



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA
SEGURIDAD OPERACIONAL PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA NORMA DAN
154 EN CMA 121, ENAER**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN MECÁNICA DE
PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Juan Manuel Ojeda Salinas

Profesor Guía:

Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez

2018

RESUMEN

Un sistema de gestión de la seguridad operacional tiene como propósito controlar todas las actividades ligadas a cierto servicio de manera que este se ejecute de la forma más segura posible, resguardando su integridad y calidad así como la de los activos y de los clientes.

En el presente trabajo de título se propone la implementación de un sistema de gestión de seguridad operacional para actividades de mantenimiento en aeronaves Airbus A320 con el fin de que la empresa ENAER logre obtener certificación de la norma DAN 154 y así pueda ampliar sus servicios insertándose en un mercado nuevo para la empresa. Dicha norma es impuesta por la Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile e indica los requisitos mínimos para instaurar el mencionado sistema de gestión, está basada en la aplicación de los elementos y componentes del sistema que se exponen en el Manual de gestión de la seguridad operacional de la Organización de Aviación Civil Internacional.

En el primer capítulo del presente escrito se explican todos los temas que implica un sistema de gestión de seguridad operacional y también la normativa aeronáutica chilena que aplica a los centros de mantenimiento aeronáutico. En el segundo capítulo se exponen las actividades productivas para las cuales se aplicará el sistema de gestión de la seguridad operacional y también qué elementos de este deben ser desarrollados. Finalmente, en el capítulo tercero, se propone un proceso de implementación basado en los mencionados documentos junto con un análisis de los costos asociados y los potenciales ingresos que podría percibir la empresa ENAER a partir de los servicios para los cuales se plantea la propuesta de implementación.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPÍTULO 1: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL ..3

1. NORMATIVA AERONÁUTICA 5

1.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL 5

1.1.1. Políticas y objetivos de la seguridad operacional 6

1.1.2. Gestión de riesgos de la seguridad operacional 8

1.1.3. Aseguramiento de la seguridad operacional 14

1.1.4. Promoción de la seguridad operacional 18

1.2. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL SMS 19

1.2.1. Fases De Implementación Referenciales 20

CAPÍTULO 2: INSPECCIONES DE RUTINA Y ELEMENTOS FALTANTES

PARA EL SMS 21

2.1. ANTECEDENTES GENERALES 23

2.2. PROCESO PRODUCTIVO 23

2.2.1. Daily check para Airbus A320 23

2.2.2. Weekly check para Airbus A320.....25

2.3. ELEMENTOS A DESARROLLAR 28

2.3.1. Planificación de la SO 28

2.3.2. Descripción del sistema.....29

2.3.3. Análisis de faltante 30

2.3.4. Componentes SMS 31

2.3.5. Roles y responsabilidades de SO.....32

2.3.6. Política de reporte de SO 32

2.3.7. Medios para implicación de empleados 32

2.3.8. Medición del desempeño de SO 32

2.3.9. Revisión de la dirección de SO 33

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL 34

3.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PROPUESTO 35

3.1.1. Planificación de SO 35

3.1.2. Descripción del sistema 35

3.1.3. Análisis de faltante 42

3.1.4. Componentes SMS 42

3.2. COSTOS E INGRESOS ASOCIADOS.....48

3.2.1. Costos asociados a la implementación 48

3.2.2. Costos asociados a los recursos necesarios 49

3.2.3. Ingresos asociados a la entrega del servicio 52

3.2.4. Flujo de caja 53

CONCLUSIÓN..... 56

BIBLIOGRAFÍA 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Diagrama accidente institucional. Fuente: Manual SMS 3ª edición 9

Figura 1-2. Matriz de riesgo. Fuente: Manual SMS 3ª edición 12

Figura 1-3. Indicadores de alto impacto para organizaciones de mantenimiento. Fuente: SSP 2ª edición 15

Figura 1-4. Indicadores de bajo impacto para organizaciones de mantenimiento. Fuente: SSP 2ª edición 15

Figura 1-5. Ejemplo de indicador de rendimiento. Fuente: Manual SMS 3ª edición. 16

Figura 1-6. Ejemplo de meta de rendimiento. Fuente: Manual SMS 3ª edición. 16

Figura 2-1. Recorrido para inspección del fuselaje externo. Fuente: ‘A320-200 WEEKLY CHECK’ SHAHEEN AIR. 28

Figura 3-1. Programación de la implementación. Fuente: Elaboración Propia, Software ‘Project Libre’. 36

Figura 3-2. Formulario de reportes del SMS. Fuente: Elaboración Propia..... 39

Figura 3-3. Formulario de análisis. Fuente: Elaboración Propia.. 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Ejemplo para la documentación de peligros identificados. Fuente:
Elaboración Propia 45

Tabla 3-2. Potenciales ingresos, mínimos y máximos, de acuerdo a la cantidad de
aeronaves a las que se les prestará servicio basado en plazos de chequeo estrictos.
Fuente: Elaboración Propia, de acuerdo a datos proporcionados por personal de ENAER
.....52

Tabla 3-3. Potenciales ingresos, mínimos y máximos, de acuerdo a la cantidad de
aeronaves a las que se les prestará servicio basado en plazos de chequeo extendidos.
Fuente: Elaboración Propia, de acuerdo a datos proporcionados por personal de ENAER
.....53

Tabla 3-4. Flujo de caja para el caso A (1910 HH). Fuente: Elaboración Propia,
construida con información inferida en el capítulo 3 54

Tabla 3-5. Flujo de caja para el caso B (1040 HH). Fuente: Elaboración Propia,
construida con información inferida en el capítulo 3 55

Glosario (Marco conceptual)

Accidente: Hecho o suceso imprevisto que altera el curso normal o previsto de actividades u operaciones y provoca daños a personas o cosas

Incidente: Hecho o suceso imprevisto que altera el curso normal o previsto de actividades u operaciones pero que no provoca daños a personas o cosas.

Operaciones de vuelo: Empleo de la aeronave, tanto para traslado de esta misma o transporte de pasajeros, por parte de los pilotos. Comienzan desde la puesta en marcha de los motores y terminan con su detención.

SIGLA

AMB: aeropuerto internacional Arturo Merino Benítez

APU: Auxiliary Power Unit (Unidad de poder auxiliar)

CFDS: Centralized Fault Display System (Sistema centralizado de visualización de fallas)

CMA: Centro de Mantenimiento Aeronáutico

CVR: Cockpit Voice Recorder (Grabador de voz de la cabina)

DAN: Norma Aeronáutica

DGAC Chile: Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile

ECAM: Electronic Centralized Aircrat Monitoring (Monitoreo electrónico centralizado de la aeronave)

EFCS: Electrical Flight Control System (Sistema de control de vuelo eléctrico)

EWIS: Electrical Wiring Interconnection System (Sistema de interconexión del cableado eléctrico)

FOD: Forcing Object Damage (Daño por objeto externo)

HH: Hora hombre.

MCDU: Multipurpose Control and Display Unit (Unidad de visualización y control multipropósito)

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

PFR: Post Flight Report (Reporte post vuelo)

SMS: Safety Management System (Sistema de gestión de la seguridad operacional)

SO: Seguridad Operacional

SSP: State Security Program (Programa de seguridad estatal)

USD: United States Dólar (Dólares Estadounidense).

SIMBOLOGÍA

mm: Milímetro

INTRODUCCIÓN

Chile forma parte de los estados signatarios al Convenio de Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago 1944), acuerdo donde los estados participantes deben respetar las normativas internacionales que emita la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). La autoridad aeronáutica de cada Estado es responsable de acatar las normas y rendir cuentas de su cumplimiento a la OACI. A su vez, la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), autoridad aeronáutica en Chile, puede establecer sus propias normas que se aplican a la actividad aeronáutica del Estado.

Consecuente con lo anterior, la DGAC ha desarrollado un SSP (State Security Program), el cual implica la implementación de un sistema de gestión de la seguridad operacional para todos los proveedores de servicios aeronáuticos, entre los cuales se encuentran los proveedores del servicio aeronáutico de mantenimiento de aeronaves, a los cuales los regula la DGAC por medio de la norma DAN 154 “Sistema gestión de la seguridad operacional, SMS, Centros de mantenimiento aeronáutico”. Esta norma indica los requisitos mínimos para implementar y mantener un sistema de gestión de la seguridad operacional eficaz.

En nuestro país funciona la Empresa Nacional de Aeronáutica, ENAER, la cual cuenta con el Centro de Mantenimiento Aeronáutico N° 121 (CMA 121), el cual tiene como objetivo obtener esta certificación para brindar servicios de inspección a las aeronaves de la línea Airbus A320.

El presente trabajo tiene como fundamento que la Empresa Nacional de Aeronáutica, ENAER, está planificando brindar los servicios de inspección de las aeronaves Airbus A-320. Para lograr dar este servicio se ha propuesto realizar un Plan de Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional, lo que permitirá contar con la certificación de acuerdo a la Norma DAN 154, y con esto poder ofrecer el servicio a las aeronaves A-320.

Lo anteriormente planteado permite generar la propuesta de implementación de un sistema de gestión seguridad operacional que permita que ENAER al aplicar certifique ante la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de acuerdo a lo que establece la Norma DAN-154.

OBJETIVO GENERAL.

Proponer un plan de desarrollo de un sistema de gestión de la seguridad operacional en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico 121, ENAER.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE).

- OE N° 1: Explicar la normativa aeronáutica relacionada a la seguridad operacional y al mantenimiento de aeronaves.
- OE N° 2: Describir proceso de inspecciones para las aeronaves Airbus A320 y las carencias de ENAER para alcanzar la certificación DAN-154
- OE N° 3: Proponer un plan para la aplicación de los componentes del SMS faltantes en la empresa y un procedimiento de ensamble entre ellos y los ya implementados.

CAPÍTULO 1: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL

1. NORMATIVA AERONÁUTICA

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) dispone de un manual de gestión de la seguridad operacional el cual tiene como finalidad proporcionar un marco teórico y conceptual sobre el desarrollo e implementación de un State Security Program (SSP, Programa de Seguridad Estatal) para los Estados, y también sobre los fundamentos de un Safety Management System (SMS, Sistema de gestión de la seguridad operacional) para el establecimiento de requisitos del sistema por partes de los Estados y el desarrollo e implementación de un SMS para los proveedores de productos y servicios aeronáuticos.

El marco para un SSP y para un SMS consta de los mismos componentes pero con un enfoque diferente, ya que la autoridad aeronáutica del Estado emplea estos componentes y elementos de un sistema de gestión de la seguridad operacional para establecer requisitos de gestión de riesgos, niveles aceptables de seguridad con sus respectivos indicadores de desempeño y modos de supervisión que serán aplicados a los proveedores de servicios y productos aeronáuticos, quienes a su vez, aplicaran el sistema al desarrollo de sus actividades.

“El SSP de la DGAC de Chile define normas, reglamentos y actividades que se adoptarán para la implementación y funcionamiento de un SMS eficiente” [1] junto a todos sus componentes. A su vez la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) establece los requisitos de un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional para todo Centro de Mantenimiento Aeronáutico, u organización de mantenimiento, en la norma aeronáutica DAN 154.

A continuación se explica el sistema de gestión de la seguridad operacional aplicado para organizaciones de mantenimiento y proveedores de servicios aeronáuticos en general.

1.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL

Un SMS tiene como función gestionar todas las actividades aeronáuticas de tal forma que siempre se lleven a cabo de la manera más segura posible. La Seguridad Operacional (SO) se entiende como el estado donde la probabilidad de generar daño a las personas o instalaciones se mantiene a un nivel aceptable o menor por medio de la

gestión de riesgos de la SO. Es necesario aclarar que la seguridad operacional se refiere solamente a la seguridad durante las operaciones de vuelo, ya que es muy fácil confundir con la seguridad laboral u ocupacional, la cual se enfoca en la seguridad de los trabajadores.

Para este caso, las actividades aeronáuticas a tratar constan sólo de actividades de mantenimientos de rutina a aeronaves. La gestión de los riesgos asociados a estas actividades estará enfocada a mejorar la seguridad operacional durante las operaciones de vuelo, es decir, que los indicadores de rendimiento para determinar los niveles mínimos aceptables de seguridad tendrán una relación directa con reducir los riesgos de accidente o incidente durante el vuelo.

Un SMS consta de cuatro componentes principales, cada parte con sus propias implicancias

1.1.1. Políticas y objetivos de la seguridad operacional

1.1.1.1. Compromiso y responsabilidad de la administración

Esta parte del sistema requiere que se establezca un compromiso respecto a la SO por parte de la entidad interesada. Será necesario redactar una declaración del compromiso y políticas que se aplicaran. Describir, también, la asignación de recursos humanos y financieros necesarios y suficientes para la puesta en marcha y permanente mantención del SMS, definir objetivos de seguridad en relación a indicadores y metas de desempeño.

