



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**MEJORA DE SISTEMA DE MEDICIÓN DE
PRODUCTIVIDAD TALLERES DE REPARACIÓN
DE AVIANCA HOLDING**

Monica Alejandra Flórez Ariza

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería
Industrial

Medellín, Colombia

2019



Mejora de sistema de medición de productividad talleres de reparación de Avianca Holding

Mónica Alejandra Flórez Ariza

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniera Industrial

Emerson Andrés Giraldo Betancourt

Mónica Alejandra Flórez Ariza
Ingeniera Industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial
Medellín, Colombia
2019.

Contenido	
Contenido	2
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVO	7
Objetivos específicos	7
MARCO TEÓRICO.....	7
GENERALIDADES	11
METODOLOGÍA.....	11
1 FASE: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2 FASE: PROCESO DE REPARACIÓN.	14
3 FASE: DIAGNÓSTICO.....	16
Productividad horas hombre	16
Notificación de horas.....	16
Horas no notificadas.	17
HH directas Vs horas notificadas	18
HH indirectas Vs horas disponibles	18
Relación tiempo directo vs indirecto	19
Ausentismo	20
Reparación de componentes	21
Cantidad de componentes	21
TAT	21
Causa-efecto.....	21
Material	21
Mano de obra.....	22
Medición	22
Métodos.....	22
Análisis de causas	¡Error! Marcador no definido.
Partes Críticas	23
VSM	24
4 FASE: MEJORAS IMPLEMENTADAS.....	26
5 FASE: RESULTADOS	29
Productividad de horas	29

Uso horas	30
ID_JOBS.....	31
Eficiencia de notificación	32
TIME ADD VALUE	33
Ausentismo	34
Factor de cumplimiento de TAT	37
LISTADO DE VARIABLES CRÍTICAS	39
HH no notificadas.....	39
TAT	39
PROPUESTA DE MEJORA	40
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS	42
Ilustración 1: Horas notificadas Fuente: Elaboración propia	17
Ilustración 2: Horas no notificadas Fuente: Elaboración propia	17
Ilustración 3: Disponible vs Directo Fuente: Elaboración propia.....	18
Ilustración 4: Indirecto vs Disponible Fuente: Elaboración propia	19
Ilustración 5: Indirecto vs Directo Fuente: Elaboración propia	20
Ilustración 6: Ausentismo Fuente: Elaboración propia.....	20
Ilustración 7 Pareto de PPFM talleres. Fuente: Elaboración propia.	24
Ilustración 8: Productividad horas Fuente: Elaboración propia	30
Ilustración 9: Uso horas Fuente: Elaboración propia	31
Ilustración 10: Porcentaje de horas tiempos indirectos. Fuente: Elaboración propia	32
Ilustración 11: Eficiencia Fuente: Elaboración propia	32
Ilustración 12: Eficiencia Fuente: Elaboración propia	33
Ilustración 13: Time add value. Fuente: Elaboración propia	34
Ilustración 14: Directo vs Indirecto Fuente: Elaboración propia.....	34
Ilustración 15: Ausentismo Fuente: Elaboración propia	35
Ilustración 16: Horas extras Fuente: Elaboración propia	35
Ilustración 17: Modelo informe consolidado. Fuente: Elaboración propia	36
Ilustración 18: Componentes Fuente: Elaboración propia	37
Ilustración 19: Prueba de normalidad TAT Fuente: Elaboración propia	38
Ilustración 20: Histograma TAT. Fuente: Elaboración propia.....	38
Ilustración 21: Modelo informe componentes. Fuente: Elaboración propia	39
Ilustración 22 Cumplimiento de TAT. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 1: Productividad de horas Fuente: Elaboración propia	29
Tabla 2: horas notificadas Fuente: Elaboración propia.....	30
Tabla 3: Análisis ID_JOB Fuente: Elaboración propia	31

Tabla 4: Situación actual Fuente: Elaboración propia	36
Figura 1: Diagrama de proceso de reparación Fuente: Elaboración propia	15
Figura 2: Diagrama causa efecto Fuente: Elaboración propia.....	23
Figura 3 VSM del proceso de reparación CVR. Fuente: Elaboración propia	25
figura 4 Base de datos horas hombre. Fuente: AMOS.....	26
figura 5 Base de datos componentes. Fuente: AMOS	27
figura 6 visualización Macro. Fuente: elaboración propia	27
figura 7 visualización productividad componentes. Fuente: elaboración propia	28

MEJORA DE SISTEMA DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD TALLERES DE REPARACIÓN DE AVIANCA HOLDING

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el análisis de productividad de los talleres de reparación de Avianca Holding, por medio de la implementación de indicadores de gestión. Las variables que soportan el estudio son: horas hombre, TAT y cantidad de componentes aeronáuticos reparados, Mejorando el proceso de obtención de información a través de la recopilación de bases de datos existentes, adicionalmente, se estandarizó el proceso de medición para los talleres del Holding por medio de manipulación de datos. Para identificar falencias en los procesos se emplearon herramientas como diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto y VSM. Dicho estudio permitió monitorear el uso de horas hombre y conocer la cantidad de componentes reparados por mes. Finalmente, se construyeron tableros de indicadores con el fin de optimizar el tiempo de generar un informe de productividad.

Palabras clave: TAT (Turnaround time), Horas hombre, Componentes aeronáuticos, notificación de horas.

INTRODUCCIÓN

Determinar si una industria es productiva implica conocer la manera en la cual se administran los recursos y cómo busca alcanzar objetivos a través de la ejecución eficaz de la planeación, por lo tanto a la hora de identificar la situación de la empresa, es necesario conocerla a detalle, saber qué realiza, cómo planea y cómo ejecuta la operación diaria, por esta razón se parte inicialmente con la caracterización de procesos y por ende, determinar cuáles variables afectan de manera directa la productividad, para ello se hace pertinente identificar cuáles son los recursos y cómo se administran, lo cual genera la necesidad de medir, pero, para poder medir es necesario contar con dos elementos necesarios: gestionar y controlar de una manera más objetiva y cuantitativa los procesos productivos, el primero consiste en saber el estado actual de los talleres de **Avianca Holding**, lo cual puede lograrse a través de un sistema de indicadores que sirvan como parámetro comparativo y el segundo elemento es un sistema de medición efectivo que permita conocer el desempeño de un sistema haciendo contraste con valores históricos que sirvan como parámetro de dirección respecto a las metas esperadas. La medición de la productividad implica de manera directa, hacer una comparación entre los recursos utilizados y cantidad de bienes producidos, por ello en el área de talleres de **Avianca Holding** se ve la necesidad de realizar mejoras en el sistema de medición de productividad con el fin de hacer mejoras en los procesos y así realizar un control efectivo y finalmente realizar las correcciones pertinentes logrando la transformación de resultados.

Intervenir los procesos de los talleres de Avianca Holding impacta de manera significativa la mejora continua, estandarizar los procesos permite reducir el tiempo de manejo de información y así controlar de manera eficiente un sistema y llegar finalmente a responder el gran interrogante ¿Somos productivos? y cómo se están administrando los recursos.

OBJETIVO

Mejora en el sistema de medición de indicadores para evaluar la productividad de los talleres de reparación de Avianca Holding.

Objetivos específicos

1. Describir la problemática de los talleres
2. Realizar un diagrama de proceso con el fin de conocer el proceso de reparación de componentes
3. Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los talleres por medio de análisis de bases de datos y herramientas lean, como diagrama causa-efecto, VSM y diagrama de Pareto.
4. Mejorar el proceso de recolección de información e implementar tableros de indicadores de gestión con el fin de medir la productividad.
5. Estandarizar el proceso de elaboración de informes para las bases Centroamérica y Perú, con el propósito de crear propuestas de mejora.

MARCO TEÓRICO

El MRO cuenta con talleres TAR (Taller Aeronáutico de Reparación) encargados de mantenimiento, reparación e inspección de estructuras y componentes aeronáuticos segmentados según la RAC (Regulación Aeronáutica Colombiana), a su vez, estos disponen de métodos, técnicas, herramientas, materiales, para llevar a cabo la reconstrucción de forma correcta. Cada taller presta servicio de reparación según las “capabilities” o autorizaciones del fabricante, estas son validadas por entidades regulatorias (Rodríguez, Lavorato, 2016).

Mantenimiento mayor se conoce como aquel que incluye tareas relacionadas con cambio de componentes, reparación e inspección general del avión, funcionamiento de motores y restauración de componentes aeronáuticos entre otros. Se realiza en base al tiempo de avión en tierra, el cual se asigna según ciclos u horas de vuelo, vida útil de las partes que integran el avión. Las tareas se realizan en concordancia con el programa de mantenimiento aprobado por autoridades aeronáuticas y manuales del fabricante AMM (Manual de mantenimiento de aeronaves (Rodríguez y Lavorato 2016).

El TAT (Turnaround time) se determina como el tiempo de llegada del componente o estructura al taller hasta al momento de salida (Rodríguez y Lavorato 2016).

Se conoce como productividad al índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o productos) y los recursos utilizados para lograrlo (entradas e insumos), de esta manera es de vital importancia al momento de definir un sistema de medición conocer y definir cuáles son las entradas y salidas, debido a que el adecuado manejo de estas influye en el resultado final de la medición (Carro &Gonzales 2010).

Para lograr un aumento en la productividad es necesario basarse en estrategias que giren en torno a la eficiencia, para ello es necesario alinearse con “el ciclo de productividad” el cual consiste en: medición, evaluación, planeación y mejoramiento de la productividad. La etapa de la medición impulsa a las organizaciones a promover su crecimiento, la razón por la cual se inicia por esta etapa es que proporciona en primera instancia definir el modelo que se usará y así adecuarlo a las necesidades de esta, por otra parte, es posible conocer la situación actual de la empresa (Villegas, 2007).

Un factor que se toma en cuenta para la medición de productividad es el recurso de horas hombre, debido a que se ofrecen servicios de mantenimiento y estas son las que se facturan al cliente, por esta razón se hace relevante obtener una mayor eficiencia, para ello se hace necesario medir el desempeño mediante el factor eficiencia, este es conocido como una medida en la cual la aplicación del esfuerzo humano produce los resultados deseables en cantidad y calidad, está además en función del método con el cual se realiza una tarea; estos deben ser mejorados mediante un análisis sistemático de los métodos actuales, la eliminación de trabajo innecesario con el fin de una mejor efectividad (Rodríguez, 2012).

A esto se le suman una serie de factores los cuales influyen en productividad como es el caso de la administración, esta, juega un papel importante en el aumento de productividad, según una investigación realizada por Teodoro Barry & associates después de 50 estudios en operaciones y administración durante 6 años indicó que el 35% de la pérdida de productividad se debe a la mala programación y planeación del trabajo, el 25 % a instrucciones con falta de claridad, el 15% a la falta de habilidad para ajustar las cantidades de personal durante los períodos pico y holgura, el 25 % restante se debe a la mala coordinación en el flujo de materiales, falta de disponibilidad de herramientas necesarias (Calderón, García & Méndez. 2003).

Los indicadores de desempeño ayudan a las organizaciones a alinearse con los objetivos estratégicos, se centran en medir el desempeño crítico. En la industria aeronáutica es necesario medir el cumplimiento de la salida a tiempo de las aeronaves, lo cual conlleva que al momento de implementar un indicador evaluar el cumplimiento, a su vez es esencial que la medición se ajuste a las necesidades de la organización (Buket & Closa 2017).

El método de cálculo de los indicadores debe ser simple y establecerse de forma clara, adicionalmente han de ser estándar para todas las plataformas o todos los procesos logísticos similares de la organización, se deben medir de forma regular, graficar su evaluación, marcando los valores objetivos con el fin de que toda la organización tenga presente que se están cumpliendo, se realizan con el propósito de evaluar periódicamente la ejecución de las actividades de la organización para apoyar la toma de decisiones y facilitar la gestión (Kr, 2011).

El doctor Deming (1993) considera que uno de los pilares básicos de la gestión de calidad es la medición, si no se recogen datos no se mide un proceso y por ende lleva a no mejorarse, adicionalmente las medidas que usadas no tienen un patrón de referencia, ni valores, por lo tanto, no es posible evidenciar como se mueven los datos y se desconoce el cumplimiento (Tejada, 2011).

La forma más explícita para evidenciar la mejora continua son los indicadores de gestión que pueden demostrar el logro de metas y tendencias, pero también incumplimientos y desempeño deficiente del proceso, la mejora sólo es posible si se hace un seguimiento exhaustivo a cada etapa de cada proceso, por lo tanto, se hace pertinente la creación de indicadores de gestión y así determinar de manera eficiente el desempeño de cada proceso (Reig, 2015).

Con el fin de conocer cuáles son las causas que afectan la productividad se usan herramientas de calidad, como es el caso de diagrama causa efecto, método gráfico que relaciona un efecto o un problema con los factores o causas que posiblemente lo generan, el diagrama brinda la posibilidad de buscar las diferentes causas raíces que afectan el problema bajo análisis (Rincón, 2012).

El mapa de flujo de valor es una herramienta que por medio de figuras muestra la secuencia y flujo de material e información de todos los componentes del proceso en la cadena valor, en el mapa se dibujan las distintas actividades o etapas de proceso con las relaciones de precedencia y secuencia adicionalmente se apuntan algunos parámetros claves de cada actividad, se construye a partir de la observación del proceso y normalmente, se utilizan símbolos estandarizados que permiten una mejor comprensión del mapa (Rother, 1999).

