



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL TICOMÁN



TÍTULO DEL TRABAJO:
ELABORACION DE MANUAL DE RESPALDO EN ACTIVIDADES DE INSPECCION EN
UNA ESTACION REPARADORA'

OPCION DE TITULACION POR SEMINARIO:
**ADMINISTRACION DE LA
PRODUCCION EN EL
MANTENIMIENTO DE
AERONAVES**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AERONÁUTICO

PRESENTAN:
PALLARES CONTRERAS JUAN GERARDO
RAMÍREZ FLORES LUIS EDUARDO

ASESORES:
M. EN C. BEATRIZ ADRIANA LÓPEZ CISNEROS
ING. RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ

México, D.F. Junio, 2013.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO EN AERONÁUTICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN: SEMINARIO
DEBERÁN PRESENTAR: LOS CC. PASANTES:
PALLARES CONTRERAS JUAN GERARDO
RAMÍREZ FLORES LUIS EDUARDO


**“ELABORACIÓN DE MANUAL DE RESPALDO EN ACTIVIDADES DE
INSPECCIÓN EN UNA ESTACIÓN REPARADORA”**

RESUMEN
ABSTRACT
INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO I RESPONSABILIDADES DEL INSPECTOR
CAPÍTULO II MÉTODOS DE INSPECCIÓN
CAPÍTULO III SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD EN LA
INSPECCIÓN
RESULTADOS
CONCLUSIONES
REFERENCIAS

México, DF., a 03 de junio de 2013.

A S E S O R E S


ING. RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ


M. EN C. BEATRIZ ADRIANA LÓPEZ
CISNEROS

Vo. Bo


ING. JOSÉ JAVIER ROCH SOTO
DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a mis padres, porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega. Porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos mas difíciles de mi carrera. Además de que siempre me sirvieron de ejemplo para llegar hasta el final.

A mis tíos y novia por fomentar en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis profesores y asesores Beatriz Cisneros y Rubén Obregón por compartir su experiencia laboral y consejos en este trabajo.

A todos, mil palabras no bastarían para agradecer su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos más difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

INDICE

GLOSARIO DE TÉRMINOS	3
GLOSARIO DE ACRONIMOS	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCION.	7
<i>JUSTIFICACION</i>	8
<i>ANTECEDENTES</i>	9
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	10
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	10
<i>HIPÓTESIS</i>	10
<i>ALCANCE</i>	11
<i>METODOLOGIA:</i>	12
<i>DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS</i>	13
CAPITULO 1 RESPONSABILIDADES DEL INSPECTOR	14
1.1-DOCUMENTACION LEGAL.....	15
1.2-CAPACITACION	15
1.3-LICENCIA.....	16
1.4-SELLO Y FIRMA	17
1.5- RESPONSABILIDADES	18
CAPITULO 2 METODOS DE INSPECCION.....	20
2.1-LA INSPECCION EN LA ACTUALIDAD.....	21
2.2- INSPECCIONES VISUALES.....	23
2.3-INSPECCION POR OBJETOS OLVIDADOS.....	25
2.4- INSPECCION POR FUGAS Y FALTA DE TORQUE.....	25
2.5-INSPECCION POR RECEPCIÓN DE MATERIAL.....	26
2.6-INSPECCION DE LÍQUIDOS PENETRANTES	28
2.7-INSPECCION BOROSCOPICA.....	30
2.8-INSPECCION DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	32
2.9-INSPECCION DE CORRIENTES EDDY.....	34
2.1.1- INSPECCION PRELIMINAR.....	36
2.1.2- INSPECCIONES ESPECIALES POR ACCIDENTE Y/O INCIDENTE.....	37
2.1.3-PUNTOS DE INSPECCIÓN OBLIGATORIA.....	39
2.1.4-INSPECCION POR CONDICION.....	40
2.1.5-INSPECCION Y PRUEBAS FINALES.....	42
2.1.6-LIBERACION DE AERONAVEGABILIDAD.....	43
2.1.7-ORDENES DE TRABAJO Y TARJETAS DE MANTENIMIENTO	45
CAPITULO 3 SISTEMA DE GARANTIA DE CALIDAD EN LA INSPECCION	56
3.1-RESPONSABILIDADES DEL CONTROL DE CALIDAD	57
3.2-DOCUMENTACION.....	60
RESULTADOS	61
CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFIA.....	64

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Inspección: revisión física del estado en que se encuentra la aeronave y/o componentes.

Autoridad Aeronáutica: La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil

Componente: Cualquier parte contenida en sí misma, combinación de partes, subensambles o unidades, las cuales realizan una función en específico, necesaria para la operación de un sistema.

Factibilidad: se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados.

Asegurar que todos los miembros del área de inspección y personal técnico poseen información y capacitación adecuadas y apropiadas, sobre Inspección y Aseguramiento de la calidad en la aviación, que son competentes.

Mantenimiento: es la administración, ejecución y control de calidad de todas las actividades que aseguren niveles adecuados de disponibilidad y desempeño adecuado de las instalaciones y equipo.

Capilaridad: es una propiedad de los fluidos que depende de su tensión superficial la cual, a su vez, depende de la cohesión del líquido y que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar.

Emulsión: mezcla de líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea.

Disolvente o solvente: sustancia que permite la dispersión de otra sustancia en esta a nivel molecular o iónico.

Discrepancia: diferencia que resulta al comparar varias cosas entre si.

GLOSARIO DE ACRONIMOS

AD Airworthiness Directive (Directiva de Aeronavegabilidad)
A/C Aeronave
AOG Aircraft On Ground
ASB Alert Service Bulletin (Boletín de Servicio de Alerta)
CY Ciclo
CSO Cycles Since Overhaul (Ciclos desde la Reparación Mayor)
CSN Cycles Since New (Ciclos desde Nuevo)
CU/LT Cambio de Unidad por Límite de Tiempo
DGAC Dirección General de Aeronáutica Civil
FAA Federal Aviation Administration
FAR Federal Aviation Regulation
FS Fuselage Station (Estación sobre el Fuselaje)
LEM Lista de Equipo Mínimo
MEL Minimum Equipment List
MMEL Master Minimum Equipment List
MPD Maintenance Planning Data
MRB Maintenance Review Board
N/A No Aplicable
NAS National Aerospace Standard
NOM Norma Oficial Mexicana
OI Orden de Ingeniería
OT Orden de Trabajo
PND Pruebas No Destructivas
RII Actividades que Requieren Intervención de Inspección
SB Service Bulletin (Boletín de Servicio)
SL Service Letter (Carta de Servicio)
SRM Structural Repair Manual
TSO Time Since Overhaul (Tiempo desde Última Reparación Mayor)
TSR Time Since Repair (Tiempo desde Última Reparación)
TT Tiempo Total

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla una investigación acerca de los procedimientos de inspección del tipo considerado reparación mayor. Dicha investigación esta sustentada bajo documentos que son emitidos por la autoridad de aviación civil en nuestro país, así como documentos emitidos por la autoridad estadounidense.

En el documento se muestran algunas de las técnicas más comunes utilizadas dentro de los talleres de una estación reparadora. Basados en la premisa que esta estación cuenta con las instalaciones adecuadas así como los permisos necesarios.

ABSTRACT

In the present job we are developing an investigation about process of inspection called "overhaul". This investigation is back up under documentation and that documents are issue for authority of civil aviation in our country, in this way a second support document issue for american authority.

In this document we are showing about some most comun techniques used in any workshop at repair station. Always we has been think that station has all that technician need to do their job.

INTRODUCCION.

¿COMO ESTABLECER UN MANUAL DE RESPALDO DE ACTIVIDADES DE INSPECCION DENTRO DE UNA ESTACION REPARADORA?

- ✚ ¿Qué es una actividad de inspección?**
- ✚ ¿Qué métodos de inspección existen?**
- ✚ ¿Cuáles son las responsabilidades y limitaciones del inspector?**
- ✚ ¿Qué requisitos son necesarios para ser inspector?**
- ✚ ¿Cuándo y cómo aparece control de calidad?**

JUSTIFICACION

La conveniencia de realizar este manual radica en la falta de sustentos documentales que reúna todos los procedimientos de inspección, de igual manera respaldarlos conocimientos técnicos por parte de aquellos que laboran en las aéreas de inspección.

Por lo anterior la inspección es una área en la que se deberá poner mucha atención, ya que como bien conocemos es el último filtro que debe de pasar una actividad de mantenimiento en una aeronave y/o componente.

Por otra parte, vemos que los costos van implicados vía indirecta con respecto a las decisiones del personal de inspección, puesto que si no se tiene un dominio de ciertos temas, las decisiones que rodean ese tema pueden impactar en el financiamiento del mantenimiento.

Este trabajo busca reunir y documentar la mayor información acerca de las actividades de inspección y presentarla de manera que pueda ser entendida por personal que dese dominar los conocimientos del inspector.

Se identificaran beneficios relevantes en otras áreas que en conjunto conforman el mantenimiento, aquellos que son impactados con este beneficio será el cliente, porque al contar con aeronaves y sus componentes en buenas condiciones, esto le generara un ambiente de confianza hacia la estación reparadora que le brinda servicio a sus aeronaves.

Los segundos implicados en este beneficio serán las estaciones reparadoras, puesto que con la mejora de sus inspectores siendo ellos el último filtro de calidad, se podrá ver proyectada una imagen de confianza y seguridad hacia el cliente y posteriormente el medio aéreo.

Por ultimo quien cierra esta cadena de beneficio es el propio personal de inspección, ya que podrá ver que crecerá su dominio acerca de los métodos de inspección y como poder atacar una actividad que se le presente.