1.1.1.2. Responsabilidades de la seguridad operacional

Es necesario asignar responsabilidades al personal respecto a la SO, estas responsabilidades serán asignadas por la persona responsable por organización. Primero se identificará al funcionario responsable por el SMS, quien, además de sus otras funciones en la organización, rendirá cuentas a la DGAC en nombre de la organización por la implementación y sustentación del SMS. Las demás principales responsabilidades se repartirán en dos grupos. El primero de ellos se designará como Junta de Control de Seguridad, que debe asignar los recursos necesarios para la aplicación del sistema y también dirigirá estratégicamente al segundo grupo que se denomina Grupo Ejecutivo de Seguridad. Este segundo grupo deberá supervisar las actividades dentro del área

funcional, identificar, analizar, evaluar y mitigar o eliminar los riesgos de la SO cuando corresponda y promover la participación en la SO a los demás funcionarios. Todo lo anterior conforme a lo que se manifiesta en la norma DAN 154.

1.1.1.3. Nombramiento de personal de seguridad operacional clave

Dentro de estos grupos, deben asignarse responsabilidad respecto a la SO a cada miembro del personal directivo. También hay que nombrar a uno o más directivos de mantenimiento y a un directivo de garantía de calidad de mantenimiento, quienes deberán aplicar las implementaciones del SMS a las actividades de mantenimiento e inspección y ejercer constante monitoreo sobre estas.

1.1.1.4. Coordinación de la planificación de respuesta ante emergencias

Junto con las políticas y objetivos de la SO, la organización debe crear y mantener actualizado un plan de respuesta ante emergencias, que deberá coordinar la transición ordenada de las actividades normales a las situaciones de emergencia y viceversa, garantizando que no se perjudiquen las condiciones de seguridad en cualquier actividad.

1.1.1.5. Documentación del SMS

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CMA) debe mantener documentado todas las políticas, objetivos, procedimientos, procesos, resultados y otras informaciones importantes relacionados con el SMS y el sistema de mantenimiento e inspección. Se debe desarrollar y mantener actualizado un Manual de Procedimientos de Mantenimiento, el cuál contendrá todos los aspectos propios del SMS como el alcance de este sistema de gestión, las políticas y objetivos de SO y una descripción de todos los procedimientos ligados a la gestión de riesgos y aseguramiento de la SO, tal como se indica en el capítulo D de la norma DAN 154. Toda la documentación debe mantenerse actualizada y se debe disponer de una Biblioteca de Seguridad Operacional donde se archive toda la documentación relacionada al SMS.

1.1.2. Gestión de riesgos de la seguridad operacional

1.1.2.1. Recopilación de Datos

Para establecer cualquier sistema de gestión, deben emplearse medidas cuantificables para evaluar las actividades, tareas o procesos a gestionar y para ello, la recolección de datos es fundamental. Lógicamente, para este caso, la información recopilada será principalmente sobre actividades de mantenimiento e informes de la investigación de accidentes e incidentes que hayan sufrido aquellas aeronaves que reciben o recibieron servicios de mantención por parte de ENAER. También serán de utilidad datos de notificación voluntaria emitidos por cualquier trabajador que detecte algún peligro que signifique un riesgo operacional, datos de la evaluación de riesgos de la seguridad operacional y datos que provengan de informes o hallazgos de auditorías.

Para que los datos obtenidos sean tomados en cuenta deben cumplir ciertos criterios de calidad que se describen en el manual de gestión de la seguridad operacional de la OACI. Su validez será determinada si los datos son aceptables según lo establecido para su uso previsto. La integridad de los datos se verá completa si ningún dato relevante se encuentra faltante y sean congruentes respecto a las actividades involucradas. Los datos deben ser de fácil accesibilidad, siempre disponibles para su análisis, debiendo corresponder a los períodos de interés y estar disponibles de forma puntual. Además, estos datos se deben encontrar protegidos frente a modificaciones accidentales y maliciosas, debiendo contar con el requisito de ser datos precisos para evitar errores.

1.1.2.2. Contexto operacional

Los accidentes e incidentes se han atribuido a distintos factores a lo largo del tiempo. En un principio, se atribuían solamente a factores técnicos o fallas tecnológicas. Luego se incluyeron los factores humanos, que se manifiestan negativamente cuando un operador comete un error o infracción. Y más tarde, hasta la actualidad, se toma en cuenta una combinación de ambos factores más el contexto operacional del entorno laboral.

Para comprender cómo afectan los componentes del entorno al desempeño humano existe una herramienta conceptual integrada al concepto de seguridad operacional llamada modelo SHELL, que es usada para analizar las interacciones múltiples del sistema. Los componentes de este modelo son cuatro:

- **Software:** Comprende información como manuales, normas, reglamentos, capacitación, asistencia técnica, procedimientos y el manejo de software computacionales.
- **Hardware:** Hace referencia a la interfaz hombre-máquina y atributos físicos del equipo o maquinaria. Comprende todo tipo de herramientas y máquinas y también instalaciones e infraestructuras.
- **Enviroment:** O entorno de las personas, tanto interno como externo a lo laboral. En un entorno interno se incluyen condiciones como la temperatura, calidad del aire, iluminación, etc. El entorno externo se determina por aspectos como factores meteorológicos, condición del terreno e infraestructura de aviación. Además, influyen también los factores sociales, psicológicos, fisiológicos, salud, condiciones financieras, relaciones interpersonales, etc.
- **Liveware:** Las personas del lugar de trabajo. Son ellos quienes reciben las influencias de los mencionados componentes del entorno, la interacción entre estos componentes y la interacción entre ellos mismos (interacción entre las personas del lugar laboral) hará variar el rendimiento humano de acuerdo a cómo se den las interrelaciones.

Entonces, considerando todo lo anterior puede generarse lo que se llama ‘accidente institucional’, el cuál nace a partir de los procesos institucionales y se desarrolla a lo largo de dos posibles caminos.

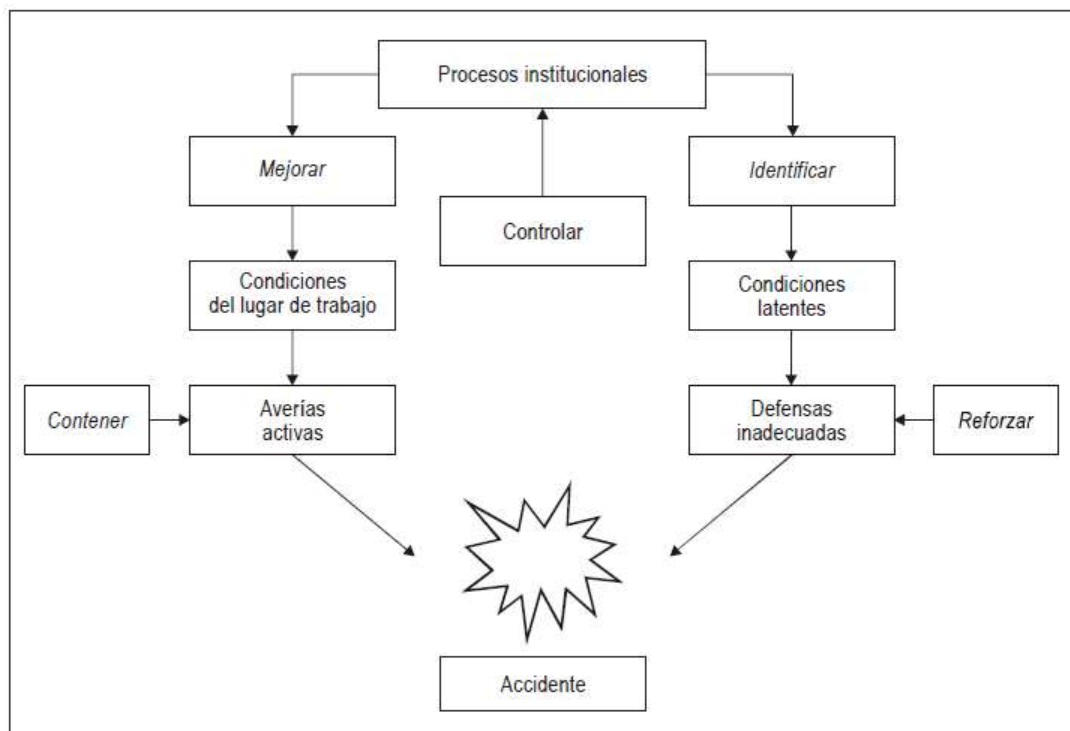


Figura 1-1. Diagrama accidente institucional. Fuente: Manual SMS 3ª edición

El primer camino es el de las condiciones de trabajo, afectando estas directamente la eficiencia de las personas. Si estas condiciones se encuentran por debajo del nivel óptimo se da lugar a que se manifiesten fallas activas del personal, llevándolos a cometer errores o infracciones. La diferencia entre un error y una infracción es el factor motivacional o intención, una infracción es una falta cometida dejando de seguir normas y reglas de forma deliberada, mientras que un error se comete fallando el objetivo de una operación a pesar de haber cumplido con normas y procedimientos. Las condiciones de trabajo pueden entenderse como el componente Environment del modelo SHELL.

El segundo camino es el de las condiciones latentes, que son condiciones deficientes dentro del entorno de trabajo y no siempre están identificadas. Ejemplos de este tipo de condiciones son: diseño deficiente de los equipos, deficiencias de capacitación del personal, procedimientos de operación incompletos o erróneos, etc. Las condiciones latentes tienen el potencial de atravesar las defensas del sistema, y si eso ocurre, se producen fallas que pueden detonar una catástrofe en operaciones de vuelo. Las defensas del sistema se pueden agrupar en: defensas tecnológicas, capacitación y reglamentos.

1.1.2.3. Identificación de peligro

El CMA debe desarrollar y mantener un proceso formal que garantice que los peligros asociados con sus productos y/o servicios de aviación están identificados. Los procesos o métodos para la identificación de peligros deben basarse en métodos de análisis y recolección de datos de los siguientes tipos:

- Reactivo: Corresponde a la recolección y análisis de información proveniente de investigaciones de accidentes e incidentes, reportes internos o externos sobre divergencias en los procesos de mantenimiento, y también auditorías.
- Proactivo: Tal como dice su nombre, consta de la recolección y análisis de datos de forma proactiva, es decir, de forma diaria o periódica. Se consigue información a partir de registros de datos de aeronaves, la supervisión y control de calidad del mantenimiento en progreso, también de reportes internos y externos.
- Predictivos: Método que se basa en principalmente en información originada a partir de datos obtenidos por la observación de efectos que están fuera del sistema que se analiza directamente. Se analiza la influencia que puede recibir la seguridad operacional respecto a, por ejemplo, las metas comerciales y de producción. También se basa en la información obtenida por sistemas de observación directa en las operaciones y análisis

de datos de vuelo para determinar tendencias sobre acciones o condiciones que puedan perjudicar la seguridad.

En cuanto a los medios para la recolección de datos, se deben establecer cuatro tipos distintos de reportes, informes u otra clase de notificación:

- **Obligatorios:** Este medio proporciona toda la información que los integrantes de la organización están exigidos a entregar en relación a sus actividades y/o labores.
- **Voluntarios:** Información reportada por integrantes de la organización de manera voluntaria. La información recibida por este medio será consecuencia de la influencia de la cultura de seguridad operacional en los trabajadores.
- **Confidenciales:** Corresponde a reportes emitidos por integrantes de la organización que solicitan mantener su identificación reservada para evitar reacciones indebidas por parte de otros miembros.
- **Anónimos:** Reportes emitidos por miembros de la organización que no expresan su identificación a fin de evitar sanciones o represalias por parte del personal o de la organización.

Para la recolección de datos es necesario disponer de formularios de notificación que sean breves y fáciles de completar, de forma que sea más alentador para los trabajadores el hecho de emitir las notificaciones. La información solicitada en los formularios debe ser acotada, es decir, evitar, por ejemplo, preguntas abiertas donde la narrativa de quien emite la notificación sea mal interpretada o no resulta en información útil.

1.1.2.4. Análisis de Riesgo

Los peligros identificados deben ser posteriormente analizados en cuanto a la probabilidad de que se manifieste su consecuencia y a la severidad de esta. Para ello, es necesario establecer métricas para la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias, de esta forma se hacen cuantificables los riesgos para generar gestión sobre ellos.

Habiendo definido las métricas en valores alfa-numéricos, se construye una matriz de riesgo, permitiendo asignar un valor al riesgo a analizar.

Probabilidad del riesgo	Gravedad del riesgo				
	Catastrófico A	Peligroso B	Importante C	Leve D	Insignificante E
Frecuente 5	5A	5B	5C	5D	5E
Ocasional 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remoto 3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable 2	2A	2B	2C	2D	2E
Sumamente improbable 1	1A	1B	1C	1D	1E

Figura 1-2. Matriz de riesgo. Fuente: Manual SMS 3ª edición

La imagen anterior corresponde a un ejemplo de cómo se confecciona una matriz de riesgo. La cantidad de niveles para cada métrica y el empleo de valores alfa-numéricos pueden variar de acuerdo a las necesidades o a la comodidad que se desee para aplicar el análisis.