Los diagramas de flujo de valor ayudan a ver y entender el flujo de material e información a medida que el producto recorre todas las etapas del proceso de producción hasta que le llegue al consumidor, razón por la cual se considera una herramienta que permite evidenciar las actividades que generan valor y las que inducen a la mejora de los procesos. (Pulido, 1999)

Otra herramienta usada para detectar las partes críticas que afectan la productividad es el diagrama Pareto, con este se conoce que más del 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente en los procesos. (Tafolla. 2000)

El diagrama Pareto y causa efecto son herramientas esenciales para identificar los defectos en un proceso, la aplicación de ellos induce a mejorar los procesos dado que permite reducir las inconformidades que afectan la productividad, son herramientas básicas de la calidad total, adicionalmente motivan a encontrar las causas raíz para aplicar métodos que conllevan a la mejora continua. (Hossen, Ahmad & Syed, 2017)

La estandarización es el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para los procesos productivos. Constituye la implementación de métodos que generan mejoras en la calidad, optimizando los procesos, permitiendo la eficiencia de estos. (Parmenter, 2015)

Una de las reglas básicas de mejoramiento continuo es la estandarización. Los estándares pueden definirse como la mejor forma de hacer el trabajo, los productos o servicios son creados como un resultado de procesos, cierto estándar se debe mantener en cada proceso para asegurar la calidad, reduciendo de manera considerable la probabilidad de cometer

errores, adicionalmente permite la eliminación de mudas o desperdicios que afectan de manera la eficiencia de los procesos. (Kr, 2011)

La mejora continua de los procesos implica mejores resultados en la productividad, sin embargo, los buenos resultados se obtienen a partir de un control en los procesos, es por esto que la gerencia de las organizaciones necesita incluir prácticas de mejora, la principal responsabilidad es estimular y apoyar los esfuerzos de los miembros de las organizaciones en procesos de mejora. (Berger. 1997)

Se hace indispensable conocer a detalle la variabilidad y los métodos utilizados en los procesos con el fin de estandarizar y a la vez dar propuestas de mejora, por esta razón es clave incluir actividades como monitoreo y evaluación para determinar el desempeño, es por esto que mejora continua funciona como un sistema de gestión de seguimiento. (Berger,1997)

GENERALIDADES

A continuación, se presenta terminología clave para entender el lenguaje usado por el área de mantenimiento de Avianca, cabe resaltar que cada los términos usado es propio de la organización.

El software AMOS, empleado por Avianca, es una aplicación de origen suizo, diseñada especialmente para estaciones MRO de Aviación, ideal para administrar el mantenimiento, ingeniería, logística y proveedores de la estación reparadora.

Las horas directas para la reparación de componentes se clasifican en las reparaciones que se hacen a los componentes CM_WOSC (Maintenance components) o trabajos directos al avión WO (work order) y tarjetas de mantenimiento Task card (MET), estos tiempos representan los que agregan valor a la operación de cada taller (TIME ADD VALUE)

CM_WOSC (Maintenance components) Clasificación de horas directas en AMOS empleadas para la reparación de componentes.

WO (work order): Clasificación de horas directas en AMOS empleadas tareas realizadas directamente a los aviones de mantenimiento.

Task card (MET): Clasificación de horas directas en AMOS empleadas a tarjetas de mantenimiento en los aviones del hangar.

TIME ADD VALUE: Indicador que incluye los tiempos que agregan valor a la operación incluye WO, CM_WOSC Y MET.

ID_JOBS: Tiempos indirectos de las reparaciones de componentes tiene asignado un código para identificar las actividades que se realizaron en cada reparación.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para mejorar el sistema de medición de productividad en los talleres de Avianca se dividió en “5” fases, en la primera se realizó un reconocimiento de la problemática, esta se realizó en equipo con la gerencia, coordinadores, coordinador de proyectos e involucrados; una vez conocida la problemática se procedió a realizar las etapas de desarrollo del proyecto. La segunda fase de la metodología consistió en la caracterización de cada uno de los talleres del MRO, para conocer a detalle el proceso y la reparación de cada componente, para ello se empleó un diagrama de flujo, luego de conocer cómo se realizan los procedimientos de una reparación, seguido a esto se pasa a la tercera fase en la cual se analiza la situación actual de los talleres mediante la recopilación de bases de datos existentes, y se procede a la elaboración del diagnóstico, este se realiza por medio de un diagrama causa efecto, diagrama de Pareto y VSM, adicionalmente se realizó un análisis de la productividad de las horas, componentes y TAT. La cuarta fase consistió en mejorar el

proceso de recolección de información y manipulación de datos por medio de la herramienta Excel, donde se logró estandarizar el método de obtención de datos, una vez cumplido el objetivo se crearon los indicadores de productividad de horas hombre y de componentes, en los indicadores de productividad se evaluó: eficiencia de notificación de horas, TIME ADD VALUE, Ausentismo, relación Directo vs indirecto, clasificación de tiempos WO, CM_WOSC, MET, ID_JOBS, MET Y ARID_JOB, adicionalmente se llevó el control de ID_JOBS. Para el control de componentes se evaluó: cantidad de componentes y HH asignadas a las reparaciones, por otra parte, se evaluó el desempeño del TAT de los componentes, Adicionalmente se realizó un análisis para seleccionaron los dos componentes de mayor rotación de cada taller por medio de un Pareto, y se asignó un factor de cumplimiento. La siguiente etapa del proceso consistió en estandarizar el proceso de elaboración de informes para los talleres Colombia, Perú y Centroamérica, el producto de esta fase son dos tableros de indicadores para cada taller. Una vez se estuvo en la fase de implementación se pasa a la de control, finalmente se pasa a la elaboración de propuestas de medición

1 FASE: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de talleres de Avianca Holding se encarga de la reparación de componentes aeronáuticos, cuenta con 10 talleres en el MRO de Río Negro, Antioquia, 6 talleres en Bogotá y 2 en Lima, Perú y 8 en el Salvador, cada uno a cargo de un coordinador respectivo, quienes, a su vez, tienen asignados una planta de aproximadamente 330 colaboradores especializados, finalmente para la supervisión, gestión y control de procesos, cuentan con un gerente. Cada coordinador controla la productividad de cada taller, adicionalmente responde por la planta de técnicos asignados.

A partir del año 2019 se da un cambio en la gerencia de talleres y se establece una nueva forma de medir la productividad, dado que en años anteriores la medición consistía en evaluar el cumplimiento de órdenes solicitadas por el almacén garantizando la confiabilidad de las reparaciones, lo cual conllevaba a desconocer el uso de HH, debido a que no se llevaba un control en la notificación de tiempos, esto impedía medir la eficiencia de las horas hombre. El no ejercer control se deriva de falencias en la planificación, adicionalmente, se identificó que el área de talleres no contaba con un sistema que le permitiese identificar las variables que impactan la productividad. Otro factor que representa la problemática de los talleres está orientado a la falta de estandarización de los procesos de consolidación de información, dado que cada taller manejaba un esquema diferente para presentar la información requerida, lo cual causaba que cada vez que se solicitaba unificar información, surgían reprocesos dado que se debía consultar con cada coordinador la procedencia de los datos. Una vez conocida la problemática en primera instancia se estableció intervenir el proceso de obtener información con el fin de estandarizar y unificar bajo una misma plantilla los datos de cada taller del Holding, adicionalmente implementar indicadores para tener el mismo sistema de medición.

2 FASE: PROCESO DE REPARACIÓN.

Para conocer el proceso de reparación de componentes se realizó un diagrama de flujo, con las actividades macro de cada proceso. Dado que el proceso de reparación de cada componente es el mismo para cada taller se realizó un solo diagrama (**ver gráfica 1**).

El proceso de reparación de componentes comienza con el recibo de estos al taller, seguido a esto se hace la revisión de los documentos y trazabilidad con el fin de verificar en el manual de mantenimiento las veces que se ha reparado y si el taller tiene la capacidad para realizar la reparación, seguido a esto se asigna un técnico para realizar la reparación, se hace según las licencias vigentes del técnico o la disponibilidad de horas hombre, luego se hacen las pruebas al componente, si no se encuentran fallas el equipo se retorna al almacén, de lo contrario, se evalúa si la falla es posible repararla en el taller, o si se debe enviar al exterior, si el taller puede hacer la reparación se realiza el casa fallas, luego se desensambla y se procede a realizar la reparación, seguido a esto se verifica si se encuentren disponibles los materiales, en caso de que no se encuentren el componente queda en estado PPFM (pendiente por falta de material) si los materiales están disponibles se ejecuta la reparación, luego de esto se ensambla y se hacen las pruebas finales, si estas son satisfactorias se envían al almacén certificado la aeronavegabilidad. (**Ver gráfica 1**).

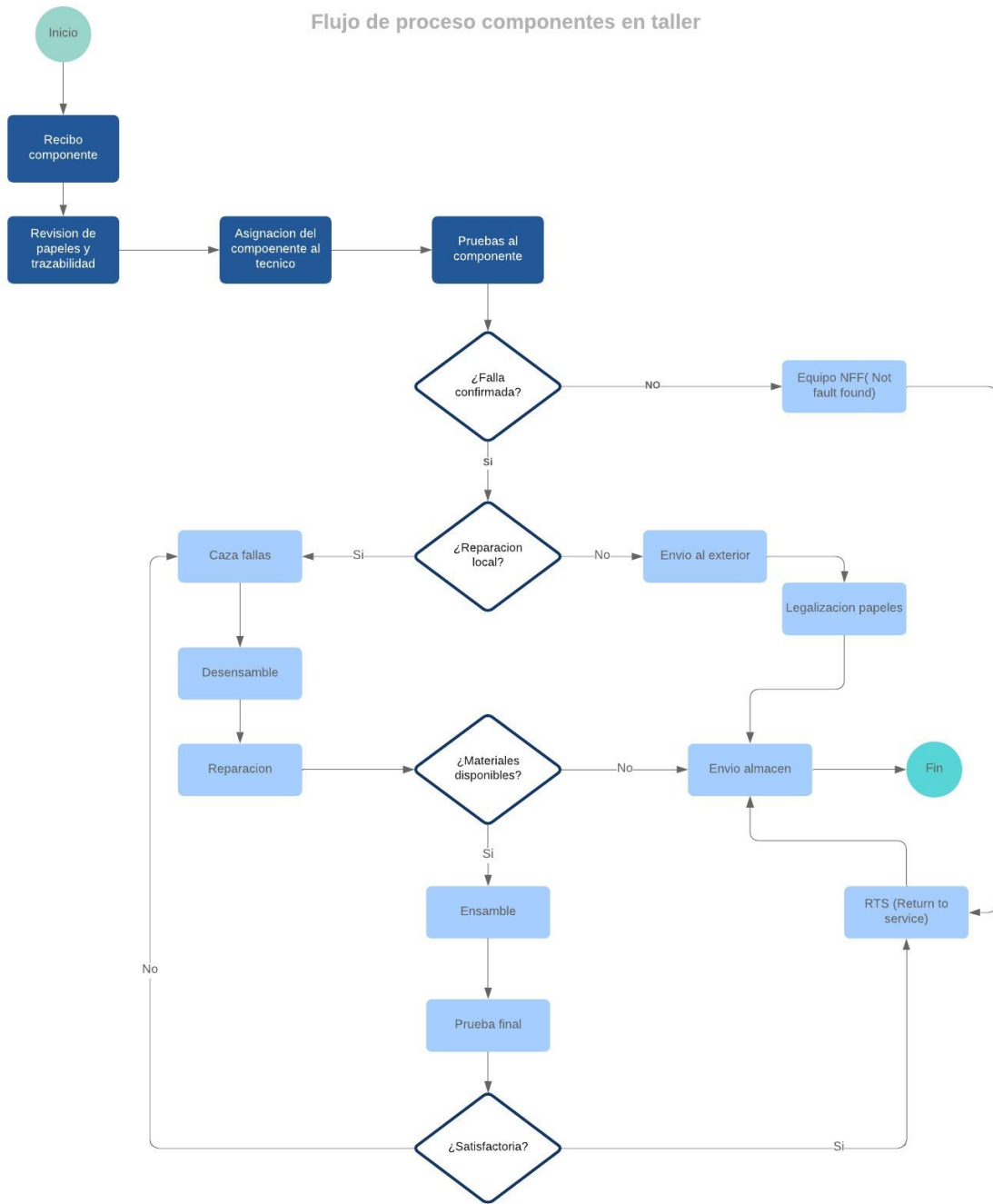


Figura 1: Diagrama de proceso de reparación Fuente: Elaboración propia

3 FASE: DIAGNÓSTICO

Con el fin de identificar la situación actual de los talleres se estableció recopilar información del año 2018, pero se encontró que no se llevaba un consolidado de años anteriores, dado que se migró al nuevo sistema AMOS y se tenían dificultades con el manejo.

Obtener la información conlleva a que cada coordinador de taller gastase aproximadamente 1 semana para realizar un informe; al hacer las respectivas indagaciones sobre el porqué se destinaba tanto tiempo para obtener los datos se conocieron las causas por las cuales no se disponía de datos, estas estaban asociadas al manejo del software y comunicación entre coordinadores, puesto que con el método usado para extraer información de AMOS, solo arrojaba información individual de cada componente reparado.

