

OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO DEL C208B GRAND
CARAVAN DE LA AVIACIÓN DEL EJÉRCITO

PRESENTADO POR:
JAVIER OLARTE DUARTE
D5200946

Ensayo presentado como requisito para optar al título de
Especialista en Alta Gerencia

ASESOR:
JUAN PABLO SÁNCHEZ ACEVEDO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
ESPECIALIZACIÓN EN ALTA GERENCIA
BOGOTÁ, COLOMBIA

2017

Resumen

Desde la reactivación del arma de aviación en el año de 1995, el mantenimiento aeronáutico a las aeronaves de ala fija en el Ejército Nacional se ha desarrollado en un contexto netamente operativo, en la cual sus actividades están enfocadas en el alistamiento de las aeronaves sin escatimar recursos y tiempo para ello, viéndose comprometida su competitividad en comparación con empresas de aviación civil, presentándose defectos recurrentes en diferentes áreas, siendo en ocasiones ineficientes las labores de mantenimiento. Para dar solución a esta problemática, es necesario analizar los beneficios que ofrecen diferentes conceptos y herramientas técnicas como el Lean six sigma para la optimización de los procesos de mantenimiento de aviones de la Aviación del Ejército. Lean Six Sigma es una técnica basada en métodos y trabajos estadísticos que buscan determinar las causales que generan sobrecostos, exceso de tiempo de procedimientos, reducción de inventarios, balanceo de los procesos y la eliminación de todo tipo de desperdicios, teniendo en cuenta la metodología de estudio de caso, el cual se tratará en este ensayo, ya que al poseer fuentes de información provenientes de las actividades de mantenimiento, como ejecución de trabajos sea por condición o por tiempo de fases y documentos de mantenimiento programado de la flota de aviones Grand Caravan de la Aviación del Ejército, con la finalidad de aumentar la productividad, la calidad del servicio con altos estándares de seguridad.

Palabras clave

Lean Six Sigma, optimización, mantenimiento, productividad

Abstract

Since the reactivation of the aircraft weapon in 1995, the aeronautical maintenance of fixed wing aircraft in the National Army has developed in a purely operational context, in which its activities are focused on the enlistment of aircraft, without Skipping resources and time for it, being compromised their competitiveness in comparison with civil aviation

companies, presenting recurring defects in different areas, being sometimes inefficient the maintenance work. In order to solve this problem, it is necessary to analyze the benefits offered by different concepts and technical tools such as Lean six sigma for the optimization of the aircraft maintenance processes of the Army Aviation. Lean Six Sigma is a technique based on methods and statistical work that seeks to determine the causes that generate cost overruns, excess of time of procedures, reduction of inventories, balance of processes and the elimination of all type of waste, taking into account the methodology of A case study, which will be dealt with in this essay, since having information sources from the maintenance activities, such as execution of works, whether by condition or time of phases and scheduled maintenance documents of the fleet of Grand Caravan aircraft Of the Army Aviation, in order to increase productivity, quality of service with high safety standards.

Key words

Lean Six Sigma, optimization, maintenance, productivity

Introducción

El presente ensayo trata sobre la aplicación de la herramienta técnica de control y decisión como lo es el *lean six sigma*, para la optimización de los procesos de mantenimiento aeronáutico en el equipo C208B Grand Caravan, tipo de aeronaves adscritas al Batallón de Mantenimiento de Aviación No. 1 “Aviones” (BAMAV1), Unidad representativa y destinada para efectuarle los servicios de mantenimiento programado y no programado en la Aviación del Ejército; propósito con el fin de mejorar y aumentar la productividad para el desarrollo de los procesos regulares y cotidianos que ejecutan permanentemente en sus labores la Unidad de mantenimiento y garantizar de esta forma con calidad y seguridad al final un excelente servicio.

El mantenimiento a las aeronaves es una de las ramas más esenciales en el mundo aeronáutico sin importar el tipo de equipo, de tal forma es preciso iniciar de forma sistemática

en esta rama, observando la historia desde la reactivación de la Aviación del Ejército, y la instauración y transformación de la Unidad de Mantenimiento hasta el día de hoy, su desarrollo y sostenimiento bajo los conceptos y tipos de mantenimiento que son realizados en el BAMAV1, con un énfasis en el mantenimiento programado a las aeronaves Grand Caravan C208B, flota que integra esta Unidad, servicios realizados según lo estipulado (períodos y frecuencia) a realizar, basado en los manuales técnicos emitidos por las casas fabricantes de los aviones, boletines de servicio y/o Directivas de Aeronavegabilidad.

