



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AERONÁUTICA**

TESIS

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN DE
MANTENIMIENTO APROBADA PARA REPARACIÓN DE
MOTORES TURBO FAN V2500 EN EL AEROPUERO
INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ-CALLAO**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AERONÁUTICO

Presentado por:

RAFAEL DEL AGUILA RAMIREZ

ASESOR

Mg. Ing. CIP FRANCISCO MADRID CISNEROS

LIMA, PERÚ

DICIEMBRE 2018

DEDICATORIA

A mi amada esposa Elizabeth a mis queridos hijos Marianela, Jonathan y Kelvin, quienes fueron un gran apoyo emocional y quienes me alentaron para continuar en momentos difíciles cuando parecía que me iba a rendir durante el tiempo en que escribía esta tesis.

A mi querida suegra quien me apoyo todo el tiempo y a mi querido suegro que desde el cielo me ilumina.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme y que siempre depositaron su confianza en mí.

Pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias a Dios, mi esposa y mis hijos por haber estado conmigo durante la elaboración de esta tesis que estoy por terminar y al lograrlo quiero dedicarlos a ellos y las personas que estuvieron en mi lado y a todo los profesores que han estado conmigo en mis estudios universitarios en mi difícil estadía en los salones de la universidad, pero con ese anhelo de seguir adelante hoy culmino la etapa de elaborar esta tesis con bastante emoción y alegría. Por eso ante todo va este título para mi esposa y mis hijos.

RESUMEN

El trabajo de investigación expone ideas generales de la Propuesta de Implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA), con la plena y total conformidad de sus acreedores que son sus clientes, el cual se hará trabajos acorde al mercado Internacional con la calidad establecido por los diferentes organismos y entidades, como la Dirección General de Aviación Civil del Perú (D.G.A.C.), la Administración Federal de Aviación (F.A.A.) y La Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA).

El Mantenimiento Aeronáutico es la actividad técnica que tiene por objetivo asegurar que un motor se mantenga en condiciones de "Aeronavegabilidad", es decir que tenga la aptitud técnica y legal que deberá tener un motor antes de estar puesto en operación para beneficios de las empresas, tal que, al ser instalado en un avión, permitirá que realice vuelo con toda la seguridad del caso hasta que sea programado para su próxima inspección.

Un avión es utilizado para el transporte de carga y de pasajeros y debe permitir unir diferentes ciudades del mundo con toda la seguridad del caso.

La tesis comprende el desarrollo del Capítulo I: Planteamiento el problema. Capítulo II: Marco teórico. Capítulo III: Propuesta de implementación de una OMA. Capítulo IV: Metodología de la investigación. Capítulo V: Resultados. Capítulo VI: Discusiones, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias. Y Anexo.

ABSTRACT

The research work exposes general ideas of the Implementation Proposal of an Approved Maintenance Organization (OMA) with the full and total conformity of its creditors who are its clients, who will work according to the International market with the quality established by the different agencies and entities such as the General Directorate of Civil Aviation of Peru (DGAC), the Federal Aviation Administration (FAA) and the European Aviation Safety Agency (EASA).

The Aeronautical Maintenance is the technical activity that aims to ensure that an engine is maintained in conditions of "Airworthiness" that is to say that it has the technical and legal capacity that an engine must have before being put into operation for the benefit of the companies, such that, when installed on an airplane, will allow it to fly with all the security of the case until it is scheduled for its next inspection.

An airplane is used to transport cargo and passengers and must allow different cities in the world to be linked with all the security of the case.

The thesis includes the development of Chapter I: Approach the problem. Chapter II: Theoretical framework. Chapter III: Proposal for the implementation of an AOM. Chapter IV: Methodology of research. Chapter V: Results. Chapter VI: Discussions. Conclusions, Recommendations, References. And Annex.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
Índice de figuras	xiii
Índice de fotos	iix
Índice de tablas	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la situación problemática	2
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.4.1 Importancia de la investigación	4
1.4.2 Viabilidad de la investigación	5
1.5 Limitaciones del estudio	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases teóricas.....	13
2.3 Definición de términos básicos.....	27
CAPITULO III: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA OMA	30
3.1 Descripción del Proyecto.....	31
3.2 Requerimientos	42
3.2.1 Personal de planta.....	42
3.2.2 Instrucción y capacitación del personal	43
3.2.3 Elaboración del Manual de Mantenimiento.....	43
3.2.4 Recursos y materiales requeridos para los sub procesos	43

3.3 Dimensionamiento.....	50
3.4 Equipos a utilizar	51
3.5 Conceptos básicos para el diseño.....	59
3.6 Estructura	62
3.7 Elementos y funciones.	64
3.7.1 Elementos	64
3.7.2 Funciones.....	68
3.8 Planificación	74
3.8.1 Planificar la gestión del alcance de la OMA	74
3.8.2 Planificar la gestión del cronograma de la OMA.....	75
3.8.3 Planificar la gestión de los costos de la OMA.....	76
3.8.4 Planificar la gestión de la calidad de la OMA	76
3.8.5 Planificar la gestión de los recursos humanos de la OMA.....	77
3.8.6 Planificar la gestión de las comunicaciones de la OMA	77
3.8.7 Planificar la gestión de los riesgos de la OMA	78
3.8.8 Planificar la gestión de las adquisiciones de la OMA	79
3.9 Servicios y aplicaciones	80
3.9.1 Servicios.....	80
3.9.2 Aplicabilidad	80
3.10 Layout.....	82
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	84
4.1 Tipo de la investigación.	85
4.2 Métodos y diseños de la investigación.	85
4.3 Técnicas de recolección de información.....	85
CAPITULO V: RESULTADOS	86
CAPITULO VI: DISCUSIÓN.....	96
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS: ANEXO A. Matriz de consistencia.....	102

Índice de Figuras

Figura 1. Turbo fan de alto bypass	20
Figura 2. Vista de una cámara de combustión tipo anular.....	20
Figura 3. Enfriamiento y sellado dentro del área de turbina	21
Figura 4. Instalaciones del nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez....	22
Figura 5. Aplicación del líquido penetrante.....	26
Figura 6. Aplicación del revelador	27
Figura 7. Diseño para el desmontaje del motor	33
Figura 8. Proceso para desmontaje de motor	34
Figura 9. Diseño de desarmado del compresor de baja	35
Figura 10. Proceso de desarmado del compresor de baja	36
Figura 11. Diseño de desarmado del compresor de alta	37
Figura 12. Proceso de desarmado de compresor de alta.....	38
Figura 13. Diseño de desmontaje de la cámara de combustión.....	39
Figura 14. Proceso de desmontaje de la cámara de combustión.....	40
Figura 15. Diseño de documentación completa de motor reparado	41
Figura 16. Proceso de la documentación completa de motor reparado	42
Figura 17. Prototipo del motor V2500 (IAE, 2008).....	59
Figura 18. Edificación del proyecto	62
Figura 19. Diagrama de Flujo en planta	64
Figura 20. Estructura del Directorio General	68
Figura 21. Diagrama de flujo de tareas del motor	82
Figura 22. Barras de comparación de tiempo y costo	92

Índice de fotos

Foto 1. Equipo de Boroscopio	25
Foto 2. Equipo de inspección por Corrientes Eddy	25
Foto 3. Multiplicadores de torsión para aviones	51
Foto 4. Balanceador dinámico	51
Foto 5. Banco de transporte de Motor	52
Foto 6. Tecla de 10 toneladas	53
Foto 7. Torquímetros calibrados (Marca Craftsman.)	54
Foto 8. Gatas de hidráulicas.....	55
Foto 9. Tractor de remolque	56
Foto 10. Escaleras	57
Foto 11. Maletín de herramientas múltiples.....	58
Foto 12. Multímetro digital auto-rango.....	58
Foto 13. Rueda de compresor de alta	60
Foto 14. Taller de reparación de motores.....	61
Foto 15. Vista completa de un Motor V2500 (Argentina, 2014).....	61
Foto 16. Sección de modulo y subconjuntos	83

Índice de tablas

Tabla 1. Flota de aviones con motores V2500	6
Tabla 2. Números de partes de motor	18
Tabla 3. Herramientas a usar en el taller de la OMA.....	45
Tabla 4. Banco para soporte y traslado de motor IAE	46
Tabla 5. Bancos y herramientas para desmontar compresor de baja IAE.....	46
Tabla 6. Bancos y herramientas para desmontar compresor de alta IAE.....	47
Tabla 7. Herramientas especiales para desmontaje de cámara de combustión IAE	47
Tabla 8. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de alta primera etapa IAE.....	48
Tabla 9. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de alta segunda etapa IAE	48
Tabla 10. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de baja IAE.....	48
Tabla 11. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de baja y escape IAE	49
Tabla 12. Bancos para desmontar la boquilla común de salida IAE.....	49
Tabla 13. Tiempo de envío de reparación en el extranjero	87
Tabla 14. Tiempo de envío de reparación del motor en el Perú.....	88
Tabla 15. Comparación de ahorro de tiempo	89
Tabla 16. Costo de reparación en el extranjero.....	90
Tabla 17. Costo de reparación en el Perú	91
Tabla 18. Comparación de costos de reparación	92
Tabla 19. Costo de la infraestructura y equipos de la OMA	93
Tabla 20. Costo de reparación de motores por año	94
Tabla 21. Tiempo de recuperación de la inversión.....	95

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de investigación sobre la Propuesta de Implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) se plantea como objetivo general, atender la demanda que generan las aerolíneas para la reparación de sus motores a través del uso de las técnicas y sistemas de control de gestión aplicados en la unidad de negocios correspondiente a la Gerencia a la Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA).

Este estudio se centra en el área de Gerencia de Mantenimiento, excluyendo las otras áreas de la Organización de Mantenimiento Aprobada, tales como la venta de motores y el desarrollo de proyectos. Sólo se considerará parcialmente el área de venta de repuestos y que esta influye directamente en los procesos de reparación de motores que desarrolla el área denominada Gerencia de Mantenimiento a los Motores.

Desarrollar este trabajo para esta gerencia, es una oportunidad para aplicar técnicas modernas de control en una organización la que será dirigida basándose en estándares de calidad, exigencia que no tenían anteriormente otras empresas, ya que estas trabajaban basándose en la intuición, o a la "habilidad". Estas empresas tomaban decisiones basadas en la experiencia, instintos y malas prácticas y muy pocos pretendieron implementar técnicas que orientaran las voluntades de sus empleados en pos de una misión, visión o bajo ciertos valores que le aportarán valor a su gestión.

El criterio o decisión de no querer implementar una OMA no garantizaba la calidad del producto, pero la implementación de sistema y equipos modernos optimizará los procesos, además ayudará a implementar herramientas de control de gestión aplicadas a esta unidad de negocios y técnicas modernas que permitirá el incremento de los ingresos proporcionándole a la empresa.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

Actualmente las empresas aéreas en el país que operan los motores turbo fan V2500 que son desarrollados y fabricados por MTU en cooperación con Pratt & Whitney y Japanese Aero Engines Corporation, tienen un problema grande dado que en el medio local no existe una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) que tenga habilitación para la reparación mayor (Overhaul) de estos motores, de allí la necesidad de implementar a corto plazo una OMA que ofrezca servicios de elevados estándares y calidad para la reparación de motores lo que contribuirá con el ahorro de dinero, minimizar costos y el tiempo que demora la reparación como para volverlo al servicio por medio del traslado.

1.2 Formulación del problema

En el medio local no existe una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) que realice la reparación mayor de motores turbofan V2500.

Las aerolíneas se ven obligadas a realizar gastos excesivos en la reparación mayor de los motores turbo fan V2500, ya que se ven obligados enviarlos al extranjero (reparación, traslado, gastos aduaneros, y otros).

La reparación y retorno al servicio de los motores turbo fan V2500 que son enviados al extranjero, demanda un tiempo prolongado, mientras tanto las aeronaves no pueden operar con la consecuente pérdida de dinero para la empresa.

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la propuesta de la implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) para la reparación mayor de motores turbo fan V2500 permitirá cubrir las necesidades de mantenimiento de las aeronaves de las aerolíneas que operan en Sudamérica?

1.2.2 Problemas específicos

¿De qué manera la propuesta de implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) en reparación mayor de motores turbo fan V2500 permitirá reducir los gastos de reparación que son asumidas por las aerolíneas de las aeronaves que operan en Sudamérica?

¿De qué manera la propuesta de implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) en reparaciones mayores de motores turbo fan V2500 permitirá reducir los tiempos de reparación que son asumidas por las aerolíneas de las aeronaves que operan en Sudamérica?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Implementar una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) para la reparación mayor de motores turbo fan V2500 que permita cubrir las necesidades de mantenimiento de los motores de las aeronaves de las aerolíneas que operan en Sudamérica.

1.3.2 Objetivos Específicos

Implementar una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) para la reparación mayor de motores turbo fan V2500 que permita reducir los gastos de reparación que son asumidas por las aerolíneas que operan en Sudamérica.

Implementar una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) en reparación mayor de motores turbo fan V2500 que permita reducir los tiempos de reparación de los motores de las aeronaves de las aerolíneas que operan en Sudamérica.

1.4 Justificación de la investigación

La investigación se justifica, debido que en el medio local no existe OMAs que estén habilitados para realizar reparaciones mayores de motores turbo fan V2500.

El número de motores turbo fan V2500 que operan en el país es de aproximadamente 92, y en Sudamérica es muy superior dada la gran cantidad de aerolíneas existentes lo cual justificaría implementar una OMA para la reparación mayor de dichos motores.

En el país y en los países de Sudamérica no existe talleres para el mantenimiento de motores turbo fan V2500, por lo que se espera ganar mercado en base a elevados estándares y calidad en nuestro servicio y costos más razonables.

La ubicación de la OMA en el Perú, tendrá una ubicación central en Sudamérica, que permitirá reducir el tiempo que demanda la reparación y el retorno al servicio de los motores.

La reparación de motores en una OMA del país, contribuirá el ahorro de aproximadamente un 20%, con respecto a lo que se gasta en una empresa del extranjero, porque la mano de obra en nuestro país es más económica.

1.4.1 Importancia de la investigación

Este proyecto de investigación se llevará a cabo en el Perú, específicamente en la ciudad de Lima. La información requerida para este estudio se proyecta entre Setiembre del 2017 y Noviembre del año siguiente.

De acuerdo al problema y objetivos de la investigación, la Propuesta de Implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) será trascendental por el número de motores que ingresarán, por la cual se deberá tomar en cuenta todas las casos que ameritan la reparación de

motores, y la serie de especificaciones de inclusión y exclusión situándose claramente en torno a sus características.

1.4.2 Viabilidad de la investigación

La OMA al ser implementada con precios razonables, alta calidad y elevados estándares generará un mercado a nivel Sudamericano de las empresas aéreas que operan los motores turbo fan V2500.

El proyecto es viable porque se contará con personal que será capacitado ya sea por medio de instructores de la misma fábrica o enviando al personal al extranjero.

La futura ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, permitirá establecer nexos y acuerdos con Lima Airport Partners (LAP), Corporación Peruana de Aviación comercial (CORPAC) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para la facilitación de espacios colindantes, destinados en la zona de logística y mantenimiento, donde se podría desarrollar la infraestructura de la OMA.

Se contará con presupuesto para la capacitación del personal, la adquisición de herramientas tanto calibradas y no calibradas y bancos especiales. La OMA al ser habilitado por el fabricante en los diferentes tipos de reparaciones nos proporcionará los manuales necesarios.

El compromiso que asumirá la alta gerencia en este proyecto de OMA, garantizará que se cumpla con todos los requisitos exigidos por la autoridad aeronáutica, fabricante y clientes.

Se cuenta con la información necesaria para determinar los requerimientos respecta a equipos, manuales del fabricante, reglamentos y manual de la OMA, infraestructura y capacitación a todo el personal que participará directa o indirectamente en la reparación de los motores.

Se cuenta con información para determinar los costos que implicarían elaborar el presupuesto para la OMA.

Se tiene información requerida de los terrenos donde se ubicará la OMA, que será un área colindante al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

El proyecto estaría respaldado por el número de motores turbo fan V2500 que conforman la flota de aviones que operan en el país y con posibilidad de expansión a otros países cuyo número de motores crece exponencialmente llegando a superar los 2500 motores. En la Tabla 1 se muestra la cantidad aproximada de motores turbo fan V2500 que operan en el país.

FLOTA DE AVIONES APROXIMADAMENTE QUE OPERAN EN EL PERU CON MOTORES V2500						
		A319	A320	A321	TOTAL	MOTORES
LATAM PERU		11 AVIONES	12 AVIONES	4 AVIONES	27 AVIONES	54 MOTORES
AVIANCA		7 AVIONES	8 AVIONES		15 AVIONES	30 MOTORES
VIVA AIR			4 AVIONES		4 AVIONES	8 MOTORES
		TOTAL DE AVIONES Y MOTORES V2500			46 AVIONES	92 MOTORES

Tabla 1. Flota de aviones con motores V2500

Fuente: Elaboración propia, se basa en la flota de aviones que operan en el país.

Se estima que la producción de reparación de los motores en la OMA será de un aproximado de 24 motores al año, con la posibilidad de ampliarse con trabajos de otras aerolíneas en Sudamérica.

Si bien es cierto que actualmente estas aerolíneas reparan sus motores en otros países, repararlos en la OMA del Perú les permitirá un ahorro sustancial en sus gastos de mantenimiento y tiempo de espera para poder poner en servicio dichos motores.

1.5 Limitaciones del estudio

Las limitaciones son las siguientes:

La ubicación exacta de la OMA, no se puede determinar, ya que en la actualidad en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, todos los espacios están proyectados por LAP (Lima Airport Partners) y no existe espacio donde construir más edificaciones.

Los problemas esporádicos (no repetitivos) considerados en la elaboración del proyecto de la OMA. Debemos diferenciar entre los problemas de tipo único y los problemas constantes. De existir problemas que no tienen repetición o que son constantes, la planeación del proyecto de la OMA puede resultar excesiva en monto y costos.

Todo proyecto tiene una tendencia a la flexibilidad, esto quiere decir que nuestro proyecto de OMA debe adaptarse rápidamente a los cambios que experimenta la empresa.

La inversión que implica elaborar el proyecto de la OMA, es considerar nuevos gastos y podrían requerir mayores sumas a los permitidos por la alta gerencia.

El tiempo requerido para la elaboración del proyecto, debido que hay momentos que se tiene que tomar decisiones rápidas, y no siempre se tiene el tiempo suficiente.

Imprevistos que podría tenerse con factores externos, por cuando hay personas y entidades involucradas que están interesados en el proyecto de la OMA, pero que están fuera de ella. Sus decisiones podrían limitar su desarrollo (político, ecológico, social o ambiental, económico).

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Los aviones comerciales en el transcurso de los años siguen trasladando tanto pasajeros como carga, ya que este medio es fundamental para que lleguen a su destino en el más breve plazo, en comparación con los otros medios de transporte.

Los aviones están sujetos a todo tipo de esfuerzos, que van deteriorando el material a medida que va pasando el tiempo, y por lo tanto es necesario realizar inspecciones y reparaciones tanto a los aviones como también a sus componentes, como son los motores. Estos requieren una revisión de acuerdo al manual de mantenimiento del fabricante para poder mantenerlo operativo en todo momento.

El tiempo que demanda reparar los motores en el extranjero es de aproximadamente 3 a 4 meses incluyendo el tiempo requerido para efectuar los trámites aduaneros de envío al extranjero y retorno al país, los cuales son bastante complicados, costosos y tiempo relativamente alto. Realizando dichos trabajos en una OMA del Perú, los clientes ahorrarían tiempo, ya que no sería necesaria la intervención de dicha entidad, y los motores se trasladarían entre la OMA y el operador.