Productividad horas hombre

El primer análisis realizado se enfocó en la productividad de Horas hombre la medición se hace mediante la siguiente clasificación:

Horas nómina: Disponibilidad de horas + Ausentismo

Horas Disponibles: Cantidad de horas por turno en que un técnico está disponible para trabajar

Horas Notificadas: horas que se cargan en el sistema

Horas no notificadas: Horas no cargadas al sistema por tanto no se conoce el uso de ellas (Horas disponibles- Horas no notificadas)

Horas extras: horas que un técnico labora después de su horario habitual.

Notificación de horas

El método de notificación de tiempos consiste en que cada vez que ingresa un técnico a la jornada laboral hace el clock in (entrada), seguido a esto por cada actividad realizada carga el tiempo a AMOS, de esta manera se puede detectar cuales fueron las actividades que se realizaron, finalmente al finalizar realiza el clock out, (salida) cuando termina su turno.

La notificación de HH es un método que causa molestias en algunos técnicos dado a la falta de cultura para reportar tiempos.

Al hacer el respectivo análisis se encontró que los técnicos no cargaban los tiempos de manera adecuada, en la ilustración 1, se muestra que aproximadamente el 90% de las horas se notifican, pero, aproximadamente el 18% de las horas notificadas pertenecen a las que un técnico olvida hacer el clock out, lo que genera una acumulación de horas favoreciendo la notificación de horas. **(Ver ilustración 1)**

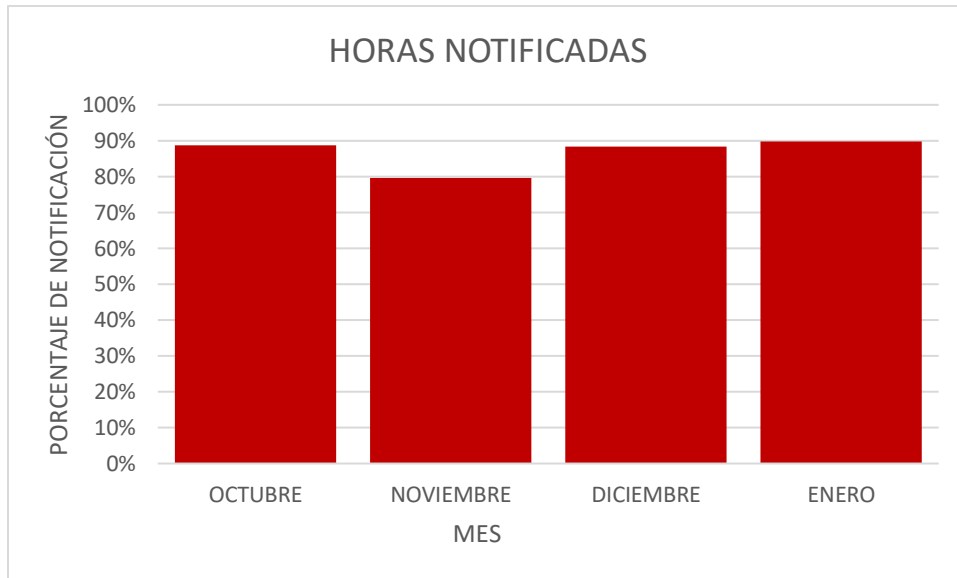


Ilustración 1: Horas notificadas Fuente: Elaboración propia

Horas no notificadas.

Para justificar la disponibilidad de horas se hace pertinente conocer el número de horas que no se notifican, en la ilustración 2, se muestra el porcentaje de horas no notificadas para los meses octubre, noviembre, diciembre y enero, se aprecia que para el mes de noviembre el 20% de las horas no se notificaron, situación que afectó de manera directa la productividad de los meses siguientes, dado que el número de componentes disminuyó en octubre, diciembre y enero, pero el número de horas aumentó de manera considerable en estos meses. **(Ver ilustración 2)**

Adicionalmente se puede observar una disminución en los meses diciembre y octubre lo cual indica una mejora en la eficiencia de notificación.

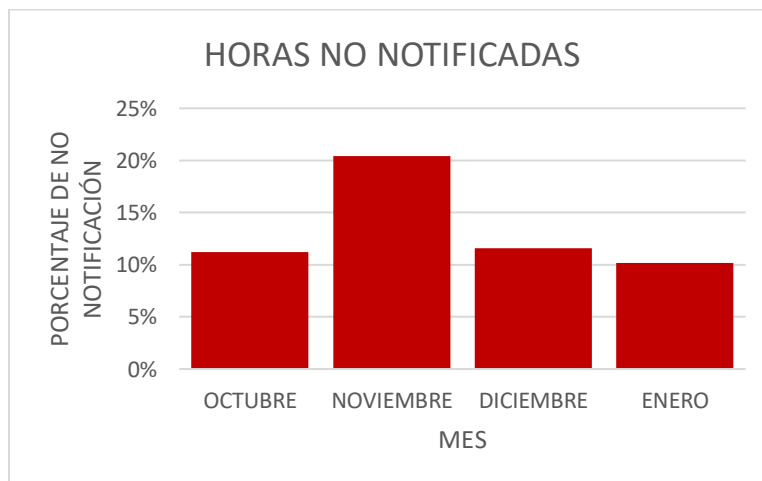


Ilustración 2: Horas no notificadas Fuente: Elaboración propia

HH directas Vs horas notificadas

Los recursos usados para la reparación de componentes se clasifican en HH que agregan valor y aquellas que no generan, estas últimas soportan el proceso y son necesarias para la operación, pero reducen de manera directa la productividad, algunas se consideran como desperdicio y otras, aunque no dan valor siempre son necesarias para la operación. Al final de cada reparación cada componente solo incluye aquellos tiempos que agregan valor, catalogados como directos. Al momento de realizar una consulta del tiempo de reparación de un componente en AMOS solo aparecen las HH directas notificadas.

Las horas directas para la reparación de componentes se clasifican en: CM_WOSC (Maintenance components) o trabajos directos al avión WO (work order) y tarjetas de mantenimiento Task card (MET), estos tiempos representan qué tan eficientes son los talleres.

En promedio la productividad de talleres para los meses octubre, noviembre, diciembre y enero está aproximadamente en un 71%. (**Ver ilustración 3**).

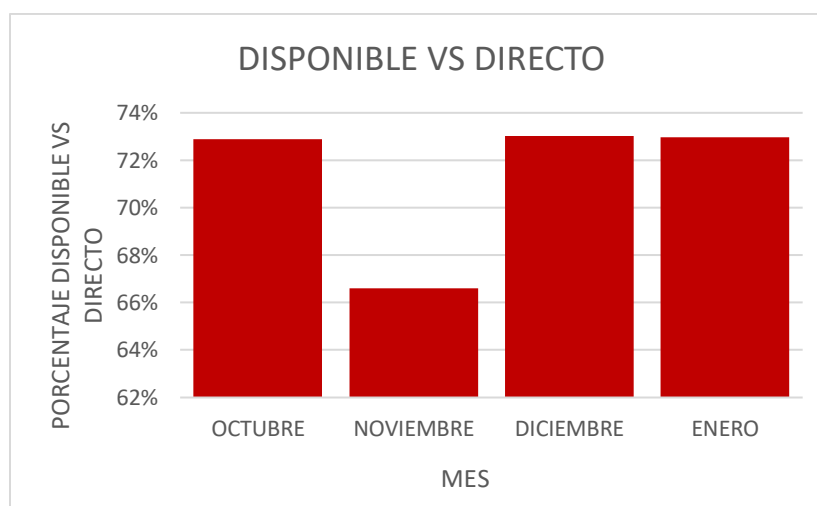


Ilustración 3: Disponible vs Directo Fuente: Elaboración propia

HH indirectas Vs horas disponibles

Las horas indirectas empleadas para la reparación de componentes incluyen tiempos que no generan valor e incluye la alimentación, pero al hacer el respectivo análisis se encontró que este indicador estaba desfasado dado que al conocer el número de horas indirectas se identificó que los técnicos de talleres no notificaron estas horas, el porcentaje de horas indirectas en promedio es el 15%, (**ver ilustración 4**), al realizar el respectivo cálculo la alimentación representa el 11% de la disponibilidad de horas.

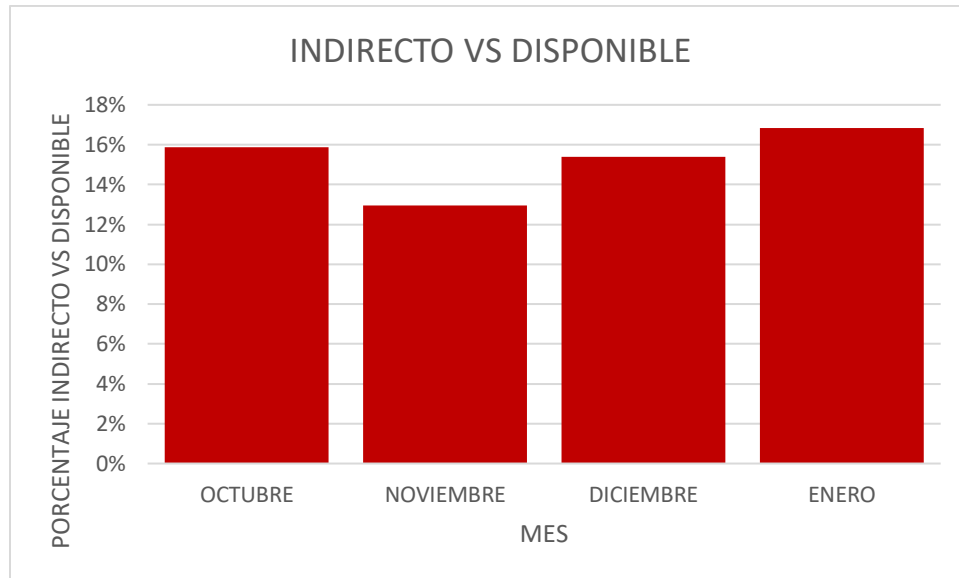


Ilustración 4: Indirecto vs Disponible Fuente: Elaboración propia

La notificación de horas afecta el análisis realizado dado que genera incertidumbre y cuestiona la productividad de los talleres dado a la poca confiabilidad de los datos puesto que en estos meses se validó que a menor número de componentes mayor número de HH utilizadas en reparaciones, por esta razón se hace tedioso conocer las horas reales de una reparación.

Relación tiempo directo vs indirecto

Otro análisis realizado es la relación de tiempo directo vs indirecto, esto se expresa por cada hora directa, cuanto se emplea en indirecto, en promedio la relación de tiempo directo vs indirecto es del 21%. (Ver ilustración 5)

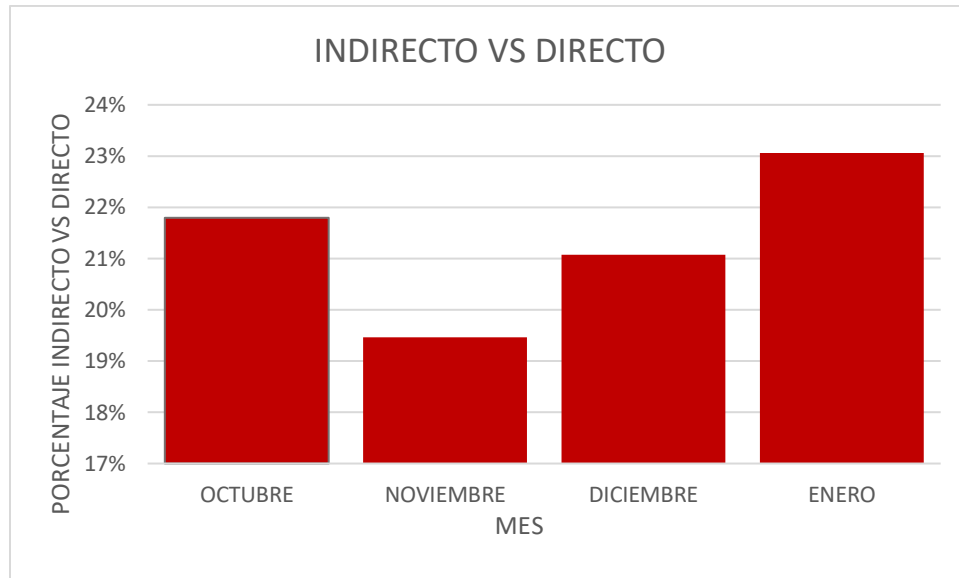


Ilustración 5: Indirecto vs Directo Fuente: Elaboración propia

Ausentismo

El ausentismo en algunas ocasiones está asociado a políticas de la compañía, cada técnico realiza cursos recurrentes programadas dos veces al año y la duración es aproximadamente una semana, la programación de estos está sujeto a la disponibilidad del área encargada lo cual ocasiona que mensualmente se presente variabilidad en la disponibilidad de horas, por otra parte, se presentan incapacidades, calamidades familiares y permisos.