La severidad de las consecuencias posibles relacionadas a un peligro debe ser analizada en base al posible daño o lesiones al personal, como primera instancia. Luego hay que considerar los posibles daños o pérdidas de equipo o material, pérdidas económicas, daño a la imagen pública, daño al medio ambiente, consecuencias legales, etc.

1.1.2.5. Evaluación y tolerabilidad

Una vez analizado un riesgo en la matriz, se deberá evaluar su tolerabilidad de acuerdo al resultado de las métricas aplicadas. Para esto hay que determinar cuáles valores de la matriz tendrán qué niveles de tolerabilidad. En la Figura 1-2 que sirve de ejemplo, los valores destacados con color verde (1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2D, 2E y 3E) representan riesgos que son aceptables tal como existen y sin aplicar ningún tipo de mitigación, los valores en amarillo (2A, 2B, 2C, 3B, 3C, 3D, 4C, 4D, 4E, 5D y 5E) representan riesgo que serán aceptables una vez se minimice su probabilidad y/o gravedad mientras que los rojos pueden significar la suspensión de las actividades o

tareas asociadas a un riesgo debido a no poder mitigarlos a un nivel aceptable. Los niveles de tolerabilidad establecidos deberán ser aceptados por la DGAC.

Para la gestión de riesgos de la SO es menester establecer criterios de priorización de forma que sea fácil determinar cuáles riesgos se deben controlar primero en base a la frecuencia o gravedad, o idealmente, ambas juntas.

1.1.2.6. Control/Mitigación

Para aquellos riesgos que, una vez evaluados, resulten en un nivel bajo de tolerabilidad, se deben aplicar medidas de mitigación, y si fuera posible, de eliminación completa del riesgo. Las posibles medidas para reducir la probabilidad y/o gravedad de las consecuencias asociadas a un peligro pueden consistir en variadas alternativas como programas de capacitación, modificaciones a los procedimientos de operación, modificaciones de diseño (tecnología), controles de vigilancia, entre otras.

Existen tres enfoques o estrategias para el control de riesgos de la seguridad operacional:

- **Prevención:** Consta de evitar la exposición al riesgo, la actividad se suspende debido a que los riesgos se consideran inaceptables en comparación a los beneficios asociados.
- **Reducción:** La exposición al riesgo es aceptada mientras la gravedad o probabilidad asociada haya sido aminorada.
- **Segregación:** Se toman medidas para aislar por completo la consecuencia asociada a un determinado peligro o se establecen múltiples capas de defensa contra ella.

Para cada riesgo deben plantearse varias alternativas de mitigación, y antes de ser aplicadas, deben ser examinadas bajo ciertas perspectivas y a partir de ahí, se tomará una decisión respecto a qué medida se aplicará. Estas perspectivas son:

- **Eficacia:** Grado en que se reducen o eliminan los riesgos.
- **Costo/beneficio:** Grado hasta donde los beneficios de la mitigación superan los costos.
- **Practicidad:** Medida en que puede aplicarse una mitigación en cuanto a tecnología y recursos disponibles.
- **Aceptabilidad:** De acuerdo con los paradigmas del accionista.
- **Ejecutabilidad:** Medida en que los reglamentos, procedimientos y reglas pueden supervisarse.
- **Durabilidad:** Hasta donde o cuando la mitigación es sostenible y eficaz.

- Riesgos de seguridad operacional residual: Riesgos presentes aún después de aplicar una mitigación.
- Consecuencias accidentales: Nuevos peligros y riesgos relacionados con la alternativa de mitigación aplicada.

1.1.2.7. Retroalimentación

Luego de aprobar e implementar la mitigación, cualquier impacto asociado con el rendimiento en materia de seguridad operacional proporciona retroalimentación para el proceso de aseguramiento de la seguridad operacional del proveedor de servicios. Esto es necesario para garantizar la integridad, eficiencia y eficacia de las defensas según las nuevas condiciones operacionales.

1.1.3. Aseguramiento de la seguridad operacional

1.1.3.1. Control y medición del rendimiento en materia de la seguridad operacional

Es necesario que el CMA desarrolle y mantenga medios y procedimientos que permitan verificar su desempeño respecto a la SO en relación a las políticas y objetivos establecidos a fin de validar la eficacia de las medidas tomadas para el control de riesgos.

El sistema de supervisión y medición del desempeño de la SO incluirá:

- Reportes de seguridad operacional
- Auditorias independientes de la S.O.
- Encuestas
- Revisiones
- Estudios
- Investigaciones internas

El SSP del estado chileno propone la base mínima para definir los indicadores de rendimiento de la SO con los niveles mínimos aceptables de seguridad para los distintos proveedores de servicios aeronáuticos. Los indicadores establecidos por el CMA deben ser igual o más exigentes que estos y evaluarán año a año con el fin de mantenerlos vigentes, modificarlos o eliminarlos según la utilidad de la información aportada o si permite o no la aplicación efectiva de la SO. Existen indicadores de alto y bajo impacto, los primeros tienen relación con el control y medición de sucesos que puedan involucrar

accidentes e incidentes graves, mientras que los de bajo impacto se relacionan con incidentes de menor magnitud.

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	PARÁMETRO	NIVEL MÍNIMO ACCEPTABLE
Asignar una tarea de mantenimiento a una persona que no tenga la competencia requerida.	$\frac{\text{Nº de tareas mal asignadas}}{\text{Nº total de tareas asignadas}}$	$\frac{1}{500}$	0,002
Utilización de equipo de prueba no certificado (inoperativo o no aprobado)	$\frac{\text{Cantidad de Equipos Usados No certificados}}{\text{Cantidad de Equipos Usados certificados}}$	$\frac{1}{1000}$	0,001
No contar con información técnica requerida para trabajo de mantenimiento	$\frac{\text{Nº de trabajos realizados sin información técnica}}{\text{Nº total de trabajos realizados}}$	$\frac{1}{500}$	0,002

Figura 1-3. Indicadores de alto impacto para organizaciones de mantenimiento. Fuente: SSP 2ª edición

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	PARÁMETRO	NIVEL MÍNIMO ACCEPTABLE
Utilización de herramienta de precisión no calibrada.	$\frac{\text{Nº de uso de herramienta no calibrada}}{\text{Nº de herramientas calibradas usadas}}$	$\frac{1}{1000}$	0,001
Registrar un cálculo erróneo del peso y balance.	$\frac{\text{Nº de errores de registro}}{\text{Nº de peso y balance realizados}}$	$\frac{1}{1000}$	0,001
Exceder el periodo de aplicación de una inspección del programa de mantenimiento aprobado.	$\frac{\text{Nº de inspecciones excedidas}}{\text{Nº total de inspecciones realizadas}}$	$\frac{1}{500}$	0,002

Figura 1-4. Indicadores de bajo impacto para organizaciones de mantenimiento. Fuente: SSP 2ª edición

Junto a los indicadores que el CMA debe crear, hay que establecer metas respecto al rendimiento de la SO de periodos anteriores. Para comprender mejor cómo se asocian estos dos conceptos se dispone del siguiente ejemplo:

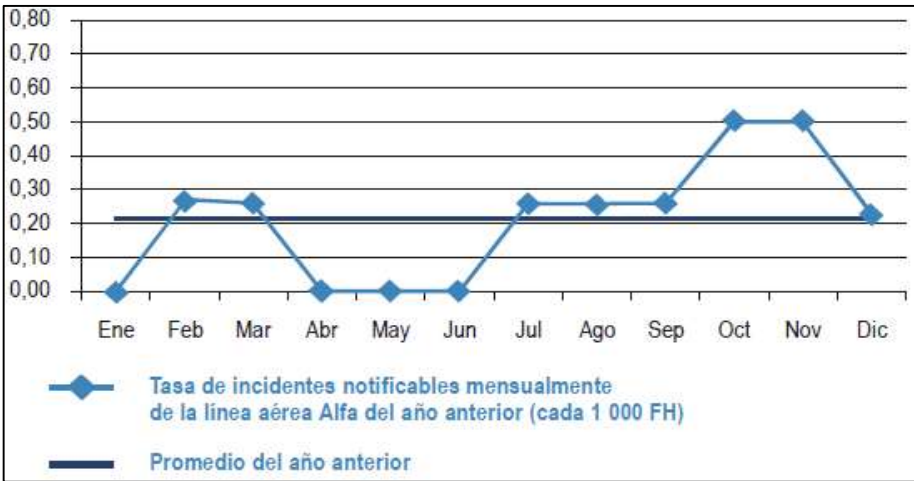


Figura 1-5. Ejemplo de indicador de rendimiento. Fuente: Manual SMS 3ª edición.

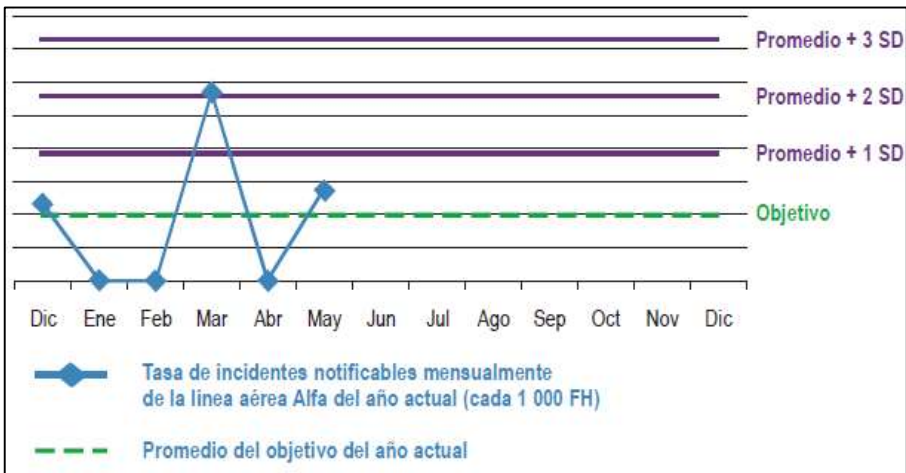


Figura 1-6. Ejemplo de meta de rendimiento. Fuente: Manual SMS 3ª edición.

En la figura 1-5 se muestra un indicador de rendimiento de la SO que representa la tasa mensual de incidentes notificables a lo largo de un año y en la figura 1-6 se establece un objetivo que representa el promedio de la tasa mensual del año anterior disminuido en un cierto porcentaje. Dicho objetivo es una meta propuesta respecto al determinado indicador. Además, en la figura 1-6 se muestran líneas que marcan el mismo promedio asociado al año anterior pero adicionando una, dos y hasta tres desviaciones estándar. Estas líneas que incluyen el promedio sumado a ciertas veces la desviación estándar se emplean para definir niveles de alerta del rendimiento de la SO, esta alerta se activará si durante tres periodos consecutivos se sobrepasa la primera línea de alerta, también si durante dos periodos consecutivos se sobrepasa la segunda línea de alerta o si tan solo un periodo muestra una tasa superior a la tercera línea de alerta. Si llegase a ocurrir cualquiera de estos casos, significa que algo no marcha bien respecto a la actividad

relacionada al indicador, haciéndose necesario una re-evaluación del riesgo asociado y la toma de nuevas medidas de mitigación.

1.1.3.2. La gestión de cambio

El cambio puede afectar la relevancia o eficacia de las estrategias de mitigación de riesgos de la seguridad operacional. El CMA debe desarrollar y mantener un proceso para la gestión de cambio que debe:

- Identificar cambios organizacionales que puedan afectar los procesos y servicios.
- Describir disposiciones adoptadas respecto a la SO antes de implementar cambios.
- Eliminar o modificar controles de riesgo que ya no son necesarios o eficaces debido a cambios entorno a actividades de mantenimiento.

1.1.3.3. Mejora continua del SMS

Se debe crear y mantener un proceso de identificación de causas de actuaciones respecto al SMS que impliquen consecuencias en las actividades de mantenimiento, para luego eliminar las causas.

El CMA debe establecer un proceso con procedimientos definidos para la mejora continua que, de acuerdo a la normativa aeronáutica que rige el SMS, incluya lo siguiente:

- Evaluación proactiva de las instalaciones, equipamiento, documentación y procedimientos a través de auditorías y encuestas
- Evaluación proactiva del desempeño individual del personal para verificar el cumplimiento de las responsabilidades de seguridad
- Evaluación reactiva para verificar la eficacia de los sistemas de control y mitigación de riesgos. [3]

Los procesos de mejora continua para el sistema se basarán, principalmente, en la medición de los indicadores de rendimiento de la seguridad operacional realizada a través de evaluaciones y auditorías internas, realizadas por el mismo CMA 121, y también externas, es decir, independientes al SMS y la organización de mantenimiento.

Las actividades de evaluación deben abarcar todos los componentes del sistema de gestión de la SO, o sea, las políticas y objetivos, la gestión de riesgos de la SO, el aseguramiento de la SO y la promoción de la SO. Al mismo tiempo, presentan una oportunidad adicional para ejercer la identificación de peligros sobre las actividades de mantenimiento. Por otro lado, las auditorías implican una examinación programada de las actividades del proveedor de servicios aeronáuticos, incluso las que se relacionan con la implementación del SMS, de manera que el personal responsable es capaz de rastrear el progreso de la implementación y la eficacia del sistema. Las auditorías se deben llevar a cabo por personal independiente a las actividades que se evalúan. Además, las auditorías externas presentan la oportunidad de mejorar las auditorías internas y proporcionan vigilancia independiente del CMA.