El nivel de mantenimiento que se pretende habilitar y certificar, es la de reparación mayor (Overhaul) del motor turbo fan V2500, de acuerdo como lo establece el manual de mantenimiento, denominado, Datos de Planificación de Mantenimiento (MPD). Ello implica los componentes del motor tales como: cambio de discos de compresor de baja, compresor de alta, cámara de combustión y discos de turbinas de alta y baja.

Habilitación: cumplir con todas las normas y regulaciones emitidas por la dirección de aeronavegabilidad relativas a talleres aeronáuticos de reparación de material aeronáutico.

Certificación: cumplir con el equipamiento, el personal, los datos técnicos y los edificios e instalaciones requeridos para obtener el Certificado y los

alcances, o para obtener alcances adicionales, deben encontrarse en el lugar para su inspección al momento de la certificación o de la aprobación de alcances por parte de la Autoridad Aeronáutica.

Certificado: Todo Taller Aeronáutico deberá tener vigente un "Permiso de Funcionamiento" para efectuar trabajos técnicos aeronáuticos en aeronaves, motores, hélices, sistemas o componentes. Este Permiso es otorgado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la DGAC.

Se trabajará para que la OMA sea certificada por el fabricante de los motores turbo fan V2500 y cuente con la habilitación de la Federal Aviation Administration (FAA) de los EE.UU. y su similar European Aviation Safety Agency (EASA) de los países que conforman la Unión Europea, la cual le permitirá realizar trabajos a los motores que operan en EE.UU. y Europa. Los permisos otorgados por la FAA y EASA deberán ser aceptados por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

Además la OMA deberá contar de un Manual de Organización de Mantenimiento (MOM), para ser presentado a las autoridades aeronáuticas como la DGAC para que habilite y certifique a la OMA en el Perú.

MOM (Manual de Organización de Mantenimiento), es el Apéndice 1, de la RAP 145. Que tiene el siguiente propósito:

Explicar en forma sencilla, entendible por cualquier empleado de la OMA, el sistema de gestión de la organización, el sistema interno de inspección y mantenimiento y permitir que dicho personal cumpla sus diferentes tareas de acuerdo a los términos y condiciones de la autorización otorgada por la DGAC.

Proporcionar una guía de Aeronavegabilidad para controlar y dirigir todas las actividades de mantenimiento realizadas por la OMA.

Acreditar ante la DGAC cómo se ejecutarán todas las actividades de acuerdo con el alcance de su lista de capacidad y como se cumplirán los requisitos de aeronavegabilidad.

-Las empresas calificadas en EE.UU. para realizar las reparaciones mayores del motor turbo fan V2500 son:

MTU Maintenance Dallas es una organización de mantenimiento aprobada por EASA y FAA. El personal técnico altamente capacitado con licencia de A & P. MTU Maintenance Dallas cuenta con licencia de la FAA como una estación de reparación de servicio completo Parte 145.

MTU Maintenance Canadá es el miembro norteamericano de la red de empresas MTU Maintenance. El afiliado canadiense de MTU tiene todas las licencias OEM necesarias para la reparación y revisión de los motores IAE V2500.

MTU Aero Engines North América (MTU AENA), una compañía estadounidense con sede en Rocky Hill, CT.

-Las empresas calificadas en Europa para las reparaciones mayores del motor turbo fan V2500 son:

MTU Maintenance Berlin-Brandenburg (Alemania) brinda soporte técnico para los motores.

MTU Aero Engines Polska (Polonia) comenzó a producir componentes de motores para el fabricante de motores líder en Alemania en abril de 2009.

MTU Mantenimiento tiene todos los prototipos V2500 desde 1989 en la cartera. La reparación de V2500 en los lugares de Hannover (Alemania).

Iberia Mantenimiento recibe la certificación EASA para reparar los motores V2500. Taller-de-motores-de-Iberia.

-La empresa calificada en el Asia para la reparación mayor del motor turbo fan V2500 es:

MTU Mantenimiento Zhuhai Co. Ltd. Ubicada en la Zona de Libre Comercio de Zhuhai, esta tienda es una empresa conjunta 50/50 de MTU Aero Engines y China Southern Air Holding Company.

En Sudamérica hay países como Argentina, Brasil y Colombia, que tienen el potencial necesario para implementar una estación de reparación de motores turbo fan V2500, pero no ha estado en sus prioridades y planes este emprendimiento.

En el Perú El Servicio de Mantenimiento de la Fuerza Aérea del Perú (SEMAN), sólo cuenta con habilitaciones para realizar reparaciones mayores a ciertos modelos de aeronaves Boeing.

Los requerimientos para la reparación de motores turbo fan V2500 son: la infraestructura, capacitación, manuales y todos los equipos que son exigidos por el fabricante según el manual de mantenimiento. Una vez que la OMA sea certificada por el fabricante, se realizará la gestión ante la FAA (Autoridad Aeronáutica) y la EASA (Autoridad Europea), para la certificación de funcionamiento de la OMA según las habilitaciones requeridas que se solicitará y que nos permitirá emitir la trazabilidad correspondiente, una vez que se termine la reparación del motor.

Para las empresas que operan en Sudamérica la implementación de la OMA en las nuevas instalaciones del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez-Callao Perú será una opción para disminuir tiempo y gastos por mantenimiento, requerirá que el servicio se implemente para presupuestos que estén de acorde a la realidad de nuestro país y permitirá más

rentabilidad al percibir ganancias con los altos estándares de calidad que amerita el sector aeronáutico nacional e internacional.

SEMAN al no estar habilitada para la reparación del motores turbo fan V2500, no será una competencia de la OMA en nuestro medio, pero sí tendría que competir con empresas del extranjero.

Realizar un trabajo con altos estándares de calidad en la reparación de motores turbo fan V2500 implica contar con personal calificado que seguirá todos los procedimientos que establece el manual de mantenimiento emitido por el fabricante, garantizará la operatividad y confiabilidad, y que nuestros clientes queden completamente satisfechos.

El objetivo de la OMA será: cumplir todos los trabajos y procedimientos establecidos por el fabricante, las normas de la DGAC (Perú) establecidos en la RAP parte 145 (Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas) y las normas establecidas por las autoridades aeronáuticas de otros países, de las cuales se espera recibir los motores. El MOM contempla también normas adicionales.

2.2 Bases teóricas

Para la implementación de la OMA nos basaremos en las normativas de la RAP, en este caso la parte 145 (Organización de Mantenimientos Aprobadas), que es la misma en las diferentes entidades aeronáuticas del mundo como FAR 145 (Autoridad Americana), EASA 145 (Autoridad Europea), y en el caso del Perú la RAP 145. Esta normatividad tiene:

RAP 145 Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas.

5 capítulos:

Capítulo A: Generalidades.

Capítulo B: Certificaciones.

Capítulo C. Sistema de Gestión de Seguridad Operacional.

Capítulo D: Reglas de Operación

Capítulo E: sistema de gestión de Calidad (rap 145)

7 Apéndices.

Apéndice 1: Manual de la organización de mantenimiento – MOM

Apéndice 2: Certificado de conformidad de mantenimiento –Formulario Rap 001

Apéndice 3: Organizaciones de mantenimiento no aprobadas RAP 145 trabajando bajo el control de un sistema de auditorías independientes de una OMA RAP 145 (subcontrato).

Apéndice 4: Estructura para la elaboración de la lista de capacidades

Apéndice 5: Certificación de conformidad de mantenimiento, modificaciones y reparaciones mayores /Formulario RAP 002

Apéndice 6: Otorgamiento, renovación y modificación del Certificado de Aprobación (Permiso de Operación) Permiso de Operación / Certificado de Aprobación, de una Organización de Mantenimiento RAP 145

Apéndice 7: Clasificación OMA.

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Para complementar la realización de la OMA también tomaremos en cuenta las siguientes normas que será un complemento primordial para el buen funcionamiento de la OMA:

RAP 43 Mantenimiento.

Cuyo contenido nos permitirá conocer como realizaremos el mantenimiento correspondiente en nuestra OMA y está compuesto por:

5 Capítulos:

Capítulo A: Generalidades.

Capítulo B: Responsabilidad de mantenimiento.

Capítulo C: Personal de mantenimiento.

Capítulo D: Reglas de mantenimiento.

Capitulo E: Conformidad de mantenimiento.

6 Apéndices

Apéndice 1: Criterios de clasificación de modificaciones y/o reparaciones mayores.

Apéndice 2: Alcance y detalle de los ítems (según sea aplicable a la aeronave en particular) a ser incluidos en la inspección anual.

Apéndice 3: Inspecciones y pruebas de sistema altimétrico.

Apéndice 4: Inspecciones y pruebas del ATC Transponder.

Apéndice 5: Requisitos para la aceptación de componentes de aeronaves retornadas al servicio por Organizaciones de Mantenimiento Extranjeras.

Apéndice 6: Formulario de Información de condiciones no Aeronavegables sobre fallas, casos de mal funcionamiento y defectos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Estos Apéndices son usados de acuerdo al tipo de OMA que se pretende implementar.

RAP 39 Directrices de Aeronavegabilidad.

Esta norma nos permitirá saber los productos que estén aeronavegables y que cumplan con todos los requisitos como son los DA, Métodos alternativos de cumplimiento para Directrices de Aeronavegabilidad emitidos por la DGAC; para poder ser instalados en el motor turbo fan V2500, y está compuesto por:

2 Capítulos

Capítulo A: Generalidades.

Capítulo B Directrices de aeronavegabilidad.

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

RAP 21 Certificación de Aeronaves y Componentes de Aeronaves.

Esta norma nos permitirá ver la certificación tanto de la aeronave y sus componentes, en este caso la OMA lo vera como componente que es un componente mayor del avión, y está compuesto por.

15 Capítulos:

Capítulo A: Generalidades.

Capítulo B: Certificado de tipo.

Capítulo C: Certificado de tipo provisional.

Capítulo D: Cambios al certificado de tipo.

Capítulo E: Certificado de tipo suplementario.

Capítulo F: Producción bajo certificado tipo solamente.

Capítulo G: Certificado de producción.

Capítulo H: Certificado de aeronavegabilidad.

Capítulo I: Certificado de aeronavegabilidad provisional.

Capítulo J: Componentes de aeronaves.

Capítulo K: Exportación.

Capítulo L: Importación.

Capítulo M: Autorización de orden técnica estándar.

Capítulo N: Reparaciones.

Capítulo O: Constancia de conformidad.

1 Apéndice.

Apéndice 1: Requisitos para expedición y renovación del certificado de Aeronavegabilidad / Constancia de conformidad / Inspección técnica de aeronave. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

De acuerdo a lo establecido en la RAP 145, el Manual de la Organización de Mantenimiento (MOM) tiene un contenido, organización y el detalle varía de acuerdo con la complejidad y dimensión de la OMA. Sin embargo, al determinar la aceptabilidad del manual, la DGAC se asegurará que el contenido del mismo satisfaga los requisitos y proporcione instrucciones, procedimientos e información claras relativas a 9 Partes que conforman el MOM.

El mantenimiento que se pretende realizar en los motores turbo fan V2500 será de nivel mayor con respecto al cambio de discos de compresor de baja y alta, la cámara de combustión, los discos de turbinas de alta y baja y estos deberán ser cumplidos de acuerdo lo que establece el manual de

mantenimiento del motor que es proporcionado por el fabricante y de acuerdo al MPD (Maintenance Planning Data).

Al realizar la inspección del motor se evaluará y se determinará la parte que se va cambiar ya que la OMA se va dedicar exclusivamente al cambio de componentes mayores del motor mencionadas anteriormente, dichas partes serán abastecidas por las empresas encargadas que reparan estos componentes y que se contará con un convenio que le permitirá a la OMA de ser abastecidos en el tiempo más corto para poder ser instalados nuevamente y poner en servicio el motor.

El equipamiento del taller se determinará de acuerdo a los requerimientos que establece el fabricante del motor turbo fan V2500 en los manuales y contempla, bancos de desmontaje, herramientas especiales que son adquiridas al fabricante tanto calibradas y no calibradas y herramientas comunes.

La capacitación del personal se llevará a cabo de acuerdo a un programa establecido por la OMA y deberá contemplar el curso inicial y cursos avanzados. El personal recibirá estos cursos en la localidad con instructores contratados que sean autorizados por el fabricante o en la misma fábrica. En todos los casos empleándose la normatividad de las autoridades aeronáuticas (DGAC, FAA y la EASA). El programa de capacitación también contempla cursos recurrentes, con periodicidad anual o de acuerdo a las modificaciones que se haga en los motores turbo fan V2500.

Una vez que se cuente con toda la documentación, infraestructura, capacitación, herramientas y bancos, se solicitará las certificaciones por las autoridades aeronáuticas como la FAA, EASA y la DGAC. La certificación habilitará a la OMA a reparar motores y emitirá los certificados correspondientes que garantizarán la aeronavegabilidad y que los motores sean instalados en las aeronaves de las aerolíneas que operan en el país y extranjero.

Todos los manuales para la reparación del motor turbo fan V2500 serán proporcionados por el fabricante y permitirá que la OMA se certifique para realizar las reparaciones correspondientes.

Los motores que son usados en aviación pertenecen a diferentes grupos. Los motores para nuestra OMA son usados normalmente en aviación comercial, lógicamente los ingenieros al diseñarlos siempre persiguen que sean rentables para las empresas que los operan, especialmente por el ahorro de consumo de combustible, que es uno de los factores más importantes que considera una empresa al momento de adquirir una aeronave. También se consideran aspecto de ruidos y contaminación ambiental, exigencias que permita su operación.

Debido a ello, los fabricantes en la actualidad están fabricando motores turbofan, ya que es un tipo de motor que tiene un fan en la parte de la entrada que le proporciona la mayor potencia durante el despegue, debido que usa dos flujos (primario y secundario). Cuanto más grande es el fan el motor tendrá un empuje mayor.

Basado en estas consideraciones nuestro objetivo es reparar los tipos de motores turbo fan V2500 que describimos en la Tabla 2:

MARK NUMBER	TAKEOFF THRUST (LB)	AIRCRAFT
V2500 - A1	25,000	A320-200
V2530 - A5	30,000	A321-100
V2525 - A5	25,000	A320-200
V2527 - A5	26,500	A320-200
V2528 - D5	28,000	MD-90-40
V2525 - D5	25,000	MD-90-30
V2522 - D5	22,000	MD-90-10

Tabla 2. Números de partes de motor

Fuente: Elaboración propia, se basa en los tipos de motor que se fabrican.

Descripción del motor turbo fan a procesar V2500

En esta parte describiremos el motor en forma general, empezaremos por el fan parte del motor que se encuentra en la parte delantera, para dar el empuje al motor por medio del flujo secundario y que es movido por la turbina de baja.

Durante el funcionamiento del motor, el aire que ingresa por el fan pasa al compresor de baja donde a medida que va pasando por las diferentes etapas debido a la posición que están instalados los alabes es comprimido, de ahí pasa al compresor de alta donde continua comprimiéndose y se incrementa la presión y la temperatura para luego después de la última etapa pasará a un difusor, que se va encargar de distribuir aire hacia la cámara de combustión, donde es mezclado con el combustible. La mezcla de ambos (aire y combustible) más la chispa de la bujía forma la llama, que va aumentar de acuerdo a la aceleración, ya que se incrementará el combustible de entrada y por ende el aumento de revoluciones del motor, al llegar la llama a la turbina de alta gira con más velocidad y por acción de un eje interno en el motor gira el compresor de alta, después pasa a la turbina de baja, la que se encarga de mover el compresor de baja para posteriormente llegar al escape donde se juntan el aire primario con el secundario.

Las partes del motor, la cámara de combustión se muestran en las figuras 1 y 2, la tobera de salida mezcladora de flujo, este flujo primario caliente que sale del motor se juntan con el flujo secundario en la tobera mezcladora y de acuerdo a lo que sale se genera la potencia del motor.

En la figura 3 se muestra los alabes de turbina de alta con pequeños orificios de salida la que va servir para refrigerar estos alabes debido a las altas temperaturas que se desarrolla a la salida de la cámara de combustión, el aire que usa para la refrigeración de estos alabes es del mismo sistema de aire del motor de no ser así podrían llegar a fundirse y puede ser muy dañino para los motores. Muy aparte de ello estos alabes tienen una protección de cerámica para una mayor eficiencia con lo que respecta a altas temperaturas.

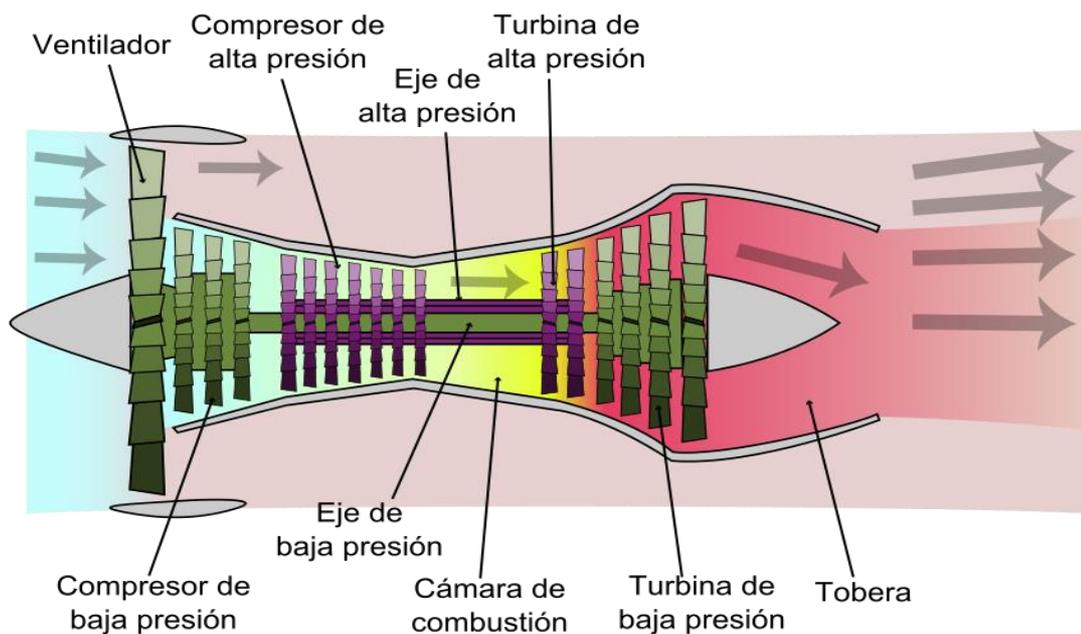


Figura 1. Turbo fan de alto bypass

Recuperado: (López Granero, 2012, pág. 29)

<https://docplayer.es/36330143-Estudio-de-un-turbofan>

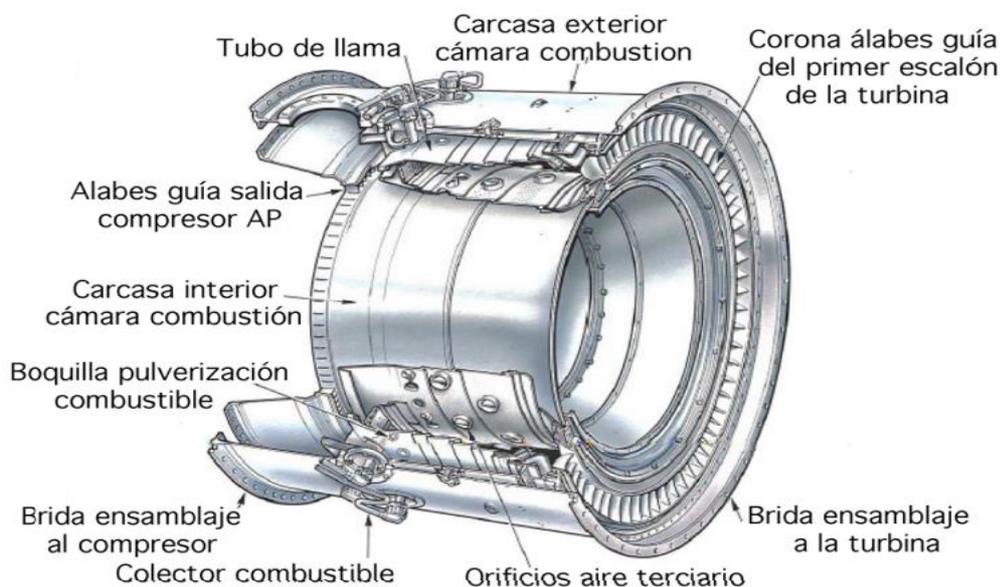


Figura 2. Vista de una cámara de combustión tipo anular

Recuperado: (López Granero, 2012, pág. 29)