Acto seguido observaremos diferentes herramientas que se han implementado a través del tiempo en las empresas de talleres de mantenimiento aeronáutico, a partir de estas herramientas se toman los conceptos, surgimiento, tipos y vinculación constituyente del Lean con Six Sigma, la sinergia, complementación y modelos tecnológicos logísticos para usar esta herramienta en el BAMAV1 de la Aviación del Ejército.

Cerraremos con la metodología, las fuentes de información y muestra aplicable y se concluye con los beneficios de la implementación de este tipo de herramienta en el proceso de mantenimiento programado y no programado en la flota C208B Grand Caravan perteneciente al BAMAV1 de la Aviación del Ejército y los resultados esperados en el aumento de la productividad y el mantener en un alto grado la disponibilidad en horas de vuelo para el desarrollo de las operaciones que realiza la Aviación del Ejército.

1. Historia y transformación del mantenimiento en la Aviación del Ejército

La reconstrucción de la historia del Ejército durante el conflicto armado más degradado del hemisferio occidental no podrá dejar de lado los hechos fundamentales para la obtención de la victoria decisiva, es así que un 25 de agosto de 1995, en el Gobierno de turno, bajo el Decreto 1422 del mismo año, se ordenó la reactivación definitiva del Arma de Aviación, permitiendo la compra de equipos, entrenamiento de nuevas tripulaciones y acumulación de experiencia para afrontar los diversos retos que generaba el conflicto interno.

En su incesante lucha contra el terrorismo y el narcotráfico, la División de Aviación Asalto Aéreo ha realizado en conjunto con las demás Fuerzas del Estado, operaciones de alto impacto que han golpeado lo más profundo de las estructuras al margen de la ley. Actualmente, la Aviación del Ejército cuenta con una moderna flota de helicópteros y aviones desplegados por todo el territorio nacional, con personal especializado en cada una de sus áreas; el desarrollo de la aviación en sus más de 20 años de experiencia ha crecido exponencialmente en el mundo aeronáutico en especial como lo tratamos en este ensayo en la rama del mantenimiento, pero viéndose la necesidad actual de ser una disciplina sostenible por la conclusión del conflicto armado y por los cambios y nuevas amenazas que tiene la nación.

“El mantenimiento es una función logística, que tiene por objeto dar al material un tratamiento adecuado para que se conserve en condiciones de servicio o para renovarle dichas condiciones cuando hayan sido pérdidas o deterioradas”. (MGM DAVAA, 2015). Teniendo como base esta temática y cumplir con nuevas iniciativas para garantizar la construcción de una Aviación sostenible y modular, se busca instalar acciones para aumentar y fortalecer las capacidades existentes. Actualmente el mantenimiento es desarrollado en varios tipos según la necesidad y el lugar en que se realice, estos servicios son ejecutados según lo estipulado (períodos y frecuencia) a realizar, basado en los manuales técnicos emitidos por las casas fabricantes de los aviones, boletines de servicio y/o Directivas de Aeronavegabilidad del país de origen del equipo:

- 1.1 Mantenimiento programado:** Proveen una examinación sistemática de la aeronave y equipo asociado, a intervalos específicos, predeterminado por horas de vuelo.
- 1.2 Mantenimiento preventivo:** Compuesto por las acciones de inspección y cuidado con anterioridad o posterioridad al vuelo, con el fin de identificar fallas antes de que se presenten.
- 1.3 Mantenimiento no programado:** Mantenimiento imprevisto que se realiza para la solución de una falla repentina.

1.4 Mantenimiento de campo: Ejecución de tareas de mantenimiento fuera del sistema, en un ambiente táctico con uso de personal especializado.

(MGM DAVAA, 2015, p.17).

La Aviación del Ejército posee Ocho (08) aviones Cessna 208B Grand Caravan, los cuales es necesario realizar el mantenimiento programado y no programado por intermedio del Batallón de Mantenimiento de Aviación No. 1 “Aviones” BAMAV1, de acuerdo a lo estipulado por el fabricante y lograr así un alto grado de alistamiento para el cumplimiento de la Misión con seguridad en las operaciones.