1.1.4. Promoción de la seguridad operacional

1.1.4.1. Capacitación y educación

Para todo el personal de la organización, se debe elaborar, y actualizar a medida que corresponda, un sistema de instrucción en SO y actos formales de comunicación que aseguren la adquisición de la competencia necesaria para realizar las funciones que tengan designadas, de esta manera se podrá garantizar el correcto entrenamiento de los recursos humanos, creando un ambiente que permita alcanzar los objetivos de seguridad operacional dispuestos por la institución. El alcance de esta instrucción o entrenamiento debe ser afín al grado de participación respecto al SMS que posea cada persona.

1.1.4.2. Comunicación de seguridad operacional

El CMA debe establecer medios formales de comunicación con los siguientes requisitos:

- Asegurar que todo el personal tome conocimiento sobre el SMS.
- Explicar funcionamiento y dinámicas que involucra la SO.
- Promover cultura institucional respecto a la SO.
- Difusión de información crítica y genérica relacionada a la seguridad operacional.

- Explicación de los motivos por los que se introducen o cambian procedimientos o medidas sobre seguridad operacional.

Medios de comunicación formales:

- Directos (Foros, charlas, seminarios, etc.)
- Indirectos (Boletines operacionales, páginas web, circulares de noticias, etc.)

1.2. **PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL SMS**

Según la norma DAN 154, se requiere por parte del CMA que se elabore un plan de implementación del SMS que integre una descripción de la forma en que se gestionará la seguridad operacional. Este plan debe incluir lo siguiente:

- Políticas y Objetivos de la SO
- Planificación de la SO
- Descripción del sistema
- Análisis de faltante
- Componentes SMS
- Roles y responsabilidades de SO
- Política de reporte de SO
- Medios para implicación de empleados
- Entrenamiento de SO
- Comunicación de SO
- Medición del desempeño de SO
- Revisión de la dirección de SO

Además, el plan debe abarcar la mantención y vigencia de los programas, procesos y procedimientos actuales relativos a la seguridad operacional, junto con una transición gradual de las actividades en el estado actual hacia el establecimiento del SMS por completo de acuerdo al análisis de faltante y las fases de implementación que se propongan.

De los cuatro componentes principales de un SMS, se hará enfoque a la gestión de riesgos y al aseguramiento de la SO (que corresponden a lo descrito en los puntos 1.2 y 1.3 respectivamente) en cuanto a su desarrollo, ya que son estos los que están directamente asociados al proceso productivo para el cual se busca la certificación de la norma. Además, lo que respecta a un potencial desarrollo de los puntos referidos a las políticas y objetivos y a la promoción de la SO y a un procedimiento para su implementación escapan del alcance del autor debido a que no se posee información o conocimiento necesario relacionado con la jerarquía, cargos y responsabilidades del personal de la empresa, ni de los recursos disponibles para ser asignados al sistema de gestión, o como para determinar medios de comunicación respecto a la SO, u ocasiones de educación y capacitación respecto al tema. Por otro lado, la empresa ya ha redactado sus políticas y objetivos relativos a la SO.

1.2.1. Fases De Implementación Referenciales

De acuerdo a la norma DAN 154 el SMS será implementado, idealmente, en 4 fases, donde cada una de ellas tendrá hasta un año de duración, pudiendo la organización definir sus propios periodos de implementación pero sin exceder un total de 4 años para la integración del sistema completo.

1.2.1.1. FASE 1: Planificación

En la primera fase de implementación se debe elaborar un modelo de la forma en la que se alcanzarán los requisitos del SMS establecidos en la norma aeronáutica y cómo se integrarán a las actividades diarias del CMA. En otras palabras, se construirá un plan de implementación que explique cómo se alcanzarán dichos requisitos, para lo cual se deben observar los resultados del análisis de brechas.

Además, en esta fase se incluirán cursos y entrenamientos necesarios para el personal, se identificarán a la persona responsable por la organización y las responsabilidades de todos los miembros de la administración. También, esta fase incluye la definición de las políticas y objetivos de la SO, el desarrollo de un proceso de documentación y medios de comunicación.

1.2.1.2. FASE 2: Análisis reactivo de identificación de peligros

Esta segunda fase consta de la implementación y puesta en práctica de métodos reactivos que permitan la identificación de peligros, evaluación y mitigación de riesgos, junto con proporcionar instrucción relacionada al plan de implementación del SMS y a los procesos de análisis reactivo del sistema. Paralelamente se desarrollará la documentación asociada a este plan y métodos de análisis.

1.2.1.3. FASE 3: Análisis proactivo y predictivo de identificación de peligros

Similar a la fase 2, esta tercera fase trata de la implementación y puesta en práctica de métodos proactivos y predictivos que permitan la identificación de peligros, evaluación y mitigación de riesgos, junto con entregar instrucción relacionada a los procesos de análisis proactivos y preventivos de la gestión de riesgos, y también, desarrollar la documentación coligada a estos métodos.

1.2.1.4. FASE 4: Garantía de la Seguridad Operacional

En la última fase de implementación se deberán establecer actividades relacionadas al aseguramiento de la SO, y se tomarán en cuenta, por lo mínimo, los niveles aceptables de seguridad operacional, los indicadores y metas de seguridad, y un proceso de mejora continua para el SMS. Estos aspectos deben ser propuestos y aprobados por la DGAC.

También se creará e implementará un plan de respuesta ante emergencias, se administrará instrucción con relación a este plan de emergencias y a la garantía de la SO y se llevará a cabo su correspondiente documentación.

CAPÍTULO 2: INSPECCIONES DE RUTINA Y ELEMENTOS FALTANTES
PARA EL SMS

2.1. ANTECEDENTES GENERALES

ENAER, o Empresa Nacional de Aeronáutica de Chile, es una empresa dedicada al diseño, fabricación y mantenimiento de aeronaves tanto para la aviación comercial como militar. Inició sus operaciones en marzo de 1984 con el objetivo de incrementar la capacidad de reparación de aeronaves, motores y otros componentes de aeronaves en el país, además de crear una entrada al mercado externo del rubro en aquella época.

ENAER separa su proceso productivo en distintas divisiones que pueden encargarse del mantenimiento, modernización, fabricación y montaje de los diferentes sistemas o elementos de una aeronave según corresponda. Estas divisiones son: división de aviones de depósito, división de aviones AMB (aeropuerto internacional Arturo Merino Benítez), división de aviones de instrucción, división de motores, división de sistemas y equipos, división de ingeniería y división de fabricación y montaje. Cada una de estas divisiones forma parte de la Gerencia de operaciones, la que debe cumplir con entregar servicios y productos con la calidad y en los plazos requeridos por los clientes.

2.2. PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo ligado al CMA 121 de ENAER, y que busca la certificación de la norma DAN 154, consta de brindar el servicio de realizar inspecciones diarias y semanales de rutina a aeronaves Airbus de la línea A320.

2.2.1. Daily check para Airbus A320

Se trata principalmente, de llevar a cabo inspecciones visuales de los principales sistemas de la aeronave para verificar la existencia de daños o deterioros de su condición general que puedan afectar la seguridad de su operación. Esta inspección debe realizarse todos los días luego de que la maquina haya cumplido una operación o jornada de trabajo, esta misma tendrá una duración de validez de 24 horas una vez firmada la hoja de inspección.

Las tareas de inspección que componen un Daily Check para un Airbus de la familia A320 son las siguientes:

- Inspección visual general de los trenes de aterrizaje, sus compuertas, el estado de las ruedas y la presión de los neumáticos. Limpieza del fluido hidráulico expuesto en la parte expandible del sistema de aterrizaje.
- Inspección zonal de la mitad inferior del fuselaje y hasta donde sea posible observar la parte superior desde el suelo.
- Inspección visual del compartimiento hidráulico y carenado (estructura exterior aerodinámica) de las alas.
- Prueba funcional de los frenos de los trenes de aterrizaje principales (izquierdo y derecho).
- Inspección zonal de los motores, sus carcasas, soportes, tomas de aire, y caja de accesorios del motor (parte del motor donde se ubican los sistemas que regulan el flujo y presión de aceite lubricante y de combustible, también puede contener otros elementos como el motor de partida).
- Examinar las aspas del rotor de la primera etapa y las juntas entre etapas del compresor de baja presión en ambos motores en busca de daños provocados por objetos externos (FOD: Foreign Object Damage).
- En ambos motores, comprobar que el nivel de aceite y que el indicador de presión diferencial del filtro de aceite se encuentren en el rango correcto. Verificar, también, el rango de drenaje en el mástil de drenaje.
- Inspección visual de los inversores de empuje.
- Chequear el estado de las alas en su mitad inferior y hasta donde sea posible en su parte superior desde el suelo. Inspeccionar por daños superficiales y fugas de fluido, también en los estanques de combustible. Verificar los descargadores de estática.
- Observar la cantidad de aceite de la APU (Auxiliary Power Unit).

- Chequear visualmente los compartimientos de carga, sus revestimientos, paneles del suelo, componentes del sistema de carga y las válvulas de compensación de presión.
- Inspección visual detallada de todas las ventanas de la cabina de vuelo desde el interior. Limpieza de las ventanas.
- Impresión y revisión del reporte post-vuelo para mensajes de falla o advertencias por parte del ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring / Monitoreo electrónico centralizado de la aeronave).
- Inspección de la presión de oxígeno de la cabina.
- Verificar la presión del cilindro de emergencia de todas las puertas y el estado general de estas.
- Inspección detallada del compartimiento de desperdicios.
- Prueba funcional de la iluminación general del avión, tanto interna como externa.
- Drenar el contenido de agua de los estanques de combustible.

Mientras se inspecciona la aeronave, también es menester revisar el estado del sistema de interconexión del cableado eléctrico, o EWIS (Electrical Wiring Interconnection System), en los compartimientos que correspondan.

Además de realizar todas las inspecciones mencionadas, también deben realizarse chequeos y aseo de elementos que, además de la seguridad, se relacionan directamente con la comodidad de los pasajeros y la calidad de servicio que ofrece la aeronave. Entre estas actividades se encuentran revisar el estado de los asientos y cinturones, los compartimientos para equipaje, los baños y la cabina de tripulación, considerando los respectivos suministros.

2.2.2. Weekly check para Airbus A320

La inspección semanal que debe llevarse a cabo para el tipo de aeronave en cuestión comprende las mismas actividades que presenta una inspección diaria, pero a

mayor profundidad de detalles, además de otras verificaciones más específicas como las siguientes:

- Chequear si hay presencia de partículas metálicas en los detectores magnéticos del sistema de aceite lubricador (Chip Detector) en ambos motores.
- Inspección visual general de la toma de aire y del plenum de la APU. También chequear el indicador de desgaste del cepillo del motor de arranque y prueba del embrague de este último.
- Comprobar el estado de los actuadores de las puertas del sistema de aterrizaje principal en cuanto a rapidez y suavidad del movimiento al abrir. Comprobar que la extensión del actuador con la puerta completamente abierta es igual o mayor a 385 mm. Engrasar rodamientos del actuador.
- Comprobar la presión de la carga de nitrógeno en los acumuladores de presión hidráulicos y ajustar según sea necesario.
- Realizar prueba funcional del grabador de voz de la cabina (CVR: Cockpit Voice Recorder).
- Chequeo operacional del sistema de generación de energía de emergencia.
- Chequeo operacional del inversor estático o inversor de corriente.
- Chequeo operacional del sistema de control eléctrico de vuelo (EFCS: Electrical Flight Control System) para confirmar que el control de los alerones esté habilitado correctamente.
- Chequeo de los mensajes en el sistema de visualización de fallas centralizado (CFDS: Centralized Fault Display System) para el movimiento lento al abrir y cerrar de las puertas del tren de aterrizaje principal.
- Impresión del reporte post vuelo (PFR: Post Flight Report) y adjuntar al documento de la inspección semanal.

- Verificar la cantidad de líquido hidráulico para el sistema de control hidráulico en el ECAM y documentar en caso de llevar a cabo una reposición del líquido.
- Verificar la cantidad de aceite en los motores entre 5 y 30 minutos después de su desactivación en el ECAM. Si se indica nivel bajo el mínimo, revisar el indicador del tanque y rellenar según se requiera.
- Prueba funcional de las luces y alarmas en caso de fuego para los motores y la APU.
- Comprobar el nivel de aceite en la APU y registrar las horas y ciclos de uso mediante la MCDU (Multipurpose Control and Display Unit).
- Asegurar que abordo se encuentre la siguiente documentación: Certificado de registro del avión, certificado de aeronavegabilidad, seguro, programación de peso o de carga, licencia de radio, certificado de instalación de radio, certificado de ruido, lista de equipos de emergencia, libro de registro técnico, certificado de operador aéreo y certificado de versión del mantenimiento.
- Asegurar la limpieza al interior del sistema de aire acondicionado.
- Revisar todas las unidades portátiles de oxígeno para comprobar la presión mínima de despacho.
- Inspección visual de los sellos de seguridad de los equipos de respiración de emergencia.
- Limpieza de las líneas de desecho al vacío con químicos de limpieza y hielo molido.

