible en <[http://es.slideshare.net/slides\\_eoi/lean-manufacturing-conceptos-tcnicas-e-implantacin](http://es.slideshare.net/slides_eoi/lean-manufacturing-conceptos-tcnicas-e-implantacin)>
  
- JONES, Daniel & WOMACK, James. Lean Thinking. Gestión 2000, 2012
  
- LÓPEZ, Ernesto. El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. 2009. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.

- MINAYA, Roberto. TPM: Seiichi Nakajima. [en línea] (2012). Disponible en <<http://goo.gl/1lhZ82>> [Consultado 13 agosto 2016].
  
- MUÑOZ, Isabel & TORRUBIANO, Juan. Metodología LEAN. Una experiencia global de aplicación en el sector sanitario: Fundación Hospital Calahorra. Disponible en <<http://fhcalahorra.com/files/doc/ForumCalidad195-08MetodologiaLeanUnaexperienciaglobal.pdf>> [consultado 10 agosto 2016].
  
- PARTIDA, Ángel. La importancia del TPM. [en línea]. Disponible en <<http://mantenimiento-mi.es/2012/la-importancia-del-tpm-mantenimiento-productivo-total>> [consultado 14 agosto 2016].
  
- ROTHER, Mike y Shook John. Observar para crear valor. Versión 1.2. brookline, Massachusetts, USA.
  
- SALCEDO, German. Segura Santiago. Propuesta del modelo de mejora enfocada para el departamento de mantenimiento RPH ingeniería y construcción utilizando metodología TPM. Colombia: Universidad Industrial de Santander. 2011.
  
- SUZUKI, Tokutaru. TPM en industrias en proceso. Primera edición. Madrid, España: copyright. p 45.
  
- WOMACK, James P. y Jones, Daniel T. Lean Thinking. Primera Edición en libro electrónico. Editorial Gestión 2000. Barcelona (España). Páginas 1-4





## Anexo B. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

**Siglas por Actividad:**

**MP:** Mantenimiento Preventivo. **VM:** Verificación Metrológica. **CA:** Calibración. **RE:** Recarga  
**EN:** Equipo Nuevo

No	Tipo	Nombre	Código	Cronograma											
				Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	AGAA1			MP						MP			
2.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	AJAA1			MP						MP			
3.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	AGPC1			MP							MP		
4.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	ATXA1			MP						MP			
5.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	ATPC1			MP							MP		
6.	EQUIPO DE OFICINA	IMPRESORA	ATMA1			MP							MP		
7.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	AJAA1			MP						MP			
8.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	AIPC1			MP							MP		
9.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	AEXA1			MP						MP			
10.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	AEPC1			MP							MP		
11.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	AGPC2			MP							MP		
12.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	AGAA1			MP						MP			
13.	EQUIPO DE OFICINA	IMPRESORA	ACM4			MP							MP		
14.	EQUIPO DE OFICINA	IMPRESORA	ACM2			MP							MP		
15.	EQUIPO DE OFICINA	IMPRESORA	ACM3			MP							MP		
16.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	ACPC2			MP							MP		
17.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	ACPC1			MP							MP		
18.	EQUIPO DE OFICINA	CPU	ACPC4			MP							MP		
19.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	ASXA1			MP						MP			
20.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	ASXA2			MP						MP			
21.	EQUIPO DE OFICINA	AREACONDICIONADO	AKXA1			MP						MP			
22.	EQUIPO DE PISTA	SERVIDOR	AJSE1			MP							MP		
23.	EQUIPO DE PISTA	CPU ESPEJO	AJES1			MP							MP		
24.	EQUIPO DE PISTA	RACK	AJRA1			MP							MP		
25.	EQUIPO DE PISTA	ROUTER	ACRO1			MP							MP		
26.	EQUIPO DE PISTA	ROUTER	PMRO1			MP							MP		
27.	EQUIPO DE PISTA	PANEL PAGES	AJPP1			MP							MP		
28.	EQUIPO DE PISTA	KVM	AKKV1			MP							MP		