2. Implementación modelo Lean Six Sigma flota C208B Grand Caravan

Las empresas aeronáuticas a lo largo del tiempo han luchado siempre por mantener estándares de calidad y confiabilidad en sus productos o servicios, para ello, se encaminan en la búsqueda de metodologías como: Justo a Tiempo (JIT) que es poseer el elemento solicitado, en la cantidad solicitada y en el tiempo establecido (Resta, B., Powell D. 2015); Administración Total de la Calidad (TQM) la cual plantea la toma de decisiones de gestión basándose siempre en la satisfacción del cliente, primando la calidad del producto y/o servicio mediante el uso de diferentes herramientas de análisis, control y decisión (Sower et al., 1999); Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología en la cual contempla a la empresa como un equipo de mantenimiento e involucra no solo a los directivos de la empresa, si no a los operarios que interactúan diariamente el elemento, ya que ellos pueden aportar información vital y pueden servir como primer filtro de mantenimiento cumpliendo labores de engrase, lubricación, entre otros.

Según diferentes referentes teóricos (Ahuja y Khamba, 2008; Bamber et al., 1999; Konecny et al, 2011; Ahmed et al., 2004; ETI et al., 2004; Hartmann, 1992; Nakajima, 1988) el Total Productive Maintenance (TPM) tiene como finalidad del obtener cero averías, cero defectos, cero accidentes y cero residuos en el sistema. Además, de acuerdo con (Nakajima, 1988; Ahuja de 2008; Hartmann, 1992) al eliminar los defectos y averías, se reducen los costes, se puede reducir el inventario de repuestos se ve reflejado el aumento de la

productividad de la empresa; Manufactura esbelta, Seis Sigma y Lean, estos conceptos al trabajar son adaptables a las necesidades y su modelo del negocio.

2.1 Lean

Éstas metodologías de optimización se engloban dentro del concepto de Lean, la cual está compuesta de múltiples metodologías y herramientas de mejora de procesos de producción, siendo una filosofía multidimensional, la cual se complementa de un grupo de prácticas que, al analizarlas por separado no son equivalentes, existen diferentes formas de concebir la estrategia Lean, pero en realidad todas tienen sus mismas bases, simplemente desarrollan un poco más alguna de sus dimensiones, éstos son los diversos enfoques que se les puede dar al Lean:

- **Lean Production:** la definición “Lean Production” fue dado por Jhon Krafcik (1988), el objetivo de esta estrategia es obtener la máxima eficiencia al ejecutar las operaciones con un bajo coste y con cero desperdicio, para esto se “actúa sobre las causas de variabilidad o pérdidas (esto es, todo aquello que no aumenta el valor tal y como lo percibe el cliente) y sobre las causas de la inflexibilidad (es decir, todo lo que no se adapta a las exigencias del cliente) para conseguir mejoras en calidad, costes, plazos y tiempos” (Moyano, J., Martínez, J., Maqueira, J., Bruque, S. 2012, p 106).
- **Lean Manufacturing:** Este concepto de Lean Manufacturing fue creado en Japón, en los sistemas productivos de Toyota, siendo su objetivo el crear cadenas de valor y la eliminación del desperdicio (Manotas y rivera, 2007; Pepper and Spedding, 2010; Inman, 1999, Arnheiter y Maleyeff 2005). Esta metodología posee cuatro procesos, que juntos potencian la productividad de las empresas, estos son “el proceso de desarrollo del producto, el proceso de gestión de proveedores, el proceso de gestión del cliente y el proceso de enfoque de políticas para toda la empresa” (Holweg, 2007, p. 430).

- Lean Thinking: sus orígenes son en Japón, casi 60 años atrás, luego de la segunda guerra mundial, Japón no tenía posición en el mercado y necesitaba ser competitivo, para ello necesitaba elaborar productos con recursos limitados. Lean Thinking se basa en la respuesta rápida a las demandas del cliente y oportunidades del mercado, sin dejar de lado nunca la calidad del producto o servicio, basándose en los 4 pilares: operaciones concentradas, eliminación de desperdicios que no agreguen valor, flexibilidad y adaptabilidad y mejora continua. (Murman 2012).