Ambas inspecciones de rutina son generalmente realizadas de tal forma que el personal quien las realiza camina alrededor del vehículo, como muestra la figura 2-1, mientras lleva a cabo las actividades asociadas al estado del fuselaje externo a medida que avanza el recorrido.

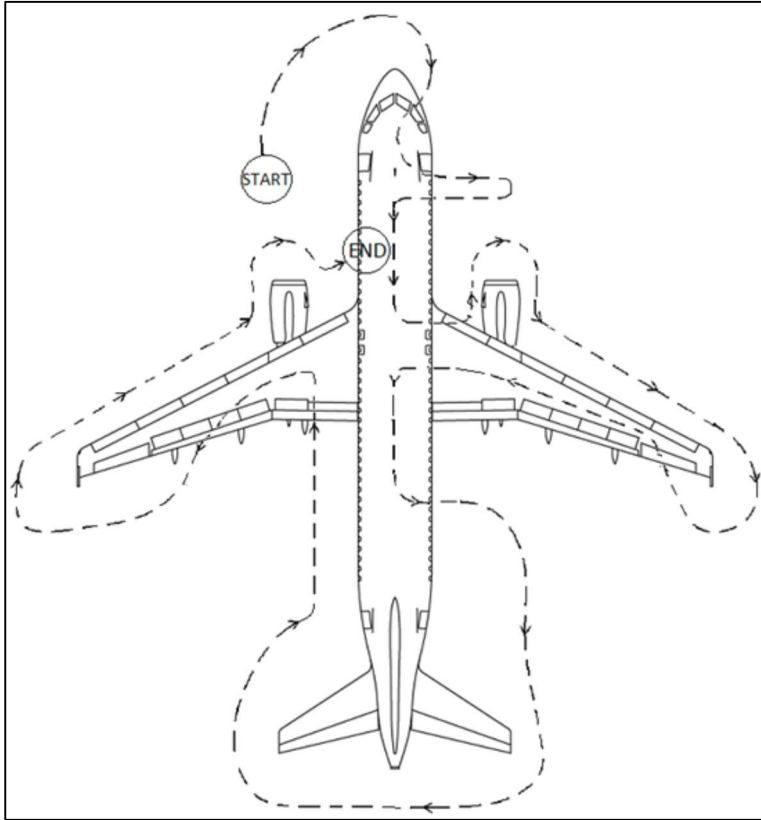


Figura 2-1. Recorrido para inspección del fuselaje externo. Fuente: ‘A320-200 WEEKLY CHECK’ SHAHEEN AIR.

2.3. **ELEMENTOS A DESARROLLAR**

Para establecer un plan de implementación es necesario desarrollar todos los puntos que la norma DAN 154 determina como requisitos para construirlo, entre los cuales, ENAER ha desarrollado los componentes de un sistema de gestión de la seguridad operacional correspondientes a las políticas y objetivos de la seguridad operacional; y también a la promoción de la seguridad operacional, que consta de la capacitación y educación de la SO (entrenamiento) y su comunicación. Siendo así, los siguientes temas han de ser considerados para la construcción del plan de implementación:

2.3.1. **Planificación de la SO**

Corresponde a desarrollar un plan general para la implementación de cada una de las partes del SMS, y además, incluirá la programación de las fechas en las que se

comenzarán a instaurar las partes, por lo que crear una carta Gantt será ideal para organizar el proceso de implementación.

2.3.2. Descripción del sistema:

Una descripción del sistema de gestión a implementar debe comprender lo siguiente:

2.3.2.1. Interacciones del SMS con otros sistemas de la organización

La integración del SMS en la organización junto a otro sistema de gestión ya instaurado tiene el potencial de crear sinergias en cuanto a gestión de riesgos y procesos de aseguramiento similares, por lo general, otro sistema de gestión; como por ejemplo, un sistema de gestión de calidad; también debe planificarse, depende de la medición de indicadores de rendimiento y buscan una mejora continua. Para aprovechar este potencial, la empresa, antes de comenzar a implantar las distintas partes del SMS, debe verificar la existencia y vigencia de cualquier otro sistema de gestión que posea algún componente compatible con la gestión de seguridad operacional, con el propósito de fusionarlos con los del SMS de forma que sea posible simplificar y mejorar la eficiencia de aspectos que van desde la documentación hasta la aplicación de controles de riesgo.

2.3.2.2. Funciones del SMS

La organización deberá definir las funciones para las cuales se emplea el sistema de gestión de la seguridad operacional en base a las políticas y objetivos.

2.3.2.3. Condiciones de desempeño humano requeridas para operar el SMS

Para establecer las condiciones de desempeño humano mínimas y necesarias para realizar las tareas y actividades ligadas a la seguridad operacional se hace necesario determinar los mínimos requisitos de experiencia y conocimiento con los que debe contar el personal de acuerdo a su cargo y responsabilidades. Para ello, la empresa deberá analizar las actividades técnicas y administrativas en busca de las aptitudes indispensables necesarias para llevarlas a cabo.

2.3.2.4. Los componentes “Hardware” y “Software” del SMS (modelo SHELL)

Habrá que definir y enlistar todos los elementos que se encuentren dentro del ambiente operacional y que formen parte o cumplan una función directamente en las actividades de inspección o que bien sean parte de la formación, instrucción o información requerida por el personal.

2.3.2.5. Procedimientos que definen las pautas para el uso y ejecución del SMS

Será preciso describir aquellas actividades y procedimientos que sean fundamentales para la correcta marcha de la gestión de seguridad operacional, estando estos principalmente relacionados a la gestión de riesgos y que funcionen como pilar para el aseguramiento del sistema completo. Entre ellos habrá que describir los procedimientos de reportes, de identificación de peligros y el sistema de capacitación y promoción de la SO.

2.3.2.6. Medio ambiente operacional

Con el propósito de agilizar la identificación de peligros se deberá contar con una descripción detallada del contexto operacional que rodee a las acciones diarias ligadas al mantenimiento. Esta descripción corresponderá al componente ‘Enviroment’ del modelo SHELL.

2.3.2.7. Productos y servicios contratados o adquiridos

Será menester describir y documentar todo producto y servicio que provenga de una fuente o entidad externa a fin de asegurar de que estos también cumplan con los requisitos de seguridad operacional que la organización estime necesarios y formen parte de la gestión de riesgos.

2.3.3. Análisis de faltante

Antes de establecer por completo el plan de implementación, la organización deberá realizar un análisis de faltante, o análisis de brechas, con el objetivo de comparar los recursos de seguridad existentes con aquellos que se establecen como requisitos

mínimos para un SMS solicitados en la norma DAN 154. Esta norma ofrece un modelo referencial para el desarrollo de este análisis.

2.3.4. Componentes SMS

2.3.4.1. Gestión de riesgos

Se requiere definir un proceso que comprenda la identificación de peligros durante las operaciones de inspección, como mínimo, de forma reactiva. A demás de los peligros que se puedan identificar, los mantenedores deberán registrar todo aquello que se encuentre fuera de norma, esté dañado o signifique una irregularidad tanto para la aeronave como para las instalaciones y herramientas, el proceso de inspección y sobre todo, la seguridad de las personas; en su lista de chequeo o de tareas que comprende el proceso de estas inspecciones de rutina.

Posterior al proceso de identificación de peligros, viene el proceso de análisis de riesgos basado en las métricas de gravedad y probabilidad de ocurrencia de las consecuencias que implican los riesgos de los peligros identificados que la empresa ENAER haya adoptado o desarrollado.

Con el análisis de riesgo ya aplicado sobre los posibles peligros, se podrá establecer una prioridad sobre los riesgos para determinar a cuál o cuáles de ellos se les deberá aplicar una medida de mitigación en primer lugar.

2.3.4.2. Aseguramiento de la seguridad operacional

De ser posible, hay que definir metas de seguridad y medidores de rendimiento, pero para ello se requiere de registros de las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo en un cierto periodo de tiempo. Aun así, podrían definirse algunas metas e indicadores que hipotéticamente contribuyan al aseguramiento de la SO.

Dado que un SMS busca limitar la gravedad de las consecuencias que implica un determinado peligro y también su probabilidad de ocurrencia durante las operaciones de vuelo y, a su vez, los procesos de inspección descritos previamente tienen la finalidad de asegurar un funcionamiento correcto y seguro de la aeronave durante su operación, la aplicación de los elementos de los componentes de dicho sistema al proceso productivo deberá apuntar hacia la calidad en la ejecución de estas inspecciones a fin de asegurar

que ninguna de las actividades asociadas se lleve a cabo de forma incompleta o incorrecta. A fin de garantizar esto, deben desarrollarse y mantener actualizados procesos que permitan verificar que los controles de riesgos identificados y otras actividades relacionadas a la gestión de riesgo cumplan con los objetivos para los cuales se han de aplicar.

2.3.5. Roles y responsabilidades de SO

A medida que se comiencen a implantar los distintos elementos del sistema de gestión, se asignará a todo el personal sus respectivas responsabilidades de la seguridad operacional. Sin considerar los roles y responsabilidades de la persona responsable por la organización, la administración de la organización y el personal clave, ya que estas han de ser definidas dentro de las políticas y objetivos de la SO.

2.3.6. Política de reporte de SO

Una política de reportes de la seguridad operacional servirá de filtro, o medio de selección, para tomar en consideración aquellos reportes de peligros que, de acuerdo a su naturaleza de condiciones, verdaderamente signifiquen un riesgo para la seguridad operacional, lo que se podrá traducir en evitar tener una excesiva cantidad de reportes con situaciones que esperen pasar por el proceso de análisis del riesgo y posterior control/mitigación.

2.3.7. Medios para implicación de empleados

Tiene relación directa con la promoción de la seguridad operacional. Si bien en la planificación e instauración del sistema se deben incluir capacitaciones y entrenamientos respecto al tema, es también importante motivar la participación del personal generando cultura organizacional y promoviendo, sobre todo, una cultura de notificación ya que forma un criterio para juzgar la eficacia de un sistema de SO. Será prudente idear medios y planificar instancias para establecer este tipo de cultura.

2.3.8. Medición del desempeño de SO

El rendimiento o desempeño del SMS se verá reflejado a través de indicadores de desempeño de seguridad que responden a una métrica establecida por la organización.

La medición del desempeño demandará cierto periodo de tiempo para que se puedan observar tendencias en los indicadores de seguridad.

2.3.9. Revisión de la dirección de SO

La dirección de la organización deberá revisar el plan de implementación que se desarrolle para verificar que se apunta a cumplir con los objetivos de seguridad operacional propuestos.

**CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE
GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL**

3.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PROPUESTO

3.1.1. Planificación de SO

Se plantea la planificación para la implementación del sistema de gestión de seguridad operacional tal como sugiere la norma DAN 154, se llevará a cabo en 4 fases cuya duración está estimada arbitrariamente, ya que las tareas, o introducción de componentes, en cada una de estas fases podría extenderse o finalizar antes de lo programado en función de los recursos destinados a la implementación, imprevistos que se presenten durante su ejecución y entre otras cosas, sin embargo, no podrán extenderse por más de un año cada una. En la Figura 3-1 se presenta una carta Gantt con la programación sugerida para la implementación del SMS con una duración de un año y dos meses aproximadamente.

3.1.2. Descripción del sistema

3.1.2.1. Interacciones del SMS con otros sistemas de gestión

ENAER cuenta con la certificación de la norma ISO 9001:2015, por lo que sí cuenta con un sistema de gestión de calidad para el mantenimiento de aeronaves y partes para los procesos productivos ya integrados, entonces, en caso de que este sistema se expanda a las actividades relacionadas a las aeronaves A320 se hará necesario establecer las interacciones entre ambos sistemas.

3.1.2.2. Funciones SMS

Las principales funciones que cumplirá el sistema de gestión en cuestión, una vez implementado, serán:

- Garantizar la calidad del servicio de mantenimiento entregado a través de la gestión de riesgos.
- Asegurar una equilibrada asignación de recursos, tanto humanos como financieros, entre producción (prestación de servicios) y protección (medidas de control/mitigación de riesgos).