No	Tipo	Nombre	Código	Cronograma											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
29.	EQUIPO DE PISTA	FUENTE	AKFU1			MP								MP	
30.	EQUIPO DE PISTA	SWITCH	AMSW1			MP								MP	
31.	EQUIPO DE PISTA	UPS	AKUP1			MP									
32.	EQUIPO DE PISTA	BLOQUEADOR NEUMATICO	PVBN1		MP							MP			
33.	EQUIPO DE PISTA	BLOQUEADOR NEUMATICO	PVBN2		MP							MP			
34.	EQUIPO DE PISTA	BOMBA ELEVADOR DE MOTOS	PVBE1		MP							MP			
35.	EQUIPO DE PISTA	ELEVADOR DE MOTOS	PVEM1		MP							MP			
36.	EQUIPO DE PISTA	FRENOMETRO	PMFR2		MP,CA			CA							
37.	EQUIPO DE PISTA	SONOMETRO	PVSO2		MP,CA										
38.	EQUIPO DE PISTA	ANALIZADOR DE GASES	PAAG2		MP,CA			CA							
39.	EQUIPO DE PISTA	ALINEADOR DE LUCES (LUXOMETRO MIXTO)	PMAL4					CA							
40.	EQUIPO DE PISTA	PISTOFONO	PVPI1		MP,CA							MP,VM			
41.	EQUIPO DE PISTA	ALINEADOR AL PASO PESADOS	PMAP3		MP,CA			CA							
42.	EQUIPO DE PISTA	FRENOMETRO	PMFR1		MP,CA			CA							
43.	EQUIPO DE PISTA	SONOMETRO	PVSO3		MP,CA										
44.	EQUIPO DE PISTA	ANALIZADOR DE GASES	PAAG1		MP,CA			CA							
45.	EQUIPO DE PISTA	OPACIMETRO	PAOP1		MP,CA			CA							
46.	EQUIPO DE PISTA	ALINEADOR DE LUCES (LUXOMETRO MOTOS)	PMAL3					CA							
47.	EQUIPO DE PISTA	PROBADOR DE SUSPENSION	PMPS1		MP,CA			CA							
48.	EQUIPO DE PISTA	PROBADOR JUEGOS MECANICOS	PMJM1		MP							MP			
49.	EQUIPO DE PISTA	COMPRESOR	PACO1		MP							MP			

### Continuación: anexo C

No	Tipo	Nombre	Código	Cronograma												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
50.	EQUIPO DE PISTA	TABLET	PMTA1					EN						MP		
51.	EQUIPO DE PISTA	TABLET	PMTA2					EN						MP		
52.	EQUIPO DE PISTA	TABLET	PMTA3					EN						MP		
53.	EQUIPO DE PISTA	TABLET	PMTA4					EN						MP		
54.	EQUIPO DE PISTA	TABLET	PMTA5					EN						MP		
55.	EQUIPO DE PISTA	TABLET	PMTA6					EN						MP		
56.	EQUIPO DE PISTA	CALIBRADOR PIE DE REY	PVCP1		MP, CA							MP		CA		
57.	EQUIPO DE PISTA	PROFUNDIMETRO DIGITAL	PVPR1		MP, CA							MP		CA		
58.	EQUIPO DE PISTA	CAPELEC 1	PACA1		MP	CA		CA								
59.	EQUIPO DE PISTA	CAPELEC 2	PACA2		MP	CA		CA								
60.	EQUIPO DE PISTA	CAPELEC 3	PACA3		MP	CA		CA								
61.	EQUIPO DE PISTA	PROFUNDIMETRO DIGITAL	PVPR4		MP	CA								VM, CA		
62.	EQUIPO DE PISTA	ANALIZADOR DE GASES	PAAG3		MP, CA			CA								
63.	EQUIPO DE PISTA	TERMOHIGROMETRO	PATH2					CA								
64.	EQUIPO DE PISTA	PROBADOR TAXIMETRO	PMPT1		MP	CA		CA								
65.	EQUIPO DE PISTA	MANOMETRO	PVCM2			MP, CA								VM		
66.	EQUIPO DE PISTA	FILTRO DE DENSIDAD OPTICA NEUTRA	N/A						CA							
67.	EQUIPO DE PISTA	FILTRO DE DENSIDAD OPTICA NEUTRA	N/A						CA							
68.	EQUIPO DE PISTA	CILINDRO GAS PATRON	PACG1			RE				RE					RE	
69.	EQUIPO DE PISTA	CILINDRO GAS PATRON	PACG2						RE							RE
70.	EQUIPO DE PISTA	CILINDRO GAS PATRON	PACG3													RE
71.	EQUIPO DE PISTA	CILINDRO GAS PATRON	PACG4		RE						RE					
72.	EQUIPO DE PISTA	CILINDRO GAS PATRON	PACG5													RE
73.	EQUIPO DE PISTA	CILINDRO GAS PATRON	PACG6					RE					RE			