Al analizar el ausentismo programado y no programado se identificó que representa aproximadamente el 26% de las horas nómina. **(Ver ilustración 6)**

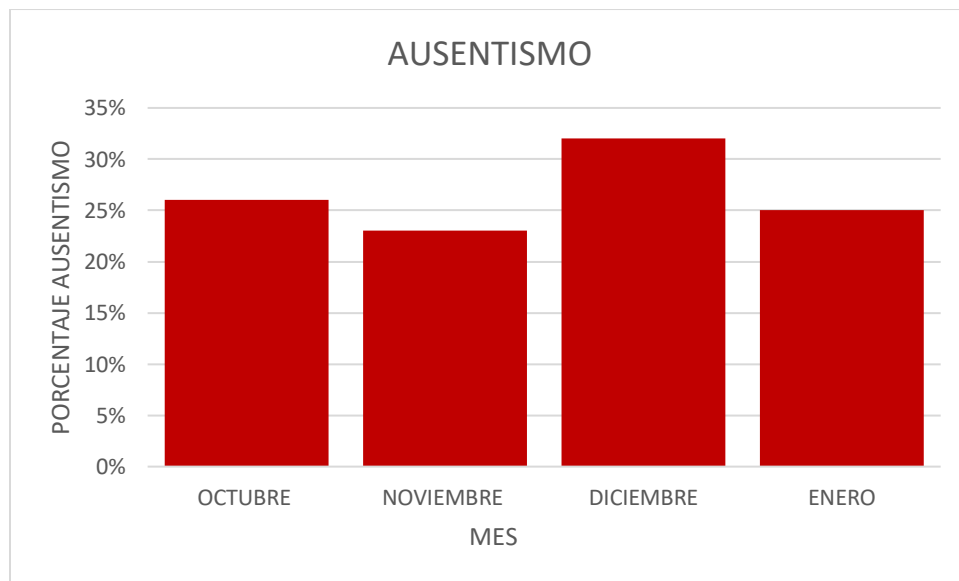


Ilustración 6: Ausentismo Fuente: Elaboración propia

Reparación de componentes

Al momento de medir la productividad de los talleres influye de manera directa el número de componentes reparados, estas reparaciones se hacen con el fin de realizar mantenimiento correctivo o preventivo, el mantenimiento correctivo se hace cada vez que en la operación sucede alguna eventualidad y estos sufren algún tipo de daño; mantenimiento preventivo se hace según las indicaciones del manual de mantenimiento, este estipula el tiempo en que un componente se debe revisar para verificar el funcionamiento.

Cantidad de componentes

El número de componentes reparados por cada taller varía según el número de aviones que se encuentren en mantenimiento mayor, también a los componentes de aviones que están en operación, es decir el taller es proveedor de los aviones en mantenimiento y en operación.

El proceso para llevar el control de componentes reparados se hacía de manera manual en libros diarios o planillas de Excel, ocasionando que la digitación de estos en algunas ocasiones no se realizará con exactitud dado que cada coordinador de taller delegaba un encargado para que llevase el control de las unidades reparadas, el uso de este método generaba que existiera variabilidad al momento de recopilar la información, por esta razón no fue posible encontrar con exactitud el número de reparaciones realizadas.

TAT

Si bien es necesario conocer el número de reparaciones realizadas, es fundamental identificar cual es el TAT de los componentes (tiempo en que un componente está dentro del taller), obtener este dato se hizo muy complejo dado que el registro se encontraba directamente en AMOS y solo era posible realizar la consulta de manera individual y al mes en promedio se reponen 2300 componentes.

La métrica usada para la medición del TAT es un promedio, según la información obtenida del consolidado de los talleres el TAT promedio para los meses estudiados fue de 6,8%, este resultado está sujeto a estudio dado que se incluyen todos los componentes de todos los talleres y la naturaleza de cada taller sesga los resultados y no es una medida confiable.

Causa-efecto

Luego de conocer la situación actual de los talleres se realiza el diagrama causa efecto con el fin de conocer las causas que afectan de manera directa la productividad, para ello se evaluaron las “M” que se consideraron que presentan falencias, estas fueron método, materiales, mano de obra y medición.

A continuación, se describen las eventualidades asociadas a cada factor:

Material

Una de las falencias encontradas en el proceso de reparación de componentes es la falta de material dado que el modelo de inventarios usado no permite tener un stock de piezas que no son de alta frecuencia de rotación o de materiales consumibles, dado el alto costo de las piezas aeronáuticas.

Otra razón por la cual no se cuenta con aprovisionamiento de materiales es la incertidumbre que presentan los tipos de reparación, dado que antes ingresar al taller no se tiene conocimiento de las causas de fallas.

Mano de obra

El recurso humano es un factor clave a la hora de medir la productividad, el registro inadecuado de datos se debe a que contaba con una cultura para notificar tiempos, esto porque no se llevaba un monitoreo constante, dado que no se veía la necesidad de controlar los tiempos. Las molestias que se dan a la hora de cargar los tiempos están asociadas a la resistencia al cambio por parte de técnicos y coordinadores.

El aumento de las horas extras en algunas ocasiones se da por la falta de polivalencia de los técnicos, debido a que cada técnico tiene una especialidad, ocasionando que determinado grupo de técnicos sea el encargado de realizar reparaciones puntuales.

Medición

Las falencias de los métodos usados en la medición están asociadas a la falta de control por parte de los coordinadores, dado por la resistencia a la gestión del cambio.

Métodos

El no contar con métodos para medir de manera óptima la productividad está asociado a la falta de conocimiento del manejo del software AMOS. Por otra parte, los métodos empleados conllevan al aumento del TAT puesto que la priorización de las reparaciones no permite contar con los materiales necesarios a la hora de realizar una reparación, implicando que los componentes queden PPFM, otro factor que afecta el TAT es que en algunas ocasiones los técnicos encargados de las reparaciones apoyan los trabajos de los aviones quedando el componente PPMO (pendiente por mano de obra).

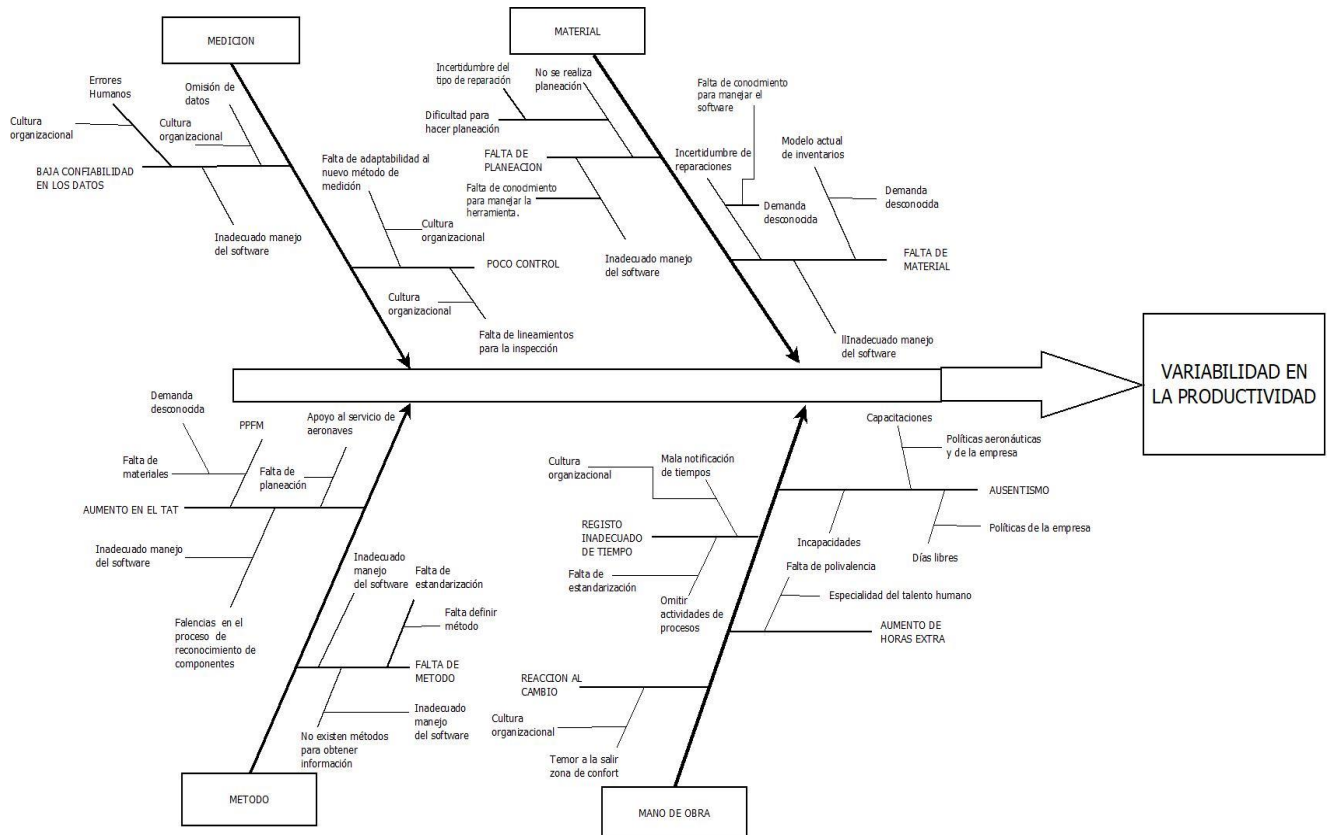


Figura 2: Diagrama causa efecto Fuente: Elaboración propia

Análisis de causas

Luego de realizar un análisis de las causas que fomentan variabilidad al momento de medir la productividad de manera óptima, se infiere que está asociada al manejo del software AMOS, dado que se pretendía que estaban asociadas a la planeación, pero, para poder planear es necesario conocer la cantidad de componentes que se van a reparar y que materiales son los necesarios, pero esto no es posible si a través del sistema no se rastrean las ordenes de reparación que están pendientes por llegar al taller y se desconocía la manera de poder hacerlo, es así que surge la necesidad de buscar la manera de conocimiento del software. Otras causas asociadas a la variabilidad de productividad es la falta de cultura para notificar los tiempos. (Ver figura 2)

Partes Críticas

Para la realización de las partes críticas se identificaron los talleres con mayor número de componentes PPFM (pendientes por falta de material), dado que al analizar las causas de variabilidad del TAT, una de las variables que afecta de manera significativa este indicador, se determinó que la causa de mayor peso es la falta de material, por esta razón se analizan las bases de datos de inventarios para conocer sobre la problemática y se idéntica cuáles son los talleres con mayor número de componentes PPFM, por medio de un diagrama Pareto. (Ver ilustración 7)

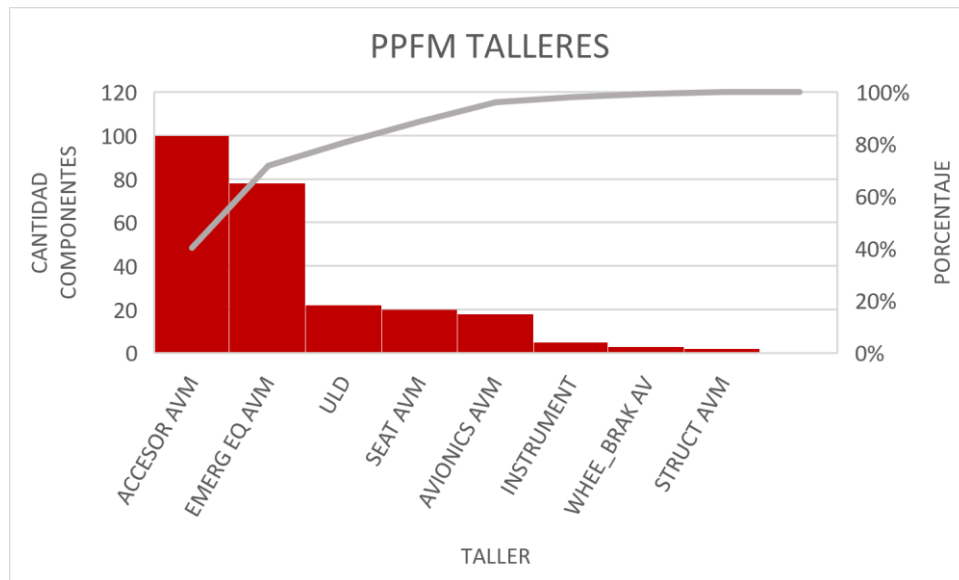


Ilustración 7 Pareto de PPFM talleres. Fuente: Elaboración propia.

El taller con mayor número de componentes PPFM es el taller de accesorios eléctricos, con 157 órdenes de reparación abiertas, generando que el TAT del taller este en aproximadamente 40 días, cuando la media del TAT se debe acercar a 10 días por el tipo de reparaciones que se realizan en el taller.

VSM

Para la elaboración del VSM se tomó el proceso de reparación del componente CVR (Solid state cockpit voice recorder) perteneciente al taller de Aviónica, conocidas como cajas negras o grabadoras de vuelo estas contienen información de la posición, velocidad del avión y la grabadora de voz de la cabina de mando, este componente es fundamental para la operación de los aviones, el no contar con la certificación de reparación conlleva a que el avión se quede en tierra, por tanto se hace pertinente conocer la eficiencia de reparación.