ANTECEDENTES

Desde el año 1930 el mantenimiento ha tenido un impacto impresionante, siendo tal año la piedra angular para el desarrollo de tal actividad tuvieron que transcurrir diez años para el surgimiento de propuestas tan importantes que en nuestros días son tomadas como las bases del mantenimiento, tales bases por citar las más importantes son la aparición de los Aero boletines y en la acta de aviación civil del año de 1939 se incluyó el reporte mecánico.

Posteriormente en el año de 1941 se definen los requerimientos del programa de mantenimiento. A pesar de que en este año las autoridades de aviación civil se interesaron en dicho programa para evitar accidentes y/o incidentes, aun no se pensaba en la inspección como herramienta de trabajo y complemento del programa de mantenimiento.

Cuatro años después se introduce el primer bloque de inspecciones, en los cuales solo se aplicaba en reparaciones mayores para los componentes.

Al correr de los años se siguió incrementando y fortaleciendo la seguridad en la aviación en donde ahora se incluían requerimientos para aquellas empresas que se dedicaban al transporte de carga. No obstante para el año de 1958 se efectuaba una nueva actualización por parte de las autoridades, la inspección ahora se define por zona. Sin embargo se englobaría un poco más en la **AC 120-17**, en la cual se engloba junto con el programa de confiabilidad, mejor conocido como MSG-2.

A partir de ese momento se definía de igual manera que la inspección debía ser un elemento constante en cada actividad que se realizara tanto a las aeronaves como a sus componentes y con apoyo de la confiabilidad se podía tener un control mas preciso acerca de los tiempos de vida de los componentes y sus puntos de fallas.

Hasta nuestros días la inspección juega un papel muy importante, ya que se pueden hallar anomalías tanto en aeronaves como en componentes. Evita una derrocha económica importante para las empresas y sobre todo se puede tener una mayor seguridad en el desempeño de las aeronaves y componentes.

OBJETIVO GENERAL

Mejorar el nivel técnico del inspector de calidad mediante el desarrollo de un manual de procedimientos que sirva como guía en los principales métodos de inspección.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Documentar los procedimientos más importantes de inspección dentro de una estación reparadora.
- Ser un manual fuente de consulta viable para el personal y sobre todo confiable.
- Establecer las principales responsabilidades del inspector dentro de una estación reparadora y más específico el inspector de reparaciones mayores.
- Establecer las recomendaciones de control en las diferentes inspecciones.

HIPÓTESIS

El contar con un manual de procedimientos de inspección y control de calidad enfocado a una estación reparadora, podrá ser utilizado en la capacitación y adiestramiento de nuevo personal de inspección, así como impulsar el éxito de los inspectores al realizar sus actividades correspondientes. Y de forma indirecta reducir los gastos a la empresa por inspecciones que detecten desviaciones durante las actividades y reducir los gastos de la no calidad.

ALCANCE

Este documento en un principio recopilara información de aquellos métodos de inspección empleados dentro de una estación reparadora, así como la normatividad que permite a las estaciones llevar a cabo dichas actividades de inspección, lo que afecta e impide el desarrollo de nueva normatividad.

Posteriormente se procederá a explicar brevemente en que consiste cada método de inspección que suele ser empleado en las distintas actividades de mantenimiento y que herramienta es empleada.

Se escoge dicha área de inspección por que suelen existir reportes de desviaciones muy a menudo dentro de las aerolíneas y estaciones reparadoras.

No obstante, este trabajo está pensado y dirigido a las autoridades de nuestro país, para que sea analizado, mejorado e implementado como método de apoyo previo a las actividades de mantenimiento o bien durante las mismas.

METODOLOGIA:

Mediante del desarrollo de los objetivos específicos por lo cual a continuación se describirán los pasos a seguir en cada uno de ellos:

- Investigar acerca de documentación y reglamentación emitida por parte de la autoridad nacional e internacional.
- Investigar acerca de las actividades más comunes por parte de un inspector.
- Recopilar información mediante personal que labore o haya laborado como inspector en las diferentes áreas de una empresa aérea
- Recopilar información en la biblioteca escolar (de ESIME TICOMAN), previamente analizada.
- Se analizara toda la información y se presentara de manera que se pueda comprender.
- Desarrollar los procesos de manera lógica
- Documentar acerca de procedimientos empleados en estaciones reparadoras, en base a sus manuales de mantenimiento.

DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS

En el Capítulo 1 se mencionan los requisitos y documentos que son emitidos por la autoridad de aeronáutica civil que deberá de cumplir el personal de inspección

En el Capítulo 2 se menciona las diferentes formas de realizar una inspección dentro de una estación reparadora, de igual manera el correcto llenado de documentación de vital importancia para ingresar los componentes a reparación y por otra parte la documentación de liberación.

En el Capítulo 3 se desarrollan los principales conceptos en la documentación de la calidad como resultado final de implementar correctamente las técnicas de inspección,

CAPITULO 1

RESPONSABILIDADES DEL INSPECTOR

1.1-DOCUMENTACION LEGAL

La Secretaria de Comunicaciones y Transportes emite por medio de la Norma Oficial Mexicana NOM-145/1-SCT3-2001, en el sub apartado 10.2:

“El personal técnico aeronáutico empleado por el Taller Aeronáutico será el encargado de efectuar, supervisar, inspeccionar y dar liberación de mantenimiento o retorno a servicio de los trabajos que realice el Taller.”

Y a su vez en la misma Norma Oficial Mexicana indica la división del personal técnico aeronáutico dentro del apartado 10.5.2 indica lo siguiente:

“Personal técnico aeronáutico de inspección (o denominado también como de control de calidad)”

En los Estados Unidos de América ¹ existe prácticamente las mismas indicaciones que en México.

1.2-CAPACITACION

La capacitación tiene como finalidad adiestrar al individuo para enfrentar las distintas situaciones que se le presentaran en un futuro. Sin embargo la Secretaria de Comunicaciones y Transporte en su Capítulo VII, y dentro del artículo 39 indica lo siguiente:

” Los concesionarios o permisionarios tendrán la obligación, de conformidad con la ley de la materia, de proporcionar al personal la capacitación y el adiestramiento que se requiera para que la prestación de los servicios sea eficiente y segura.”

¹ FAA FAR 145.155/157

<http://www.ecfr.gov/cgibin/textidx?c=ecfr&sid=3919e29547ea3b17476f78679c9effcc&rgn=div5&view=text&node=14:3.0.1.2.19&idno=14#14:3.0.1.2.19.4.3.3>

La capacitación suele desglosarse en varios tipos de adiestramiento:

- CURSO INICIAL: como lo indica su nombre, inicia a una persona en la especialización de cierta aeronave o componente.
- CAZA FALLAS: en este curso se pretende mostrar a los individuos a adelantarse a las fallas así como a las zonas en que se producirá la falla.

Por citar algunos de los cursos más comunes.

1.3-LICENCIA

En la Norma Oficial Mexicana 145.1.SCT3-2001 dicta lo siguiente en el sub apartado número **10.3**:

“El personal técnico aeronáutico empleado por el Taller Aeronáutico deberá contar con la licencia expedida por la Secretaría, de conformidad con las normas oficiales mexicanas aplicables a la clase y especialidad específica para el tipo y características de los trabajos que vaya a realizar.”

Además de lo indicado en la NOM 145.1.SCT3-2001, la Secretaria de Comunicaciones y Transportes² dicta diferentes tipos de licencias:

- Licencia de Motores y Planeadores
- Licencia de Ala Rotativa
- Licencia de Avionics
- Licencia de Laministeria
- Licencia de TécnicoEléctrico

Que de igual manera se subdivide en dos clases:

- Técnico clase I, esta clase es para cambiar componentes.
- Técnico clase II. sistemas y componentes pueden ser manipulados para efectos de mantenimiento

² <http://www.sct.gob.mx/tramites/intPages/requisitosDGAC.html>

1.4-SELLO Y FIRMA

El sello es una herramienta propia del área de inspección, el cual es otorgado al inspector por el jefe de inspectores. Siempre y cuando el inspector haya acreditado las evaluaciones correspondientes para formar parte del cuerpo de inspección en una estación reparadora.



Figura 1- extraído del Manual General de Mantenimiento y Procedimientos de Taller de Aeroméxico.

No obstante cuando al inspector no se le haya asignado aun un sello distintivo, este podrá validar una actividad realizada con su firma y número de licencia.

Cabe mencionar que se deben de tener acciones en caso de incidentes tales recomendaciones normalmente son:

- En caso de extravió
- En caso de que el inspector pierda la categoría
- En caso de que el inspector sea dado de baja.

Se recomienda que el sello se destruya cuando se cumplan los puntos 2 y 3.

1.5- RESPONSABILIDADES

El Inspector es responsable ³ante el Jefe de Inspección de verificar que el mantenimiento y reparación del equipo de vuelo y sus componentes se efectúe cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en los manuales correspondientes y en condiciones adecuadas de seguridad.