<https://docplayer.es/36330143-Estudio-de-un-turbofan>

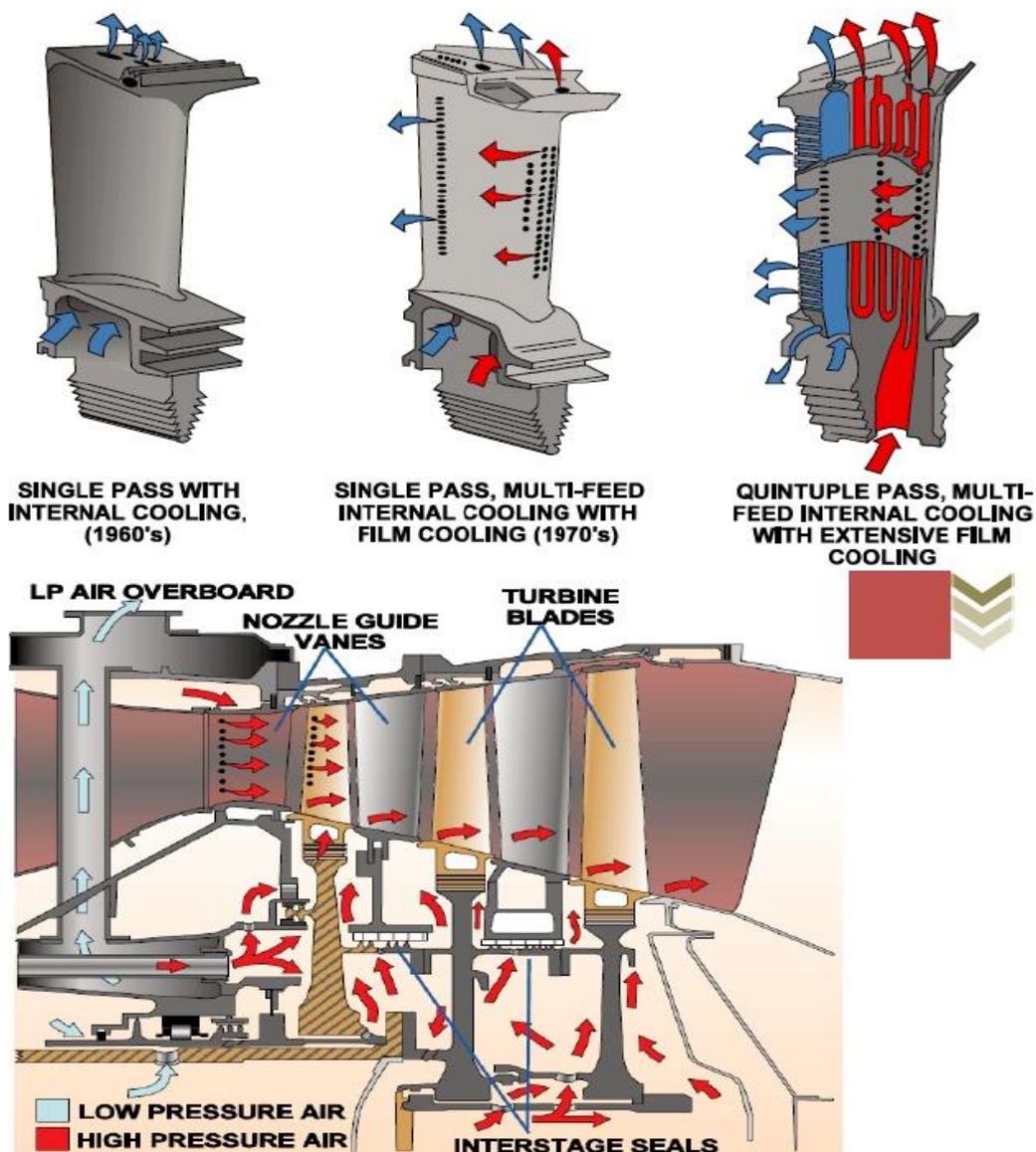


Figura 3. Enfriamiento y sellado dentro del área de turbina

Recuperado: (López Granero, 2012, pág. 29)
<https://docplayer.es/36330143-Estudio-de-un-turbofan>

Ubicación del Estudio

Durante las investigaciones realizadas con respecto a la ubicación de la OMA, se precisa que de acuerdo al proyecto existente con respecto a la ampliación del aeropuerto Internacional Jorge Chávez, se estableció que la mejor ubicación es el área colindante a la pista principal, la zona logística establecida por Lima Airport Partners (LAP), ver Figura 4. Esto será donde se construirán los talleres de mantenimiento de las diferentes aerolíneas que operan en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Las

gestiones para su localización se harán ante la Autoridad Aeronáutica del Perú, que depende de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), entidad que será la encargada de aprobar el proyecto de la OMA.



Figura 4. Instalaciones del nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez
 Recuperado: (21, 2017) <https://peru21.pe/economia/lucira-aeropuertojorgechavez-luego-ampliacion-video-90482>.

Descripción Del Objeto De Investigación

En la búsqueda constante de ofrecer productos seguros y confiables a los clientes, se implementará una OMA peruana única en su categoría que mantendrá una certificación bajo las normas de la DGAC (Perú), FAA (USA) y la EASA (Europa) para los servicios de mantenimiento de motores que se efectuará en base a la propuesta de una Organización de Mantenimiento Aprobada.

La propuesta permitirá ofrecer diferentes servicios seguros, para la reparación de los motores turbo fan V2500, Además contaría con la designación bajo las Regulaciones Aeronáuticas del Perú, la cual es emitida por la Dirección General de Aviación Civil del Perú (DGAC) la que

nos emitirá un certificado con un número como Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA), según la RAP 145.

Hablando brevemente del motor en que vamos a trabajar podemos decir:

MTU desarrolla y fabrica el motor turbo fan V2500 en cooperación con Pratt & Whitney y Japanese Aero Engines Corporation. En el año 1983 se establece una compañía conjunta, International Aero Engine (IAE) para el lanzamiento del motor recientemente diseñado V2500.

El motor V2500 es un turbofan de dos ejes, diseñado para los aviones de transportes de corto a medio recorrido. Se utiliza en los Airbus A319, A320 y A321, y también en los aviones Boeing /McDonnell Douglas MD-90. En septiembre de 2008, el V2500 SelectOne TM, una versión actualizada del IAE V2500-A5, se introdujo con éxito en servicio. Las mejoras importantes incluyen una reducción del uno por ciento en el consumo de combustible y un aumento del 20 por ciento de tiempo de operación del motor. Ello quiere decir que en comparación de otros motores, funcionarán mayor tiempo instalados en las alas de los aviones que los operen. El IAE V2500 sigue siendo el líder medio ambiental en su clase, y acondicionando un motor verde.

Cuando los motores turbo fan V2500 ingresen a la OMA se realizará ciertas inspecciones, normalmente las llamadas inspecciones de recepción, que permitirá en qué condiciones se encuentra el motor internamente. Dentro de las inspecciones tenemos, las inspecciones boroscópicas y por pruebas no destructivas (NDT).

Inspecciones Boroscópicas

Estas inspecciones son hechas con equipos adquiridas por la empresa a ciertos proveedores y nos permitirá durante las inspecciones chequear al motor internamente todo tipo de daños, por mencionar algunos: rajaduras, quemaduras o algo inusual que no contempla el manual. Esta prueba permitirá determinar si los daños están fuera o dentro de los límites

según el manual de mantenimiento lo que podría conllevar a un desmontaje de motor. Estas inspecciones también se realizarán una vez que el motor llegue al taller antes de ser desarmado para poder verificar el grado de daño que tiene por dentro para hacer la evaluación del caso.

Por medio de esta técnica el personal de inspectores que realiza la inspección hará el informe correspondiente sobre el trabajo que se le debe realizar al motor de acuerdo al daño encontrado. El equipo de boroscopio lo mostramos en la Foto: 1

Inspección NDT

A causa de la inspección Boroscopica también se podrá solicitar una inspección de NDT (Nondestructive Testing) pruebas no destructivas, que es procedimiento usado para examinar o inspeccionar los materiales y componentes, permitiendo localizar defectos superficiales y sub-superficiales, por medio de esta técnica los materiales son examinados sin cambiar o destruir su estructura o diseño original, pueden emplearse los métodos: corrientes Eddy. Foto 2, y/o líquido penetrante Figuras 5 y 6.

La prueba no destructiva contribuye al aseguramiento de la calidad y es una herramienta de gestión que puede proporcionar resultados impresionantes cuando se usa correctamente el manual de mantenimiento, ya que en este documento se encontrará los datos relacionados a las limitaciones del componente al que se realizó las pruebas correspondientes. Después de la inspección, el inspector puede analizar rápidamente las imágenes grabadas y generar un informe, con tan sólo seleccionar las imágenes que se encuentran grabadas en el equipo.



Foto 1. Equipo de Boroscopio

Recuperado: Investigación, P. I. (s.f.) <http://www.panatec-industria.com/inspeccion-visual-remota.php>.



Foto 2. Equipo de inspección por Corrientes Eddy

Recuperado: (Grupo Dasamy de México, 2015)
<http://www.grupodasami.com.mx/pruebas-no-destructivas/>.

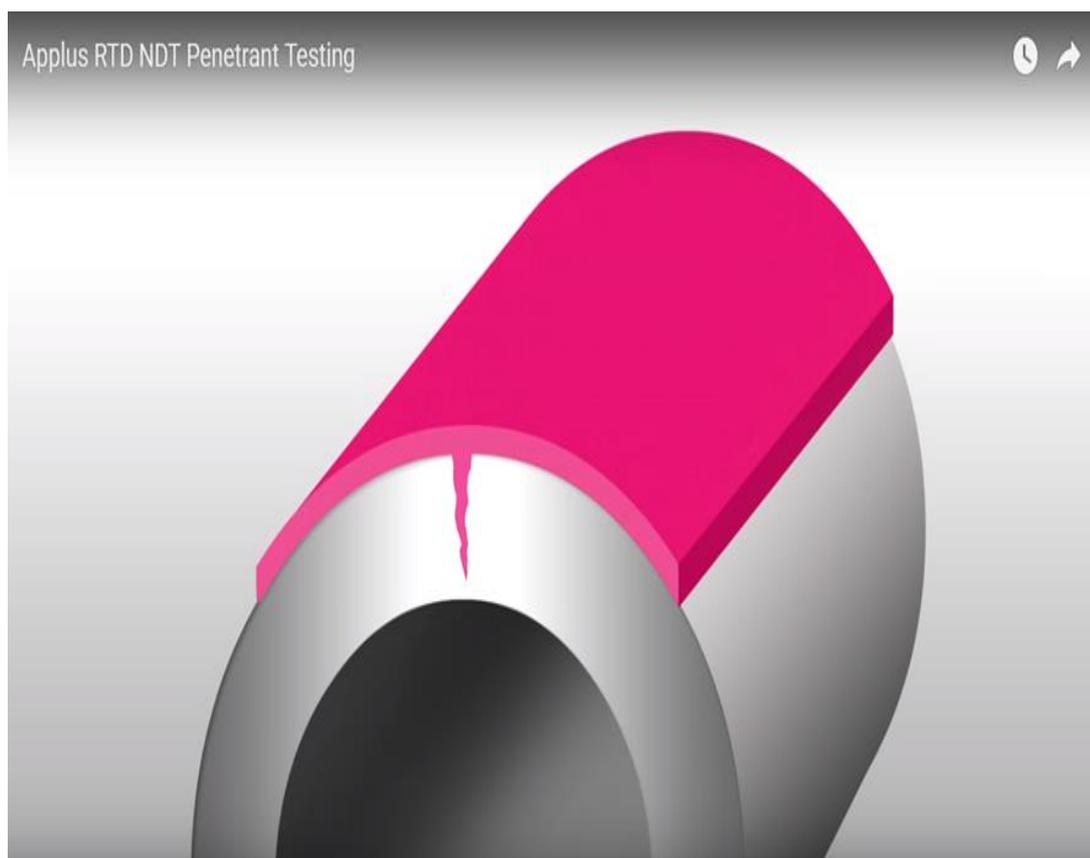


Figura 5. Aplicación del líquido penetrante

Recuperado: (Applus, 2018)

[http://www.applus.com/es/ServiceSheet/liquid_penetrant_testing_\(lpt\)_-1340261535029](http://www.applus.com/es/ServiceSheet/liquid_penetrant_testing_(lpt)_-1340261535029).

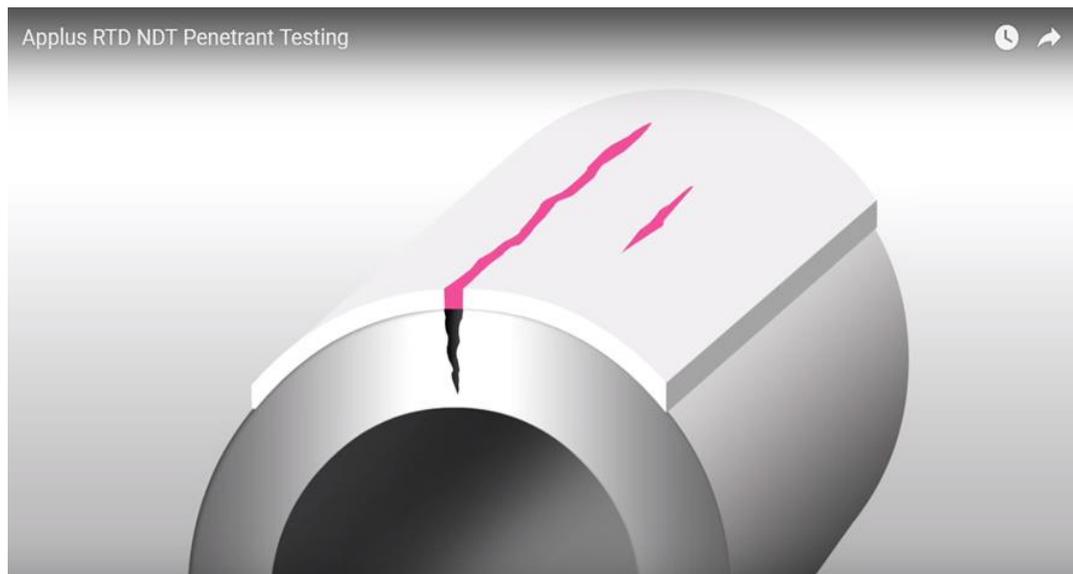


Figura 6. Aplicación del revelador

Recuperado: (Applus, 2018)

[http://www.applus.com/es/ServiceSheet/liquid_penetrant_testing_\(lpt\)_-1340261535029](http://www.applus.com/es/ServiceSheet/liquid_penetrant_testing_(lpt)_-1340261535029).

2.3 Definición de términos básicos

Aeronavegabilidad.- Es una medida de la capacidad que tiene una aeronave para operar en condiciones seguras.

Boroscopio.- Un boroscopio es un endoscopio, pero que se aplica en talleres y en la industria automotriz, naval y aeronáutica para inspeccionar zonas difíciles de ver a simple vista.

Compresor axial.- La finalidad del compresor es proporcionar aire a presión que será utilizado más tarde en la cámara de combustión.

Corrientes Eddy.- Procedimiento de inspección no destructivo basado en los principios de la inducción electromagnética para identificar, diferenciar entre una amplia variedad de condiciones físicas y estructurales de un componente.

Corrosión.- Se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

DGAC.- La Dirección General de Aeronáutica Civil, es un órgano de línea de ámbito nacional que ejerce la Autoridad Aeronáutica Civil en el Perú

EASA.- Agencia Europea de Seguridad Aérea, La función principal que tiene esta agencia es unificar los estándares comunes de aeronavegabilidad en los Estados miembros de la Unión Europea

FAA.- Administración Federal de Aviación, es una autoridad nacional de los Estados Unidos con poderes para regular todos los aspectos de la aviación civil.

General Electric.- Fabricante de diferentes componentes incluyendo motores, ubicado en EE.UU.

IAE.- International Aero Engine, es actualmente un consorcio de sólo cuatro fabricantes de motores

Líquido penetrante.- Prueba no destructiva empleadas para detectar discontinuidades que afloran a la superficie de los materiales examinados.

NDT.- (Nondestructive Testing) pruebas no destructivas, que es procedimiento usado para examinar o inspeccionar los materiales y componentes.

OMA.- Organización de Mantenimiento Aprobada.

Overhaul.- En aeronáutica palabra conocido como reparación mayor de un componente

Tobera.- Una tobera es un dispositivo diseñado para transformar entalpía en energía cinética.

Trazabilidad.- capacidad para reconstruir el historial de la utilización o la localización de un artículo o producto mediante una identificación registrada

Turbofan.- Turborreactores de doble flujo Los motores de aviación tipo turbofan, son una generación de motores a reacción que reemplazó a los motores Turbojet.

Turbinas.- turbina de gas aumenta el flujo de aire que, al ser expelido por una tobera de escape con mayor potencia y temperatura, aportan la mayor parte del empuje del motor.

CAPITULO III: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA OMA

3.1 Descripción del Proyecto

La Propuesta de Implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobado para reparación de motores V2500, deberá ser concretada en Lima Perú, por ser un punto estratégico en Sud América (considerada el ombligo del mundo). Los motores que requieran ser reparados serán procesados en nuestro medio, usando la tecnología de punta, y ello conlleva a preparar mucho personal, entre ellos, Ingenieros, Técnicos y Administrativos.

En todos los casos de reparaciones se seguirá un proceso de trabajo ordenado y planificado, para posterior al concluir las se realizará las pruebas correspondientes en el banco de motor, que permitirá verificar todos los parámetros del motor, para después garantizar la trazabilidad del caso para su instalación en el avión

Aproximadamente y siempre que no se produzcan imprevistos, una reparación de motor demanda entre 3 a 4 meses.

Cuando se reciba el motor en el taller, se evalúa el motivo de su visita. Puede que sea por un reporte leve, reporte importante, cambio de piezas por desgaste o fin de vida útil. Cuando se ha establecido el protocolo de actuación y se sabe qué trabajos hay que realizar, el primer paso es el desmontado, limpieza y verificación de piezas. Solo este paso, dura un aproximado de 12 días.

Se tomará los primeros meses para buscar los posibles clientes a nivel nacional e internacional. La función primaria de la OMA será satisfacer a los clientes tanto en precio, tiempo y calidad del producto que se va ofrecer. Como es considerada una parte crítica del avión, la reparación va tener que ser considerada una tarea muy delicada al momento de realizar los trabajos.

La OMA brindará, servicios a las compañías aéreas que usan aviones con estos tipos de motor. La que aminorara costos en el mantenimiento y pérdida de tiempo al retornar el motor y ponerlos servicial.