Para la realización del VSM se analizó la base de datos de componentes reparados con el fin de conocer la demandan de CVR, (21 componentes mensuales) seguido a esto se determinó las horas hombre disponibles mensuales (374400seg) para las reparaciones y así conocer el tack time (12077). Para determinar el tiempo de ciclo de cada actividad se tomaron los tiempos y se asignaron los suplementos, en cada estación de trabajo de determino el número de máquinas y los operarios encargados de cada reparación. Para determinar el inventario se contaron las unidades en cola al momento de empezar a ejecutar cada actividad del proceso, lo anterior permitió conocer. Las actividades del proceso son: Initial test, cleaning and check, Dissansemble, Assembly y Final test.

Una vez realizado el VSM se calcula la eficiencia del proceso, el valor encontrado es del 4.5%, lo cual indica que el proceso necesita ser intervenido dada la importancia del componente. (Ver figura 3)

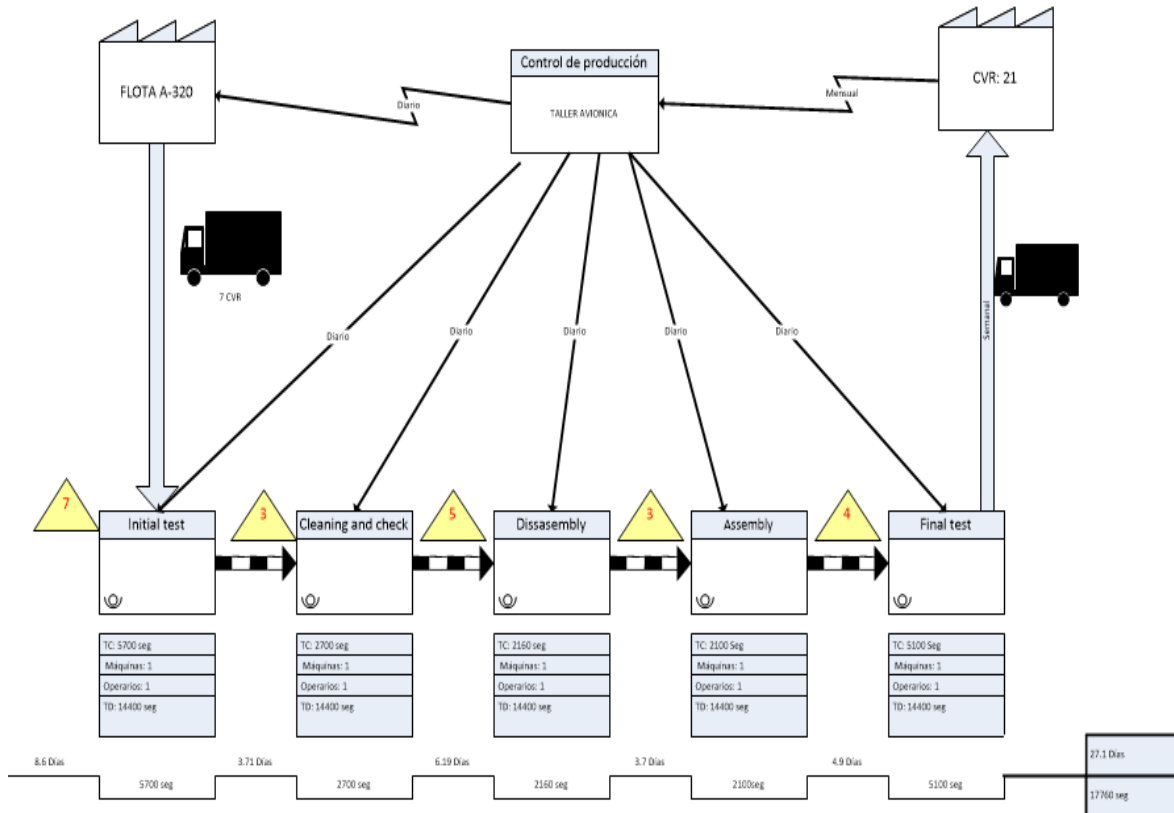


Figura 3 VSM del proceso de reparación CVR. Fuente: Elaboración propia

4 FASE: MEJORAS IMPLEMENTADAS

Lo anterior mencionado indujo a buscar mejoras en los procesos de recolección de información puesto que se dio la necesidad de buscar un método eficiente para obtener la información, dado que los informes se empezaron a realizar mensualmente con el fin de evaluar las estadísticas y conocer el desempeño de cada taller. Luego de un exhaustivo proceso de búsqueda e investigación, se encontró un APN (Reporte de AMOS) que permitió extraer de manera ágil información sobre el histórico de total de componentes reparados y el TAT de estos, finalmente se procedió a complementar la base de datos con otros APN'S usados y así proceder a recopilar la información y hacer el respectivo análisis.

Se realizaron pruebas piloto para verificar que los reportes usados brindaran cifras coherentes respecto a las reportadas en AMOS, luego de verificar que el reporte cumplía con las especificaciones y los datos se ajustaban a la realidad se procedió a ajustar una macro en Excel para automatizar el proceso de generar informes, el proceso pasó de una semana a 15 minutos.

Proceso de realización de la macro de Excel

1. Descargar de AMOS las bases de datos asociadas a horas hombre y reparación de componentes
2. Copiar en la hoja "1225 INPUT" la base de datos correspondiente a las horas hombre

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	Stat	User	Start Date	Start	End Date	End	Usec	TOW	Type	Link	Workplace	Prod	Productivi	Rem
3545	Finished	DEVIA REINOSO, CARLU	1/05/2019	11:48	1/05/2019	20:47	8:59	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		8:59		1
3546	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	1/05/2019	11:59	1/05/2019	20:42	8:43	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		8:43		1
3547	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	11:59	1/05/2019	21:55	9:56	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		9:56		1
3548	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	12:00	1/05/2019	12:42	0:42	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16313) ID_JOB: 16313		0:42		1
3549	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	1/05/2019	12:00	1/05/2019	16:59	4:59	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16422) ID_JOB: 16422		4:59		1
3550	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	12:25	1/05/2019	18:41	6:16	MECH_SPE AVS	WO	(509262) 509262		6:16		1 DAT
3551	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	12:25	2/05/2019	4:27	16:02	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		16:02		1
3552	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	1/05/2019	12:26	1/05/2019	21:04	8:38	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		8:38		1
3553	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	1/05/2019	17:47	1/05/2019	18:46	0:59	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:59		1
3554	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	17:58	1/05/2019	17:58	0:00	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16321) ID_JOB: 16321		0:00		1
3555	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	17:58	1/05/2019	18:48	0:50	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:50		1
3556	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	1/05/2019	17:59	1/05/2019	18:55	0:56	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:56		1
3557	Finished	DEVIA REINOSO, CARLU	1/05/2019	17:59	1/05/2019	18:45	0:46	LB	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:46		1
3558	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	18:41	1/05/2019	19:26	0:45	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:45		1
3559	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	19:26	1/05/2019	22:26	3:00	MECH_SPE AVS	WO	(509262) 509262		3:00		1 DAT
3560	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	1/05/2019	20:38	1/05/2019	20:42	0:04	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16310) ID_JOB: 16310		0:04		1
3561	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	21:43	1/05/2019	21:55	0:12	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16313) ID_JOB: 16313		0:12		1
3562	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	22:26	2/05/2019	4:27	6:01	MECH_SPE AVS	WO	(509262) 509262		6:01		1 DAT
3563	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	2/05/2019	11:52	2/05/2019	21:59	10:07	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:07		1
3564	Finished	DEVIA REINOSO, CARLU	2/05/2019	11:53	2/05/2019	22:00	10:07	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:07		1
3565	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	2/05/2019	11:56	2/05/2019	21:59	10:03	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:03		1
3566	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	2/05/2019	11:56	2/05/2019	22:16	10:16	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:16		1

figura 4 Base de datos horas hombre. Fuente: AMOS

3. Copiar en la Copiar en la hoja "10102 INPUT" la base de datos de cantidad de componentes

Stat	User	Start Date	Start	End Date	End	Usec	TOW	Type	Link	Workplace	Prod	Productivi	Rem
5545	Finished	DEVIA REINOSO, CARLU	1/05/2019	11:48	1/05/2019	20:47	8:59	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		8:59	1
5546	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	1/05/2019	11:59	1/05/2019	20:42	8:43	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		8:43	1
5547	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	11:59	1/05/2019	21:55	9:56	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		9:56	1
5548	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	12:00	1/05/2019	12:42	0:42	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16313) ID_JOB: 16313		0:42	1
5549	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	1/05/2019	12:00	1/05/2019	16:59	4:59	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16422) ID_JOB: 16422		4:59	1
5550	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	12:25	1/05/2019	18:41	6:16	MECH_SPE AVS	WO	(509262) 509262		6:16	1 DAT
5551	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	12:25	2/05/2019	4:27	16:02	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		16:02	1
5552	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	1/05/2019	12:26	1/05/2019	21:04	8:38	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		8:38	1
5553	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	1/05/2019	17:47	1/05/2019	18:46	0:59	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:59	1
5554	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	17:58	1/05/2019	17:58	0:00	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16321) ID_JOB: 16321		0:00	1
5555	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	17:58	1/05/2019	18:48	0:50	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:50	1
5556	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	1/05/2019	17:59	1/05/2019	18:55	0:56	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:56	1
5557	Finished	DEVIA REINOSO, CARLU	1/05/2019	17:59	1/05/2019	18:45	0:46	LB	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:46	1
5558	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	18:41	1/05/2019	19:26	0:45	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16311) ID_JOB: 16311		0:45	1
5559	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	19:26	1/05/2019	22:26	3:00	MECH_SPE AVS	WO	(509262) 509262		3:00	1 DAT
5560	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	1/05/2019	20:38	1/05/2019	20:42	0:04	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16310) ID_JOB: 16310		0:04	1
5561	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	1/05/2019	21:43	1/05/2019	21:55	0:12	MECH_SPE AVS	ID_JOB	(16313) ID_JOB: 16313		0:12	1
5562	Finished	IGLESIAS ORTIZ, ANTOI	1/05/2019	22:26	2/05/2019	4:27	6:01	MECH_SPE AVS	WO	(509262) 509262		6:01	1 DAT
5563	Finished	ANDRADE NUNEZ, JAV	2/05/2019	11:52	2/05/2019	21:59	10:07	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:07	1
5564	Finished	DEVIA REINOSO, CARLU	2/05/2019	11:53	2/05/2019	22:00	10:07	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:07	1
5565	Finished	PARRA CUBIDES, FABIC	2/05/2019	21:56	2/05/2019	21:59	10:03	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:03	1
5566	Finished	ERAZO HERNANDEZ, JC	2/05/2019	22:26	2/05/2019	22:26	10:16	LB	SPS	(1859) AVA_TAC_01		10:16	1

figura 5 Base de datos componentes. Fuente: AMOS

4. En la hoja “INFORME” dar click en la opción “REALIZAR INFORME”

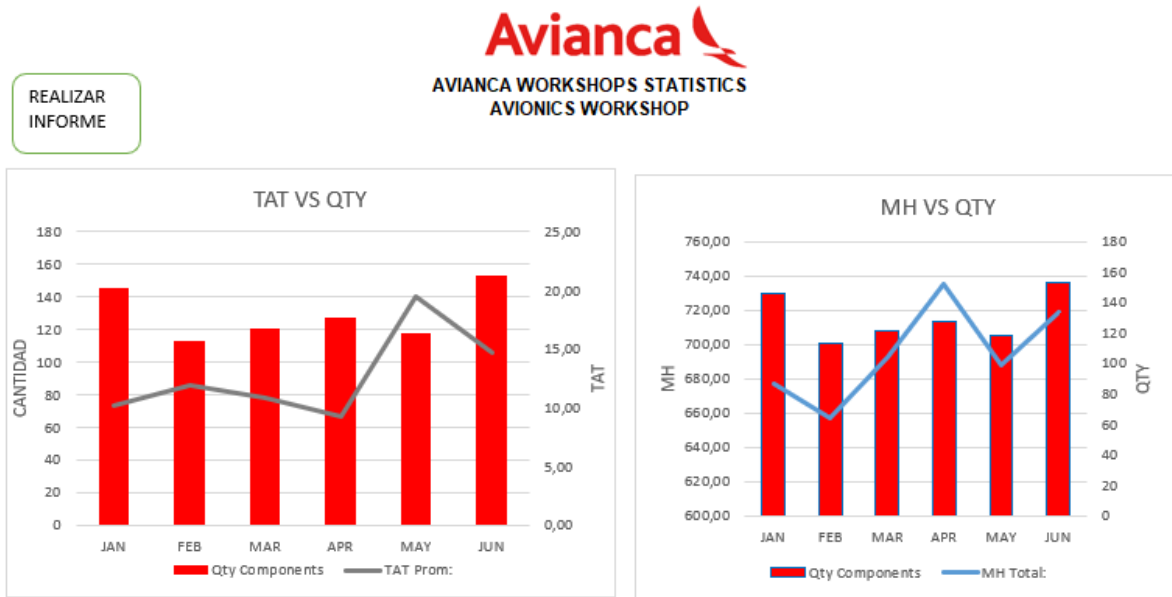


figura 6 visualización Macro. Fuente: elaboración propia

5. A continuación, se visualiza la manera el informe de productividad de componentes

1. GENERAL WORKSHOP DATA													
Qty Component	OCT	NOV	DIC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	TOTAL
TAT Prom:	12,55	10,73	11,80	10,25	11,93	10,91	9,26	19,44	14,67	0,00	0,00	0,00	1170
MH Prom:	3,19	3,60	4,01	4,63	5,81	5,72	5,78	5,83	4,70	0,00	0,00	0,00	
MH Total:	462,35	381,12	493,32	676,60	656,83	692,12	734,62	687,58	718,57	0,00	0,00	0,00	