La metodología Lean siempre está compuesta de actividades que conllevan a la organización a reducir los defectos, el transporte innecesario y el inventario excesivo, mediante la utilización de menos tiempo, teniendo menos inventarios utilizando el menor espacio posible en la empresa (Spector 2006), para esto es necesario dar cumplimiento a 5 parámetros planteados por Moore and A. Gibbons (1997) los cuales son:

1. Se debe ser más sensibles a las necesidades del cliente
2. Se debe reducir los costos
3. Es necesario cumplir las expectativas de calidad del cliente.
4. La empresa debe asegurar que se usa el personal con la mayor eficiencia posible.
5. La empresa debe mejorar la gestión de la Asociación.

Esto da una perspectiva de las necesidades y requerimientos del Lean, los cuales son atributos que representan las mejores prácticas para la optimización de procesos.

2.2 Six sigma

Six Sigma fue creada e implementada por Motorola Corp. a mediados de la década de 1980 para mejorar los rendimientos de fabricación. La mejora de los procesos se basa en los programas de calidad (costo de calidad, cero defectos y gestión de la calidad total), Su objetivo principal es la eliminación de la variación en los productos y los procesos de servicio a tal grado que seis sigmas de (99.9997 por ciento de rendimiento) se ajustará a los límites

de especificación definidos por los clientes (Spector 2006), siendo su principal enfoque el cliente. (Mantilla 2012).

Six Sigma utiliza una metodología de implementación la cual abarca los temas clave como:

- Centrado en el cliente: El valor de las partes interesadas es el punto de partida para todas las mejoras de Six Sigma.
- Centrado en procesos: Dominar los procesos de negocio es una forma de crear una ventaja competitiva en la entrega de valor a los consumidores.
- Datos y hechos: Las decisiones se basan en datos y hechos establecidos.
- Estandarizados y repetibles: los clientes valoran procesos de negocio consistentes que ofrecen Niveles de calidad.
- Impulso por la perfección, la tolerancia para el fracaso: Entender que ninguna empresa ha logrado nunca grandes resultados Sin algunos errores en el camino.
- Colaboración sin fronteras: Six Sigma amplía las oportunidades de colaboración a medida que las personas aprenden Sus papeles encajan en el "cuadro general" y como reconocen y miden la interdependencia de todos Actividades en un proceso.

(Spector, 2006 p. 44).

Para implementar dichos temas clave, es indispensable dar inicio a utilizar el proceso DMAIC y métodos estadísticos con el fin de:

Definir los problemas y situaciones a mejorar, *Medir* para obtener información y datos, *Analizar* la información recolectada, *Implementar* mejoras a los procesos y finalmente, *Controlar* los procesos o productos con el objetivo de alcanzar resultados sostenidos, lo que a su vez genera un ciclo de mejoramiento continuo.

(Mantilla et al, 2012, p.27).

Esta metodología del DMAIC es fundamental al momento de definir el problema principal detectado al interior de una empresa, posteriormente se definen los objetivos

iniciales, basándose en conocimientos e información histórica del problema vinculando estrategias previas, inconformidades del cliente y también los principales procesos relacionados con el problema a solucionar (Tenera, A; Carneiro, L. 2014). De esta forma el Six Sigma resuelve los inconvenientes y optimiza los procesos, mediante una descripción del problema y un estudio detallado, describiendo causas y soluciones.

En cada una de las fases anunciadas, en estas se utilizan unas herramientas de calidad y técnicas estadísticas para avanzar en el proyecto basando las acciones en hechos y datos correctamente muestreados, medidos, analizados, etc.

Si queremos alcanzar los objetivos establecidos del proyecto, no es nada aconsejable saltarse una fase. No se debería tampoco enfocar todo el proyecto, desde el inicio, hacia lo que pensamos ser la causa principal del problema sin plantear la posibilidad de existencia de otras causas.