Se ha investigado que la reparación de los motores que son enviados al extranjero tomando en cuenta el tipo de reparación que se va realizar el costo aproximado es de 3.5 millones de dólares a todo costo sin embargo al hacerlos acá en Lima Perú el costo se reduce aproximadamente en un 20% ya que el ahorro sería: costo al envío y retorno, además se ahorra en tiempo para poner puesta al servicio.

Por último se estimará el presupuesto y materiales usados durante la reparación del motor, el cual determinará cuan eficaz, será la reparación en nuestra localidad.

Diseño del Proceso

El proyecto estará gestionado bajo los siguientes diseños y procesos que se integraran con diferentes áreas para el desarrollo óptimo de las operaciones:

1.-Diseño para desmontaje del motor:

Diseño solución	Funciones	Acciones	Elementos y mecanismos
Diseño para el desmontaje del motor	Avión en línea	Posicionamiento	Carro de remolque
			Barra conectada
		Desplazamiento	Guías
	Avión en el hangar	Producción	Dimensión
		Desplazamiento	Motor
		Posicionamiento	Bancos
	Desmontaje del motor	Introducción	Tecles de sujeción
		Extracción	Desmontaje de motor
		Posicionamiento	Motor en tierra
		Desplazamiento	Retiro del avión
	Motor en el taller	Desplazamiento	Ingreso al taller
		Posicionamiento	Fuera del hangar

Figura 7. Diseño para el desmontaje del motor

Fuente: Elaboración propia

2.- Procesos para desmontaje del motor:

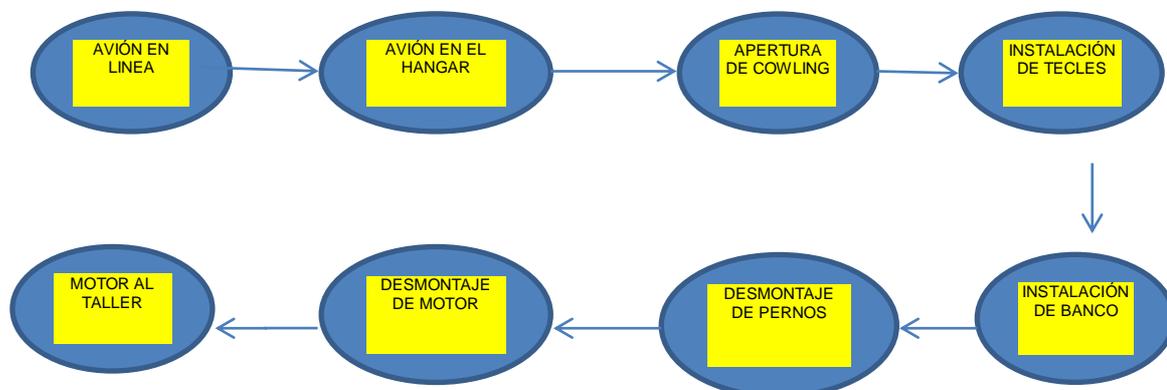


Figura 8. Proceso para desmontaje de motor

Fuente: Elaboración propia

3.- Diseño de desarmado del compresor de baja

Diseño solución	Funciones	Acciones	Elementos y mecanismos
Diseño de desarmado de compresor de baja	Motor en el taller	Posicionamiento	Carro de remolque
			Barras
		Desplazamiento	Guías
	Se retira componente del motor	Taller	Herramientas
		Desplazamiento	Técnicos
		Posicionamiento	Bancos
	Retiro de los pernos del case	Introducción	Torquímetros
		Extracción de pernos	Poleas para levantar rueda
		Desarmado de compresor de baja	Banco de instalación
	Apertura del case del motor	Desmontaje de rueda afectada	Carro de traslado
		Se lleva al taller de ruedas de compresor	Transporte de caja
			Traslado a la sección

Figura 9. Diseño de desarmado del compresor de baja

Fuente: Elaboración propia

4.- Proceso de desarmado del compresor de baja

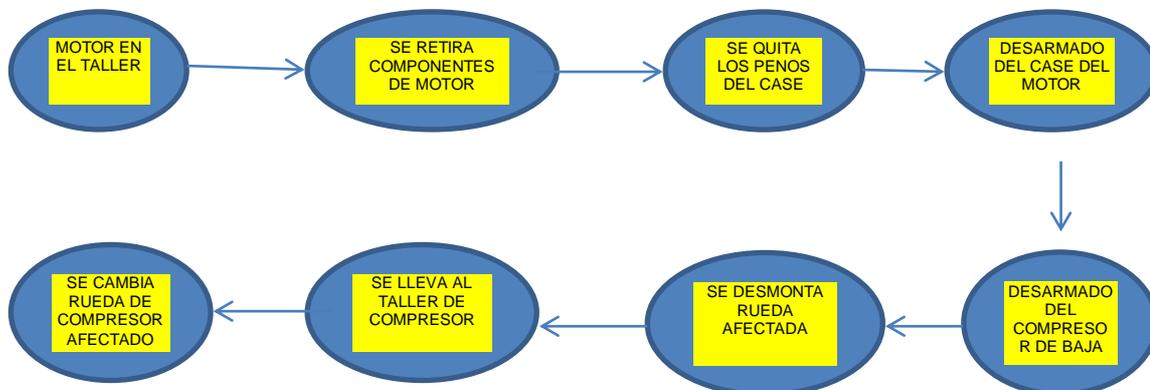


Figura 10. Proceso de desarmado del compresor de baja

Fuente: Elaboración propia

5.- Diseño de desarmado del compresor de alta

Diseño solución	Funciones	Acciones	Elementos y mecanismos
Diseño de desarmado de compresor de alta	Motor en taller	Posicionamiento	Carro de remolque
			Barras
		Desplazamiento	Guías
	Se retira componentes del motor	Taller	Herramientas
		Desplazamiento	Técnicos
		Posicionamiento	Bancos
	Retiro de los pernos del case	Introducción	Torquímetros
		Extracción de pernos	Poleas para levantar rueda
		Desarmado de compresor de baja	Banco de instalación
	Desarmado del case del motor	Desmontaje de rueda afectada	Carro de traslado
		Se lleva al taller de ruedas de compresor	Transporte de caja
			Traslado a la sección

Figura 11. Diseño de desarmado del compresor de alta

Fuente: Elaboración propia

6.- Proceso de desarmado del compresor de alta

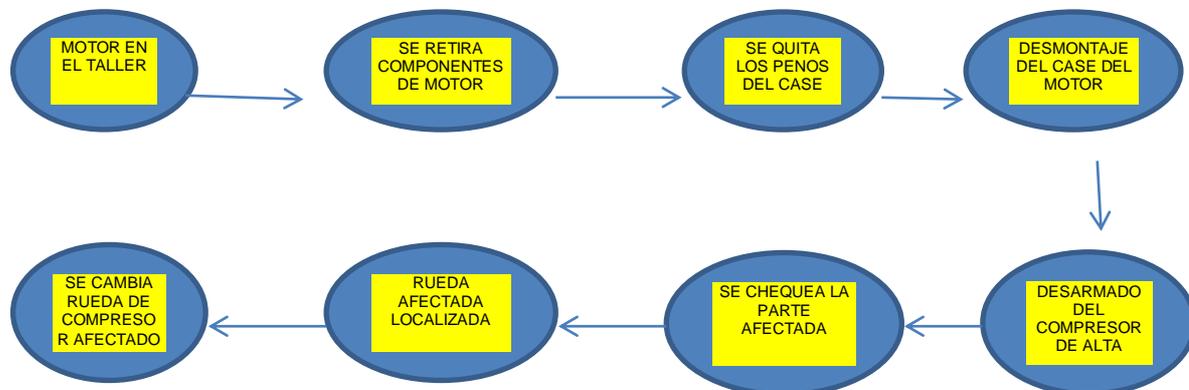


Figura 12. Proceso de desarmado de compresor de alta

Fuente: Elaboración propia

7.- Diseño de desmontaje de la cámara de combustión

Diseño solución	Funciones	Acciones	Elementos y mecanismos	
Diseño de desarmado de la cámara combustión	Motor desarmado	Posicionamiento	Personal de traslado	
			Barras	
		Desplazamiento	Guías	
	Chequeo de la cámara de combustión	Taller	Herramientas	
			Desarmado	Técnicos
			Posicionamiento	Bancos
	Se detecta daño interno	Introducción	Torquímetros	
			Extracción de segmento afectado	Poleas para levantar rueda
			Desarmado de cámara	Banco de instalación
	Se repara parte afectada	Cámara en la sección	Carro de traslado	
			Se cheque parte reparada	Horno de alta temperatura
				Regreso al motor

Figura 13. Diseño de desmontaje de la cámara de combustión

Fuente: Elaboración propia

8.- Proceso de desmontaje de la cámara de combustión

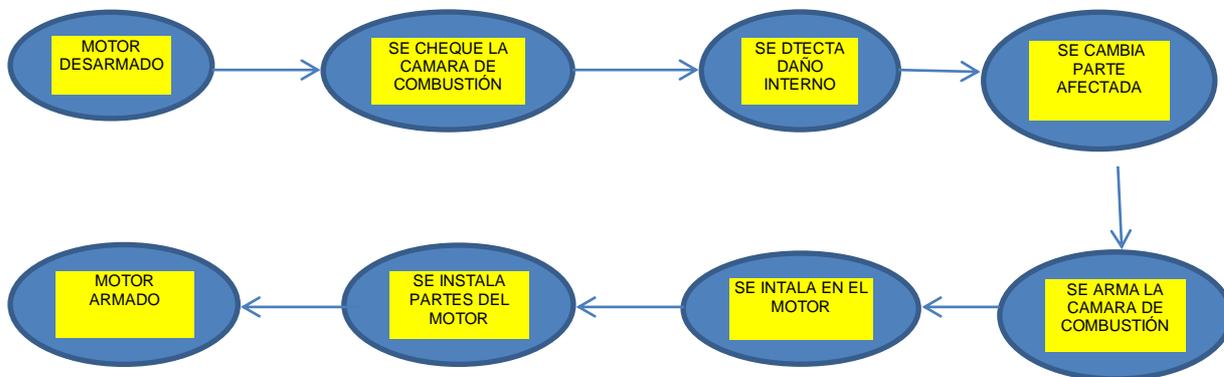


Figura 14. Proceso de desmontaje de la cámara de combustión

Fuente: Elaboración propia

9.- Diseño de documentación completa.

Diseño solución	Funciones	Acciones	Elementos y mecanismos
Diseño de comprobación de documentos que este completa	Motor armado	Posicionamiento	Personal de traslado
		Desplazamiento	Barras
	Guías		
	Se realiza pruebas funcionales	Taller	Banco de prueba
		Traslado a banco	Técnicos
		Pruebas funcionales	Chequeo de parámetro
	Motor operativo	Introducción	Pruebas terminadas
		Traslado después de las pruebas	Carro de traslado del banco al taller
		Traslado de banco	Banco de instalación
	Cheque de documentación por calidad	Documentación en regla	Archivador de documentos
		Motor se entrega al propietario	Propietario revisa
Documentos y propietario recepciona motor			

Figura 15. Diseño de documentación completa de motor reparado

Fuente: Elaboración propia

10.- Proceso de la documentación completa de motor terminado

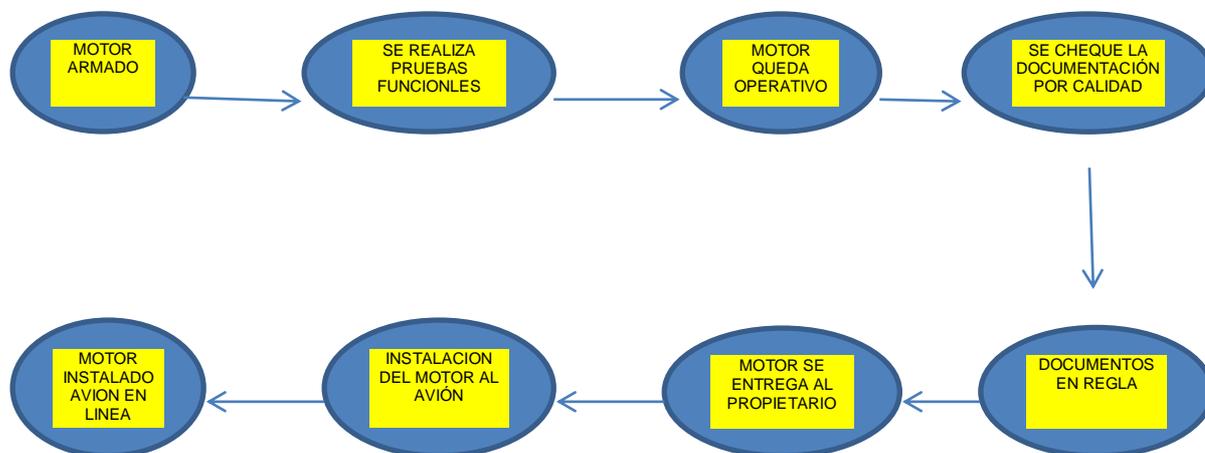


Figura 16. Proceso de la documentación completa de motor reparado

Fuente: Elaboración propia

3.2 Requerimientos

Para desarrollo de las actividades de la planta de la Propuesta de Implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobado (OMA) para reparación de motores V2500 se necesitaran de diversos recursos y herramientas, las cuales se detallaran a continuación:

3.2.1 Personal de planta

Se requiere de personal técnico altamente calificado, certificado y entrenados para cumplir y hacer cumplir las diversas actividades que se desarrollaran en la planta y que posean la licencia aeronáutica según las habilitaciones de la RAP 65 (Licencias de Personal Aeronáutico).

-Ingenieros que cuentan con especialización del motor y sus sistemas, a nivel avanzado.

- Personal con conocimiento de los diversos procesos y normas de certificación de partes a utilizar durante la reparación. RAP 21 (Certificación de Aeronaves y Componentes de Aeronaves).

- Contar con Manuales de Mantenimiento del Motor actualizados por el fabricante.

- Personal especializado en seguridad industrial.

- Tener una movilidad disponible para traslado de partes.

3.2.2 Instrucción y capacitación del personal

- Contar con personal calificado, como instructores para la capacitación del personal, los mismos que estarán en constante actualización y con certificación.

- El área de capacitación de la OMA se encargará de programar la instrucción al personal tanto curso inicial como el curso de refresco y/o actualización por lo menos una vez al año.

3.2.3 Elaboración del Manual de Mantenimiento

- Personal encargado en la búsqueda de Información, actualización de manuales, normas técnicas, procesos, fotos, etc.

- Personal que se encargue de las impresiones, de ser necesario empastarlos y/o anillarlos incluyendo imágenes.

- Se elaborará el Manual de Organización de Mantenimiento (MOM), de acuerdo a la rap 145 Apéndice 1.

3.2.4 Recursos y materiales requeridos para los sub procesos

- Tramites de pases y fotocheck del personal que trabajara dentro del aeropuerto.

-Equipos de Protección Personal (EPP), para el personal técnico y de certificación, cascos, lentes, botas, chalecos, guantes, overoles, etc, de acuerdo al área de trabajo.

-Equipo de comunicación en tierra, para comunicación desde el lugar de operación y el centro de control.

-Las herramientas comunes y especiales para el uso y funcionamiento general del taller serán calibradas y no calibradas de acuerdo al manual de mantenimiento para su uso en aeronáutica.

Estas son algunas de las herramientas comunes para el uso y funcionamiento general del taller:

Miscelaneos y herramientas varios de la OMA		
1	Equipo de protección personal	1 kit c/u
2	Equipos de comunicación de tierra	10 kits
3	Juego de dados diferentes medidas	15 juegos
4	Desarmadores estrella de diferentes medidas	15 juegos
5	Juego de llaves de boca	10 juegos
6	Juego de destornilladores de punta plana	15 juegos
7	Juego de pinzas y alicates de uso general	10 juegos
8	Llaves allen y bristol	15 juegos
9	Martillo de bola de plástico	20 unidades
10	Pinzas para aros de seguros y retención	15 unidades
11	Extractor de tipo universal de diversos tamaños	20 unidades
12	Juego de botadores, punzones y cinceles	10 Juegos
13	Limas básicas (redondas, planas, triangular)	15 juegos
14	Equipos de protección (guantes, mascara de vapor)	1 juego c/u
15	Raches de diferentes medidas	20 unidades
16	Alicates múltiples y de frenar	20 unidades
17	Alicates de corte	15 unidades
18	Tijeras industriales	05 unidades
19	Torquímetros calibrados de diferentes torques	50 unidades
20	Reglas mecánicas de diferente longitud	10 unidades
21	Punzón de diferentes diámetros	10 juegos
22	Remachadoras neumáticas (pistolas)	10 unidades
23	Esmeriladores neumáticos	10 unidades
24	Tecles eléctricos	04 unidades
25	Maletín de herramientas	15 unidades
26	Bancos de motor	05 unidades
27	Juegos de soporte para motor	8 juegos
28	Equipos de boroscopia	3 equipos
29	Multiplicadores de torsión	3 equipos

Tabla 3. Herramientas a usar en el taller de la OMA

Fuente: Elaboración propia

En esta parte mencionaremos el listado de bancos y herramientas especiales para el desarmado de los diferentes componentes del motor en la que certificará la OMA:

Engine From The Transportation Stand To The Support Pedestals, Handling-001		
1	IAE 1F10028 Support Pedestal OAM53 IAE 1F10028	3
2	IAE 1F10041 TEC lift adapter OAM53 IAE 1F10041	1
3	IAE 1F10043 TEC trunnion bracket OAM53 IAE 1F10043 (1)	1
4	IAE 1F10085 Adjustable support pedestal OAM53 IAE 1F10085 (1)	1
5	IAE 1F10260 Lifting beam OAM53 IAE 1F10260 (1)	1
6	IAE 1F10363 Adjustable sling OAM53 IAE 1F10363 (1) (alternative to IAE 1F10260)	1
7	IAE 1J12000 Lift bracket OAM53 IAE 1J12000 (2)	2
8	IAE 1J12007 Intermediate case lift adapter OAM53 IAE 1J12007 (1)	1
9	IAE 1J12008 Trunnion OAM53 IAE 1J12008 (2)	2
10	IAE 1N20014 Forward engine mount sling OAM53 IAE 1N20014 (1)	1
11	IAE 1N20015 Aft engine mount sling OAM53 IAE 1N20015 (1)	1
12	D71STA00004G04 Stand engine V2500	1
13	IAE 1F10262 Lift sling	1
14	TMHBS13-00-00 Brace hold open cowls V2500	1
15	AM-2106-202 Engine handling sling	1
16	636-3000-7GSE Thrust reverser sling handling	1
17	TE602FUE Torquimeter ¾ drive 0-600Lb.Ft. range	1

Tabla 4. Banco para soporte y traslado de motor IAE

Fuente: Elaboración propia

LPC Fan Module		
1	IAE 1J12016 Special wrench OAM53 IAE 1J12016 (1)	1
2	IAE 1J12017 Special wrench OAM53 IAE 1J12017 (1)	1
3	IAE 1J12019 Storage stand OAM53 IAE 1J12019 (1)	1
4	IAE 1J12105 Cantileer sling OAM53 IAE 1J12105 (1)	1
5	IAE 1J12104 Sling adapter OAM53 IAE 1J12104 (1)	1
6	IAE 1J12106 Aligning pin set OAM53 IAE 1J12106 (1)	1
7	IAE 1J12110 Transportation and storage stand OAM53 IAE 1J12110 (1)	1
8	IAE 1J12180 Hub protector OAM53 IAE 1J12180 (1)	1
9	IAE 1J12181 Protection cover OAM53 IAE 1J12181 (1)	1
10	IAE 1J12182 Retaining protector OAM53	1