4. TAT DATA					
Month:	June	Criteria:	4,70	TAT Prom:	7
		Criteria	Quantity	Percentage	
		TAT<=7	101	67%	
		7 < TAT < 30	37	25%	
		TAT>= 30	12	8%	

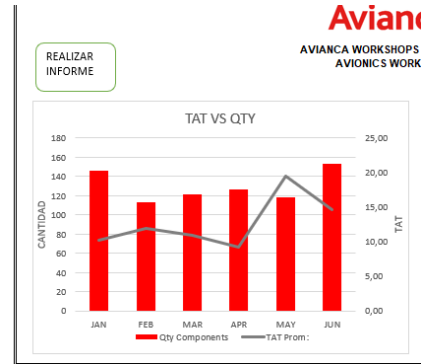


figura 7 visualización productividad componentes. Fuente: elaboración propia

Seguido a esto se realizó:

- Implementación de evaluación de indicadores: luego de analizar las bases de datos, se determinaron los indicadores necesarios para medir la productividad. La medición se realizó cada mes con la gerencia de talleres y el grupo de coordinadores.
- Definición del TAT mínimo de cada componente: mediante un análisis estadístico por medio del software Minitab se determinó el tiempo mínimo de duración de cada componente con el fin de implementar un factor de cumplimiento.
- Creación de grupos de trabajo para los talleres de Centro América: Para lograr la estandarización de obtención de información se crearon los grupos de trabajo en AMOS, con el propósito de descargar un consolidado de horas hombre usadas en cada periodo y medir la eficiencia mediante los indicadores implementados
- Estandarización de informes de los talleres Colombia, Perú y Centroamérica: se realizó un manejo interno de AMOS con el área de tecnología para incluir unos campos necesarios en la base de datos de componentes para lograr extraer un consolidado de los componentes reparados para incluir los talleres de Perú y Centroamérica en los tableros de indicadores.

5 FASE: RESULTADOS

Una vez se logró estandarizar el método de obtención de información, se procedió a la evaluación de indicadores respecto a las horas hombre, seguido a esto se hizo el análisis de productividad de componentes.

Productividad de horas

En primera instancia se establecieron los criterios de medida para cada mes. (**Ver tabla 1**).

Tabla 1: Productividad de horas Fuente: Elaboración propia

	MES
NÓMINA	Disponible + ausentismo + horas extras
DISPONIBLES	APN AMOS -(16311) ID_JOB: 16311
DISPONIBLES+ EXTRAS	Disponible +extras
NOTIFICADAS	Se extraen de APN AMOS
AUSENTISMO	APN 1024 (incapacidades + permisos)
NO NOTIFICADAS	Disponible-notificado
EXTRAS	SAP

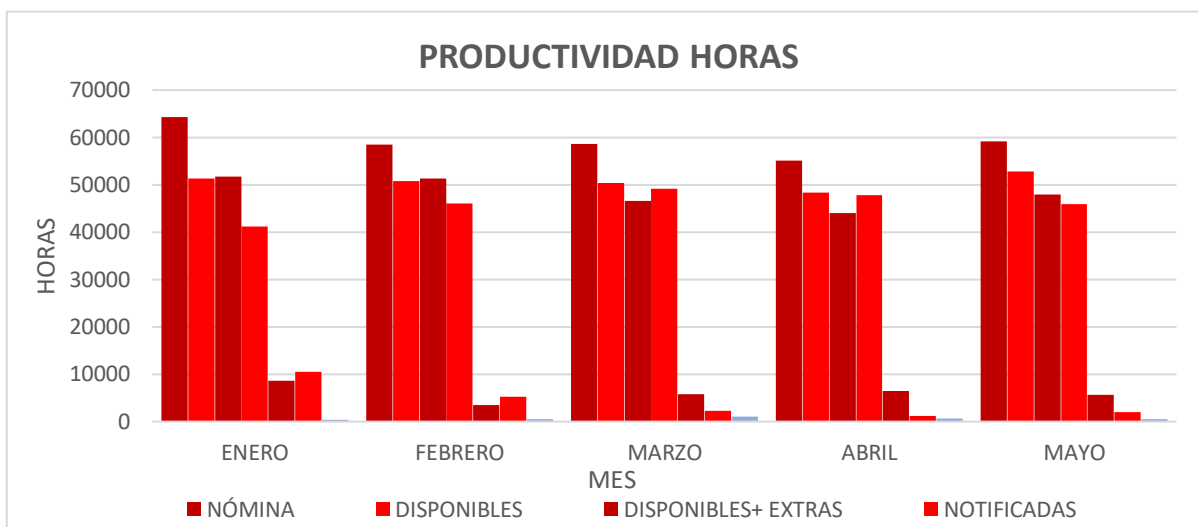


Ilustración 8: Productividad horas Fuente: Elaboración propia

Una vez se conoce la disponibilidad de horas hombre se evalúa en que se emplearon, para ello se implementaron los siguientes indicadores.

Uso horas

Identifica la cantidad de horas que se emplearon en cada modalidad trabajo según la clasificación. (Ver tabla 2)

Tabla 2: horas notificadas Fuente: Elaboración propia

	MES
WO	Horas destinadas trabajos de avión
CM_WOSC	Horas destinadas a reparación de componentes
ID_JOB	Horas destinadas a tiempos indirectos
MET	Horas destinadas a tarjetas de mantenimiento
ARID_JOB	Horas destinadas a tiempos indirectos de avión
TOTAL	Total de horas notificadas

Para identificar cuantas horas se destinaron para los trabajos directamente al avión se usa la siguiente formula.

$$\% \text{ WO} = \frac{\text{Horas notificadaWO}}{\text{Horas disponibles}} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Para identificar cuantas horas se destinaron para la reparación de componentes se usa la siguiente formula.

$$\% \text{ CM} = \frac{\text{Horas notificada WO}}{\text{Horas disponibles}} \quad \text{Ecuación 2.}$$

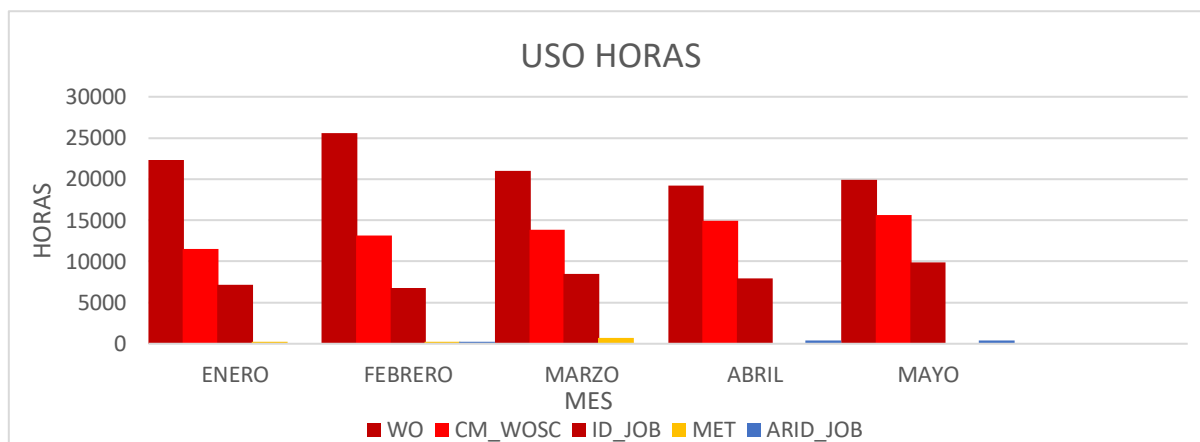


Ilustración 9: Uso horas Fuente: Elaboración propia

ID_JOBS

Identifica la cantidad de horas usadas en tiempos indirectos, adicionalmente, se crearon diferentes tipos de ID_JOBS para determinar cuántas horas se destina en tiempos indirectos, se hizo con el fin de identificar oportunidades de mejora. (ver tabla 3).

Tabla 3: Análisis ID_JOB Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS ID_JOB										
TIPOS	MARZO	%	ABRIL	%	MAYO	%	JUNIO	%	JULIO	%
SHOP - ALIMENTACION	0	0%	8	2%	33	7%	0	0%	0	0%
SHOP - CAP. / SELF EVALUATION	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - MAINT. TOOLS AND EQUIPMEN	0	0%	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - PRACTICE WORKSHOP	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - BRIEFING / MEETING	8	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - DOCUMENTS LEGALIZATION	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - RECEIVING / OUTGOING	0	0%	4	1%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - TECHNICAL RECORDS	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - WAITING FOR MATERIALS	0	0%	0	0%	9	2%	0	0%	0	0%
SHOP - HOUSEKEEPING / ORGANIZACI	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - TRAINING OJT/CBT	0	0%	0	0%	9	2%	0	0%	0	0%
SHOP - CALIBRATION TOOLS CONTROL	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - WAITING FOR TASK ASSIGNMEN	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - LEADMAN & SUPERVISOR	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - ASSISTANCE IN OTHER BASES	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - CONSUMABLE MATERIALS CON	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SHOP - WAITING FOR INSPECTOR	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

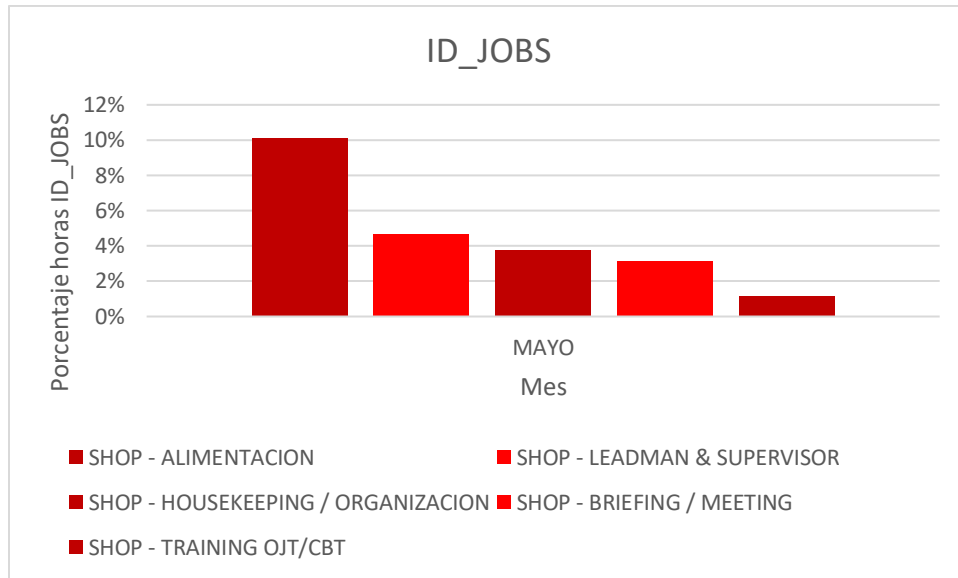


Ilustración 10: Porcentaje de horas tiempos indirectos. Fuente: Elaboración propia

Eficiencia de notificación

Relación que existe entre las horas notificadas con respecto a las disponibles, en este indicador se evidencia un aumento en la notificación de horas, dado que se monitoreo de manera semanal. (Ver ilustración 11)

$$\text{Eficiencia de notificación} = \frac{\text{Horas notificadas}}{\text{Horas disponibles} + \text{alimentación}}$$

Ecuación 3.