“Nos encontramos a menudo con esta situación en la cual se debe explicar que seguramente, se trata de una causa importante, aunque probablemente, no la única. Realmente, cuando un proyecto 6 Sigma se inicia con la solución en mente, puede resultar difícil encontrar otras fuentes del problema, herramientas como un simple Brainstorming, un diagrama causa-efecto (Ishikawa), un análisis del flujograma de proceso, nos permiten formular numerosas otras hipótesis sobre las causas potenciales del problema.” ((RSS), 2010)

2.3 Lean six sigma

Lean Six Sigma surge como una filosofía la cual tiene como principal objetivo aumentar el rendimiento de los procesos de la organización, traduciendo esto en mayor satisfacción del cliente, mejores resultados y optimización de la estrategia de negocio. Es, de hecho, ampliamente reconocido que Lean Six Sigma es una herramienta de desarrollo de liderazgo organizacional altamente efectiva, debido a que al enfocarse identificar las

problemáticas y procesos que no generan valor al negocio, el personal encargado de liderar la organización tiene el deber de organizar los planes correctivos, las estrategias de optimización y los métodos de solución de hallazgos.

Tanto Six Sigma y Lean management han evolucionado para comportarse como un sistema de gestión integral. En cada caso, su aplicación efectiva implica cambios culturales en las organizaciones, impactando positivamente y generando nuevos métodos de producción, mantenimiento, soporte y fidelización de clientes y un alto grado de formación y educación continuada de los trabajadores.

Lean Six Sigma se refiere al manejo de una gestión integral e inteligente de una organización, mediante el uso de herramientas que permitan tener en cuenta los requisitos de cliente y su satisfacción mediante el uso de datos y hechos para la elaboración de estrategias de mediano y largo plazo, teniendo como pilar el vinculamiento de los empleados en su ejecución.

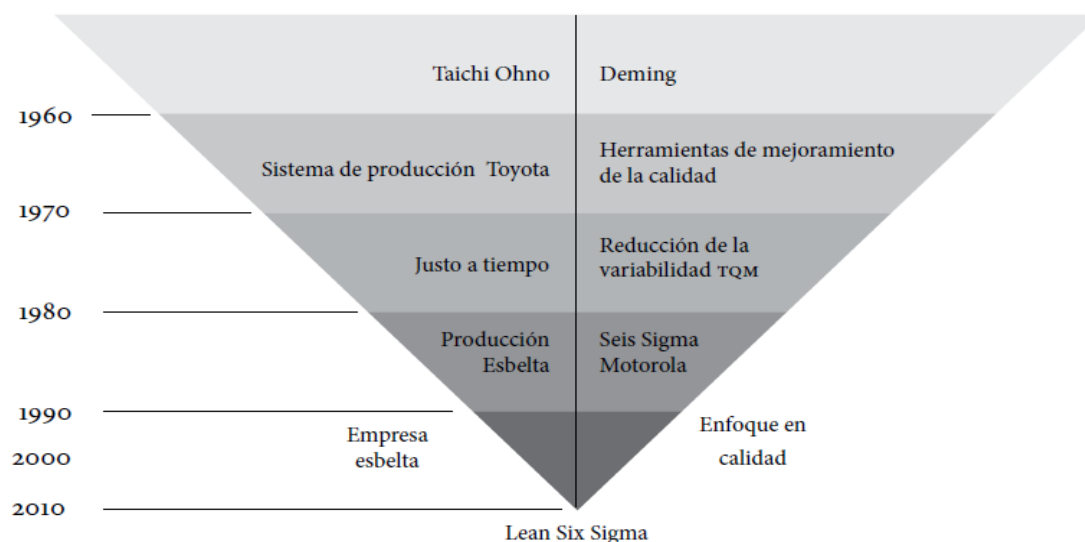
(Pamfiliea, 2012).

Las mayores mejoras asociadas a la implementación de LSS provienen de abordar los problemas en los eslabones más débiles de la cadena. Mejorar sin tener presentes las limitaciones tiende a generar en la organización un impacto poco positivo en el sistema en general y pudiendo incluso afectar el enfoque de la metodología y desmejorando la percepción del cliente, de acuerdo con (Spector, 2012); es necesario tener en cuenta los siguientes pasos antes de implementar el LSS:

- **Principales pasos de enfoque:** Se refiere a los cinco "procesos de mejora continua" de Goldratt: 1) Identificando la restricción, 2) explotando la restricción, 3) subordinando todo lo demás a la restricción, 4) elevar la restricción, y 5) repetir los pasos. Estos pasos se aplican si el sistema está Fabricación, distribución, ventas o gestión de proyectos.