Tabla 5. Bancos y herramientas para desmontar compresor de baja
IAE

Fuente: Elaboración propia

HP System Module:		
1	IAE 1P16005 Combustion System from the Build Stand (1)	1
2	IAE 1R18075 HP system module from the build stand (1)	1
3	IAE 1F10052 Two cables sling OAM53 IAE 1F10052 (1)	1
4	IAE 1P16043 Lift and turn fixture OAM53 IAE 1P16043 (1)	1
5	IAE 1P16056 Hand wrench OAM53 IAE 1P16056 (1)	1
6	IAE 1R18673 Dummy stub shaft OAM53 IAE 1R18673 (1)	1
7	IAE 1R18075 Support pedestal OAM53 IAE 1R18075 (1)	1
8	IAE 1R18090 Safety support stand OAM53 IAE 1R18090 (1)	1
9	IAE 1R18228 Torque spanner OAM53 IAE 1R18228 (1)	1
10	IAE 1R18229 Index unit OAM53 IAE 1R18229 (1)	1
11	IAE 1R18230 Wrench OAM53 IAE 1R18230 (1)	1
12	IAE 1R18234 Support rod OAM53 IAE 1R18234 (3)	3
13	IAE 1R18236 Alignment tool OAM53 IAE 1R18236 (1)	1
14	IAE 1R18247 Rigging pin	3

Tabla 6. Bancos y herramientas para desmontar compresor de alta
IAE

Fuente: Elaboración propia

Outer Combustion Chamber Assembly – Disassemble		
1	IAE 3P16240 Igniter guide segment wrench OAM53 IAE 3P16240 (1)	1
2	IAE 3P16241 Ratchet wrench OAM53 IAE 3P16241	1
3	IAE 3P16238 Angle box wrench OAM53 IAE 3P16238 (1)	1
4	IAE 3P16239 Ratchet wrench OAM53 IAE 3P16239 (1)	1
Outer Combustion Chamber Assembly		
5	Torque wrench LOCAL Torque wrench	1
6	Pneumatic or electric hand rotary tool with a cut-off wheel	1
7	IAE 3P16238 Angle box wrench OAM53 IAE 3P16238 (1)	1
8	IAE 3P16239 Ratchet wrench OAM53 IAE 3P16239 (1)	1
9	IAE 3P16240 Igniter guide segment wrench OAM53 IAE 3P16240 (1)	1
10	IAE 3P16241 Ratchet wrench OAM53 IAE 3P16241	1
Inner Combustion Chamber Assembly – Replace		
11	Torque wrench LOCAL Torque wrench	1
12	IAE 3P16241 Ratchet wrench OAM53 IAE 3P16241	1
13	IAE 3P16238 Angle box wrench OAM53 IAE 3P16238	1
14	IAE 3P16239 Ratchet wrench OAM53 IAE 3P16239	1

Tabla 7. Herramientas especiales para desmontaje de cámara de
combustión IAE

Fuente: Elaboración propia

HP Turbine (HPT) Stage 1 Nozzle Assembly		
1	IAE 1F10052 Two cables sling OAM53 IAE 1F10052 (1)	1
2	IAE 1P16075 Fixture OAM53 IAE 1P16075 (1)	1
3	IAE 1P16076 Support OAM53 IAE 1P16076 (1)	1
4	IAE 1P16077 Fixture OAM53 IAE 1P16077 (1)	1
5	IAE 1P16078 Alignment pin OAM53 IAE 1P16078 (4)	4
6	IAE 1P16109 cover OAM53 IAE 1P16109 (1)	1
7	IAE 1P16226 Alignment fixture OAM53 IAE 1P16226 (1)	1

Tabla 8. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de alta primera etapa IAE

Fuente: Elaboración propia

HPT Stage 2 Rotor Assembly – Disassemble		
1	IAE 1F10027 Heater control unit OAM53 IAE 1F10027 (1)	1
2	IAE 1P16010 Fixture OAM53 IAE 1P16010 (1)	1
3	IAE 1P16017 Lift fixture OAM53 IAE 1P16017 (1)	1
4	IAE 1P16030 Fixture OAM53 IAE 1P16030 (1)	1
5	IAE 1P16039 Heater OAM53 IAE 1P16039 (1)	1
6	IAE 1P16063 Fixture OAM53 IAE 1P16063 (1)	1
7	IAE 1P16140 Support base OAM53 IAE 1P16140 (1)	1
8	IAE 1P16166 Base plate OAM53 IAE 1P16166 (1)	1
9	IAE 1P16366 Fixture OAM53 IAE 1P16366 (1)	1
10	IAE 1P17026 Lift fixture OAM53 IAE 1P17026 (1)	1

Tabla 9. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de alta segunda etapa IAE

Fuente: Elaboración propia

LPT Stage 3 Rotor Assembly – Disassemble		
1	IAE 1F10026 Hydraulic hand pump OAM53 IAE 1F10026 (1)	1
2	IAE 1M14043 Hydraulic basic fixture OAM53 IAE 1M14043 (1)	1
3	IAE 1M14054 Torque wrench adapter OAM53 IAE 1M14054 (1)	1
4	IAE 1M14078 Clamping ring OAM53 IAE 1M14078 (1)	1
5	IAE 1M14079 Plastic wedge OAM53 IAE 1M14079 (1)	1
6	IAE 1M14098 Clamping jaw OAM53 IAE 1M14098 (6)	6
7	IAE 1M14142 Clamping ring OAM53 IAE 1M14142 (1)	1
8	IAE 1M14148 Hydraulic basic fixture OAM53 IAE 1M14148 (1)	1
9	IAE 1M14154 Assy/disassy stand OAM53 IAE 1M14154 (1)	1
10	IAE 1M14156 Lifting fixture OAM53 IAE 1M14156 (1)	1

Tabla 10. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de baja IAE

Fuente: Elaboración propia

LP Turbine (LPT) And Turbine Exhaust Case (TEC)		
1	IAE 1F10026 Hydraulic hand pump OAM53 IAE 1F10026 (1)	1
2	IAE 1F10049 Vertical stand OAM53 IAE 1F10049 (1)	1
3	IAE 1F10101 Counter weights kit OAM53 IAE 1F10101 (1)	1
4	IAE 1J12201 Front sling OAM53 IAE 1J12201 (1)	1
5	IAE 1J12202 Rear sling OAM53 IAE 1J12202 (1)	1
6	IAE 1J12212 Storage stand OAM53 IAE 1J12212 (1)	1
7	IAE 1M14000 Lifting fixture OAM53 IAE 1M14000 (1)	1
8	IAE 1M14001 Support fixture OAM53 IAE 1M14001 (1)	1
9	IAE 1M14007 Hydraulic puller- pusher OAM53 IAE 1M14007 (1)	1
10	IAE 1M14009 Storage stand OAM53 IAE 1M14009 (1)	1
11	IAE 1M14057 Hydraulic basic fixture OAM53 IAE 1M14057 (1)	1
12	IAE 1M14082 Protective cover OAM53 IAE 1M14082 (1)	1
13	IAE 1M14125 Guide pin OAM53 IAE 1M14125 (1)	1
14	IAE 1M14127 Support plate OAM53 IAE 1M14127 (2)	2
15	IAE 1M14146 Support plate OAM53 IAE 1M14146 (2)	2
16	IAE 1M14149 Hydraulic puller OAM53 IAE 1M14149 (1)	1
17	IAE 1M14462 Hydraulic Puller OAM53 IAE 1M14462 (1)	1
18	IAE 1M14152 Removal Claw OAM53 IAE 1M14152 (1)	1

Tabla 11. Bancos y herramientas especiales para desmontaje de turbina de baja y escape IAE

Fuente: Elaboración propia

Remove the Common Nozzle Assembly (CNA)		
1	IAE 1N20001 Common nozzle fixture OAM53 IAE 1N20001 (1)	1
2	IAE 1N20004 Common nozzle dolly OAM53 IAE 1N20004 (1)	1

Tabla 12. Bancos para desmontar la boquilla común de salida IAE

Fuente: Elaboración propia

Todos estos bancos y herramientas especiales son usados para realizar el desarmado de un motor V2500, y el costo aproximado de estos equipos en general son de \$ 558,000 dólares, para poder abastecer los requerimientos de la OMA.

3.3 Dimensionamiento

La planta estará ubicada dentro de las nuevas instalaciones del aeropuerto Jorge Chávez, sector sur y contará con todos los equipos necesarios para su operación.

Las instalaciones serán diseñadas de acuerdo a lo establecido por las regulaciones de aviación civil peruana según la RAP 145, teniendo en cuenta el tipo de operación y trabajo que esta brindará a los motores, el espacio será dentro del hangar accesible a la zonas de parqueo de las aeronaves y contará con todas las señales de seguridad de evacuación para el caso de alguna emergencia inesperada. Las instalaciones contará con 2 oficinas, una para el aérea de planificación, y otro para el área de calidad, también se contará con un almacén donde se pondrán en custodia los materiales y equipos utilizados en los trabajos, así mismo se contará con un espacio amplio de mayor dimensión donde se mantendrá los motores a reparar. Esta área será libre de obstáculos y de libre evacuación para la salida del personal en caso de emergencia.

3.4 Equipos a utilizar

-Multiplicadores de torsión de pasadores de reacción Sweeny 8105 Modelo 8105.



Foto 3. Multiplicadores de torsión para aviones

Recuperado: Hydratight. (2018). <https://www.hydratight.com/es-mx/industries/aerospace/turbine-engine-maintenance-tools>.



Foto 4. Balanceador dinámico

Recuperado. S.A., T. (s.f.). *Turbomquinas S.A.* Obtenido de Turbomaquinas S.A.: <http://www.turbomaquinas.mx>

- Banco de motor con capacidad de 4 toneladas marca IAE.

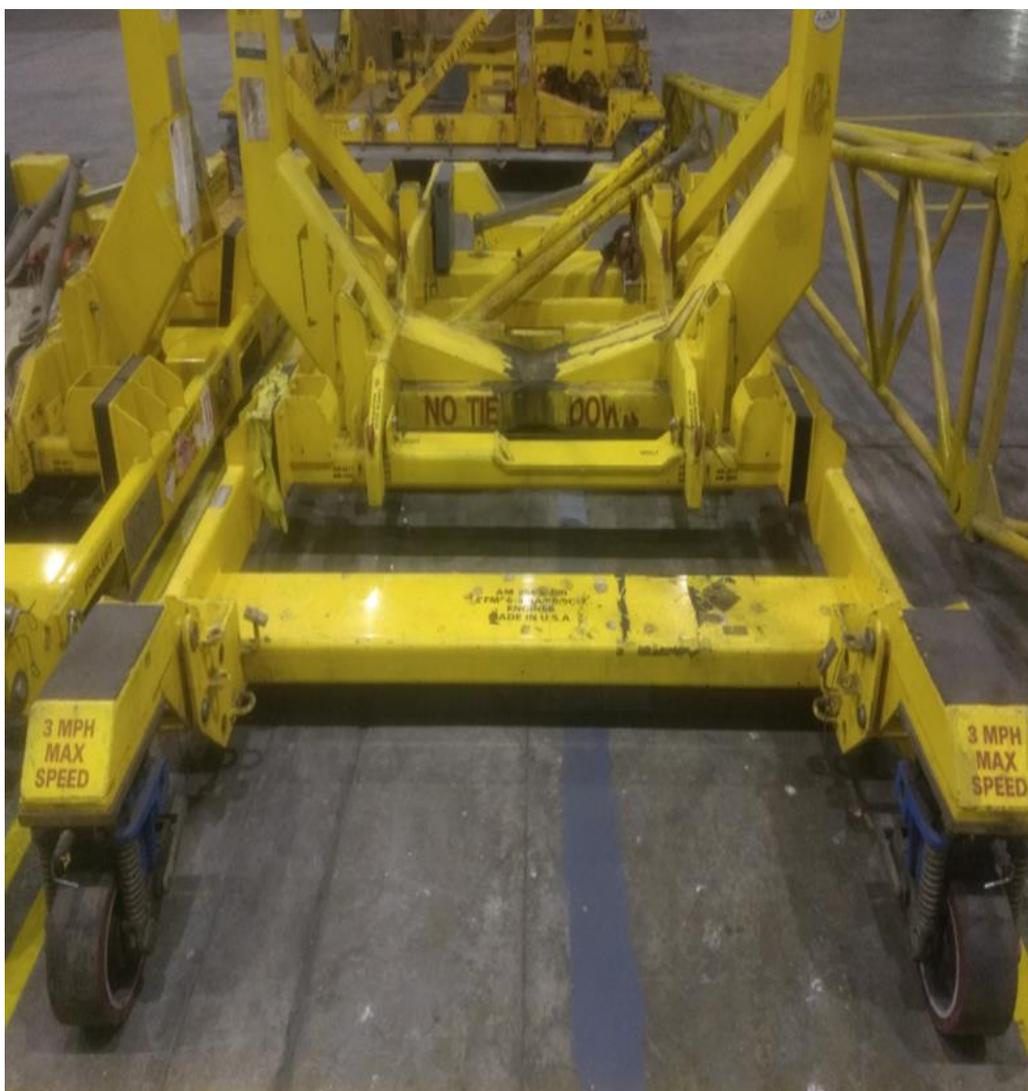


Foto 5. Banco de transporte de Motor

Fuente: Elaboración propia

- 4 teclas de motor de 10 toneladas cada uno marca Kito.



Foto 6. Tecla de 10 toneladas

Fuente: Elaboración propia

- Torquímetros calibrados con certificado de 100 a 1000lb/pie



Foto 7. Torquímetros calibrados (Marca Craftsman.)

Fuente: Elaboración propia

- 3 gatas hidráulicas de 30 toneladas y 1 de 20 toneladas.



Foto 8. Gatas hidráulicas

Fuente: Elaboración propia

-Tractor de remolque



Foto 9. Tractor de remolque

Fuente: Elaboración propia

- Escaleras de diferentes peldaños, certificadas.



Foto 10. Escaleras

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las llaves /copas deben ser milimétricas y en pulgadas, para poder atender toda la gama de vehículos según la procedencia.

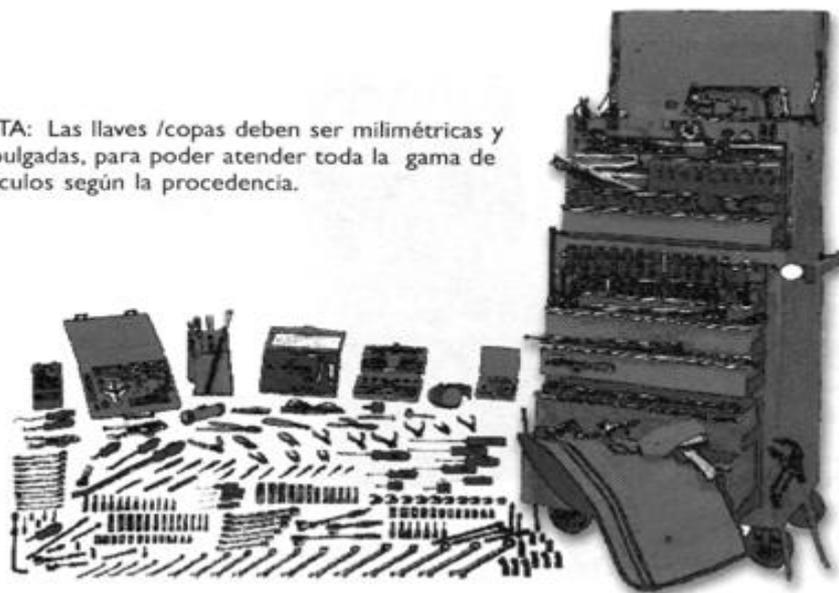


Foto 11. Maletín de herramientas múltiples

Recuperado: (Arango, 2008) <http://www.banrepcultural.org/node/92124>

-Las herramientas comunes para el uso y funcionamiento general del taller de la OMA (Arango, 2008)

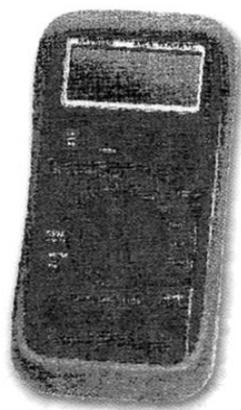


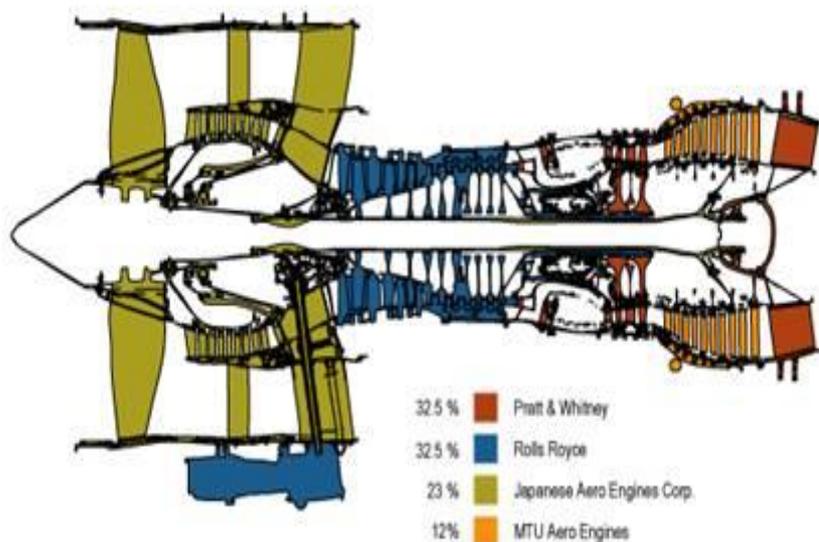
Foto 12. Multímetro digital auto-rango

Recuperado: (Arango, 2008) <http://www.banrepcultural.org/node/92124>

3.5 Conceptos básicos para el diseño

Prototipo del motor V2500

Production Shares



Pratt & Whitney	Diffuser-Combustor, High Pressure Turbine, Turbine Exhaust Case
Rolls-Royce	High Pressure Compressor, Gear Box
Japanese Aero Engines Corporation	Fan Case, Low Pressure Compressor
MTU Aero Engines	Low Pressure Turbine Module

Figura 17. Prototipo del motor V2500 (IAE, 2008)

Recuperado: IAE. (2008). <https://www.aero.upm.es>. Obtenido de <https://www.aero.upm.es>.

Durante la fase del desarrollo del proyecto se definió la Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) acorde con las necesidades, tanto para el Estado como de las aerolíneas que operan en el Perú y a nivel de otros países de Sudamérica.

En nuestra investigación recurrimos a mucho tipo de información para poder realizar la Propuesta de Implementación de una OMA, que permita satisfacer a nuestros clientes de la mejor manera posible.

El proyecto es de carácter multidisciplinario, es así que se entrevistará a los trabajadores para seguir mejorando, y los aportes de alguna forma permitirán seguir mejorando en las tareas que se realizará en nuestra OMA y con ello seguir solucionando de la mejor manera posible. En las fotos mostradas Foto 13, se aprecia un compresor de alta reparado que será instalado en el motor, así mismo se muestra un taller de motores Foto 14, en pleno proceso de reparación.