También es responsabilidad del Inspector:

- a) Mantener su licencia y el certificado de aptitud psicofísica vigentes y al alcance para ser presentado a la autoridad cuando lo solicite.
- b) Verificar que el mantenimiento y reparación del equipo de vuelo y sus componentes se efectúan oportunamente de acuerdo a los planes y programas establecidos.
- c) Certificar (con firma o sello) los trabajos de mantenimiento.
- d) Verificar el correcto registro de los trabajos de mantenimiento de acuerdo a los procedimientos indicados en el manual de la estación reparadora y liberar la bitácora de mantenimiento de las aeronaves después de efectuados los servicios de mantenimiento.
- e) Verificar que se hace uso de la información técnica adecuada y actualizada en todos los trabajos de mantenimiento y reparación a los aviones y sus componentes.
- f) Asegurar que el equipo y herramienta de precisión utilizado en los trabajos de mantenimiento esté debidamente calibrado y en buenas condiciones.
- g) Verificar que todos los registros y expedientes del Taller Aeronáutico, sean llevados adecuadamente de acuerdo a la reglamentación aplicable.

³ Aeroméxico (2008), Manual General de Mantenimiento y Procedimientos de Taller

h) Recabar información, asistir y dar seguimiento a la investigación de incidentes de aviación en el que se ven involucradas aeronaves de la estación reparadora y emitir un reporte escrito

i) Tomar medidas que permitan prevenir incidentes y accidentes en las aeronaves, equipo de apoyo y personal.

CAPITULO 2

METODOS DE INSPECCION

2.1-LA INSPECCION EN LA ACTUALIDAD

Inspección procede del latín **inspectio** hace referencia a la acción y efecto de inspeccionar (examinar, revisar, investigar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.

El objetivo de una inspección es hallar características físicas significativas para determinar cuáles son normales y distinguirlas de aquellas características anormales.

Por lo general esta persona tiene las facultades necesarias de acuerdo a la ley y normativa vigente para llevar a cabo su tarea y tomar las decisiones correspondientes. Una vez que el inspector está realizando dicha tarea, tomara nota de lo que ha encontrado y, conforme a las reglas dará su veredicto.

Como se mencionó la inspección consiste en examinar, medir, contrastar o ensayar las características de calidad de un producto o servicio para determinar su conformidad con los requisitos especificados. También podemos entenderla la actividad de detectar características no conformes, para lo cual previamente debemos hacer un Análisis de Fallas.

La inspección puede estar apoyada en los sentidos, en instrumentos de medición, en patrones de comparación o en equipos de pruebas y ensayos. La metrología (ciencia de las mediciones) es también otro soporte importante para la inspección.

Ahora bien, el papel de la inspección en la industria del transporte aéreo es una herramienta de vital importancia ya que aporta una seguridad adicional al trabajo de los técnicos que cabe resaltar dicho personal se ve constantemente sometido a realizar y resolver ciertas circunstancias.

Por lo anterior es de vital importancia prestar atención a las actividades que realiza personal técnico, ya que en ocasiones comenten desviaciones. Es en este punto donde el personal de inspección y control de calidad entra a escena.

Con el paso de los años los procesos de inspección se han venido consolidando y creciendo, si bien es cierto años anteriores la inspección era casi nula por el contrario en

nuestros días se tienen registros de inspecciones tipo rutina o bien inspección pre vuelo, inspección post vuelo e inspección diaria.

Por otra parte el personal que se encuentra en esta área (inspección) debe estar muy capacitado puesto que así lo demanda su puesto.

Debido al gran número de actividades económicas con que se cuenta, tanto en el sector aeronáutico, como en el aeroespacial, no se ha establecido aun un modelo exacto de un manual para realizar inspecciones. Por tanto en este trabajo se presentaran los parámetros específicos para establecer un manual de inspección dentro de cualquier empresa de aviación, independientemente de su actividad económica.

Si bien como se mencionó los procedimientos de inspección se hicieron más comunes a tal grado que las autoridades han realizado variadas formas para cubrir ciertos requisitos y estos han sido establecidos en la legislación aeronáutica de nuestro país en lo que se refiere a las actividades de mantenimiento se encuentra la realización de inspecciones en el área de trabajo, con el objetivo primordial de identificar riesgos que puedan afectar la aeronavegabilidad de la aeronave, a la cual se hace mención en la norma 145.1.SCT3-2001.

Sin embargo el auge de la aviación en el mundo limitaba solo a aquellas aeronaves nacionales o con marcas que eran propias de este país, fue entonces que se extendió aún más ese marco normativo pensando en otros mercados que pudiesen llegar a nuestro país.

Sin embargo, en la actualidad forma parte y es referente de la calidad. Este proceso consiste en examinar y medir las características de calidad de un producto, así como sus componentes y materiales con que está elaborado, o bien puede ser un servicio o proceso determinado, todo esto engloba el apoyo de instrumentos de medición, patrones de comparación o equipos de pruebas no destructivas (**NDT**).

Los procesos o sistemas de inspección sirven para confirmar que la calidad funciona según lo previsto.

No obstante debemos recordar que el propósito final de los sistemas de inspección es asegurar que los productos que llegan al cliente sean portadores al menos de una calidad aceptable.

Por otra parte no podemos olvidar que la inspección es parte de un proceso productivo, ya que interactúan una gran variedad de personas.

Siendo más específicos dentro de una estación reparadora se cuentan con diferentes métodos de inspección, partiendo desde lo más básico y fundamental como lo es el aspecto visual. Hasta llegar pruebas un poco más complejas o requeridas en circunstancias más específicas como las pruebas no destructivas (**NDT por sus siglas en ingles**). En este capítulo se tratara de explicar brevemente en qué consisten algunas de estas herramientas de vital importancia en la indagación de condiciones de ciertos componentes.

2.2- INSPECCIONES VISUALES

Primeramente se debe entender que la inspección visual se puede realizar debido al espectro electromagnético, es decir, los cambios en las propiedades de luz, después que entra en contacto con el objeto, y este puede ser detectado por el ojo humano.

La inspección visual es la técnica más antigua entre los ensayos no destructivos y también la más usada por su bajo costo y versatilidad.

En ella se emplea como instrumento principal el ojo humano, el cual es complementado frecuentemente con instrumentos de magnificación, iluminación y medición.

Durante la inspección visual es muy común el uso de espejos, amplificadores, boroscopios y otros instrumentos visuales.



FIGURA⁴ 2.- principales herramientas empleadas en la inspección visual

Esta técnica es, y ha sido siempre un complemento para todos los demás ensayos no destructivos, ya que a menudo la evaluación final se hace por medio de una inspección visual.

Los resultados obtenidos suelen ser en buena medida de la experiencia del inspector, y de los conocimientos que este tenga con respecto a las operaciones, materiales y demás aspectos influyentes en los mecanismos de falla que el objeto pueda presentar.

Por otra parte la inspección visual se puede dividir en dos:

- Inspección Visual Directa
- Inspección Visual Remota

En el primer punto, la inspección se hace a una distancia corta del objeto, aprovechando al máximo la capacidad visual natural del inspector, para este método suelen emplearse lentes de aumento, microscopios, lámparas o linternas y con frecuencia instrumentos de medición como calibradores, micrómetros.

La inspección visual remota es empleada solo en aquellos casos en que no se tiene acceso directo a los componentes a inspeccionar, o aquellos componentes en los que por su diseño es muy difícil ganar acceso a sus cavidades internas.

La inspección visual remota suele emplearse para verificar el estado interno de motores, turbinas estacionarias, compresores, etc.

⁴ www.es.scribd.com/doc/54898323/Inspeccion-Visual

Para finalizar el objetivo de una inspección visual es garantizar las condiciones de los componentes, tales como:

- Evaluación de condición superficial
- Dimensionamiento
- Evaluación de las condiciones en servicio.

2.3-INSPECCION POR OBJETOS OLVIDADOS

Esta inspección es de carácter visual, puesto que no emplea herramienta especial en las actividades.

Normalmente es empleada al finalizar una actividad de mantenimiento, esta inspección verifica que el técnico no olvide herramientas en:

- Motores
- Compartimentos

No precisamente puede ser llevada a cabo por personal de inspección, puede ser realizada por el mismo técnico al finalizar su actividad.

2.4- INSPECCION POR FUGAS Y FALTA DE TORQUE

De igual manera esta inspección es de carácter visual, ya que solo es empleada en condiciones previas a un vuelo o bien, en un vuelo de llegada.

Al realizar esta inspección el inspector deberá ser acompañado por un técnico, para que al momento de verificar las líneas de lubricación, combustible este último pueda dar el correcto apriete a las líneas.

El inspector deberá apoyarse con una linterna y verificar que no existan fugas en ninguna línea, ya que esto puede provocar daños internos al componente (en caso ed fuga de lubricante).

Por otra parte la inspección por falta de torque es empleada tanto en actividades de vuelo previo o llegada y en actividades de mantenimiento mayor.

Para realizar esta inspección el inspector puede apoyarse con manuales emitidos y actualizados por parte del fabricante. En ellos encontrara especificaciones con respecto a torque en puntos o zonas clave.

2.5-INSPECCION POR RECEPCIÓN DE MATERIAL

Inicialmente el departamento de recepción, comenzara por editar una hoja de inspección de recepción, documento esencial que será el justificante de que el material recibido se ajusta a las condiciones del pedido. Es precisamente aquí donde el inspector es requerido y se le proporciona dicho documento.

Durante la recepción del material el personal del área de inspección deberá verificar que el material corresponde a lo que se emite en los formatos de pedido.

Este formato (hoja de inspección de recepción), contendrá todos los datos necesarios, relativos al pedido, proveedor, naturaleza y cantidad del material, así como fecha de llegada, etc.

Ya que se ha efectuado la inspección, el inspector tiene la responsabilidad de firmar, sellar y anotar su número de licencia en el documento, para que este sea enviado precisamente al área de inspección y se procesa a abrir una ficha de control de calidad.