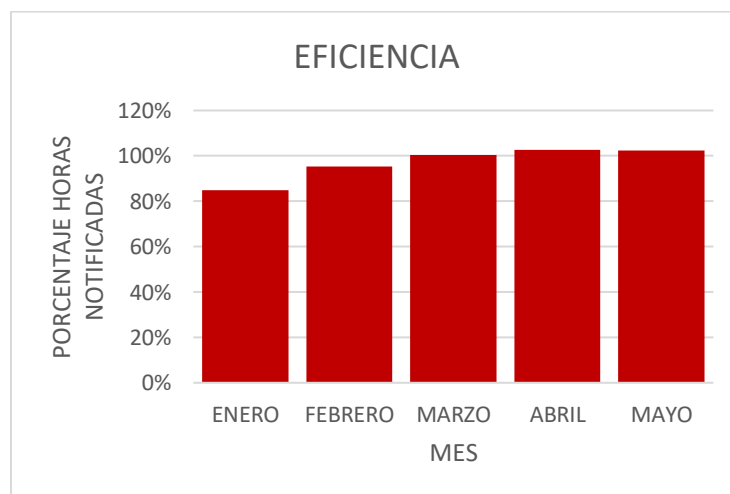


Ilustración 11: Eficiencia Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se monitoreo el comportamiento de notificación de horas de cada taller. Los talleres, Aviónica, Reactores y Accesorios eléctricos son los talleres que notificaron más horas de las disponibles, se debe a que son aquellos con menor número de técnicos, por tanto, si una persona olvida desloguearse de alguna actividad son los más sensibles a que aumente el porcentaje de notificación. **(Ver ilustración 12).**

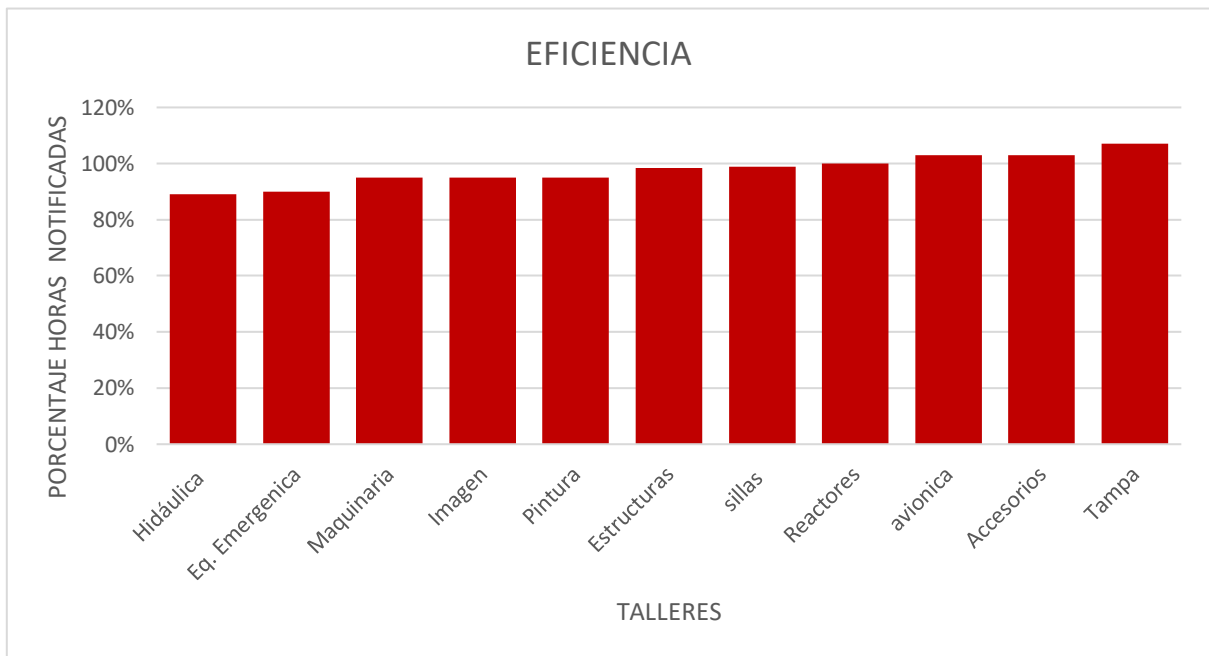


Ilustración 12: Eficiencia Fuente: Elaboración propia

TIME ADD VALUE

Representa el porcentaje de tiempos directos, es decir aquellos que agregan valor a los procesos de cada taller, se calcula de la siguiente manera

$$Time\ add\ Value = \frac{(CM_{WOSC} + MET + WO)}{Horas\ disponibles}$$

Ecuación 4.

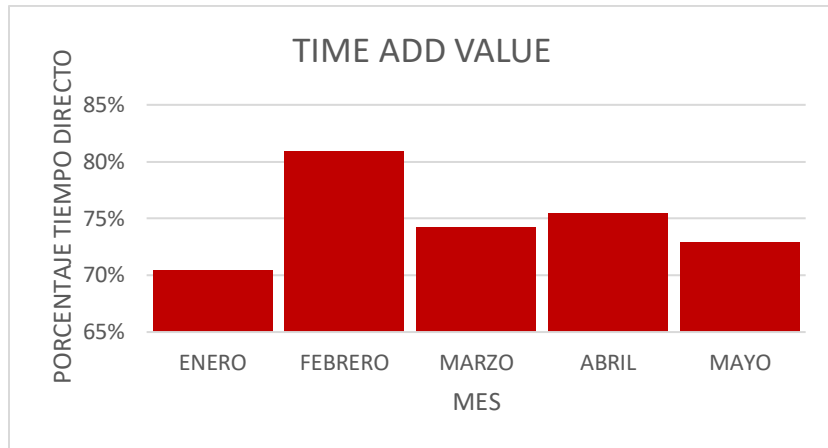


Ilustración 13: Time add value. Fuente: Elaboración propia

Indirecto / directo

Representa la relación entre tiempos indirectos sobre directos.

$$\text{Indirecto vs directo} = \frac{ID_{JOB} - (\text{Horas de alimentación})}{(\text{Horas disponibles})} \quad \text{Ecuación 5}$$

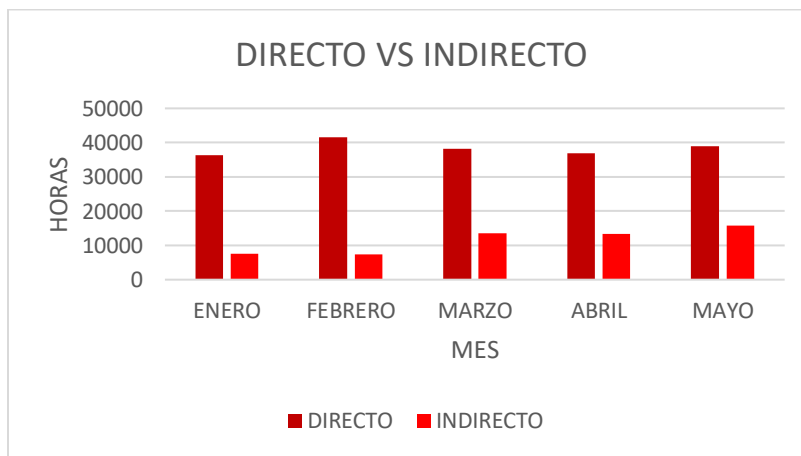


Ilustración 14: Directo vs Indirecto Fuente: Elaboración propia

Ausentismo

Representa la cantidad de horas de ausentismo que se presenta durante cada periodo analizado, incluye incapacidades, permisos, calamidades familiares.

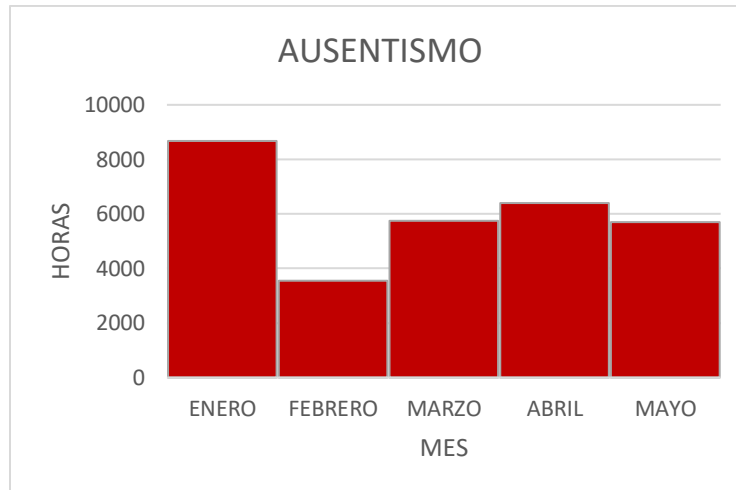


Ilustración 15: Ausentismo Fuente: Elaboración propia

Horas extras

Cantidad de horas extras realizadas por cada taller.

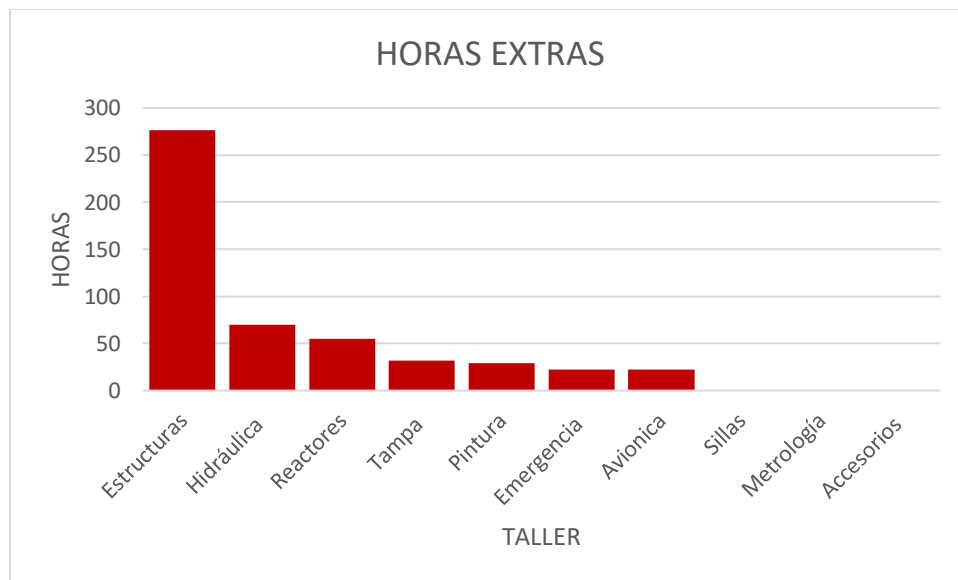


Ilustración 16: Horas extras Fuente: Elaboración propia

Analizada la productividad de las horas se evalúa la situación actual de los talleres y se presenta el siguiente esquema para hacer el respectivo análisis y así proponer posibles acciones de mejora. **(Ver tabla 4)**

Tabla 4: Situación actual Fuente: Elaboración propia

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Time add value	66%	76%	69%	70%	67%
Indirectos	14%	14%	26%	27%	29%
HH no notificadas	20%	10%	4%	2%	4%
Total	100%	100%	100%	99%	100%

Una vez evaluado el desempeño de horas hombre, se analiza el desempeño de reparaciones de componentes, las variables usadas para la implementación de indicadores son:

- TAT = (Shop Arrival- CM closed)
- horas hombre vs cantidad de reparaciones
- TAT vs cantidad
- Cumplimiento de TAT

En la ilustración 17 se muestra el modelo del informe consolidado de componentes de talleres, para cada taller se presenta el mismo esquema.

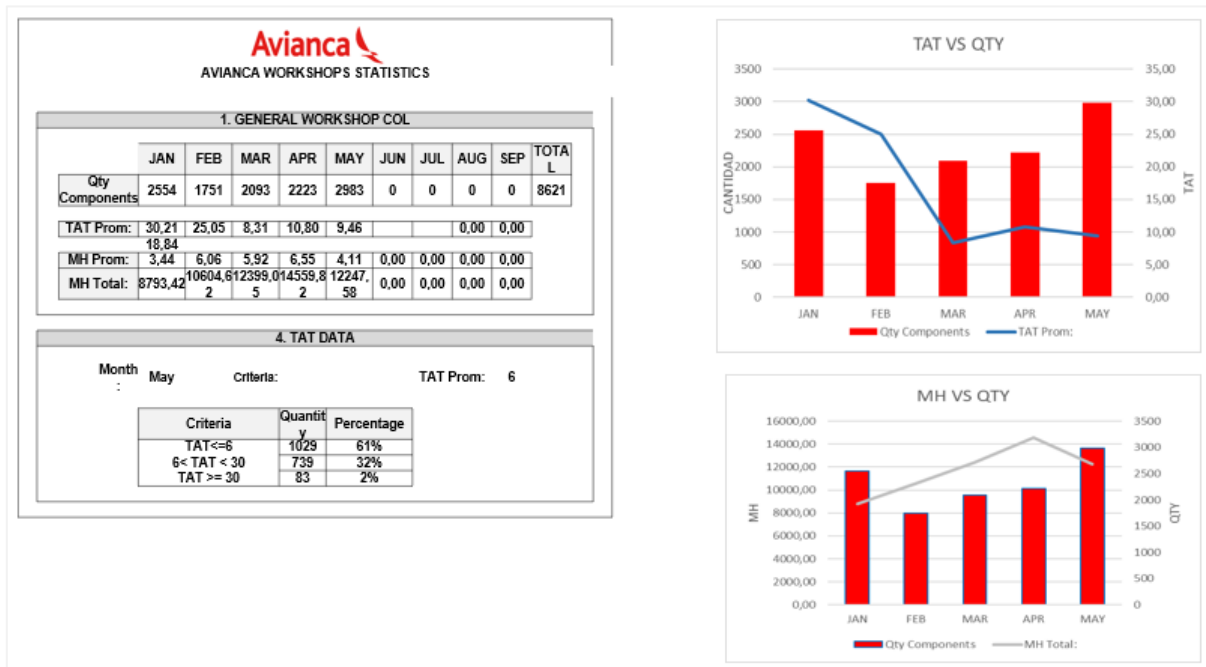


Ilustración 17: Modelo informe consolidado. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra un ejemplo del análisis que se realizó para los componentes de todos los talleres.