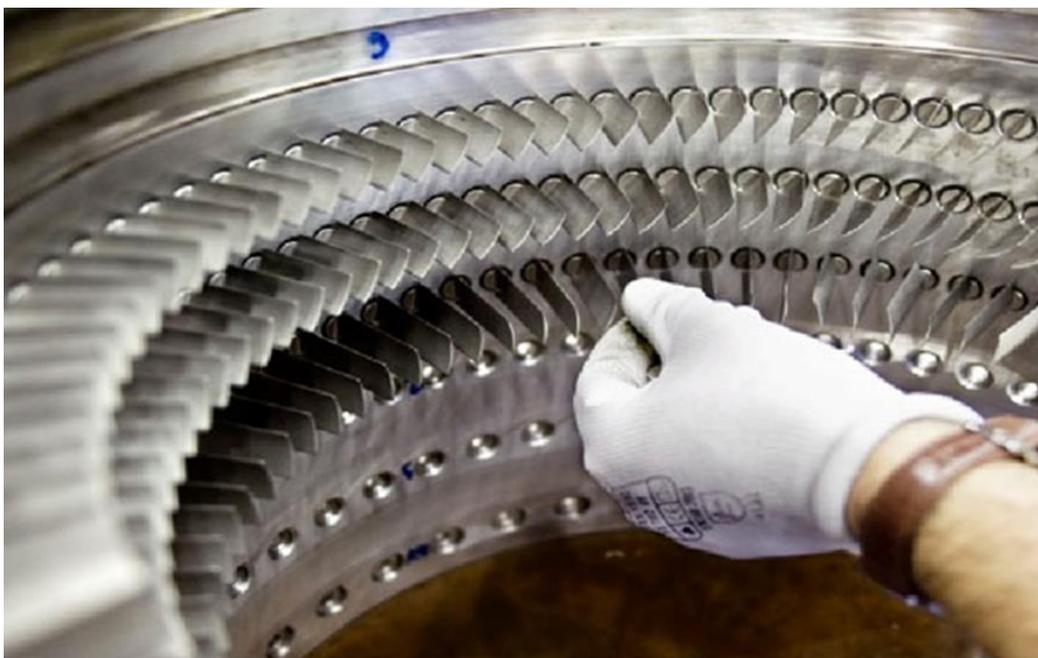


Foto 13. Rueda de compresor de alta

Recuperado: Iberia, M. (Junio de 2014). maintenance.iberia.com.

Obtenido de <http://www.iberiamaintenance.com>.



Foto 14. Taller de reparación de motores

Recuperado: Iberia, M. (Junio de 2014). maintenance.iberia.com.

Obtenido de <http://www.iberiamaintenance.com>.



Foto 15. Vista completa de un Motor V2500 (Argentina, 2014)

Recuperado: Argentina, A. (28 de 08 de 2014).

<https://www.aviacionargentina.net>.

Obtenido de <https://www.aviacionargentina.net>.

3.6 Estructura

La ubicación de las diferentes áreas del Taller estará distribuida de la siguiente manera tal como se muestra en el diagrama siguiente.

La estructura estará construida de material noble de acuerdo a lo que manda el plano del diagrama las áreas de control de calidad y almacén estarán interconectadas para los procesos de aprobación de la calidad de los productos y equipos.

El área de administración estará interconectada con el área de planificación.

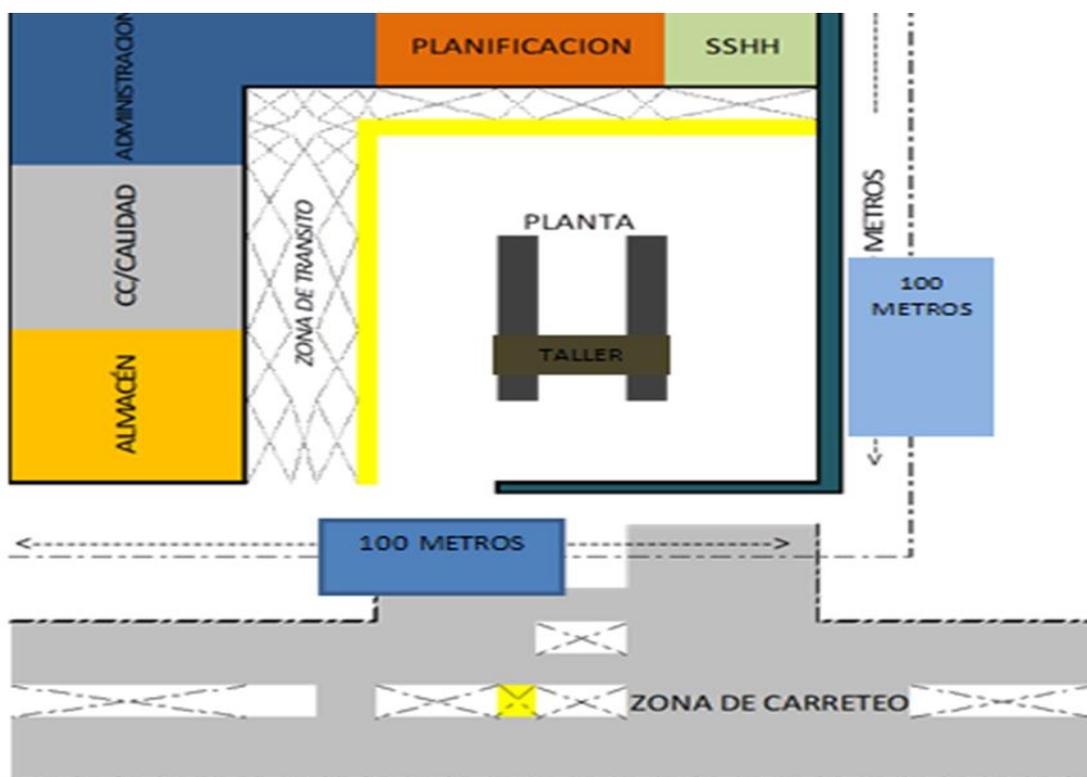


Figura 18. Edificación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Área de almacén

En esta área estarán ubicados todas las partes y equipos utilizados durante la reparación.

Área de control de calidad

En esta área estarán ubicados los Inspectores de Control de Calidad y el responsable del almacén.

Área de administración

En esta área estará ubicado el personal administrativo, ellos velaran por el correcto funcionamiento de todos los procesos y actividades que se realizaran en el taller.

Área de planificación

En esta área estará ubicado el personal que se encargara de la planificación de todos los trabajos que se realizaran en el taller, así mismo la planificación de los programas de mantenimiento de los motores a reparar, ya sea mantenimiento diario, semanal, mensual y anual.

Área de servicios higiénicos

Área siempre necesaria para toda infraestructura, pero para nuestras operaciones será muy bien equipada, esta área contará con vestidores para el personal de operación, también contará con duchas de baño y una ducha de emergencia, un equipo lava ojos.

Área del Taller

Esta área será el espacio o zona donde se ubicará las secciones por donde pasara el motor cuando se esté en proceso de mantenimiento o reparación. Es un área muy amplia de acceso restringido a solo el personal encargado.

Layout del Taller

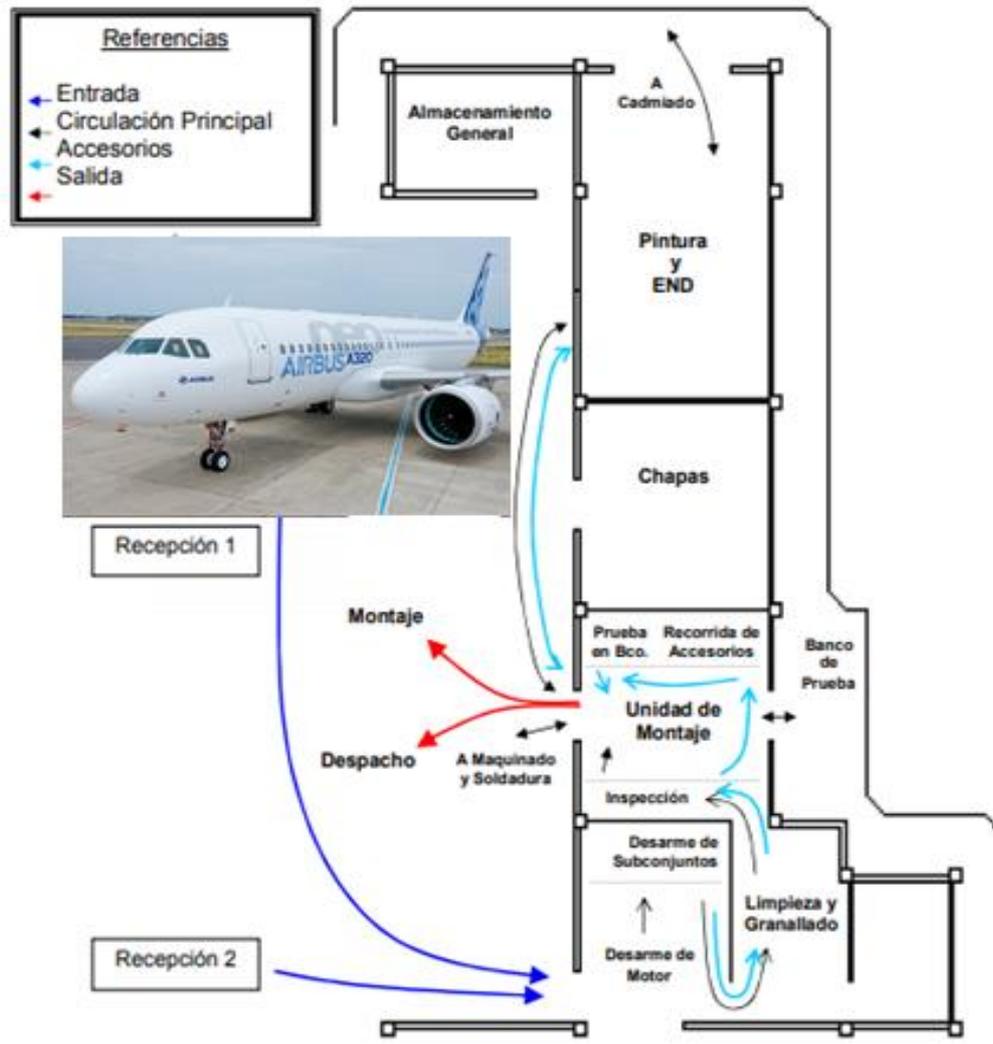


Figura 19. Diagrama de Flujo en planta

Recuperado: (Petruk, 2010) Taller de Mantenimiento Aeronáutico (pág. 25). Bermejo: Universidad Tecnológica Nacional.

3.7 Elementos y funciones.

3.7.1 Elementos

Los elementos a considerar en este proyecto para la reducción de costos y tiempo son:

Si la OMA quiere bajar costos y tiempo, en primer lugar deberá conocer cómo hacerlo sin necesidad de salir de la calidad que nos caracteriza.

Mejoras en la calidad el producto.

Cuando un producto es de buena calidad la conformidad de nuestros clientes serán mayores y tendremos más confianza por parte de ellos para seguir reparando sus motores por eso buscaremos los mecanismos de cómo hacerlo.

Cuándo se entrega un trabajo de calidad, a los usuarios estos son los encargados de recomendarnos a otras empresas, de lo contrario, los clientes se irán cuando se presenta un producto de baja calidad y ello es perjudicial para la OMA.

La mejora de la productividad.

Cuando se produce una cantidad mayor, la cual influirá tener más motores operativos, podría llegar a una reducción de costos e inclusive dependiendo de la habilidad de los técnicos e ingenieros se podría disminuir los costos de reparación (una producción escala mayor).

Si nosotros trabajamos como describimos anteriormente, entonces podremos aumentar nuestra producción paulatinamente, sin dejar de cumplir con nuestros clientes en los tiempos pactados o de contrato.

Reducción el catálogo de productos.

Con estas reducciones, de las que ya se están haciendo podemos decir que haremos que la empresa se incline a los productos de rentabilidad.

En nuestra sección de logística es preferible mantener lo mínimo necesario de repuestos ya que la compra en exceso puede ser una gran pérdida para la empresa, ya que debido al almacenamiento las

partes se pueden deteriorar o quedar obsoletos. Además los lugares denominados para almacén tienen que mantenerse ordenado y limpio.

Optimizar las líneas de producción.

Si nuestra OMA quiere mantener nuestra cantidad de producción tenemos que ver en nuestros talleres los trabajos que se realiza hacerlo sin cometer errores, con la calidad en nuestro trabajo y por supuesto trabajar en equipo que es una mejor forma de trabajar, cumpliendo estos principios cortaremos pasos que estén demás y debido a esto también las reduciremos el tiempo y el costo que será muy beneficioso tanto para la OMA como para el cliente.

Reducir el tiempo muerto de máquinas y empleados.

Todos sabemos que si el mal Layout de las maquinas durante el proceso de reparación, tendremos espacios vacíos que nos demoraran en los trabajos y por ende los costos pueden aumentar y por supuesto los tiempos de entrega.

Entonces para poder subsanar todos estos inconvenientes se tendrá que reorganizar el orden de cómo va ser la distribución de los talleres y se tendrá que adquirir maquinarias modernas para poder hacer un buen trabajo y no tener esos espacios vacíos que no nos dejan cumplir con nuestros clientes.

Reducción del espacio productivo.

Al hacer un buen Layout que sea funcional en la OMA aminoraremos los lugares que están demás y acortaremos espacios y el personal que laboraban en esa área serán reubicados en otros lugares para no parar los trabajos y la producción aumentará.

Reducción del tiempo de fabricación del producto.

Cuando la OMA hace la reparación del producto a los clientes, esto es preferible que los presupuestos que se le presenta al cliente y este es aceptado la empresa debe de pagar los trabajos a realizar ya que

cuanto más demora esta se hará que retrase la entrega del producto y todo los costos y tiempo serán más prolongados y la OMA necesita ese pago para poder seguir invirtiendo.

Capacitación al personal

La capacitación al personal tendrá que ser un todo momento ya que para que el personal pueda hacer los trabajo de calidad debe estar entrenado en todo momento, porque de acuerdo a la preparación y entrenamiento que recibe estará bien capacitado y seguirá mejorando la calidad de su trabajo, además con todo el avance tecnológico que existe en nuestro medio nos permitirá tener un personal de primer nivel, porque los trabajos se realizarán de acuerdo al manual que el fabricante emite y no se saldrá de los parámetros, ya que todo personal calificado es la mejor inversión de toda empresa.

Informatizar la gestión de la empresa.

En la actualidad las empresas están en la vanguardia de la tecnología con respecto a la informática ya que todo los trabajos que se realiza se hace por medio de documentos y estos son elaborados por medio del uso de la informática ya que ahí se elaboran las tarjetas de trabajos a realizar en los motores a reparar inclusive se puede diseñar piezas que pudieran ser fabricados, además usando la informática se ahorra tiempo, espacio y personal.

Intensificar el uso de las nuevas tecnologías.

En la actualidad las empresas ahorran mucho dinero reduciendo sus tiempos en viajes usando el internet donde se puede hacer conferencias a cualquier parte del mundo, y cuando quieren hacer alguna llamada solo se usa los teléfonos ya que ahora debido a la competencia entre las empresas telefónicas las llamadas tanto nacionales como internacionales tienen el mismo costo y eso es aprovechado por todas la empresas y eso incluye a nuestra OMA.

Ahora también se puede aprovechar los teléfonos móviles que pueden ser usados en cualquier sitio.

3.7.2 Funciones

Las funciones están regidas bajo un directorio para su toma de decisiones en este tipo de OMA y está también ligado al producto obtenido a través de proceso. En la reparación del motor dependerá de la nueva tecnología empleada para lograr el objetivo de calidad total.

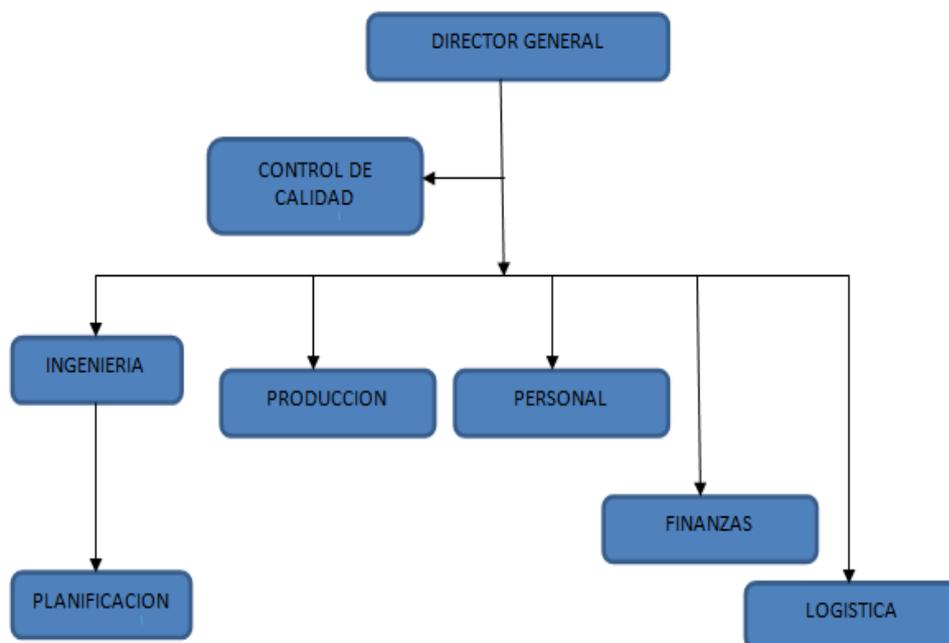


Figura 20. Estructura del Directorio General

Fuente: Elaboración propia

Director general:

Ahora nos toca mostrar a continuación un listado de las funciones y responsabilidades del gerente responsable de la organización:

-Es el último responsable de que la organización cumpla en todo momento con lo establecido por la RAP Parte 145.

-Tiene como primera misión el garantizar que todos los trabajos de mantenimiento que se realicen en la OMA tengan la adecuada finalización, y que los medios disponibles sean los apropiados de acuerdo con los procedimientos de esta memoria.

-Debe garantizar que el personal tenga la formación adecuada.

-Debe garantizar que exista una planificación que asegure en todo momento que la capacidad de mano de obra técnica es suficiente para el volumen trabajo que se realiza.

-Es el interlocutor de la organización con la Autoridad Aeronáutica, salvo en los temas estrictamente técnicos, en cuyo caso el interlocutor será el Responsable de Mantenimiento.

-Es el responsable, en última instancia, de llevar a cabo las acciones correctoras resultantes de las Auditorias de Calidad.

-El gerente responsable mantendrá reuniones periódicas con el personal para revisar el progreso en cuestión de rectificación de tareas y procedimientos, así mismo se discutirán en dichas reuniones el funcionamiento general de la organización.

-Nombrar y autorizar a los mecánicos y/o certificadores de la organización con el apoyo y responsable de Calidad.

Ingeniería:

La sección de Ingeniería es parte de la OMA que estará a cargo de ver todo lo concerniente a la documentación técnica y la que se encargará de su cumplimiento por parte del personal que hace los trabajos técnicos y dentro de estos documentos tenemos los boletines de servicio, directivas de aeronavegabilidad, programas de mantenimiento, etc. También se encargara de hacer las consultas correspondientes al fabricante si así lo amerita, en el caso que tenga que resolverse algún problema que no figure en el manual.

Logística:

En la parte logística la sección donde se ve todo lo que concierne al material y/o componentes que llegan para ser instalados en los motores que están en reparación, también son los encargados de verificar todo tipo de herramientas, tanto calibrada y no calibradas y llevar el control estricto sobre estas y del stock que se tendría dentro del almacén, otro de los puntos que en la que debe llevar es el orden y control del material de apoyo terrestre, serán los que verán todo material inservible deshacerse de aquellos para que no puede ser usado en forma ilegal.