Los materiales que suelen ser inspeccionados de manera frecuente son:

- Materias primas
- Piezas mecánicas, ya sean conjuntos, componentes o unidades (se revisan números de parte, números de serie, permisos por parte de FAA, JAA, DGAC, etc.).
- Productos químicos, como el aceite, aditivos, etc. (se deberá verificar fecha de caducidad, que cumpla recomendaciones por parte del fabricante y de la autoridad)

Los cargamentos de material deberán estar en condiciones seguras, es decir, no haber sido abiertas previamente. Y los materiales deberán ser sometidos a inspección para evitar que puedan estar dañados por el viaje.

TABLA⁵ i.- hoja de inspección por recepción

Dicha anomalías encontradas, se deberán anotarse y serán reportadas al jefe de inspectores.

Por ultimo con esta práctica, se previene pérdidas económicas y sobre todo material mermado.

⁵ Sánchez Sánchez A. (1988), Inspección y Control de Calidad, Vol. I

TABLA⁶ ii- hoja de material detenido

MATERIAL DETENIDO		
PEDIDO	DESIGNACION	
PEDIDO	CLIENTE	
OPERACION	CANTIDAD	DEPARTAMENTO
CAUSAS DE LA DETENCION		
FECHA	FIRMA	V.º B.º

2.6-INSPECCION DE LÍQUIDOS PENETRANTES

Esta inspección es considerada no destructible (NDT), es empleada para identificar discontinuidades presentadas en el material examinado. Generalmente se emplea en aleaciones no ferrosas.

La principal desventaja de este método de inspección es que el defecto debe estar abierto a la superficie para permitir que el penetrante llegue dentro del defecto.

⁶ Sánchez Sánchez A. (1988), Inspección y Control de Calidad, Vol. I

Para poder llevar a cabo este método se debe de contar con un kit de líquido penetrante, el cual consiste de removedor, limpiador emulsificador, penetrante seco emulsificador y revelador. El kit fluorescente consiste de un conjunto de luz negra, botes de spray limpiador, concentrante y revelador. El conjunto de luz consiste de un transformador, cable de conexión eléctrica flexible y una lámpara de mano, que por su tamaño puede ser empleada en casi cualquier lugar.

Debemos recordar que esta inspección normalmente suele aplicarse a zonas o componentes que son sometidos a esfuerzos y trabajos muy bruscos, como trenes de aterrizaje.



FIG⁷.3- Kit de líquidos penetrantes

A continuación se presenta el procedimiento para emplear esta técnica,

- Limpieza minuciosa de la superficie a inspeccionar.
- Aplicar el penetrante mínimo a una distancia de 10 centímetros de la superficie.
- Remover el penetrante de la superficie con el removedor, emulsificador o limpiador.
- Secar la superficie mínimo un minuto a temperatura ambiente.
- Aplicar el revelador
- Inspeccionar e interpretar los resultados.

⁷ www.magnaflux.com

Para finalizar este método el tamaño de la indicación o acumulación de penetrante, mostrara la extensión del defecto, y la brillantez será una medida de profundidad. Roturas profundas tendrán más penetrante y ampliaran y harán más brillante el defecto. Aperturas pequeñas contendrán solo pequeñas cantidades de penetrante y esto hará que aparezcan líneas finas brillantes rojas, verdes o amarillas.

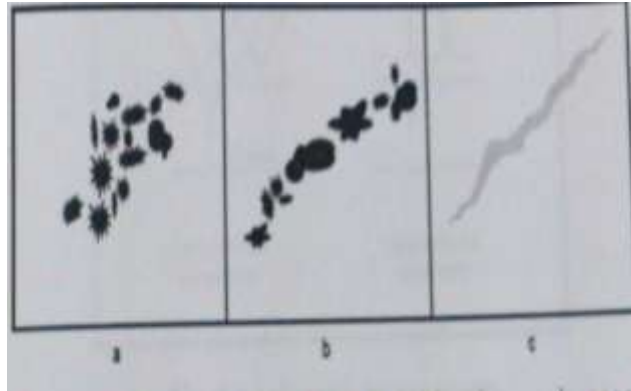


FIG.4- Extraída de la tesina: Optimizar los procedimientos de métodos de inspección de PND en los componentes del tren de aterrizaje principal de la aeronave MD80.

En la figura ⁸tenemos tres letras y se interpreta de la siguiente manera:

- A es por los puntos de porosidad
- B es rotura por apriete o unión parcialmente soldada
- C es rotura o apertura similar

2.7-INSPECCION BOROSCOPICA

La boroscopia, videoscopia o video endoscopia, es una técnica predictiva basado en el diagnóstico de equipos por imagen. Debemos recordar que este método se empleó inicialmente en la revisión de humanos y animales. Posteriormente se decidió emplear esta técnica en el área militar como primera instancia.

⁸ Cervantes Bañuela O. y Escudero Juárez I. (2008) Optimizar los procedimientos de medidas de inspección de PND en los componentes del tren de aterrizaje principal de la aeronave MD80. Edición a cargo del Ing. Frago, México, I.P.N. / ESIME TICOMAN.

Ahora bien, el boroscopio es un dispositivo largo y delgado en forma de varilla flexible. En el interior de este tubo hay un sistema telescópico con numerosas lentes, que aportan una gran definición a la imagen. Además, está equipado con una poderosa fuente de luz.

Esta técnica es empleada principalmente en las turbinas de gas, para verificar el estado de componentes tales como turbina, compresor, cámara de combustión y turbina de expansión. En esta técnica las condiciones de la turbina es que no debe haber estado en operación, es decir, que se encuentre fría.

A continuación proporcionaremos algunos puntos que debe conocer el inspector acerca de este método y que desviaciones puede reconocer este método de inspección⁹:

- Erosión
- Corrosión
- Perdida de cerámico en alabes o placas aislantes
- Roces entre alabes fijos y móviles
- Decoloración en alabes de compresor, por alta temperatura
- Perdidas de material de los alabes del compresor que se depositan en los alabes de turbina o en la cámara.
- Deformaciones
- Piezas sueltas o mal fijadas, sobre todo de material aislante
- Fracturas y agrietamiento en alabes, sobre todo en la parte inferior que los fija al rotor.
- Marcas de sobre temperatura en alabes
- Obstrucción en orificios de ventilación
- Daños por impactos provocados por objetos extraños

⁹<http://www.cicloscombinados.com/index.php/inspecciones-boroscopicas>



FIG.5- Kit de Boroscopio¹⁰

2.8-INSPECCION DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Es un tipo de ensayo no destructivo, que permite detectar discontinuidades superficiales y sub-superficiales en materiales ferromagnéticos.

El principio de este método consiste en que cuando se induce un campo magnético en un material ferromagnético, se forman distorsiones. En este campo si el material presenta una zona en la que existen discontinuidades perpendiculares a las líneas del campo magnetizables, por lo que estas se deforman o se producen polos. Estas distorsiones o polos atraen a las partículas magnetizables que son aplicadas en forma de polvo o suspensión en la superficie a examinar y por acumulación producen indicaciones que se observan visualmente de forma directa o empleando luz ultravioleta.

¹⁰http://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-de-medida/medidor/boroscopio-woehler-messgeraete-kehrgeraete-gmbh-boroscopio-pce-v260-det_101201.htm

Ahora bien se explicara el procedimiento¹¹ más recomendable que debe conocer el inspector respecto a este método de inspección:

- Grasas, aceites y mugre deben ser limpiadas de todas las partes antes de ser verificadas.
- La limpieza deberá ser un aspecto de vital importancia, ya que en caso de no existir una limpieza adecuada, las indicaciones pueden ser no relevantes o falsas, debido a la adherencia de las partículas magnéticas al material extraño.
- No es recomendable depender de la suspensión de partículas magnéticas para limpiar las partes a inspeccionar, ya que el material extraño contaminara la suspensión reduciendo la efectividad de la inspección.

En el proceso de inspección el material deberá estar seco, reiteramos limpieza minuciosa y necesaria. Debido a que agentes extraños (como el polvo) o grasa acaparan el polvo magnético y esto derivara en indicaciones poco confiables.

No obstante el inspector deberá recordar¹² lo siguiente: todas las aperturas pequeñas y drene de lubricación a partes internas o cavidades deben ser cubiertas con parafina o masking tape o bien algún otro material no abrasivo.

Finalmente otro punto que debe recordar el inspector es que las capas o revestimientos de cadmio, cobre, estaño, cromo níquel y zinc no interfieren ni afectan en la ejecución con resultados satisfactorios de este método de inspección, a menos que estos elementos se encuentren muy gruesos o demasiado densos.



FIG.6 Kit para inspección por partículas magnéticas

^{11, 8} Cervantes Bañuela O. y Escudero Juárez I. (2008) Optimizar los procedimientos de medidas de inspección de PND en los componentes del tren de aterrizaje principal de la aeronave MD80. Edición a cargo del Ing. Frago, México, I.P.N. / ESIME TICOMAN.

Los kit¹³ para este tipo de inspección suelen tener:

- Imán permanente
- Lámpara de luz ultravioleta: intensidad mínima de 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- Radiómetro con sensores de luz ultravioleta y luz visible
- Indicador de campo (indicador de Gauss)
- Lámpara de luz blanca
- Lupas o lentes de aumento y espejos
- Partículas magnéticas fluorescentes de alta sensibilidad (aerosol magnaglo AM)
- Limpiador (cleaner SKC-S)
- Alcohol o solvente (thiner)
- Guantes látex
- Toallas blancas
- Bata
- Lentes de protección UV

2.9-INSPECCION DE CORRIENTES EDDY

Las corrientes EDDY fueron utilizadas por primera vez durante una prueba no destructiva en el año de 1879, el hombre encargado de utilizarlas fue D.R. Hughes para diferenciar tamaños, formas y composición de algunos materiales.