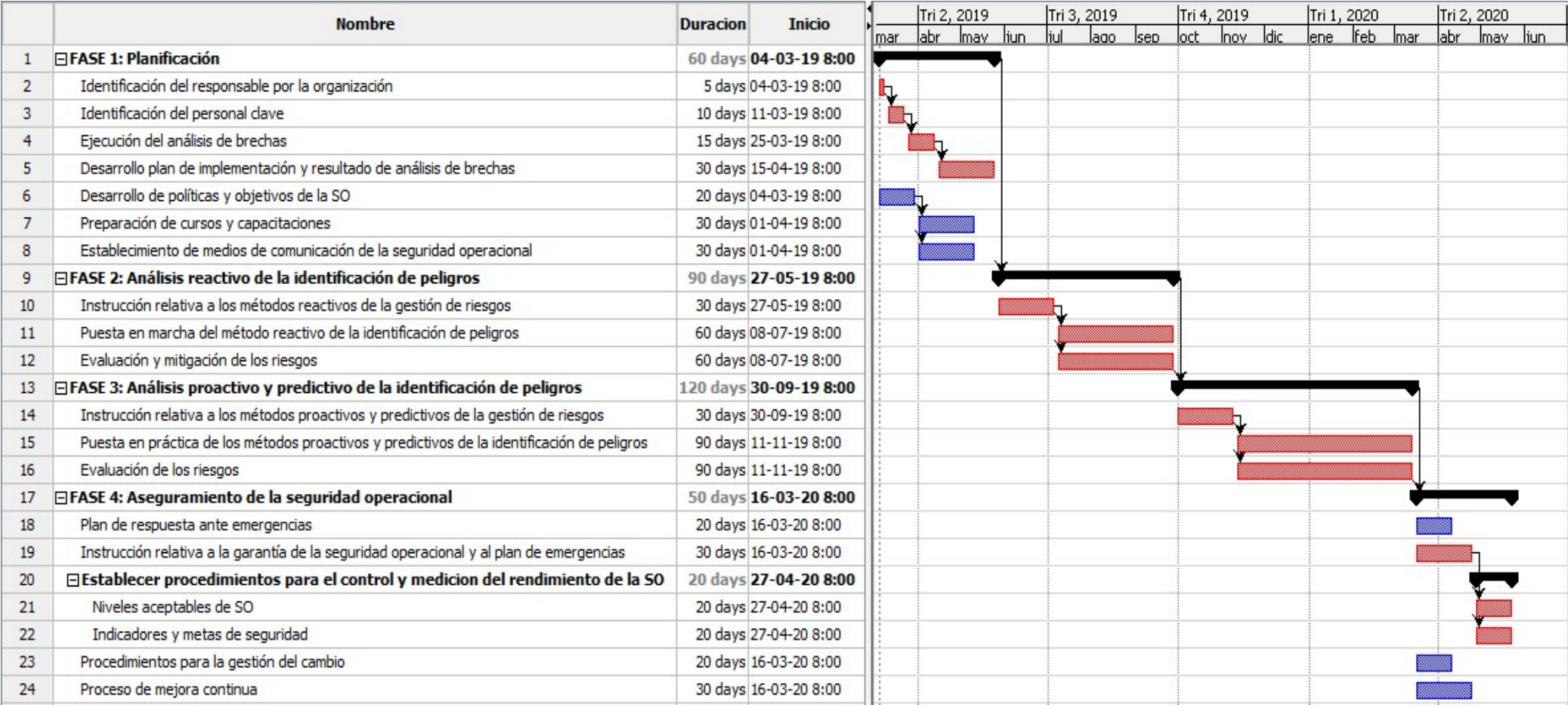


Figura 3-1. Programación de la implementación. Fuente: Elaboración Propia, Software ‘Project Libre’.

- Contribuir a la seguridad de las personas que hacen uso de las aeronaves durante su vuelo, sean estos, en calidad de clientes o tripulantes.

3.1.2.3. Condiciones del desempeño humano requeridas

El personal de mantenimiento encargado de las inspecciones diarias y semanales tendrá asumida, dentro de sus responsabilidades, la participación en lo que respecta a la seguridad operacional, sobre todo con la emisión de reportes que aporten a la identificación de peligros. Los requisitos mínimos de desempeño para el personal, que estarán definidos por parte del CMA, se basarán en la familiaridad que posean con las actividades de mantenimiento, las herramientas y la aeronave; ya que de esta manera será capaz de contribuir más eficazmente a la identificación de peligros, además de los requerimientos fisiológicos, psicológicos, cognitivos y académicos establecidos por la organización. Asimismo, deberá existir una instancia donde se identifiquen y evalúen los riesgos potenciales que puedan estar presentes o como condiciones latentes en las conductas, salud y comunicación dentro de la jerarquía organizacional involucrada en los procesos de inspección.

3.1.2.4. Componentes “Hardware” y “Software” del SMS

Para los componentes hardware, el CMA tendrá que confeccionar y documentar una lista detallada de todos aquellos objetos que cumplan alguna función dentro de las actividades que comprenden las inspecciones de las aeronaves A320, incluyendo equipos de protección personal necesarios, herramientas especiales, instrumentos de medición, vehículos de transporte, etc. Indicando cantidad y descripción del ítem. Además, en relación a las herramientas, instrumentos y maquinarias empleadas durante las inspecciones, es necesario asegurar su buen estado y calibración, ya que llevar a cabo una medición u otra operación con un aparato descalibrado o defectuoso equivaldría a haber realizado la inspección de forma incorrecta y daría lugar a un peligro, quizás anteriormente inexistente, cuya consecuencia sería percibida durante las operaciones de vuelo.

En cuanto a los componentes software, es necesario documentar todos los procedimientos, paso a paso, para asegurar el desarrollo de las inspecciones al pie de la letra. Los cursos o capacitaciones con las que cuenten los trabajadores responsables por las inspecciones deben ser afines con las condiciones de desempeño humano requeridas descritas por la empresa. El personal que realice las inspecciones de rutina debe contar

con la capacitación, certificación e instrucción adecuada, según las exigencias que imponga la empresa, a fin de que no existan problemas para entender e interpretar manuales, procedimientos, listas de verificación o check lists, etc. Si se llegase a identificar un peligro relacionado con alguna actividad de los procesos de inspección, las medidas de mitigación corresponderán a la modificación de estos según sea pertinente.

3.1.2.5. Procedimientos que definen guías para la operación y uso del SMS

- Procedimiento de reportes:

Dado que la gestión de riesgos es la práctica primordial para mantener la seguridad operacional a un nivel aceptable, y que esta comienza con la recolección de datos, se hace indispensable contar con un medio formal para llevar a cabo esta acción en relación a los peligros operacionales, tanto de forma tangible (papel/escrita) como de forma digital. Este medio formal constará de uno o más formularios que, idealmente, combinarán los tres métodos de análisis y recolección de datos (reactivos, proactivos y predictivos) y se deben incluir sistemas de reportes del tipo obligatorio, voluntario, confidencial y anónimo. Además, para cumplir con los requisitos de la norma DAN 154, el personal de la organización deberá poder contar con una alternativa de reportes que sea de forma presencial con los analistas de riesgos de seguridad operacional debido a que es posible que un formulario no tenga la capacidad de captar toda la información útil para su gestión.

En la Figura 3-2 y Figura 3-3 se presenta la propuesta de formulario de reportes para el SMS. El primer formulario (Figura 3-2) pretende combinar de una vez todos los tipos o sistemas de reportes que se han descrito anteriormente. Todo evento en las actividades que se entienda como accidente o incidente grave se debería reportar obligatoriamente por cualquier miembro del equipo de trabajo, cualquier observación o peligro que perciba repentinamente un trabajador podrá emplear el formulario de forma voluntaria, quien emita un reporte podrá optar a la confidencialidad señalándolo en el formulario y, si algún integrante de la organización requiere permanecer anónimo, simplemente tendrá la opción de omitir su nombre dentro del formulario. El segundo formulario (Figura 3-3) está destinado para el jefe de seguridad operacional, o para aquella o aquellas personas que cuenten con la autoridad suficiente como para aprobar las medidas de mitigación que se tomen al respecto de un peligro o evento, su diseño pretende que sirva para la documentación del análisis del riesgo ya que solicita indicar su gravedad y probabilidad, además de señalar si las acciones a tomar para el control del riesgo serán correctivas o preventivas con el propósito de determinar una prioridad para estas.

FECHA:	SE REPORTA: (Marcar con una X)		
NOMBRE:	EVENTO		
CARGO:	PELIGRO		
	OBSERVACION DE S.O.		
REPORTE CONFIDENCIAL:	SI	NO	
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO, EVENTO U OBSERVACIÓN:			
DETALLAR POSIBLES CONSECUENCIAS			
EN CASO DE EVENTO (INCIDENTE/ACCIDENTE), INDICAR DAÑOS PERCIBIDOS: (Marcar con una X)			
INCIDENTE	DAÑO A EQUIPOS O HERRAMIENTAS		
	DAÑO A LAS INSTALACIONES		
	DAÑO A AERONAVES		
	OTROS		
ESPECIFICAR:			
ACCIDENTE	DAÑO A PERSONAS		

Figura 3-2. Formulario de reportes del SMS. Fuente: Elaboración Propia.

PARA USO DEL JEFE DE SEGURIDAD OPERACIONAL					
RESULTADO DEL ANÁLISIS (Marcar con una X)					
PROBABILIDAD DEL RIESGO:	1	2	3	4	5
GRAVEDAD DEL RIESGO	A	B	C	D	E
ANÁLISIS CAUSAL DEL PELIGRO					
DESCRIPCION DE MEDIDA(S) DE CONTROL/MITIGACIÓN					
TIPO DE ACCIÓN: (Marcar)	CORRECTIVA		PREVENTIVA		
RESPONSABLE:	PLAZO:		FIRMA:		

Figura 3-3. Formulario de análisis. Fuente: Elaboración Propia.

El uso de los procedimientos de reporte que se adapten en el CMA 121 tendrá una connotación reactiva, proactiva o predictiva según el evento o condición que se reporte y, para el caso de la recolección de datos predictiva, se tratará de un análisis sobre los reportes ya emitidos o información originada a partir de factores exógenos a las inspecciones diarias o semanales que impliquen repercusiones que influyan, potencialmente, sobre la SO o la sustentación del sistema.

- Otro procedimiento fundamental para el funcionamiento de la seguridad operacional corresponde al proceso de identificación de peligros, que a su vez, va de la mano con los procedimientos de reportes para así llevar a cabo una recolección de datos de la SO. Se propone este procedimiento más adelante en la descripción de los componentes SMS de esta sección.

- El CMA tendrá que contar con cursos de capacitación y un programa para la promoción de la seguridad operacional que garantice el la formación y el compromiso respecto al SMS por parte de todos los empleados, ya que poco efecto tendrán los procedimientos primordiales del sistema si no son constante y correctamente aplicados por el personal involucrado en las inspecciones de aeronaves. Entonces, dentro de las capacitaciones que se dispongan para el tema en cuestión, deberá, desde luego, contar con inducción a todos los conductos que tengan como función la mejora de la seguridad operacional.

3.1.2.6. Medio ambiente operacional

Hace referencia al componente “Enviroment” del modelo SHELL. Los chequeos de rutina se realizan en línea, es decir, en el lugar donde se llevan a cabo las operaciones de vuelo en tierra, el cual corresponde al aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez de Santiago de Chile. Las aeronaves que deben realizar estas actividades en las instalaciones de este aeropuerto lo hacen a la intemperie, por lo tanto las condiciones climáticas presentes y la hora del día a la que se trabaje en la inspección podría afectar el rendimiento del personal, ya que afecta en factores como la visibilidad, iluminación y temperatura, también puede potenciar la probabilidad de que se manifieste un incidente, como por ejemplo, el impacto de una herramienta o persona contra algún sistema de la aeronave, que tenga lugar o no en las actividades asociadas al proceso productivo.

3.1.2.7. Productos y servicios contratados o adquiridos

Antes de adquirir o contratar cualquier producto o servicio que complemente con el desarrollo de las actividades diarias se hará necesario identificar y posteriormente evaluar los peligros potenciales que signifiquen, a través del procedimiento de identificación de peligros aplicado de forma proactiva para asegurar que estos no alteren significativamente en el nivel de SO al momento de ser integrados. A partir de este punto, aquellos productos y servicios que provengan de una entidad externa a la organización serán incluidos en el ámbito de la gestión de riesgos.

3.1.3. Análisis de faltante

Para comparar los procedimientos y procesos de seguridad operacional ya existentes con aquellos que son mínimo requisito de acuerdo a la norma DAN 154 se tiene que llevar a cabo un análisis de brechas antes de comenzar a aplicar la primera fase de implementación. Sin embargo, como las actividades de mantenimiento para las aeronaves son procedimientos nuevos en la organización, no existen componentes o elementos del SMS aplicados sobre estos, por lo que el resultado del análisis de brechas podría carecer de sentido a no ser que se consideren procedimientos que formen parte de otro sistema de gestión implantado, que sean aplicados a otras actividades de la organización o aquellos que se proponen en este trabajo. Como sea, es requisito presentar los resultados de este análisis, y se plantea utilizar el modelo que entrega el apéndice 1 de la norma DAN 154

3.1.4. Componentes SMS

3.1.4.1. Gestión de Riesgos de Seguridad Operacional

- Identificación de peligros:

Se requiere establecer un procedimiento para la identificación de peligros que, idealmente, se adapte a las metodologías de identificación del tipo reactivo, proactivo y predictivo, a fin de contar con una forma simple para la detección de peligros que evite dar lugar a confusiones cuando se apliquen las distintas metodologías mencionadas. Este proceso necesita ser aplicado en todo aspecto en el que puedan producirse discrepancias que lleven a la manifestación de un incidente o accidente, ya sea directamente en los pasos de mantenimiento; en lo referido a equipos, herramientas e instalaciones; los estados físicos, psicológicos y fisiológicos de los trabajadores que realicen los chequeos de aeronaves; y la asignación de recursos por parte de la gerencia y la comunicación entre esta y el resto del personal y los departamentos asociados, esto debido a que estos factores influyen en las condiciones del ambiente laboral en varias perspectivas dando lugar a condiciones latentes que pueden transformarse en un peligro a lo largo del tiempo en caso de no detectarlas a oportunamente.