Calidad:

Calidad es la sección representada por el jefe de control de calidad y los inspectores de control de calidad, son los que se encargaran de mejorar la imagen de la OMA, viendo que los trabajadores tengan una vida personal de calidad, de ese modo los trabajos salen con calidad, en donde se va promover la participación del personal en general, desde el jefe hasta el último hombre de la OMA, es una forma de motivar a los trabajadores y crearan soluciones de los problemas que se pueda encontrar durante los procesos, el jefe de inspectores promoverá la superación personal concientizando al personal para que trabaje con seguridad y sobre todo habrá una relación muy cordial entre los jefes y el personal.

Personal:

Dentro de esta área vamos a tener personal técnico aeronáutico en aviónica, célula y motor.

Técnico de mantenimiento (célula y motor):

El personal de mantenimiento que se encargará de realizar las reparaciones de los motores que la OMA, será calificado y certificado y habilitado con la licencia de célula y motor DGAC según la RAP 65, que le permitirá firmar los trabajos a realizar ya que es el documento que le servirá ante la autoridad aeronáutica para demostrar que tiene la

autorización de hacerlo, será el encargado de dar la certificación y dejar en servicio los diferentes componentes con la cual la OMA está utilizando para ser instalados en el motor, además después de ser reparado el motor tendrá la habilitación de dar el visto bueno para retornar al servicio. Previo a todo esto todos los trabajos realizador por los técnicos de mantenimientos serán registrados en las tarjetas correspondientes con su debida firma y el número de su licencia.

Técnico en aviónica:

El Técnico de Mantenimiento con licencia DGAC con la habilitación de Aviónica según la RAP 65, es el encargado de ver todo lo relacionado con la parte eléctrica/electrónica del motor que está en reparación, es la persona que podrá firmar todas las tarjetas de trabajo relacionados con él.

Todo el equipo electrónico antes de ser instalados en el motor el técnico de aviónica será el encargado de dar el visto bueno de dichos componentes y posteriormente instalarlo.

No se le está permitido dar la liberación del motor ya reparado ya que según la autoridad aeronáutica no está dentro de sus habilitaciones hacerlos porque podría incurrir en negligencia y dejar el producto no aeronavegables.

Planificación:

Planificación es quizás la parte más importante de una empresa ya que es la que va permitir realizar los trabajos en forma ordenada, dependerá de cómo se haga una planificación para que la OMA trabaje en forma planificada y nos permita realizar los trabajos con la debida precisión que nos caracteriza.

Nos permitirá planificar como se está comportando la situación competitiva dentro del mercado tanto nacional y regional, será la encargada de realizar una estrategia para poder hacer un plan y

competir con las demás empresas. De acuerdo a lo planificado tendremos que llegar a nuestros objetivos que será de gran provecho para la OMA.

Producción:

La mayoría de los gerentes de producción tienen responsabilidades tanto en la fábrica como en la oficina. A menudo actúan como enlace entre los administradores de la fábrica y la alta gerencia de la empresa.

En su trabajo del día a día, garantizan el buen funcionamiento de la línea de producción, supervisan el trabajo del personal y hacen frente a los problemas, como averías de la maquinaria.

Comprueban que haya suficiente materia prima en stock y que el espacio de almacenamiento disponible para los productos terminados sea suficiente. Son La responsabilidad de la aplicación de los procedimientos de salud y seguridad, también podría recaer en el Gerente de Producción.

Para planificar la producción futura, el Gerente de Producción tiene que pensar en los siguientes factores:

- El costo de las materias primas.
- Los nuevos diseños de los productos.
- La maquinaria y procesos apropiados.
- La cantidad de personal necesaria.
- Los desarrollos tecnológicos.

Otro punto muy importante en el encargado de Producción debe ser una persona que sepa hacerse respetar por sus trabajadores lógicamente con el debido respeto que se merecen ambos, ya que de esa manera los trabajadores tendrán la confianza de poder dirigirse y plantear ya sea mejoras para la OMA o si es que tuviera algún

problema personal, de ese modo el personal le cumplirá con responsabilidad.

Finanzas:

La responsabilidad del departamento de finanzas tendrá un rol muy trascendental para la OMA ya que dependerá de cómo administre el capital, la empresa podrá realizar todas las actividades que ha planeado hacer.

El Custodio: Debe proteger los activos vitales de la compañía, asegurar el cumplimiento de las regulaciones financieras, comprobar el correcto cierre de los libros, y comunicarse eficientemente con el directorio y los inversionistas.

El Operador: Tiene que operar el área de finanzas de forma eficiente y efectiva, dando una serie de servicios a la organización, como el análisis y plan de finanzas, entre otros.

El Estratega: Ocupa un puesto relevante en la definición de estrategias de la compañía, aportando a la decisión del rumbo que tomará la organización en el futuro. Este rol implica alinear la estrategia financiera con la del negocio, para estimular el crecimiento. Además colabora en la estrategia de fusiones y adquisiciones, de financiamiento a través de mercado de capitales, y da un soporte integral a las decisiones de inversión a largo plazo.

El Catalizador: Estimula y conduce la ejecución oportuna de cambios en la función de finanzas y en la empresa. De forma selectiva puede dirigir iniciativas como la reducción de costos, o mejoras en el abastecimiento, la estrategia de precios, y otros procesos innovadores que aporten valor a la organización.

3.8 Planificación

Planificar la implementación de las inspecciones programadas de mantenimiento, órdenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad, boletines de servicio o tarjeta de trabajo, asegurando el mínimo de interrupción del calendario y maximizando la disponibilidad de las aeronaves para la empresa.

Desarrollar e implementar programas de planeamiento a corto, mediano y largo plazo; métodos de producción, mano de obra, materiales y facilidades para asegurarse que no se interrumpa la programación de operaciones y se tiene al máximo disponible las aeronaves.

Se asegurará que estén disponibles las herramientas, equipos adecuados, personal técnico y el motor para realizar el mantenimiento necesario y que estén disponibles en la estación donde se utilizarán.

Planea las reparaciones y overhaul de los motores, abastecimiento de componentes para asegurarse la disponibilidad y servicio de los productos cuando se requieran.

Coordina con el personal de Control de Calidad, la revisión de todos los documentos para verificar que estén completos y legales ante la DGAC.

Monitorear las adquisiciones abiertas para asegurar que los materiales y las partes se encuentran disponibles a tiempo.

Revisar los eventos de mantenimiento de los motores asignados a los turnos anteriores para verificar que los requerimientos de trabajos programados se hayan cumplido y reprogramar los ítems faltantes.

3.8.1 Planificar la Gestión del Alcance de la OMA

El plan de gestión del alcance de la OMA, es un componente del plan para la dirección del proyecto o programa que describe cómo será definido, desarrollado, monitoreado, controlado y verificado el alcance.

El plan de gestión del alcance es una entrada fundamental del proceso Desarrollar el Plan para la Dirección de la OMA, y del resto de procesos de gestión del alcance.

Entradas.

- .1 Plan de gestión del alcance de la OMA
- .2 Plan de gestión de los requisitos de la OMA
- .3 Plan de gestión de los interesados de la OMA
- .4 Acta de constitución del proyecto de la OMA
- .5 Registro de interesados

Salidas

- .1 Documentación de requisitos de la OMA
- .2 Matriz de trazabilidad de requisitos de la OMA (Institute., fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.8.2 Planificar la Gestión del Cronograma de la OMA

Planificar la Gestión del Cronograma es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma de la OMA

Entradas

- .1 Plan para la dirección de la OMA
- .2 Acta de constitución de la OMA
- .3 Factores ambientales de la OMA
- .4 Activos de los procesos de la Organización de Mantenimiento

Aprobada.

Salidas

Plan de gestión del cronograma de la OMA (Institute., Fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.8.3 Planificar la Gestión de los Costos de la OMA

Planificar la Gestión de los Costos de la OMA, es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionarán los costos de la OMA a lo largo del mismo.

Entradas

- .1 Plan para la dirección del proyecto de la OMA
- .2 Acta de constitución del proyecto de la OMA
- .3 Factores ambientales de la OMA
- .4 Activos de los procesos de la OMA

Salidas

- .1 Plan de gestión de los costos de la OMA (Institute., Fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.8.4 Planificar la Gestión de la Calidad de la OMA

Planificar la Gestión de la Calidad de la OMA, es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo la OMA demostrará el cumplimiento con los mismos. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará y validará la calidad a lo largo de la Organización de Mantenimiento Aprobada.

Entradas

- .1 Plan para la dirección de la OMA
- .2 Registro de interesados de la OMA
- .3 Registro de riesgos de la OMA
- .4 Documentación de requisitos
- .5 Factores ambientales de la OMA

.6 Activos de los procesos de la Organización de Mantenimiento Aprobada.

Salidas

- .1 Plan de gestión de la calidad de la OMA
- .2 Plan de mejoras del proceso de la OMA
- .3 Métricas de Calidad
- .4 Listas de verificación de calidad de la OMA
- .5 Actualizaciones a los documentos de la OMA (Institute., Fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.8.5 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos de la OMA

Planificar la Gestión de los Recursos Humanos de la OMA, es el proceso de identificar y documentar los roles dentro de la OMA, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como de crear un plan para la gestión de personal. El beneficio clave de este proceso es que establece los roles y responsabilidades de la OMA, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de personal, el cual incluye el cronograma para la adquisición y liberación del personal.

Entradas

- .1 Plan para la dirección del proyecto de la OMA
- .2 Recursos requeridos para las actividades de la OMA
- .3 Factores ambientales de la empresa
- .4 Activos de los procesos de la organización

Salidas

- .1 Plan de gestión de los recursos humanos.

3.8.6 Planificar la Gestión de las Comunicaciones de la OMA

Planificar la Gestión de las Comunicaciones de la OMA, es el proceso de desarrollar un enfoque y un plan adecuados para las comunicaciones

de la OMA sobre la base de las necesidades y los requisitos de información de los interesados y de los activos de la organización disponibles. El beneficio clave de este proceso es que identifica y documenta el enfoque a utilizar para comunicarse con los interesados de la manera más eficaz y eficiente.

Entradas

- .1 Plan para la dirección de la OMA
- .2 Registro de interesados
- .3 Factores ambientales de la OMA
- .4 Activos de los procesos de la Organización de Mantenimiento

Aprobada

Salidas

- .1 Plan de gestión de las comunicaciones
- .2 Actualizaciones a los documentos de la OMA (Institute., Fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.8.7 Planificar la Gestión de los Riesgos de la OMA

Planificar la Gestión de los Riesgos de la OMA, es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de la OMA. El beneficio clave de este proceso es que asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos son acordes tanto con los riesgos como con la importancia de la OMA. El plan de gestión de los riesgos es vital para comunicarse y obtener el acuerdo y el apoyo de todos los interesados a fin de asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida de la OMA.

Entradas

- .1 Plan para la dirección de la OMA
- .2 Acta de constitución de la OMA
- .3 Registro de interesados
- .4 Factores ambientales de la empresa

.5 Activos de los procesos de la Propuesta de implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada

Salidas

.1 Plan de gestión de los riesgos de la OMA (Institute., Fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.8.8 Planificar la Gestión de las Adquisiciones de la OMA

Planificar la Gestión de las Adquisiciones de la OMA, es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones de la OMA, especificar el enfoque e identificar a los proveedores potenciales. El beneficio clave de este proceso es que determina si es preciso obtener apoyo externo y, si fuera el caso, qué adquirir, de qué manera, en qué cantidad y cuándo hacerlo.

Entrada

- .1 Plan para la dirección de la OMA
- .2 Documentación de requisitos
- .3 Registro de riesgos
- .4 Recursos requeridos para las actividades
- .5 Cronograma de la OMA
- .6 Estimación de costos de las actividades
- .7 Registro de interesados
- .8 Factores ambientales de la OMA
- .9 Activos de los procesos de la Organización de Mantenimiento Aprobada.

Salidas

- .1 Plan de gestión de las adquisiciones de la OMA
- .2 Enunciados del trabajo relativo a adquisiciones
- .3 Documentos de las adquisiciones
- .4 Criterios de selección de proveedores
- .5 Decisiones de hacer o comprar

.6 Solicitudes de cambio

.7 Actualizaciones a los documentos de la OMA (Institute., Fundamentos para la dirección de proyectos, 2013)

3.9 Servicios y aplicaciones

3.9.1 Servicios

El taller de motores ofrece servicios de mantenimiento e ingeniería para motores, y una amplia gama de accesorios asociados.

-El taller de 10,000 m² y el banco de pruebas con una capacidad de 50,000 libras de empuje que dispondrá en las nuevas instalaciones del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez de Lima. Que se distribuirán en 3,000 m² de oficinas (tres pisos); 7,500 m² de plataforma y 1,500 m² de talleres.

-Programas de mejora continua para asegurar costos de mantenimiento y optimizar las prestaciones y rendimiento de los motores, principalmente en el V2500.

-Nuestra visión es ser el mayor proveedor independiente de servicios de reparación del motor V2500 en Sudamérica.

-Gran flexibilidad y soluciones personalizadas para garantizar la mayor eficacia al menor costo posible.

-Nuestros técnicos e ingenieros estarán comprometidos para mejorar los tiempos que el motor permanece en ala y reducir los eventos o requerimientos no programados. (Iberia M. , 2014)

3.9.2 Aplicabilidad

Aquí vamos hablar de las emisiones de certificado de la OMA y lo relacionado con las instalaciones para la reparación del motor V2500. La reparación de estos motores, el mantenimiento, alteración de ciertos

componentes y algunos otros trabajos más en que este calificado y certificado para poder realizarlo según lo habilitado por el fabricante.

Todos los productos en la que una OMA este certificada una vez que sale de reparación será aceptada, ya que al momento se salir de reparación estos productos han sido realizados de acuerdo las exigencias de la autoridad aeronáutica según las RAP y según acuerdos que se realizan entre países para intercambios nos habilita hacerlo, en este caso nuestra OMA estará certificada por la Administración Federal de Aviación (FAA) y la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) y eso le da la garantía del caso para realizar los trabajos con plena seguridad ya que estas autoridades están en constante auditoria. Pero eso no quiere decir que nuestra Autoridad Aeronáutica no pueda hacer una inspección ya que lo harán cuando ellos estimen conveniente porque la OMA operara en nuestro país bajo nuestros reglamentos.

3.10 Layout

Diagrama de flujo

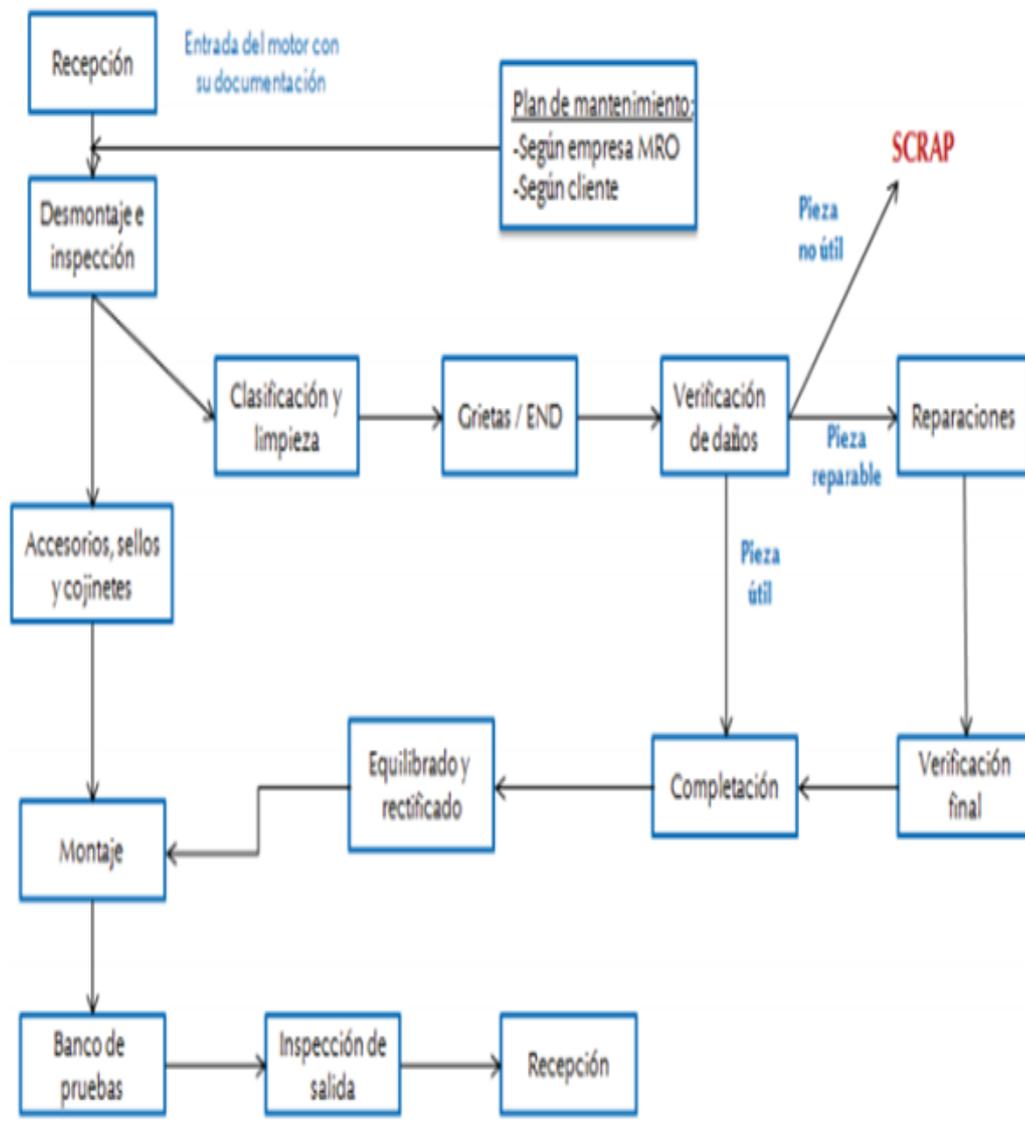


Figura 21. Diagrama de flujo de tareas del motor

Recuperado: Rodríguez, R. (01 de Mayo de 2012) pág. 64



Foto 16. Sección de módulo y subconjuntos

Recuperado: Rodríguez, R. (01 de Mayo de 2012) pág. 64

<https://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/5193ac3005dfe.pdf>

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de la investigación.

El tipo de investigación en la cual está basado este proyecto es muy directa. Nos basamos en información recabada para solucionar la reparación de motores turbo fan V2500 en nuestra OMA, para ello fue necesario realizar diferentes entrevistas a las diferentes aerolíneas, con el propósito de dar el paso para hacer las reparaciones de los motores antes mencionados, por lo que consideramos que es sumamente importante realizar este proyecto.

4.2 Métodos y diseños de la investigación.

El diseño de la investigación que hemos realizado se basa en la comparación realizada con OMAs en diferentes partes como Europa y Norte América y la viabilidad que existe, para con las aerolíneas que operan en nuestro país y que tienen la necesidad de reparar sus motores.

Con este proyecto nos proponemos solucionar la necesidad de las aerolíneas de enviar sus motores a otros países para ser reparados.

4.3 Técnicas de recolección de información.

Las técnicas para la recolección de información utilizadas para realizar este proyecto son la investigación documental, que existe en todos los medios a nivel internacional, la cual es basada en talleres de reparación de estos motores en otros países. De este modo podremos realizar nuestros procedimientos para poder brindar un servicio de calidad siguiendo todos los estándares y los manuales de mantenimiento y reparación existentes y actualizados.

Otra de las formas al que recurrimos fue realizar las consultas del caso a las diferentes aerolíneas que operan en nuestro medio a nivel de Sudamérica.