Las CE están compuestas de electrones libres que se desplazan a través de superficies metálicas bajo la influencia de un campo magnético inducido y se utiliza en el mantenimiento de aeronaves para inspeccionar los ejes o flechas y líneas de distribución (también conocidas como venas de lubricación) de los motores a reacción, piel de alas, mazas de las ruedas, barrenos de birlos y orificios de las bujías.

¿Cuándo se realiza esta inspección? Cuando se presenten roturas, grietas y daños por tratamiento de calor a la estructura y piel de la aeronave.

¹³<http://www.mx.magnaflux.com/Productos/Inspecci%C3%B3nporPart%C3%ADculaMagn%C3%A9tica/MagnagloFluorescente/PortableInspectionKits/MagnagloMagneticParticleInspectionKit/tabid/1646/Default.aspx>

Normalmente este método es empleado en las plantas de fabricación de aeronaves, para verificar las condiciones de piezas de fundición, estampados, maquinados, forjados y extrusión.

Sin embargo, el inspector debe saber que este método también se emplea para:}

- Detectar discontinuidades superficiales y sub-superficiales.
- Detectar irregularidades en la estructura del material
- Medir la conductividad del material.
- Determinar espesores de recubrimiento aplicados sobre bases metálicas.

El material empleado en esta inspección se menciona a continuación:

- Dos bobinas
- Un osciloscopio.

Ahora bien, como se debe de llevar a cabo este proceso de inspección:

- Limpiar perfectamente el área a inspeccionar con toallas blancas y limpias, verificando que no quede grasa o algún otro agente contaminante, ya que esto mermaría la obtención de resultados satisfactorios.
- Colocar una pieza estándar en una bobina y en la otra bobina la pieza estándar a examinar.
- Posteriormente es inducida una corriente que provocara en la zona se provoque un campo magnético.
- Con ayuda de una unidad de detección de campo magnético (osciloscopio), medirá el nuevo campo creado y convertirá la señal en un voltaje que puede leerse.
- Ahora bien el inspector procede a interpretar las gráficas.



FIG¹⁴.7- Inspección por método de Corrientes Eddy.

2.1.1- INSPECCION PRELIMINAR

La inspección preliminar es quizá la menos compleja de todas las formas de inspección, ya que no suele emplear herramienta especial como otros métodos de inspección.

Esta inspección es iniciada por el área de Ingeniería, que es el área encargada de emitir las Órdenes de Trabajo, puede ser ejecutada por personal técnico, aunque esta tarea también es encomendada al inspector.

A continuación mostraremos algunos de los puntos a cubrir dentro de la inspección preliminar:

- El inspector debe verificar los datos en la **OT (Orden de Trabajo)** sean exactamente los de la aeronave a la que se le aplicaran los servicios.
- Verificara los controles de **AD (Directivas de Aeronavegabilidad)**, **BS (Boletín de Servicio)**, los componentes limitados, se encuentren actualizados y vigentes y/o en su caso, los que se aplicaran estén incluidos en la **OT (Orden de Trabajo)**.
- Verificara en la Bitácora de vuelo los reportes asentados por las tripulaciones y las anotara en su formato de discrepancias.

¹⁴ www.es.scribd.com

- Deberá realizar una revisión completa a la aeronave y sus componentes, para verificar su estado físico, en caso de encontrar discrepancias (como rayones, tornillería floja o faltante, golpes, fugas, estado de llantas, etc.), esto le sea informado al área de Ingeniería y Garantía de Calidad en caso de que esta última exista.

2.1.2- INSPECCIONES ESPECIALES POR ACCIDENTE Y/O INCIDENTE

La inspección especial es efectuada siempre y cuando el componente y/o aeronave haya tenido un incidente y/o accidente. Al llevar a cabo esta inspección se debe de hacer una revisión exhaustiva en el área que se indica, esto para un aeronave y para un componente se debe de revisar cada elemento que conforme al mismo.

De igual manera se debe tener el conocimiento del historial de la aeronave y/o componente, es decir, conocer el tiempo de operación, reportes de fallas o defectos, otros accidentes y/o incidentes en los que hubiera estado involucrada la unidad.

En los manuales de mantenimiento existen algunos consejos puntos en los cuales se puede llevar a cabo esta inspección, tales puntos son los siguientes:

- Aterrizaje brusco.
- Inspección por haberse sometido la aeronave a un periodo de vuelo con turbulencia severa.
- Aterrizaje forzado en terreno no apto para aterrizaje de aeronaves
- Cuando la aeronave sufre un impacto brusco, estando esta última estacionada.

Cuando la aeronave y/o componente se ve sometido a este tipo de inspección a causa de los puntos anteriores se deberá implementar los siguientes métodos de inspección y/o pruebas no destructivas para completar los procedimientos.

- Inspección visual
- Inspección por rayos X
- Inspección de ultra sonido
- Inspección por líquidos penetrantes
- Inspección por corrientes Eddy

Con estos métodos de inspección se verifican posibles daños que han sufrido las partes o elementos que conforman la estructura básica de las aeronaves, componentes y sus sistemas de sujeción y operación como: tren de aterrizaje, vacada de motor, empotres de alas, superficies de control de vuelo, superficies hipersustentadoras, etc., se debe recordar que estos daños se manifiestan en deformación de elementos, fisuras superficiales, fisuras internas de elementos o daños de ruptura total del elemento.

Finalmente tenemos los daños ocultos por corrosión, los cuales son ocasionados por la acumulación de corrosión en las superficies estructurales unidas a las pieles de fuselaje y alas principalmente, sin embargo también se presenta en partes ferrosas de la aeronave y componentes. La principal evidencia de corrosión es el deterioro del recubrimiento de la superficie (pintura, esmalte, etc.), en el caso de los materiales ferrosos es posible detectar la corrosión por la decoloración de la superficie y comúnmente con una degradación de materiales.

Para la evaluación de daños por efecto de corrosión se da, una vez removido el material afectado, lo que procede es verificar los límites permisibles que el manual de mantenimiento lo determina así como los tipos de reparación a realizarse y/o el tipo de inspección aplicarse para determinar su condición.

2.1.3-PUNTOS DE INSPECCIÓN OBLIGATORIA

Los puntos de inspección obligatoria son señalados desde la elaboración de las OT (Orden de Trabajo), es decir, el área de ingeniería al elaborar dicha orden indicara cuales son los puntos más importantes a cuidar e inspeccionar.

De igual manera, esta área demeritara las responsabilidades, es decir, indicara quienes deben de estar presentes para llevar a cabo dicha actividad.

Sin embargo, saber dónde se deben situar los distintos puntos de inspección es muy importante, ya que los recursos de los que dispone una empresa no son ilimitados ni gratuitos, todo ello lleva asociado un coste que no siempre es factible repercutirlo al valor propio de la actividad y su consecuente beneficio a marcar.

Existen cinco puntos que el personal de inspección siempre debe recordar antes, durante y después de realizar esta actividad, ya que toda actividad si bien es cierto repercute de forma directa al componente, también lo hace en el coste de la actividad.

Ahora bien se mencionaran dichos puntos:

- Verificar que se tengan las herramientas necesarias para realizar la operación, tales herramientas deberán estar ajustadas, calibradas para que se empleen durante el proceso.
- Realizar actividades de alta calidad.
- Proceder de manera lógica durante todo el proceso.

Por ultimo siempre es recomendable realizar una inspección rápida al finalizar el proceso para evitar se deje herramienta olvidada o nuevos desperfectos.

2.1.4-INSPECCION POR CONDICION

La inspección por condición es empleada en aquellas circunstancias en las cuales un equipo ha sido empleado durante un largo periodo, estos deben de ser revisados y reparados más a fondo, por lo que deben de hacerlo fuera de lugar de operación del equipo.

Sin embargo, esta inspección es empleada exclusivamente en aeronaves del tipo rotativo, puesto que suelen emplearse en más ocasiones y su desgaste mecánico es mayor, puesto que no siempre vuelan a la misma altura.

El objetivo de esta inspección es mantener la aeronavegabilidad de la aeronave, sin que deje de operar de una manera continua o normal.

Al realizar la inspección se deben revisar puntos como:

- Puertas de acceso a transmisión.
- Conexiones y válvulas
- Existencia de fugas

Para realizar esta actividad no es necesaria la presencia del inspector, la responsabilidad puede recaer en un mecánico y/o un supervisor de mantenimiento. Sin embargo no está demás que conozca acerca de este método.

A continuación mostraremos algunos ejemplos de tiempos de inspección por condición:

TABLA¹⁵ iii- programa de mantenimiento e inspección para planeadores pequeños

Marca	Modelo	Nivel de Mantenimiento
Cessna	C-150	50, 100 Hrs, Especiales
	C-152 II	100, 200 Hrs, Especiales
	C-172	50, 100, 200 Hrs, Especiales
	C-182	50, 100, 200 Hrs, Especiales
	C-310Q	50, 100, 200 Hrs, Especiales
Diamond	C-T310R	50, 100, 200 Hrs, Especiales
	DA-20C1	50, 100, 200, 1000 Y 6000 Hrs
	DA-40F	50, 100, 200, 1000 Y 2000 Hrs

TABLA iv- programa de mantenimiento e inspección para motores

Marca	Modelo	Nivel de Mantenimiento	TBO
Lycoming	O-235	Al Nivel de Mantenimiento del Planeador	2400 HRS
	O-320		2000 HRS
	O-360		2000 HRS
Continental	IO-240		2000 HRS
	IO-470		1400 HRS
	TSIO-520		1400 HRS

TABLA v- programa de mantenimiento e inspección para Hélices.