- **Los procesos de pensamiento (TP):** Estos son los métodos que permiten la mejora enfocada de cualquier sistema. El propósito del TP es ayudar a responder a las tres preguntas esenciales para lograr mejoras enfocadas: ¿Qué cambiar? ¿A qué cambiar? ¿Cómo causar el cambio?
- **Contabilidad de rendimiento (TA):** Esta es la alternativa a la contabilidad de gestión basada en costes. TA no es Costos y no asigna costos a productos y servicios. En lugar de ello, se concentra en los costos sobre la maximización del beneficio mediante la gestión de las restricciones.
- **Soluciones específicas de aplicación:** Incluye actividades de cadena de suministro y operaciones y Operaciones de gestión.” (Spector, 2012, p 46)

Estos pasos son fundamentales al querer identificar y delimitar las restricciones con las que cuenta la organización antes de dar inicio al proceso de implementación del modelo de optimización Lean Six Sigma, debido a que, de no hacerlo, es muy probable que se afecte la organización, en vez de generar un cambio y un impacto positivo en ella.



Gráfica 1. Evolución del Lean Six Sigma Fuente: Mantilla (2012, p.29)

Al combinar estos dos enfoques multidisciplinarios, las empresas pueden mejorar sustancialmente en cuanto a su competitividad en velocidad de respuesta y calidad de sus productos y/o servicios. De igual forma, a través de la participación activa de los empleados, es promovida la retroalimentación de los procesos, generándose así una contribución al cambio que llevará a cabo y que traerá todos los beneficios de todas y cada una de las estrategias implementadas con el fin de mejorar el nivel de servicio y su calidad, generando confianza en las habilidades organizacionales y su capacidad de trabajo, desarrollando su creatividad e innovación. Si la implementación de Lean Six Sigma ha resultado en mejoras en los procesos dentro de la organización y los empleados son informados de que, si estaban directamente involucrados en el flujo de ejecución, o que podría haber visto los beneficios, esto le dará un estado de espíritu positivo, confianza en su trabajo y dentro de las organizaciones en las que operan.

Tipo iniciativa	proyecto
Cargo responsable	Cdte. BAMAV1
Objetivo	Optimización alistamiento operacional

Para los trabajos de metodología Lean, se efectúa la inducción al personal de líderes gerenciales, líderes intermedios, supervisores de equipo para que entiendan la filosofía para iniciar la revisión detallada de los procesos.

3. Metodología y fuentes de información

Al realizarlo como un estudio de caso, el cual posee fuentes de información provenientes de las actividades de mantenimiento de la flota de aviones Grand Caravan de la Aviación del Ejército, caracterizadas por ejecutarse por condición o tiempo, siendo fuentes de información las fases y los documentos de cumplimiento de las aeronaves, establecido por el manual de la casa fabricante del equipo.

Para la selección de la muestra se tomará como referente la flota Grand Caravan dentro de la flota de aeronaves con la que cuenta la Aviación del Ejército, Para tal efecto se tiene como referencia esta flota debido a que es la que posee la mayor cantidad de aeronaves, obteniendo una alta rotación de fases de mantenimiento, por consiguiente, la recolección de datos toma menos tiempo y es más variada.

3.1 Variables a evaluar

Con base en la fundamentación teórica antes presentada las siguientes son las variables a evaluar en este estudio:

- ✓ Tiempo de ejecución de la fase de mantenimiento de la aeronave.
- ✓ Costos de la fase de mantenimiento.

3.2 Técnica para la recolección de la información

La técnica para la obtención de la información son las bases de datos de mantenimiento de las aeronaves y la observación sistemática, con el fin de recolectar la información deseada, para el diligenciamiento de los tiempos de cada una de las tareas de mantenimiento, así como los imprevistos y retrasos presentes durante la fase, identificando la naturaleza y la duración de estos para poder realizar los estudios comparativos lo más acertadamente posible.