Para el análisis de reparaciones se identificaron componentes reparados de cada taller y se seleccionaron los dos componentes con mayor rotación por medio del diagrama Pareto, (**ver ilustración 18**), seguido a esto se hace un análisis más al detalle con el fin de identificar de los componentes seleccionados:

- Cantidad de componentes del parte número seleccionado
- TAT Promedio
- Total, de HH
- HH por cada componente
- TAT mínimo teórico: Tiempo mínimo en el cual se debe ejecutar cada reparación, supone recursos ilimitados
- Factor objetivo: Asume las veces en que se puede realizar el TAT mínimo
- Factor Real: Determina las veces en las cuales realizaron el TAT mínimo

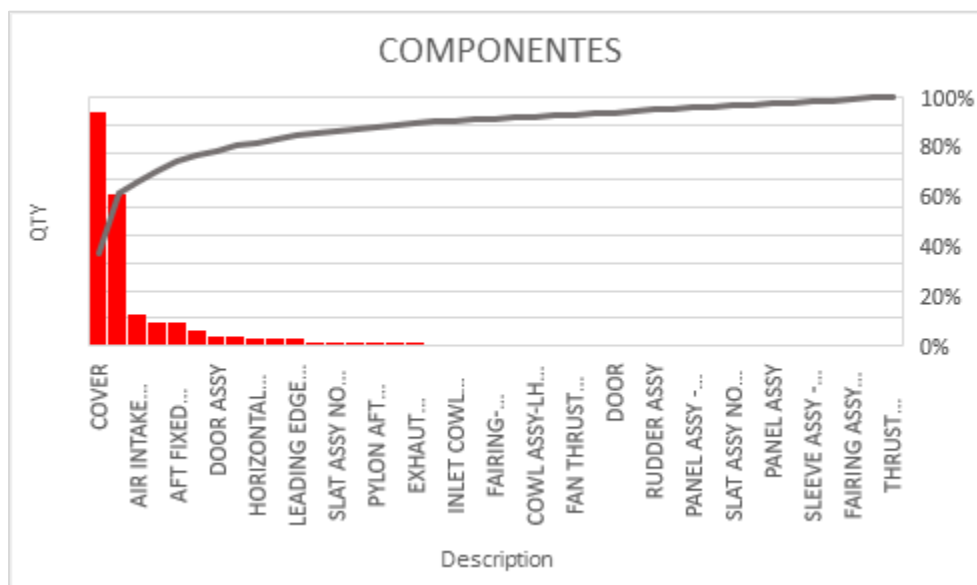


Ilustración 18: Componentes Fuente: Elaboración propia

Factor de cumplimiento de TAT

Para deducir el factor de cumplimiento del TAT de los componentes seleccionados se realizó un análisis estadístico con las reparaciones realizadas durante octubre del 2018 y marzo del 2019.

Se realizaron pruebas de normalidad a los componentes con el fin de conocer el comportamiento del TAT (**ver ilustración 19**), se puede evidenciar que los datos no se ajustan a una distribución normal dado que el valor $p < 0.05$, por tanto se descarta trabajar con el promedio, por otra parte se realizó un histograma para conocer la distribución de los datos, al analizar la mediana y la media se opta por usar la mediana como parámetro de

medida, dado que la mayor parte de los datos se concentran en esos valores. (Ver ilustración 20).

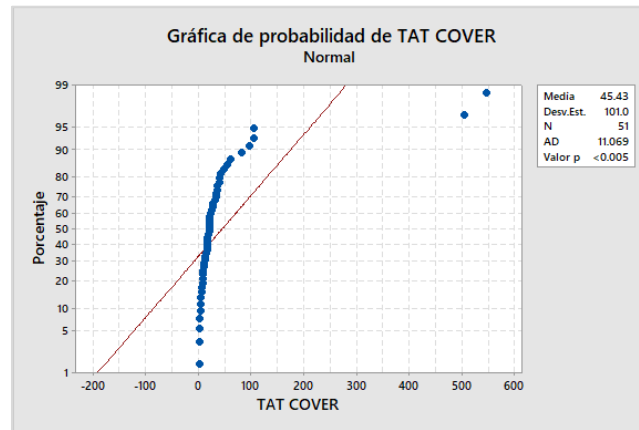


Ilustración 19: Prueba de normalidad TAT Fuente: Elaboración propia

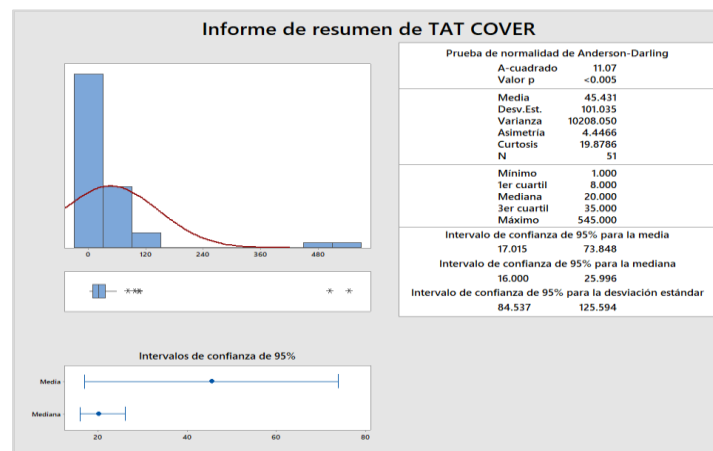


Ilustración 20: Histograma TAT. Fuente: Elaboración propia

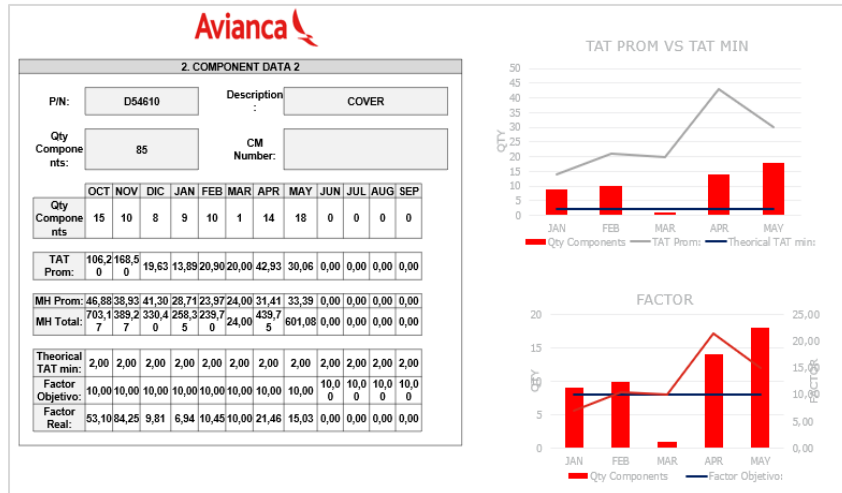


Ilustración 21: Modelo informe componentes. Fuente: Elaboración propia

En la **ilustración 22** se muestra el esquema de cumplimiento del TAT de los componentes seleccionados en el taller

4. TAT DATA								
RADOME-NOSE			Month:	May	COVER			
Criteria	Quantity	Percentage				Criteria	Quantity	Percentage
TAT <= 2,24	0	0%				TAT <= 2	3	19%
2,24 < TAT < 30	2	100%				12 < TAT < 30	8	50%
TAT >= 30	0	0%				TAT >= 30	5	31%

Ilustración 22 Cumplimiento de TAT. Fuente: Elaboración propia

LISTADO DE VARIABLES CRÍTICAS

Una vez realizado todo el análisis de medición de productividad se identifican las variables que afectan de manera directa la productividad, siendo estas:

HH no notificadas

Según el análisis, el no reportar las HH al sistema impide llevar una medición confiable puesto que afecta de manera directa el control de la eficiencia, adicionalmente, impide obtener un dato correcto sobre las horas asignadas a la reparación de componentes

TAT

El TAT es un indicador que se ve afectado por algunos factores como es el caso de número de componentes reparados que están PPFM (Pendiente por falta de material), la falta de disponibilidad de materiales se da por falta de planeación de materiales requeridos, puesto que como ya se mencionó se asocia a la predicción de la demanda, otro factor que influye a

la hora de medir el TAT los métodos empleados para priorizar la ejecución órdenes de trabajo y el reconocimiento de los componentes cuando ingresan al taller.

PROPUESTA DE MEJORA

Con el fin de lograr una medición confiable en la productividad de los talleres, se recomienda implementar las siguientes mejoras:

- Monitoreo de notificación de horas hombre: con el propósito de tener confiabilidad en los datos se hace pertinente hacer seguimiento periódico a las horas notificadas por cada técnico, dado que olvidar salir de cada tarea realizada implica aumento del porcentaje de notificación, adicionalmente mayor tiempo de reparación de cada componente
- Planificar la demanda de componentes, haciendo seguimiento de las órdenes de reparación creadas por el departamento de ingeniería, rastreando por medio de AMOS cuando se crea una orden, esto permitirá conocer la demanda de cada taller.
- Crear hojas de ruta con los materiales utilizados a la reparación de componentes, con el fin de evitar que los componentes queden PPFM y así disminuir el TAT
- Realizar un estudio de métodos y tiempos con el fin de determinar el tiempo óptimo de las reparaciones y tener una medida de comparación frente al tiempo real y el óptimo, esto permitirá medir el usado para cada reparación y conocer si el usado se ajusta a cada reparación.

CONCLUSIONES

La realización del diagnóstico permitió el conocer las falencias de los procesos de recolección de información y por ende encontrar la causa raíz del porque no era posible realizar una medición de productividad, de esto se identificó que la falta de conocimiento de AMOS induce a no tener métodos que permitan la consulta de información de manera ágil por ende desconocer la operación de cada taller.

Con las mediciones implementadas se logró conocer la cantidad de componentes reparados directamente de AMOS, dando así veracidad de los datos, adicionalmente se logró una estandarización de obtención de información para todos los talleres del Holding, por otra parte, se logró que la notificación de horas aumentara a un 96%, gracias al monitoreo constante realizado.

Los tableros creados permitieron que se viera la necesidad de implementar un reporte de AMOS con el fin de facilitar la extracción de la información, para esto se trabajó con las áreas de tecnología de la compañía, para dar a conocer los APN'S y campos necesarios para extraer la información requerida por parte del área de talleres.

De los análisis realizados se identificó que para la confiabilidad de los resultados de los indicadores implementados es necesario el monitoreo constante de los datos ingresados al sistema, dado que el software usado es humano dependiente por tanto los datos de salida dependen exclusivamente de los que alimentan el sistema.

La planificación es la base para lograr cumplir con objetivos, para el área de talleres se hace pertinente implementar un modelo que incluya la predicción del número de reparaciones que se realizaran, a su vez, realizar una comparación con la disponibilidad de horas hombre con el fin de conocer si estas son suficientes para cumplimiento, adicionalmente, se hace necesario contar la programación de servicios de mantenimiento mayor que servirá como base para conocer las posibles reparaciones a ejecutar.

REFERENCIAS

1. Darli Rodrigues Vieira & Paula Lavorato Loures. (2016). Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) Fundamentals and Strategies: An Aeronautical Industry Overview.
2. CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLEZ GOMEZ, Daniel. 2010 Productividad y competitividad. Administración de las Operaciones. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Recuperado a partir de http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
3. VILLEGAS MORENO, Oscar Alberto. Productividad y desarrollo económico. Capítulo I. Recuperado a partir de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/7268/Capitulo1.pdf>
4. RODRÍGUEZ TAYLOR, Elizabeth. Guía para la construcción de indicadores de gestión. Departamento Administrativo de la Función Pública (DAFP). Versión 2. Bogotá, D.C., octubre 2012. Recuperado a partir de <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537//1595.pdf/>
5. CALDERÓN GALLEGOS, Fabiola; GARCÍA RESÉNDIZ, Yndira; MÉNDEZ SORIANO, Martha. 2003. Diagrama Causa-Efecto & Presentación de Resultados. Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado Facultad de Contaduría y Administración. Recuperado a partir de http://docencia.fca.unam.mx/~lvaldes/cal_pdf/cal22.pdf
6. Rincón, R. (2012). Los indicadores de gestión organizacional: una guía para su definición. Revista Universidad EAFIT, 34(111), 43-59. Recuperado a partir de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1104>
7. Tejada, A. S. (2011). MEJORAS DE LEAN MANUFACTURING EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS. *CIENCIA Y SOCIEDA*, 276-310
8. Reig, Enrique (2015). PRODUCTIVIDAD Y VALOR EN LA EMPRESA. Capítulo IV. Recuperado a partir de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/zamacona_s_r/capitulo4.pdf
9. Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value Stream Mapping to create value and eliminate MUDA*. Brooklin: The LEAN enterprise institute.

10. Pulido, H. G. (2004.). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. Guanajuato, México: Mc Graw Hill.
11. Tafolla, Humberto (2000) Estandarización y globalización. Revista: SEGMENTO. Julio 2000. Instituto Autónomo de México
12. Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs*. New Jersey: John Wiley & Sons, inc.
13. Buget, X., & Closa, O. (2017). *Filosofía Lean en operaciones*. Barcelona: UOC.
14. Kr., V. (2011). An overview of kaizen concept. *VSRD International Journal of Mechanical, Automobile and Production Engineering*, 1 (3), 120-125. Recuperado de http://www.vsrjournals.com/ME/Issue/2011_11_Nov/Web/4_Vineet_Kr_518_Research_Communication_Nov_2011.pdf.
15. Berger, A. (1997). Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*, 8(2), 110-117.
16. Hossen, J., Ahmad, N., & Syed, M. A. (2017). An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh. *The Journal of The Textile Institute*.