Marca	Modelo	Nivel de Mantenimiento	TBO
SENENICH	72CK	Al Nivel de Mantenimiento del Planeador	2000 HRS
	W69EK7		2000 HRS
	76EM8S		2000 HRS
McCAULEY	1A103		1500 HRS
	1C160		2000 HRS
	3AFC32C		2000 HRS

Nota: los tiempos de inspección progresiva o especial, suelen ser determinados por los operadores o bien la estación reparadora.

¹⁵ Las tablas que aparecen en esta página son extraídas de Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico

2.1.5-INSPECCION Y PRUEBAS FINALES

Este último punto se deberán seguir los puntos que se han venido manejando a lo largo de este documento y quizá es la manera más factible en las estaciones:

- Analizar y verificar que todos los trabajos hayan sido concluidos.
- Analizar y verificar que toda la documentación técnica se haya llenado con la información adecuada como fechas, firmas y datos de licencias del personal técnico que intervino en los trabajos, es decir la papelería se verificara así:
- OT (Orden de Trabajo).
- Hoja de Discrepancias.
- Requisición de partes y componentes.
- Hoja de trabajos efectuados
- Guía del servicio aplicado.
- Registro de AD
- Registro de SB
- Registro de componentes limitados
- Hoja de corrida de motores
- Hoja de reporte de vuelo de prueba.

Una vez analizado y cumplido lo que se especifica se puede proceder a la liberación de aeronavegabilidad.

Un ejemplo de la etiqueta que el taller aeronáutico implementa en la liberación por aeronavegabilidad se muestra a continuación.

2.1.6-LIBERACION DE AERONAVEGABILIDAD

La declaración de liberación de mantenimiento, retorno a servicio y aeronavegabilidad de las aeronaves y sus componentes, que efectúa el taller la determina con una etiqueta que contiene la siguiente información:

1. Fecha de la certificación.
2. Lugar de la certificación.
3. Matrícula de la aeronave.
4. Modelo de la aeronave.
5. Número de serie de la aeronave.
6. Tiempo total de la aeronave.
7. Tiempo de última reparación mayor de la aeronave, si tiene.
8. Sección donde se aplica el trabajo de mantenimiento.
9. Referencia de la orden de trabajo que origina el servicio de mantenimiento.
10. Fecha de emisión de la orden de trabajo.
11. Marca del componente al que se le realiza el servicio de mantenimiento.
12. Modelo del componente al que se le realiza el servicio de mantenimiento.
13. Número de Serie del componente al que se le realiza el servicio de mantenimiento.
14. Tiempo total del componente al que se le realiza el servicio de mantenimiento.
15. Tiempo de última reparación mayor del componente al que se le realiza el servicio de mantenimiento, si aplica.
16. Leyenda de liberación del servicio de mantenimiento.
17. Nombre, licencia y firma del Responsable del Taller o en su defecto, los representantes acreditados del representante del Taller.

Una vez terminado el servicio la etiqueta que contiene esta información se colocar en la Bitácora de la aeronave o en la de los componentes.

Un ejemplo de la etiqueta que el taller aeronáutico implementa en la liberación por aeronavegabilidad se muestra a continuación.

TALLER AUTORIZADO D.G.A.C. No

Fecha:	<u>1</u>	T. Total:	<u>6</u>
Base:	<u>2</u>	T.U.R.M.:	<u>7</u>
Matrícula:	<u>3</u>		
Modelo:	<u>4</u>		
N. Serie:	<u>5</u>		
Sección:	<u>8</u>		
Ref. O. T.:	<u>9</u>	Fecha O. T.:	<u>10</u>
Marca:	<u>11</u>		
Modelo:	<u>12</u>	T. Total:	<u>14</u>
No. Serie:	<u>13</u>	T.U.R.M.:	<u>15</u>

Trabajo Realizado:

16

Los trabajos mencionados, se aplicaron de acuerdo a lo establecido en los manuales de los fabricantes y de los procedimientos aprobados al Taller Aeronáutico No. _____ por lo cual se certifica que la aeronave reúne las condiciones de aeronavegabilidad requeridas para su operación

17 Responsable del Taller

Nombre: _____

Licencia: _____

Firma: _____

FIGURA 8- Extraída del manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico de la Escuela de Aviación México, hoja de liberación de aeronavegabilidad.

2.1.7-ORDENES DE TRABAJO Y TARJETAS DE MANTENIMIENTO

Una O.T. (orden de trabajo) es un documento interno emitido por cada aerolínea o estación reparadora, en este documento se establecen los lineamientos para ejecutar las actividades de mantenimiento o de revisión de algún componente. Las O.T's son emitidas por la Gerencia de Ingeniería, en la mayoría de los casos de aerolíneas y estaciones reparadoras.

A continuación presentamos una simulación de O.T., de igual manera se establece el conjunto de espacios que deberá corroborar el inspector para efectuar la actividad en conjunto con mantenimiento.

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICIDAD

Número de Parte	1	Número de Serie	6
Descripción	2		
Estación Reparadora	3	Fecha	7
Localización	4	Matricula	8
Removido por (Nombre, Firma, No. De Licencia)	5	Inspeccionado por (Nombre, Firma, Sello)	9

FOLIO 000239712

FIGURA 9- Simulación de una orden de remoción

TABLA vi- información que el inspector deberá constatar en la O.T.

1	P/N.- Número de la parte o componente.	2	DESCRIPCIÓN.- Nombre de la parte o componente.
3	BASE.-Designado del aeropuerto donde se realizó la remoción	4	LOCALIZACION. Referente al taller dentro de la BASE.
5	REMOVIDO POR.- Nombre del Técnico de Mantenimiento que realizó los trabajos.	6	S/N.- Número de serie de la parte o componente.
7	FECHA.- Fecha en que se removió la parte o componente.	8	MATRÍCULA.- Matrícula de la aeronave en la cual la parte o componente fue removida.
9	RESPONSABLE.- Nombre del Responsable del Taller o INSPECTOR que certifica la remoción de la parte o componente.		

De igual manera, mostramos la simulación de una O.T. de reinstalación de componente, siempre pensando en que es un ciclo que así como es iniciado, este mismo debe ser finalizado.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

Número de Parte	1	Supervisor	5
Número de Serie	2	TAG	6
Fecha	3	Orden de trabajo	7
Estación Reparadora	4	Matricula	8
Descripción		9	
Prueba / Test	10	Nombre, Firma, No. De Licencia	Referencia del manual
Instalación	11	Nombre, Firma, Sello	Referencia del manual
Inspección	12	Nombre, Firma, No. De Licencia	Referencia del manual

FIGURA 10- simulación de una orden de instalación de componente

TABLA vii- información que el inspector deberá constatar en la O.T.

1	P/N.- Número de la parte o componente	2	S/N.- Número de serie de la parte o componente.
3	FECHA.- Fecha en que se removió la parte o componente.	4	BASE.-Designado del aeropuerto donde se realizó la remoción
5	SUPERVISOR.- Nombre del Supervisor que certifica la remoción de la parte o componente.	6	TAG
7	O.T.- número de orden de trabajo	8	MATRÍCULA.- Matrícula de la aeronave en la cual la parte o componente fue removida.
9	DESCRIPCIÓN.- Nombre de la parte o componente.	10	PRUEBA/TEST.- a la cual fue sometido el componente o parte, nombre, licencia, firma, no. De licencia del técnico y la referencia en del manual.
11	INSTALACION.- Del componente o parte, nombre, sello, firma del inspector y la referencia en del manual.	12	INSPECCION.- Del componente o parte, nombre, licencia, firma, no. De licencia del inspector y la referencia en del manual.

Finalmente, dentro de la estación reparadora se utilizan tres tipos de tarjetas de identificación de las partes y componentes¹⁶, el inspector tiene la responsabilidad de reportarle al responsable del taller, al jefe de inspectores y al jefe de control de calidad acerca de su correcto llenado con la información correspondiente en base a la información proporcionada por el proveedor y/o del taller que realizó la revisión o reparación mayor.

¹⁶ Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico.

Estas tarjetas son las siguientes:

- Tarjeta de identificación de unidad en condiciones de servicio (amarilla), es utilizada para identificar unidades útiles. El reverso de la misma cuenta con espacios para registrar la liberación de mantenimiento respectiva en caso de unidades nuevas o reparadas.
- Tarjeta de unidad reparable (verde), es utilizada para identificar unidades reparables que requieren ser enviadas a reparación o reacondicionamiento (reparación mayor).
- Tarjeta de fuera de servicio (roja), es empleada para identificar unidades que alcanzaron o excedieron el límite de vida respectivo, que tiene daños mayores a los límites reparables o que no acreditan los requisitos para su recepción.

Ahora bien mostraremos los ejemplos de tarjetas de identificación de partes y componentes así como un pequeño formato de llenado.