Para ello, se propone lo siguiente:

1. Identificar y registrar peligros en cada actividad de mantenimiento o según corresponda (procedimiento de reportes).
2. Explicar las consecuencias asociadas a cada peligro.
3. Analizar el riesgo en base a su probabilidad de ocurrencia y la gravedad de las consecuencias de acuerdo a la matriz de riesgo establecida.
4. Determinar su nivel de tolerabilidad para estimar una valorización del riesgo.
5. Proponer medidas para la eliminación o control/mitigación del riesgo.
6. Examinar las distintas propuestas para la mitigación de riesgos y seleccionar la más conveniente.
7. Documentar cada paso del procedimiento con sus respectivos resultados y descripciones. Detallar en qué consisten las medidas de control y que elementos involucra.

En caso de que no se esté conforme o quepan dudas respecto a las disposiciones de control de riesgo será prudente realizar nuevamente el procedimiento descrito, esta vez considerando los controles seleccionados para evaluar y estimar la tolerabilidad de los riesgos residuales.

En un principio se comenzará aplicando la identificación de riesgos en forma reactiva, y no solamente en las rutinas de inspección, sino que la gestión deberá abarcar, también, el nivel administrativo a cargo de dichas actividades, la sección o división que maneje los recursos financieros y humanos destinados al mantenimiento y todo ámbito que tenga relación directa a este último. Esto significa que se recolectará y procesará información a partir de eventos ya ocurridos que afectaron la seguridad operacional y/o la calidad del mantenimiento a partir de circunstancias que se observen durante la ejecución.

Transcurrido el plazo de implementación de los protocolos reactivos de seguridad operacional, el procedimiento para la gestión de riesgos deberá ser aplicado sobre datos que provengan de los reportes emitidos por los empleados hasta la fecha, auditorías tanto externas como internas y reportes emitidos por organizaciones externas que compartan el rol de organización de mantenimiento aeronáutico y también los organismos que presten servicios y formen parte del aeropuerto Arturo Merino Benítez. De esta forma se establecen métodos proactivos y predictivos para la identificación de peligros, empleando una forma agresiva para la recolección de información con el propósito de anticiparse a posibles eventos futuros con el potencial de alterar la seguridad operacional.

Fecha	Peligro	Detalles/componentes asociados	Consecuencias	Probabilidad	Severidad	Defensas
-	Porte de objetos colgantes por el personal	Objetos, tales como credenciales o linternas, que se puedan enganchar o trabar en zonas como los trenes de aterrizaje o aspas de las turbinas.	Posibles daños superficiales a componentes de los trenes de aterrizaje, como conexiones hidráulicas, y daños a las aspas de los motores o pérdida de un objeto dentro de estos.	Remota (3)	Catastrófica (A)	Prohibición del porte de objetos colgantes y aseguramiento en el porte de linternas y herramientas pequeñas
-	Presencia de equipos o maquinaria ajena a las inspecciones	Equipos, maquinaria o vehículos de gran volumen, como maquinaria para la carga de equipaje, que entorpezca la ejecución de las inspecciones	Omisión de alguna condición dentro de los ítems de la inspección que no cumpla con los requisitos de seguridad operacional.	Ocasional (4)	Importante (C)	Comunicarse y coordinar con la entidad que corresponda el uso del espacio cercano a la aeronave para no interrumpir en las actividades de ambas partes.
-	Manómetro descalibrado para la medición de presión en las ruedas.	Medición errónea de la presión real de las ruedas.	Daños en los trenes de aterrizaje, de gravedad relativa dependiendo de la magnitud del error.	Remoto (3)	Peligroso (B)	Comprobar la calibración de todas las herramientas e instrumentos de medición antes de una inspección.

Tabla 3-1. Ejemplo para la documentación de peligros identificados. Fuente: Elaboración Propia.

A medida que los peligros identificados vayan siendo evaluados y se determinen mitigaciones para los riesgos, se procederá a documentar como se muestra en la Tabla 3-1, y además, se recomienda hacerlo en una hoja o documento aparte de acuerdo al origen del peligro, es decir, registrar de forma separada los peligros identificados en las actividades de mantenimiento, o en la conducta del personal, o en las actividades de la administración, etc., lo que proveerá mayor orden al proceso de documentación al incluir esta clasificación. Dicha tabla presenta la documentación de casos hipotéticos a modo de ejemplo y no se separan de acuerdo al criterio de su origen debido a la poca cantidad de ejemplos.

3.1.4.2. Aseguramiento de la seguridad operacional

De acuerdo a la normativa DAN en cuestión, el centro de mantenimiento aeronáutico, a fin de asegurar que los controles de riesgos de seguridad operacional aplicados sobre los peligros identificados y el general de las actividades de gestión de riesgo cumplan con los objetivos previstos, debe crear y mantener actualizados diversos procesos de garantía de la SO aplicados tanto a actividades de mantenimiento desarrolladas interna o externamente, y que abarquen la supervisión y medición del desempeño de la SO, la gestión de cambio y la mejora continua del sistema de gestión.

- Control y medición del rendimiento de seguridad operacional

Basándose en la normativa aeronáutica, y a su vez en el manual SMS de la OACI, con el propósito de ejercer supervisión sobre la actuación y desempeño del CMA en lo que respecta a la SO y validar los controles de riesgos implantados, el sistema diseñado para la supervisión y medición del desempeño de la seguridad operacional incluirá:

- 1) Reportes de seguridad operacional (sistemas de notificación de incidentes obligatoria y voluntaria)
- 2) Auditorias independientes de la SO
- 3) Encuestas de SO
- 4) Revisiones de SO
- 5) Estudios de SO

6) Investigaciones internas de SO

Estas serán la fuente de la información para medir el rendimiento de la organización en cuanto a la seguridad operacional y a partir de ella se crearán los indicadores para el rendimiento de la seguridad operacional, pero la creación de estos indicadores requerirá de un periodo de ejecución de los procedimientos de gestión de riesgos para verificar cuales son las situaciones de alto y bajo impacto que afectan más críticamente a la seguridad operacional. Luego de reconocer dichas situaciones y llevar registro de ellas por un determinado periodo se establecerán los niveles de alerta y los niveles objetivos que servirán para la mejora continua del sistema.

- Gestión del cambio

La organización debe contar con un proceso que consista en identificar cambios, tanto internos como externos a la organización, que afecten de una u otra forma a los procesos, servicios y medidas de mitigación de riesgos ya adoptadas por el SMS, y que antes de implantar estos cambios describan las ordenanzas adoptadas que garanticen la seguridad operacional sobre estos, posteriormente modificando o descartando aquellas medidas de control de riesgo que dejen de ser necesarias o eficaces debido a estos cambios.

Un ejemplo de cambio aplicable a los procesos con los que se contará en un principio es la posibilidad de conseguir un hangar (u otra instalación o lugar) donde sea posible llevar a cabo las inspecciones diarias y semanales a las aeronaves Airbus A320, lo que conllevaría a una nueva instancia de identificación de peligros y posterior evaluación de riesgos mientras que ciertos controles de riesgo pasarían a ser obsoletos debido al cambio del entorno operacional.

Entonces, para cumplir con estos requisitos de la norma DAN 154 se propone el siguiente procedimiento:

- 1) Identificar y documentar cualquier cambio que influya sobre los servicios de inspección brindados por ENAER, indicando la fecha a partir de la cual el cambio se hará vigente.
- 2) Identificar todos los procesos y aspectos del mantenimiento que se verá afectados por el cambio.

- 3) Identificar todos los peligros ya identificados y con sus medidas de control ligados a los procesos y aspectos identificados en el paso anterior.
- 4) Evaluar nuevamente estos peligros y medidas de control bajo las nuevas condiciones adoptadas o por adoptar y realizar las modificaciones pertinentes.
- 5) Aplicar el procedimiento de identificación de peligros de forma proactiva sobre las actividades de mantenimiento afectadas en busca de potenciales nuevos peligros que los cambios implementados puedan haber originado.

Cabe destacar que los cambios externos al CMA 121 pueden tener su origen en decisiones o condiciones que sean impuestas por los clientes (aerolíneas dueñas de las aeronaves) y por el aeropuerto, o también en los productos o servicios adquiridos de forma exógena, principalmente.

- Mejora continua del SMS

Para acatar los requisitos respecto a la mejora continua del SMS que impone la normativa DAN 154, se proponen tres procedimientos de evaluación que serán aplicados sobre diversos componentes que participan en la ejecución del sistema de gestión. Dichos procedimientos tienen como objetivo identificar causas de cualquier actuación deficiente que se manifieste en el funcionamiento del SMS, actuaciones que podrían ser detectadas mediante auditorías o reportes de notificación voluntarios. Estos se describen a continuación:

- 1) Evaluación sobre el estado de los componentes ‘software’ y ‘hardware’ del SMS. Implica una verificación del estado y calidad de los procedimientos relacionados a la gestión de riesgos, aseguramiento de la seguridad operacional y a la documentación del sistema (software), así también se evaluará el estado de los equipos, herramientas e instalaciones donde se realicen las actividades de mantenimiento (hardware).
- 2) Evaluación sobre el desempeño del personal. Se hará una verificación sobre el cumplimiento de las responsabilidades relativas a la seguridad operacional de forma individual para cada miembro del personal, desde los encargados de ejecutar las actividades de mantenimiento hasta la persona responsable por el SMS de la organización, pasando por el grupo ejecutivo de seguridad y la junta de control de seguridad.

Las evaluaciones 1) y 2) previamente descritas se deben realizar cuando se hayan recibido los resultados de alguna auditoría realizada o se detecten varias deficiencias dentro de los distintos procesos del SMS, si en un plazo de tres meses no ocurre ninguno de estos casos se deberán realizar las evaluaciones de igual manera, es decir, se deberán llevar a cabo por lo menos una vez cada tres meses.

3) Evaluación reactiva sobre la eficacia de los controles y mitigaciones de riesgo. Con los niveles de alerta de los indicadores de seguridad operacional ya definidos, se procederá a realizar una evaluación de aquellos controles y mitigaciones aplicadas sobre los riesgos asociados a cierto indicador cada vez que estos superen su nivel de alerta.

3.2. COSTOS E INGRESOS ASOCIADOS

3.2.1. Costos asociados a la implementación

Para la implementación del SMS es indispensable generar un cambio en la cultura de seguridad operacional del personal que se ve involucrado en las actividades relativas al sistema, por lo que es mandatorio realizar capacitaciones que instruya a las personas de cada área en particular en cuanto a sus responsabilidades con la gestión de seguridad operacional. Dichas capacitaciones son impartidas por la misma DGAC del Estado, entidad que genera su propio presupuesto anual que es autorizado por el Ministerio de Defensa y, dentro de su planificación institucional, se elabora un Programa Anual de Capacitación donde se consideran los cursos de SMS para satisfacer requerimientos propios de dicha Dirección, de los cuales es posible la participación para otras organizaciones del rubro aeronáutico sin costo alguno, por que bastará con que ENAER coordine dichas instancias con la DGAC a fin de instruir al personal en seguridad operacional. Del mismo modo, las auditorías y fiscalizaciones a centros de mantenimiento aeronáutico no conllevan costo alguno ya que forman parte de la constante tarea de lograr, mantener y mejorar altos estándares de SO [7].

A pesar de esto, se tiene que tomar en cuenta el tiempo que debe capacitarse el personal antes de comenzar a trabajar directamente en las inspecciones para A320, lo que significará un costo de personal en el periodo previo a la obtención de ingresos. De acuerdo a la OACI y a la Asociación Internacional de Transporte Aéreo, cursos de

gestión de seguridad operacional dirigidos a todo tipo de personal, incluyendo personal de operaciones, tienen duración de 30 a 40 horas distribuidas a lo largo de 5 días [12] [13], por lo que bastará considerar un mes de pago para el personal antes de la puesta en marcha del servicio. Este concepto se deberá volver a aplicar en el momento en que se requiera más personal para un aumento de capacidad.

3.2.2. Costos asociados a los recursos necesarios

Para ejecutar las inspecciones Daily y Weekly check se deberán considerar ciertos recursos, los que comprenderán al personal (cuyo costo es cuantificado en horas hombre, o HH), costo por materiales o insumos necesarios y una inversión en herramientas especiales para las aeronaves A320 y cajas de herramientas aeronáuticas.