4. Conclusiones

La implementación de la metodología Lean Six Sigma en el Batallón de mantenimiento de Aviación No. 1 “Aviones” es prioritaria, uno de los factores que más tiene relevancia para su éxito es el de involucrar a la alta gerencia en el desarrollo del modelo para brindarle el impulso requerido y lograr convertirlo en una política dentro de la organización. De la misma forma se requiere fortalecer la fundamentación con un comité que se comprometa a alcanzar

las bondades y beneficios que la herramienta ofrece, para esto se debe fortalecer los medios físicos, logísticos y doctrinales con el propósito de impulsar la decisión y alcanzar los objetivos propuestos que permitan cumplir los criterios de logros establecidos dentro del marco del aumento de la disponibilidad de la flota C208B Grand Caravan para las operaciones.

Es preciso entender que para ejecutar un modelo de esta categoría que se adapte a las necesidades del Bamav1, se es necesario implementar estas dos estrategias, las cuales de manera conjunta generan una sinergia sin igual, proporcionando acciones concretas con el fin de mitigar los inconvenientes actuales de la organización y así lograr la estandarización de los procedimientos en mantenimiento, la disminución de tiempos en la ejecución de los trabajos de inspecciones, reducción de desperdicios de tiempo, materiales, optimización del recurso humano, y recursos monetarios puestos a disposición, lo cual generará el aumento en la productividad y el mejoramiento del clima organizacional, para conllevar a un resultado de producto con calidad y óptimo para la satisfacción del cliente.

5. Referencias

- Ahmed,S., Hassan,M., Taha, Z., (2004), State of implementation of TPM in SMIs : a survey study in Malaysia,,*Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.10 No.2, pp. 93-106.
- Ahuja I.P.S., Khamba, J.S., (2008), Total productive maintenance: Literature review and directions, *International Journal of Quality and Reliability Management*,Vol.25 No.7, pp. 709-756.
- Arnheiter, E. y Maleyeff, J. (2005). The integration of lean management and six sigma. *The TQM Magazine*, 17(1), 11.
- Bamber,C.J.,Sharp,J.M. and Hides,M.T. (1999), Factors affecting successful implementation of total productive maintenance :a UK manufacturing case study, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5 No.3, pp. 162-81.

- Hartmann, E.H. (1992), *Successfully Installing TPM in Non-Japanese Plant: Total Productive Maintenance*, TPM Press Inc., London.
- Holweg, M. (2007), "The genealogy of lean production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, pp. 420-37.
- Inman, R.R. (1999), "Are you implementing a pull system by putting the cart before the horse?" *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 40 No. 2, pp. 67-71.
- James-Moore A. Gibbons, (1997),"Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology",*International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 Iss 9 pp. 899 - 911
- Konecny,P.A.,Thun,J.H.,(2011), Do it separately or simultaneously An empirical analysis of a conjoint implementation of TQM and TPM on plant performance, *International Journal of Production Economics*, Vol. 133, pp. 496-507.
- Krafcik, J.F., 1988. Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review* 30 (1), 41–52.
- Manotas, D., Rivera, L. (2007). Lean manufacturing measurement: the relationship between lean activities and lean metrics. *Estudios Gerenciales*, 23 (105), 69–83.
- Mantilla, C. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios gerenciales*, 28, Pg 27
- Moyano, J., Martinez, J., Maqueira, J., Bruque, S. (2012). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la búsqueda de la eficiencia: un análisis desde Lean Production y la integración electrónica de la cadena de suministro. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa* 15 (2012) 105–116.
- Murman, E. (2012), *Innovation in aeronautics through Lean Engineering*, Published by Woodhead Publishing Limited, 212-358.
- Nakajima, S (1988): *Introduction to TPM*, Productivity Press, Cambridge, MA.
- Pamfilie, R., Petcu, A. & Draghici, M. (2012). The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management. 8 *thInternational Strategic Management Conference, Procedia Social and Behavioral Sciences*, 58, Pg 188.

- Pepper, M., & Spedding, T. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27, Pg 138-154.
- Resta, B., Powell D. (2015). Towards a framework for lean operations in product- oriented product service systems, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 9, 12–22.
- Sower, V.E., Savoie, M.J. and Renick, S. (1999), An Introduction to Quality Management and Engineering, *Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ*, pp. 33-45.
- Spector, R. (2006). How constraints management enhances lean and six sigma. *Supply Chain Management Review*, 10 (1), 42.
- Tenera, A; Carneiro, L. (2014). A Lean Six Sigma (LSS) project management improvement model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119, 912 – 920.