FIG. 11- Extraída de Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico Tarjeta de unidad útil

TABLA¹⁷ viii- información que el inspector verificara, de correcto llenado

1	DESCRIPCIÓN.- Nombre de la parte o componente.	2	P/N.- Número de parte o componente.
3	S/N.- Número de serie de la parte o componente.	4	T.T.- Tiempo total de la parte o componente.
5	T.U.R.M.- Tiempo de última reparación de la parte o componente.	6	TIPO DE REPARACIÓN.- Anotar una "X" según corresponda al motivo de reparación de la parte o componente.
7	REPARADO POR.- Nombre del Técnico de Mantenimiento que realizó los trabajos.	8	REVISADO POR.- Nombre del Responsable del Taller o INSPECTOR que certifica la condición de la parte o componente.
9	NOMBRE DEL TALLER.- Nombre y/o número del taller autorizado donde se realizaron los trabajos.	10	BASE.-Designado del aeropuerto donde se realizó la remoción

¹⁷ Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico

11	FECHA.- Fecha en que se revisó la parte o componente.	12	MATRÍCULA.- Matrícula de la aeronave en la cual la parte o componente fue instalada.
13	T.T: AER.- Tiempo total de la aeronave de la cual fue instalada.	14	INSTALADA POR.- Nombre del Técnico de Mantenimiento que realizó la instalación de la parte o componente.
15	LIC. No.- Número de licencia del Técnico de Mantenimiento que efectuó la instalación.	16	BASE.-Designado del aeropuerto donde se realizó la instalación
17	RESPONSABLE.- Nombre del Responsable del Taller o INSPECTOR que certifica la instalación y la condición de la parte o componente.	18	FECHA.- Fecha en que se instaló la parte o componente.
19	OBSERVACIONES.- Cualquier información adicional relacionada con la parte, componente y/o aeronave.		

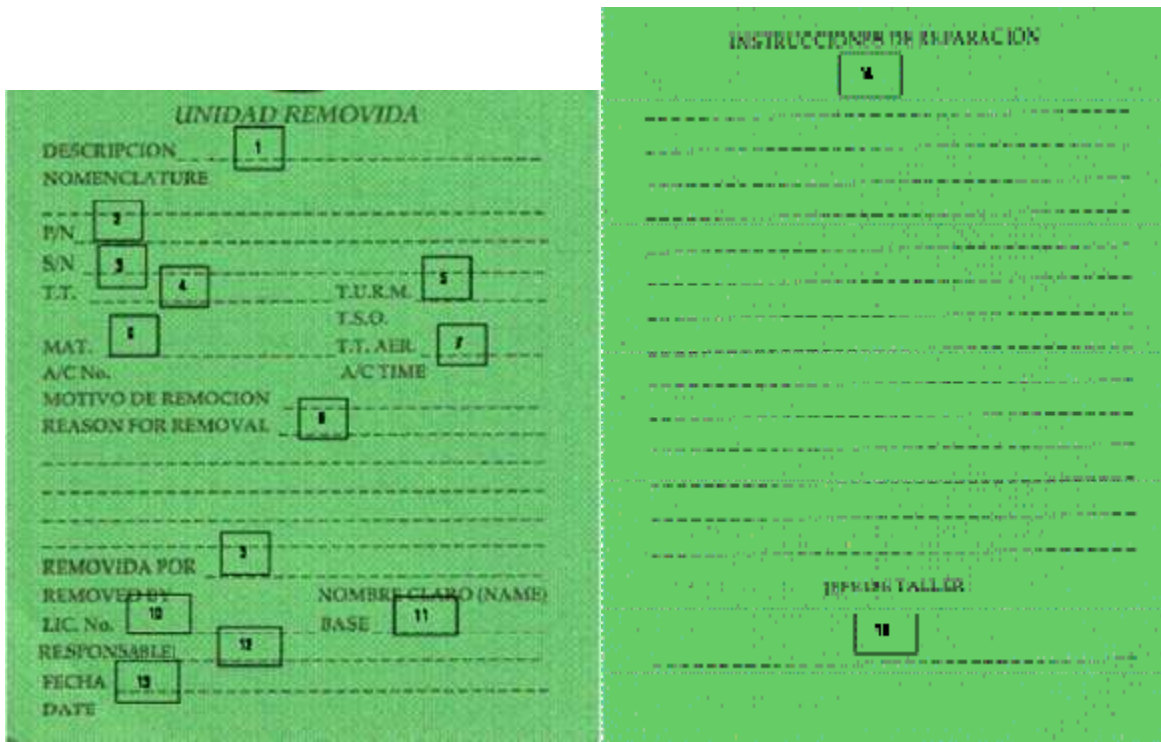


FIG. 12-Extraída de Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico, Tarjeta de unidad removida

TABLA¹⁸ ix- información que el inspector verificara, de correcto llenado

1	DESCRIPCIÓN/NOMENCLATURE.- Nombre de la parte o componente.	2	P/N.- Número de parte o componente.
3	S/N.- Número de serie de la parte o componente.	4	T.T.- Tiempo total de la parte o componente.
5	T.U.R.M./TSO.- Tiempo de última reparación de la parte o componente.	6	MAT.- Matrícula de la aeronave de la cual fue removida.
7	T.T: AER/ A/C TIME.-Tiempo total de la aeronave de la cual fue removida.	8	MOTIVO DE LA REMOCIÓN/REASON FOR REMOVAL.
9	REMOVIDA POR/REMOVED BY.- Nombre del Técnico de	10	LIC. No.- Número de licencia del Técnico de Mantenimiento que

¹⁸ Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico

	Mantenimiento que efectuó la remoción.		efectuó la remoción.
11	BASE.-Designado del aeropuerto donde se realizó la remoción	12	RESPONSABLE.- Nombre del Responsable del Taller o INSPECTOR que certifica la condición de la parte o componente.
13	FECHA.- Fecha en que se removió la parte o componente.	14	INSTRUCCIONES DE REPARACIÓN.- Anotar el o los tipos de trabajos a realizar en la parte o componente de acuerdo a los manuales de mantenimiento.
15	RESPONSABLE DE TALLER.- Nombre y firma del Responsable del Taller		

FUERA DE SERVICIO

DESCRIPCION 1

P/N 2

S/N 3

T.T. 4 T.U.R.M. 5

MAT 6 T.T. AER 7

MOTIVO DE REMOCION 8

REMOVIDA POR 9

EIC. No. 10 BASE 11

RESPONSABLE 12

FECHA 13

FIG. 13-Extraída de Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico, Tarjeta de unidad fuera de servicio (Scrap)

TABLA¹⁹ x-información que el inspector verificara, de correcto llenado

1	Descripción.- Nombre de la parte o componente.	2	P/N.- Número de parte o componente.
3	S/N.- Número de serie de la parte o componente.	4	T.T.- Tiempo total de la parte o componente.
5	T.U.R.M.- Tiempo de última reparación de la parte o componente.	6	MAT.- Matrícula de la aeronave de la cual fue removida.
7	T.T: AER.- Tiempo total de la aeronave de la cual fue removida.	8	Motivo de la remoción.

¹⁹ Escuela de Aviación México S.C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico

9	REMOVIDA POR.- Nombre del Técnico de Mantenimiento que efectuó la remoción.	10	LIC. No.- Número de licencia del Técnico de Mantenimiento que efectuó la remoción.
11	BASE.-Designado del aeropuerto donde se realizó la remoción	12	RESPONSABLE.- Nombre del Responsable del Taller o INSPECTOR que certifica la condición de la parte o componente scrap.
13	FECHA.- Fecha en que se removió la parte o componente.		

CAPITULO 3 SISTEMA DE GARANTIA DE CALIDAD EN LA INSPECCION

3.1-RESPONSABILIDADES DEL CONTROL DE CALIDAD

Para poder comprender un poco más el tema de sistema de calidad definamos tres aspectos que son importantes los cuales se indican a continuación:

- Calidad: de forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confiere la capacidad para satisfacer las necesidades implícitas o explícitas.
- Sistema: es un conjunto de partes o elementos organizadas y relacionadas entre si para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entradas) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salidas) información, energía o materia.
- Sistema de calidad: es una estructura operacional de trabajo, bien documentada e integrada en los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria y los equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente a bajos costos para la calidad.

Un sistema de Calidad siempre es de vital importancia, ya que con él se puede monitorear e implementar mejoras a sus procesos de trabajo en la realización de servicios.

En este caso un sistema de calidad tiene la ventaja de promover la mejora de procesos y en un futuro una certificación más amplia, es decir, si se respetan y se toman en cuenta todas las NOM'S que dictan como elaborar un sistema de calidad y a su vez se implementan mejoras, autoridades de otros países pueden avalar los servicios que se brindan y esto ampliara el mercado.

Cabe resaltar que dicho programa tiene la finalidad de erradicar o mantener en un margen controlable los errores. Sin embargo en el aspecto técnico la calidad inicia desde el mecánico quien debe esforzarse por realizar un buen trabajo, posteriormente aparece el supervisor de mantenimiento y por último el inspector quien deberá analizar y revisar tanto la actividad como la documentación.

Cabe resaltar que para lograr la calidad en el mantenimiento y los objetivos de confiabilidad recae en el personal de mantenimiento.

Por otra parte no debemos lo que nos indica la NOM 145/1-SCT3-2001, dentro de su apartado 10.5.2:

“Personal técnico aeronáutico de inspección (o denominado también como de control de calidad)”

Lo anterior para que no se distorsione o se pierda la imagen del inspector, y se comprenda que todo está enfocado al mismo.