CAPITULO V: RESULTADOS

Tiempo de reparación en el extranjero

A continuación en la siguiente tabla se presenta los resultados sobre el tiempo que demora al ser enviar un motor turbo fan V2500 en el extranjero:

Tiempo de envío de reparación del motor en el extranjero				
Tiempo de envío y retorno del motor del extranjero				
			Horas	Días
Desmontaje del motor			08 hrs.	
Traslado del motor al taller			04 hrs.	
Preparación para su envío				01 día
Envío a aduanas				03 días
Espera para su traslado al extranjero				10 días
Desaduanaje en el extranjero				02 días
Traslado al taller para su reparación				05 días
Inspección de recepción				02 días
Tiempo de suministro de partes				10 días
Tiempo de reparación				70 días
Retorno al Perú				10 días
Desaduanaje en el Perú				02 días
Puesta en mantenimiento				02 días
Puesta al servicio en el avión			12 hrs.	
	Total		24 hrs.	117 días.

Tabla 13. Tiempo de envío de reparación en el extranjero

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la Tabla 13, la reparación del motor turbo fan V2500 realizando en el extranjero nos llevará un aproximado de 117 días incluyendo la puesta en servicio, aquí se tendrá que tomar en cuenta todos los trámites aduaneros tanto de envío como de retorno y eso, en nuestro país para poder enviar una vez que el producto está en aduanas para su retiro y sabiendo que es un componente muy caro el trámite es muy complicado.

Tiempo de reparación en la OMA del Perú

A continuación en la siguiente tabla se presenta los resultados de enviar un motor turbo fan V2500 en el Perú:

Tiempo de envío de reparación del motor en el Perú				
Tiempo de envío y retorno del motor de la OMA				
			Horas	Días
Desmontaje del motor			08 hrs.	
Traslado del motor al taller			04 hrs.	
Traslado del motor a la OMA				01 día
Inspección de reparación				02 días
Tiempo de suministro de partes				10 días
Tiempo de reparación				70 días
Puesto en mantenimiento				01 día
Puesta al servicio en el avión			12 hrs.	
	Total		24 hrs.	84 días

Tabla 14. Tiempo de envío de reparación del motor en el Perú

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la Tabla 14, la reparación del motor turbo fan V2500 realizando en la OMA del Perú nos llevará un aproximado de 84 días incluyendo la puesta en servicio, que ahí solo tomaremos en cuenta

el tiempo que tomará transportar a la OMA y se evitará todos los trámites aduaneros.

Comparación de tiempo de entrega del motor reparado

A continuación en la siguiente tabla se presenta los resultados de enviar un motor turbo fan V2500 en el Perú y en el extranjero y el tiempo de ahorro que se puede obtener para tener un motor puesto al servicio:

Tabla de comparación en tiempo al reparar en la OMA			
			días
Reparar en el extranjero			117 días
Reparar en la OMA Perú			84 días
Total tiempo ahorrado			33 días

Tabla 15. Comparación de ahorro de tiempo

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos apreciar, al realizar la reparación en la OMA del Perú se tendrá un ahorro de 33 días para la entrega del motor ya en servicio o sea un aproximado de un 30% del tiempo que se pierde al enviar al extranjero.

Costo de reparación en el extranjero.

A continuación en la siguiente tabla se presenta los resultados sobre el costo que toma reparar el motor turbo fan V2500 en el extranjero:

Costos de reparación en el extranjero					
Costo de reparación en el extranjero					
				Costo	M/o
Costo de reparación total		100% X \$ 3500000			
Vida económica útil		12000 hrs.			
Costo mano de obra por reparación		25% X \$ 3500000		\$ 875000	
Costo horario m/o por reparación		\$ 875000			\$ 72.90
		12000 hrs.			
Costo de reparación por repuestos		75% X \$ 3500000		\$ 2625000	
Costo hora reparación por repuestos		\$ 2625000			\$ 218.75
		12000 hrs.			
Total costo de reparación				\$ 3500000	100%

Tabla 16. Costo de reparación en el extranjero

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 16, podemos demostrar que al enviar los motores al extranjero para ser reparado demandaría un costo elevado debido a la mano de obra que es más caro. Tanto el costo de la mano de obra por reparación como la de reparación por repuestos.

Costo de reparación en el Perú

A continuación en la siguiente tabla se presenta los resultados sobre el costo que toma reparar el motor turbo fan V2500 en el Perú:

Costos de reparación en la OMA Perú						
Costo de reparación en el Perú						
					COSTO	M/O
Costo de reparación total			100% X \$ 2800000			
Vida económica útil			12000 hrs.			
Costo mano de obra por reparación			25% X \$ 2800000		\$ 700000	
Costo horario m/o por reparación			\$ 700000			\$ 58.30
			12000 hrs.			
Costo de reparación por repuestos			75% X \$ 2800000		\$ 2100000	
Costo hora reparación por repuestos			\$ 2100000			\$ 175
			12000 hrs.			
Total costo de reparación					\$ 2800000	100%

Tabla 17. Costo de reparación en el Perú

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 17, podemos demostrar que al enviar los motores en la OMA del Perú para ser reparado demandaría un costo mucho más económico debido a la mano de obra que es más cómodo por el tipo de costo de vida. Tanto el costo de la mano de obra por reparación como la de reparación por repuestos.

Tabla de comparación de costos.

A continuación en la siguiente tabla se presenta los resultados en costos al enviar un motor turbo fan V2500 al extranjero y ahorro al hacerlo en el Perú.

Tabla de comparación de costos de reparación					
			Costo	M/o repara.	M/o repuest.
Costo de reparación en el extranjero			\$ 3500000	\$ 72.90	\$ 218.75
Costa reparar en la OMA Perú			\$ 2800000	\$ 58.30	\$ 175
Total costo ahorrado			\$ 700000	\$ 14.16	\$ 43.75
Total general en %			20%	20%	20%

Tabla 18. Comparación de costos de reparación

Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar en la Tabla 18, al realizar la reparación en la OMA del Perú se tendrá un ahorro del 20% en los costos y con un ahorro considerable para las aerolíneas que operan en nuestro país.

Barra de comparación de tiempo y costos

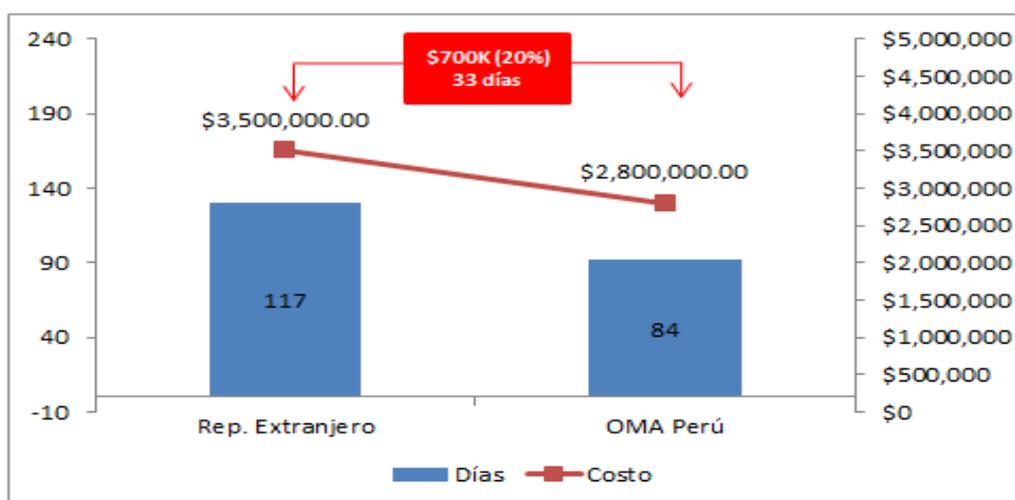


Figura 22. Barras de comparación de tiempo y costo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 22, vemos la comparación de tiempo y costo de reparar un motor en una OMA del Perú, es completamente rentable para los operadores que operan en el país, e inclusive se podría decir que también para otros operadores del extranjero, ya que la mano de obra sale más económico en nuestro país y por ende un ahorro sustancial.

Costo de la infraestructura

Debido a la ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, la infraestructura que será destinado para zonas de mantenimiento y logística serán alquilados por parte de LAP y los costos previstos incluyendo el equipamiento de la OMA se muestra en la Tabla 10:

Costo de la infraestructura y equipos de la OMA		
	Mensual	Anual
Alquiler de la infraestructura	\$/1,000,000	\$/12,000,000
Equipamiento en general de la OMA		\$ 32,980,000
Costo total de a inversión		\$/44,980,000

Tabla 19. Costo de la infraestructura y equipos de la OMA

Fuente: Elaboración propia

Como vemos en la Tabla 19, se muestra el costo promedio del alquiler de la infraestructura y el costo aproximado del equipamiento de la OMA.

Costo de reparación de motores por año

En la Tabla 11 se mostrara el costo promedio que se obtendrá al reparar los motores en la OMA Perú

Costo reparación de motores por año					
		Cantidad/mot.	Costo por motor		TIR
Motores		1	\$/2,800,000		40%
Costo de reparación		24 x 2,800,000		\$/67,200,000	
Rentabilidad total					\$26,880,000

Tabla 20. Costo de reparación de motores por año

Fuente: Elaboración propia

En esta Tabla 20, se muestra la cantidad de motores que se promedia llegar a reparar al año y el costo total y en la cual también mostramos la rentabilidad aproximada que se obtendrá al año.

Tiempo de recuperación de la inversión

Año	1	2	3	4	5
Saldo Inicial		\$21,780,000	\$22,163,636	\$11,587,272	\$1,186,417
Cantidad de motores por año	10	15	23	24	24
costo reparación por motor	\$2,800,000				
Ingresos					
Reparación total de los motores	\$28,000,000	\$42,000,000	\$64,400,000	\$67,200,000	\$67,200,000
Total Ingresos	\$28,000,000	\$42,000,000	\$64,400,000	\$67,200,000	\$67,200,000
Egresos					
Costo alquiler de infraestructura	\$12,000,000	\$12,000,000	\$12,000,000	\$12,000,000	\$12,000,000
Adquisición de bancos y equipos especiales	\$5,580,000				
Adquisición de herramientas y miscelaneos	\$4,000,000	\$2,000,000		\$1,200,000	
Sueldos de personal en general	\$3,090,909	\$3,183,636	\$3,183,636	\$3,279,145	\$3,279,145
Banco de pruebas de motor	\$11,400,000				
costo total de reparación de los motores	\$16,800,000	\$25,200,000	\$38,640,000	\$40,320,000	\$40,320,000
Total Egresos	\$49,780,000	\$64,163,636	\$75,987,272	\$68,386,417	\$56,785,562
Flujo de caja económico	\$21,780,000	\$22,163,636	\$11,587,272	\$1,186,417	\$10,414,438

Tabla 21. Tiempo de recuperación de la inversión

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 21, vemos que la inversión realizada será recuperada, ya que la OMA estima llegar a 24 motores en el transcurso del cuarto año. Los montos mostrados en rojo serán los primeros años en negativo mientras dure la recuperación, en cambio a partir del quinto año empieza los ingresos en positivo y el flujo de caja seguirá creciendo paulatinamente.

Entonces podemos decir que al implementar la OMA en el Perú sería una inversión que será recuperada en corto plazo y con una buena rentabilidad y que le permitirá ampliar sus instalaciones para recibir y dar servicios a más motores de las diferentes aerolíneas de Sudamérica.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN

Los temas de discusión que se presentaron en este proyecto son los resultados obtenidos como se muestra en las Tablas 13 y 14, con respecto al tiempo que llevaría enviar a las aerolíneas reparar sus motores tanto en el extranjero como en la OMA del Perú que operan en nuestro país.

Vemos que según la comparación de estas dos tablas, y como se muestra en la Tabla 14, a las empresas aéreas les convendría reparar sus motores en la OMA del Perú ya que al hacerlo en el extranjero se demoraría un promedio de 117 días para poner en servicio el motor, en cambio al hacerlo acá en el Perú el tiempo se reduce a 84 días poner en servicio dichos motores, y por lo tanto tendrían una disminución de 33 días.

También podemos, tomar en cuenta como tema de discusión es el costo de reparación que tendrían que desembolsar las aerolíneas que operan en nuestro país, como se muestra en las tablas 16 y 17, la que compara hacerlo en el extranjero como en la OMA del Perú.

Según la Tabla 18, comparación de costos, vemos que al hacerlo en la OMA del Perú las aerolíneas tendrán un ahorro considerable en sus gastos de mantenimiento de un 20%, que lógicamente será de gran ayuda, además los motores estarán puestos al servicio con anticipación y el ahorro será considerable.

Entonces podemos decir, la comparación hecha según la Figura 22, con respecto al tiempo y costos de reparación para poner en servicio el motor saldría más rentable a las aerolíneas que operan en nuestro país, hacerlo en la OMA del Perú. Tendrían un ahorro muy considerable, además el producto cumpliría con todos los estándares de calidad durante los procesos de reparación.

CONCLUSIONES

-La implementación de la OMA contribuirá en la satisfacción de las necesidades operativas de los motores de las aerolíneas de Sudamérica.

-La implementación de una OMA contribuirá en la reducción de costos de reparación de los motores de las aerolíneas en Sudamérica.

-La implementación de una OMA contribuirá en aminorar el tiempo de reparación de los motores de las aerolíneas de Sudamérica.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aprovechar al máximo la capacidad instalada de la OMA, para mejorar la eficiencia de la misma.
- Al reducir costos, se recomienda usar el sistema JIT (justo a tiempo). Este sistema puede ser tan preciso que las partes para los motores llegarán a la OMA el mismo día que se instalan en los motores saliendo de la línea de producción. Previa coordinación con el operador en su cronograma anual de ingreso de los motores a la OMA para su reparación.
- Para reducir los tiempos de reparación, se recomienda coordinar con el operador la entrega de su cronograma anual de ingreso de los motores a la OMA para su reparación.

REFERENCIAS

- Galmes Belmont, B. (2015). *Motors de Reacción*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

-Institute, P. M. (2013). *Fundamentos para la dirección de proyectos*. Pensilvania: Project Management Institute, Inc.

-López Granero, J. (2012). *Estudio de un Turbofan*. Cataluña: Ramón Carreras.

-Arango, L. A. (30 de Marzo de 2008). *Biblioteca Virtual*. Obtenido de Biblioteca Virtual: <http://www.banrepcultural.org/node/92124>

-Lan, L. (30 de Setiembre de 1999). *Training Manual*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/162819491/V2500>

-Olympus. (30 de Noviembre de 2004). *Las Inspecciones Visuales*. Obtenido de Las Inspecciones Visuales: <https://www.olympus-ms.com/es/applications/rvi-passenger-jet-engine/>

-SCRIBD. (30 de enero de 2017). *Herramientas Usadas En aviación*. Obtenido de Herramientas Usadas En aviación: <https://es.scribd.com/doc/102121776/HERRAMIENTAS-UTILIZADAS-EN-AVIACION>

-Rodriguez, R. (01 de Mayo de 2012). Obtenido de <https://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/5193ac3005dfe.pdf>

-MTU Aero Engines. (7 de Septiembre del 2016). *AIRGWAYS*. Obtenido de AIRGWAYS: <https://airways.com/category/mro/page/2/>

-Bravo, R. (3 de MARZO de 2006). <https://www.monografias.com>. (UNEXPO, Editor, & U. N. POLITECNICA, Productor) Obtenido de <https://www.monografias.com>:

- Petruk, M. y. (2010). Taller de Mantenimiento Aeronáutico. En M. y. Petruk, Taller de Mantenimiento Aeronáutico (pág. 25). Bermejo: Universidad Tecnológica Nacional.

- Institute, P. M. (2013). *Fundamentos para la dirección de proyectos*. Pensilvania: Project Management Institute, Inc.

- Iberia, M. (Junio de 2014). *maintenance.iberia.com*. Obtenido de <http://www.iberiamaintenance.com>.

- Hydratight.(2018). <https://www.hydratight.com/esmx/industries/aerospace/turbine-engine-maintenance-tools>. Obtenido de <https://www.hydratight.com/esmx/industries/aerospace/turbine-engine-maintenance-tools>.

- IAE. (2008). <https://www.aero.upm.es>. Obtenido de <https://www.aero.upm.es>.

- Argentina, A. (28 de 08 de 2014). <https://www.aviacionargentina.net>. Obtenido de <https://www.aviacionargentina.net>.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (15 de 06 de 2018). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones:http://portal.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica_civil/normas/documentos/rap/2018/RAP_145/1.%20RAP%20145_Caratula_Indice_enm1.pdf.

- S.A., T. (s.f.). *Turbomquinas S.A*. Obtenido de Turbomaquinas S.A.: <http://www.turbomaquinas.mx>

ANEXOS: ANEXO A. Matriz de consistencia

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO APROBADO PARA REPARACIÓN DE MOTORES V2500 EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ - CALLAO”				
PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p>Problema General ¿De qué manera la implementación de una Propuesta de Organización de Mantenimiento Aprobada en reparaciones de motores Turbo fan V2500 permitirá cubrir las necesidades operativas de las aeronaves en Sudamérica?</p> <p>Problemas específicos ¿De qué manera la implementación de una Propuesta de Organización de Mantenimiento Aprobada en reparaciones de motores Turbo fan V2500 permitirá reducir los costos de reparación de las aerolíneas en Sudamérica? ¿De qué manera la implementación de una Propuesta de Organización de Mantenimiento Aprobada en reparaciones de motores Turbo fan V2500 permitirá reducir los tiempos de reparación de las aerolíneas en Sudamérica?</p>	<p>Objetivo General -Implementar una Organización de Mantenimiento Aprobada en reparación de motores V2500 que permita cubrir las necesidades operativas de las aeronaves en Sudamérica.</p> <p>Objetivos Específicos -Implementar una Organización de Mantenimiento Aprobada en reparaciones de motores Turbo fan V2500 que permita reducir los costos de reparación de las aerolíneas en Sudamérica. -Implementar una Organización de Mantenimiento Aprobado en reparaciones de motores Turbo fan V2500 que permita reducir los tiempos de reparación de las aerolíneas en Sudamérica.</p>	<p>Antecedentes de la investigación Los aviones comerciales en el transcurso de los años siguen trasladando tanto pasajeros como carga. Los aviones están sujetos a todo tipo de esfuerzos, que van deteriorando el material a medida que va pasando el tiempo y por lo tanto ves necesario realizar inspecciones y reparaciones tanto a los aviones como también a sus componentes, como son los motores.</p> <p>Descripción del Proyecto La Propuesta de Implementación de una Organización de Mantenimiento Aprobada para reparación de motores V2500, deberá ser concretada en Lima Perú, por ser un punto estratégico en Sud América (considerada el ombligo del mundo). Los motores que requieran ser reparados serán procesados en nuestro medio, usando la tecnología de punta, y ello conlleva a preparar mucho personal, entre ellos, Ingenieros, Técnicos y Administrativos. .</p>	<p>-La implementación de la OMA influye en la satisfacción de las necesidades operativas de los motores de las aerolíneas en Sudamérica.</p> <p>-La implementación una OMA influyen la reducción de costos de reparación de los motores de las aerolíneas en Sudamérica.</p> <p>-La implementación una OMA influye en los tiempos de reparación de los motores de las aerolíneas en Sudamérica</p>	<p>-Se recomienda aprovechar al máximo la capacidad instalada de la OMA, para favorecer la eficiencia de la misma.</p> <p>- Al reducir costos, se recomienda usar el sistema JIT (justo a tiempo). Este sistema puede ser tan preciso que las partes para los motores llegarán a la OMA el mismo día que se instalan en los motores saliendo de la línea de producción. Previa coordinación con el operador en su cronograma anual de ingreso de los motores a la OMA para su reparación.</p> <p>-Para reducir los tiempos de reparación, se recomienda coordinar con el operador la entrega de su cronograma anual de ingreso de los motores a la OMA.</p>