Ahora bien, a continuación mostraremos algunos puntos que son responsabilidad del personal de control de calidad²⁰:

- Realizar inspecciones de las acciones, los procedimientos, equipo y las instalaciones de mantenimiento.
- Conservar y mejorar los documentos, los procedimientos y las normas de mantenimiento (por ejemplo **AD**, **ASB**, etc.).
- Asegurar que todas las unidades estén conscientes y tengan conocimiento en los procedimientos y normas de mantenimiento (por ejemplo **AD**, **ASB**, etc.).
- Mantener un alto grado de compromiso para actualizarse día a día con esta literatura referente a los tipos de inspecciones.
- Promover la capacitación para el área de inspección y de mantenimiento, cuando estas lo necesiten.
- Verificar y asegurar que el personal técnico se apegue a los procedimientos internos y de manuales con respecto a las actividades de mantenimiento.
- Verificar los estándares de tiempos acerca de trabajos de mantenimiento en componentes y/o aeronaves para evaluar si son adecuados.
- Revisar la calidad y disponibilidad de materiales y refacciones para asegurar su disponibilidad y calidad.
- Realizar anotaciones para evaluar la situación actual de actividades de mantenimiento y proponer remedios para las áreas (talleres) con deficiencias.
- Verificar que el técnico cuenta con licencia, examen médico y capacitación para efectuar y certificar actividades de mantenimiento que le sean otorgadas.

²⁰SabihDuffuaa et al (1988), Sistema de Mantenimiento, Planeación y Control. LimusaWiley

Por otra parte para tener un plan de emergencia o bien para asegurar en todos los aspectos las actividades de inspección, el encargado de inspección y control de calidad es responsable de desarrollar y conformar registros de las inspecciones realizadas. De igual manera deberá clasificar los diferentes tipos de inspección que se han realizado.

A continuación mencionaremos una clasificación²¹ acerca de la inspección:

- Inspección de Aceptación: se realiza para asegurar que el equipo está en conformidad con las normas. Generalmente suele aplicarse a equipo nuevo.
- Inspección de Verificación de Calidad: se realiza posteriormente a la finalización de una actividad de mantenimiento, para verificar que se realizó de acuerdo a las especificaciones.
- Inspección Documental o de Archivo: se efectúa para verificar la norma y su grado de aplicación.
- Inspección de Actividad: se realiza para verificar que el personal técnico se apega a los procedimientos y normas internos y de manuales de mantenimiento.

Estos tipos de inspección son llevados a cabo por el personal de inspección. Como podemos observar la figura central es el inspector, ya que a él se le ha asignado la responsabilidad de evitar que el personal técnico emplee técnicas deficientes en labores de mantenimiento. Así como proponer mejoras en ciertos puntos.

Debemos recordar que las decisiones que tome el personal de inspección son críticas y pueden llevar a una catástrofe, especialmente en la industria de la aviación.

²¹SabihDuffuaa et al (1988), Sistema de Mantenimiento, Planeación y Control. LimusaWiley

3.2-DOCUMENTACION

La documentación es un punto bastante importante, ya que con ella podemos avalar cualquier actividad que se haya realizado en el taller, frente a la autoridad correspondiente y en auditorías internas. Sin embargo el inspector como último filtro, no suele estar presente al momento del llenado de los formatos, es por eso que el inspector deberá analizar y verificar que la información que se le ha otorgado sea completamente idéntica a la aeronave o componente, es decir, que los número de serie, números de parte, nombre de componente, número de matrícula de aeronave correspondan tanto en el documento como en el objeto.

Como lo mencionamos en el sub capítulo anterior, se debe de llevar un control de cada actividad de inspección que se ha realizado, ya sea abriendo a cada aeronave un registro en el cual contenga su matrícula o bien

RESULTADOS

Dentro del desarrollo de este trabajo se obtuvo una gran variedad de datos y por otra parte se confirmó información que ya se había planteado en este trabajo, cabe resaltar que mucha de esta información fue obtenida por medio de compañeros que se desempeñan en puestos de inspección, así como en algunos documentos emitidos por parte de la autoridad de este país.

Sin embargo, cuando se inició la investigación de posible puntos de información que sirvieran como punto de partida, se encontró dispersa dicha información y en ocasiones muy breve. Sin embargo, reiterando lo que se mencionó, nos apoyamos con personal de inspección que labora en estaciones reparadoras de compañías como STAM y AEROMEXICO.

Haciendo una comparación en lo planteado en la hipótesis de este trabajo y los resultados obtenidos, se tiene que el personal de inspección en casi cualquier lugar en donde se efectúan labores de mantenimiento, suele no dominar en su totalidad los diferentes tipos de inspección, deja una brecha en la cual la calidad y la satisfacción del cliente no son cubiertas en su totalidad.

Si bien es cierto que para poder fungir como inspector se debe de contar con muchos años de experiencia, esto no asegurara que se dominen los distintos tipos de inspección. Y esto provoca que existan lagunas o malas costumbres que vician el medio de mantenimiento, así como el posible retorno de componentes y/o aeronaves por la no calidad. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede trabajar de manera coordinada con las autoridades para desarrollar planes para elevar el dominio de estos temas de vital importancia dentro del mantenimiento a personal de inspección.

CONCLUSIONES

Después de realizado este trabajo se pueden vislumbrar varias conclusiones las cuales deben ser tomadas en cuenta por parte de la autoridad, de los responsables de las estaciones reparadoras y de las aerolíneas de nuestro país, todo esto enfocado a la mejora del adiestramiento del área de inspección.

Primero se corrobora que personal de inspección desconoce algunas técnicas o maneras de atacar una actividad que se le ha encomendado.

Segundo, no existe un manual que respalde y oriente al inspector durante las actividades de mantenimiento que sea emitido por parte de la autoridad de aeronáutica de nuestro país.

Tercero, el número de actividades de inspección que son realizadas en una estación reparadora amerita que se cuente con el manual para que este pueda orientar al personal acerca de qué tipo de inspección deberá aplicar en la actividad asignada.

Cuarto, se encontraron signos claros de mejora en el dominio de los diferentes tipos de inspección por parte de aquellos que fungen como inspectores. Así como el compartir información entre estaciones reparadoras para el mejoramiento del manual y por supuesto de sus procesos de inspección. Esto en un futuro proporcionaría una estandarización y un control en cuanto al dominio de conocimiento para el personal de inspección, de igual manera se puede tener un control mucho más preciso de trabajos regresados a la estación por la no calidad en el proceso de mantenimiento y la no calidad de la inspección.

Quinto, se plantea que con la implementación del manual se eleve la calidad y el dominio de temas de inspección por parte del personal, de igual manera se está asegurando la competitividad entre estaciones reparadoras, así se tiene el beneficio de la satisfacción del cliente y su posible retorno.

Con la realización de este trabajo se lograron alcanzar los objetivos planteados desde un principio, así como la hipótesis. Podemos afirmar que al implementar este manual se entra en la regla de ganar-ganar.

Desde luego que después de desarrollado este manual es cuestión de coordinación entre autoridades y operadores de estaciones reparadoras para alcanzar una estandarización y dominio de técnicas de inspección, todo esto para augurar un futuro mucho más seguro y mayor preparación técnica por parte del inspector.

Por otra parte las autoridades podrían explotar esta área dentro del mantenimiento para la enseñanza en sus centros de formación y/o alianzas con centros de adiestramiento y formación de personal de inspección, todo esto con el fin de tener conocimiento más concreto acerca de las debilidades dentro del ramo.

Finalmente, queda comprobado que el compartir información con respecto a la inspección puede beneficiar no solo a las estaciones o a la autoridad, sino a toda la aviación pues se elevan los índices de calidad, seguridad y sobre todo la confianza de los clientes.

BIBLIOGRAFIA

Aeroméxico (2008), Manual General de Mantenimiento y Procedimientos de Taller- Capitulo 8, Procedimientos de Inspección.

Cervantes Bañuelo Omar E. y Escudero Juárez I. (2008), Optimizar los procedimientos de métodos de inspección de PND en los componentes del tren de aterrizaje principal de la aeronave MD80. Tesis de Licenciatura. México, ESIME/ Instituto Politécnico Nacional. Ticoman.

Escuela de Aviación México S. C. (2011), Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico – Capitulo 5, Sistemas de Inspección y Mantenimiento.

FAA (Federal Aviation Administration), FAR 145.155/157 (USA), disponible en: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/textidx?c=ecfr&sid=3919e29547ea3b17476f78679c9effcc&rgn=div5&view=text&node=14:3.0.1.2.19&idno=14#14:3.0.1.2.19.4.3.3> [Accesado el 11 de Noviembre del 2012]

Inspección por Corrientes Eddy (2013), en Scribd [En línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/73029555/Inspeccion-Por-Corrientes-Parasitas> [Accesado el 27 de Mayo de 2013].

Inspección por líquidos penetrantes, disponible en línea en: http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_l%C3%ADquidos_penetrantes [Accesado el 25 de Noviembre del 2012]

Inspección por Partículas Magnéticas, disponible en: http://www.llogsa.com/Descargas/Ultratips/Ediciones/Utipsed_166.php [Accesado el 25 de Noviembre del 2012]

Inspección Visual (2010), Isotec disponible en: <http://www.isotec.com.co/portal2/index.php?id=50> [Accesado el 25 de Noviembre del 2012]

Inspección Visual (figura) (2012), Es, scribd disponible en:
www.es.scribd.com/doc/54898323/Inspección-Visual/ [Accesado el 27 de Mayo del 2013]

Kit de inspección líquidos penetrantes (2013), Magnaflux disponible en: www.magnaflux.com
[Accesado 27 de Mayo del 2013]

Sabih Duffuaa et al (1988), Sistema de Mantenimiento, Planeación y Control Vol. I. Limusa Wiley

Sánchez Sánchez A. (1988), Inspección y Control de Calidad, Vol. I

Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Licencias Federales. [En línea] disponible
en: <http://www.sct.gob.mx/tramites/intPages/requisitosDGAC.html> [Accesado el día 27 de Mayo
de 2013]