3.2.2.1. Personal y horas-hombre

Respecto al personal necesario, es oportuno aclarar que las empresas de mantenimiento aeronáutico efectúan sus cobros basados en el costo de la mano de obra empleada en cada procedimiento [8]. Como mínimo se requiere 1 supervisor y 2 mecánicos (técnicos en mantenimiento aeronáutico), cuyo valor de hora-hombre para una aerolínea que solicita el servicio ronda alrededor 95 USD para supervisores y 65 USD para mecánicos [9], por lo que estas cifras significarían ganancias para ENAER. A partir de esto, se estima un costo de la hora hombre a 20 USD para supervisores y 15 USD para mecánicos.

A fin de estimar un costo anual por las horas hombre invertidas en las inspecciones, hay que considerar la cantidad de dichas horas necesarias para completar las inspecciones, también cuántas de ellas se llevarán a cabo en un año y qué fracción de lo recibido por hora hombre invertida se destinará al pago del personal.

De acuerdo a la revista aeronáutica “AIRCRAFT OWNER’S & OPERATOR’S GUIDE: A320 FAMILY”, una inspección daily check consumirá entre 3.5 y 5 HH, de las cuales se realizarán aproximadamente 250 al año en una sola aeronave Airbus A320, considerando lapsos temporales de hasta 36 horas entre cada daily check realizado. Mientras que para weekly check se estiman entre 8 y 12 HH para completarse, tomando

en cuenta una media de 11 HH, y teniendo en cuenta una brecha de 6 días entre cada weekly check se estiman un total de 60 de estas inspecciones realizadas anualmente para solamente una aeronave.

Sin embargo, hoy en día existen aerolíneas que programan los daily check para realizarse cada 72 horas y los weekly check cada 9 días [10], lo que anualmente resultaría en un aproximado de 120 y 40 de estas inspecciones respectivamente, para una sola aeronave, o dicho de otra forma, el empleo de 600 y 440 HH también respectivamente.

Entonces, una sola aeronave requiere entre 1910 HH anuales, cumpliendo los intervalos de tiempo en forma estricta, y 1040 HH al año con intervalos extendidos. Se evaluarán ambos casos como un máximo y un mínimo de inversión de horas hombre totales (considerando ambas inspecciones de rutina), y, dado que basta con un técnico para llevar a cabo cada chequeo, se podrá atender a 2 aeronaves simultáneamente disponiendo de un mínimo de 2 de ellos.

Caso A) Costo de personal a plazos de chequeo estrictos:

A.1) 1 Supervisor y 2 técnicos aeronáuticos. Capacidad para 2 aeronaves.

$$\left(20 \left[\frac{USD}{HH}\right] + 15 \left[\frac{USD}{HH}\right] + 15 \left[\frac{USD}{HH}\right]\right) \times 1910[HH] = 95000[USD]$$

A.2) 1 Supervisor y 3 técnicos aeronáuticos. Capacidad: 3 aeronaves.

$$\left(20 \left[\frac{USD}{HH}\right] + 15 \left[\frac{USD}{HH}\right] \times 3\right) \times 1910[HH] = 124150[USD]$$

A.3) 1 Supervisor y 4 técnicos aeronáuticos. Capacidad: 4 aeronaves.

$$\left(20 \left[\frac{USD}{HH}\right] + 15 \left[\frac{USD}{HH}\right] \times 4\right) \times 1910[HH] = 152800[USD]$$

Caso B) Costo de personal a plazos de chequeo extendidos:

B.1) 1 Supervisor y 2 técnicos aeronáuticos. Capacidad: 2 aeronaves.

$$\left(20 \left[\frac{USD}{HH}\right] + 15 \left[\frac{USD}{HH}\right] \times 2\right) \times 1040[HH] = 52000[USD]$$

B.2) 1 Supervisor y 3 técnicos aeronáuticos. Capacidad: 3 aeronaves.

$$\left(20 \left[\frac{USD}{HH} \right] + 15 \left[\frac{USD}{HH} \right] \times 3 \right) \times 1040[HH] = 67600[USD]$$

B.3) 1 Supervisor y 4 técnicos aeronáuticos. Capacidad: 4 aeronaves.

$$\left(20 \left[\frac{USD}{HH} \right] + 15 \left[\frac{USD}{HH} \right] \times 4 \right) \times 1040[HH] = 83200[USD]$$

3.2.2.2. Materiales/Insumos

Según la revista ya mencionada “AIRCRAFT OWNER’S & OPERATOR’S GUIDE: A320 FAMILY”, para cada inspección diaria se necesitará un presupuesto de hasta 500 USD, y hasta 700 USD para cada inspección semanal. Este monto deberá ser cubierto por el cliente, por lo que no representa un costo para la empresa, y contempla aquellos suministros de puedan ser necesarios en las actividades, como oxígeno para regular presiones de cabina, aceite lubricador para las turbinas o trenes de aterrizaje, etc.

Costo de materiales e insumos anuales máximos para inspecciones por aeronave:

Caso A) Empleando 1910 HH por aeronave anualmente.

$$500 [USD] \times 250 + 700 [USD] \times 60 = 167.000 [USD]$$

Caso B) Empleando 1040 HH por aeronave anualmente.

$$500[USD] \times 120 + 700[USD] \times 40 = 88.000 [USD]$$

3.2.2.3. Herramientas

Será necesario invertir en los implementos necesarios para realizar los trabajos en las aeronaves A320, los cuales, como mínimo, comprenden dos cajas aeronáuticas de herramientas cuyo valor se aproxima a 1000 USD por cada una, y cuatro herramientas especiales que se utilizarán principalmente para seguridad, cuyos valores aproximados son [11]:

- Purge Water Drain. Herramienta para el drenaje del agua (400 USD)
- Sleeve ground lock. MLG. Seguro del tren principal (600 USD)
- Safety pin-NLG door. Seguro para compuerta del tren de nariz (200 USD)

- Steering pin. Seguro para ‘bypasear’ la dirección (150 USD)

La suma total de estos implementos queda en 3.350 USD. Sin embargo será prudente considerar una caja de herramientas para cada técnico contratado y hasta un pack completo de herramientas especiales por cada aeronave a la que se le apliquen las inspecciones de rutina, ya que cabe la posibilidad de que a más de una de estas se le deba aplicar un chequeo simultáneamente.

3.2.3. Ingresos asociados a la entrega del servicio

De acuerdo a información de primera mano, las empresas que prestan los servicios de mantención en cuestión imponen precios que varían entre 60 USD y 113 USD por HH invertida [10], por consiguiente, a partir de este dato se evaluarán los posibles montos monetarios que ENAER tendría como ingresos en base a la máxima y mínima cantidad de HH aplicadas sobre una y hasta cuatro aeronaves, como ya se han establecido previamente los casos A y B:

- Caso A) Donde cada aeronave equivale a 1910 HH

Cantidad de aeronaves	Ingresos potenciales	
	Mín. 60 [USD/HH]	Máy. 113 [USD/HH]
1	114.600 [USD]	215.830 [USD]
2	229.200 [USD]	431.660 [USD]
3	343.800 [USD]	647.490[USD]
4	458.400 [USD]	863.230[USD]

Tabla 3-2. Potenciales ingresos, mínimos y máximos, de acuerdo a la cantidad de aeronaves a las que se les prestará servicio basado en plazos de chequeo estrictos.
Fuente: Elaboración Propia, de acuerdo a datos proporcionados por personal de ENAER.

- Caso B) Donde cada aeronave equivale a 1040 HH

Cantidad de aeronaves	Ingresos potenciales	
	Mín. 60 [USD/HH]	Máx. 113 [USD/HH]
1	62.400 [USD]	117.520 [USD]
2	124.800 [USD]	235.040 [USD]
3	187.200 [USD]	352.560 [USD]
4	249.600 [USD]	470.080 [USD]

Tabla 3-3. Potenciales ingresos, mínimos y máximos, de acuerdo a la cantidad de aeronaves a las que se les prestará servicio basado en plazos de chequeo extendidos.
Fuente: Elaboración Propia, de acuerdo a datos proporcionados por personal de ENAER.

3.2.4. Flujo de caja

Con la finalidad de estimar la rentabilidad del servicio a entregar, se construyen, a continuación, dos flujos de caja con periodos anuales a partir de los cuales se podrá argumentar si la implementación del sistema de gestión es conveniente o no para la empresa. Dichos flujos se construirá con la información inferida en los puntos 3.2.1., 3.2.2. y 3.2.3., considerando además de los siguientes datos y supuestos:

Datos:

- Valor USD: 664,19 CLP, al día 12 de Abril del 2019.
- Impuesto: 27 % (Tasa de acuerdo al Servicio de Impuestos Internos para el año tributario 2019 y siguientes)
- Tasa de descuento ENAER: 10%
- Gasto de administración y ventas: 9,1% [14]

Supuestos:

- Las herramientas de renovarán cada tres años
- El personal se contratará con un mes de anticipo para capacitación, tanto para el comienzo o puesta en marcha como para los momentos en que la capacidad de aeronaves aumente.
- Se comienza con una capacidad para atender a 2 aeronaves, dicha capacidad aumentará en 1 cada dos años.
- Cada técnico tiene la capacidad para atender 1 aeronave anualmente.
- Se comienza con 1 supervisor y 2 técnicos.

CAPACIDAD DE AERONAVES		2	2	3	3	4	4
PERIODO	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS							
Mín. 60 [USD/HH]		\$ 52.232.348	\$ 152.232.348	\$ 228.348.522	\$ 228.348.522	\$ 304.464.696	\$ 304.464.696
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ 152.232.348	\$ 152.232.348	\$ 228.348.522	\$ 228.348.522	\$ 304.464.696	\$ 304.464.696
EGRESOS							
Mano de Obra		\$ 63.098.050	\$ 63.098.050	\$ 82.459.189	\$ 82.459.189	\$ 101.488.232	\$ 101.488.232
Gastos de Adm. y Ventas		\$ 13.853.144	\$ 13.853.144	\$ 20.779.716	\$ 20.779.716	\$ 27.706.287	\$ 27.706.287
Capacitación	\$ 5.258.171		\$ 1.752.724		\$ 1.752.724		
TOTAL EGRESOS	\$ 5.258.171	\$ 76.951.194	\$ 78.703.917	\$ 103.238.904	\$ 104.991.628	\$ 129.194.519	\$ 129.194.519
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ -5.258.171	\$ 75.281.154	\$ 73.528.431	\$ 125.109.618	\$ 123.356.894	\$ 175.270.177	\$ 175.270.177
TAX (27%)	\$ -	\$ 20.325.912	\$ 19.852.676	\$ 33.779.597	\$ 33.306.361	\$ 47.322.948	\$ 47.322.948
UTILIDAD NETA	\$ -5.258.171	\$ 54.955.243	\$ 53.675.754	\$ 91.330.021	\$ 90.050.533	\$ 127.947.229	\$ 127.947.229
SUBTOTAL	\$ -5.258.171	\$ 54.955.243	\$ 53.675.754	\$ 91.330.021	\$ 90.050.533	\$ 127.947.229	\$ 127.947.229
INVERSIÓN INICIAL							
Cajas aeronáuticas	\$ -1.328.380		\$ -664.190	\$ -1.328.380	\$ -664.190	\$ -664.190	\$ -1.328.380
Purge Water Drain. Herramienta para el drenaje del agua	\$ -265.676		\$ -265.676	\$ -265.676		\$ -265.676	\$ -265.676
Sleeve ground lock. MLG. Seguro del tren principal	\$ -398.514		\$ -398.514	\$ -398.514		\$ -398.514	\$ -398.514
Safety pin-NLG door. Seguro para compuerta del tren de nariz	\$ -132.838		\$ -132.838	\$ -132.838		\$ -132.838	\$ -132.838
Steering pin. Seguro para bypasear la dirección	\$ -99.629		\$ -99.629	\$ -99.629		\$ -99.629	\$ -99.629
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	\$ -2.225.037	\$ -	\$ -1.560.847	\$ -2.225.037	\$ -664.190	\$ -1.560.847	\$ -2.225.037
VALOR RESIDUAL DE HERRAMIENTAS							\$ 221.397
FLUJOS NETOS DE CAJA	\$ -7.483.207	\$ 54.955.243	\$ 52.114.908	\$ 89.104.985	\$ 89.386.343	\$ 126.386.382	\$ 125.943.589
VAN	\$363.112.117						

Tabla 3-4. Flujo de caja para el caso A (1910 HH). Fuente: Elaboración Propia, construida con información inferida en el capítulo 3.

CAPACIDAD DE AERONAVES		2	2	3	3	4	4
PERIODO	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS							
Mín. 60 [USD/HH]		\$ 82.890.912	\$ 82.890.912	\$ 124.336.368	\$ 124.336.368	\$ 165.781.824	\$ 165.781.824
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ 82.890.912	\$ 82.890.912	\$ 124.336.368	\$ 124.336.368	\$ 165.781.824	\$ 165.781.824
EGRESOS							
Mano de Obra		\$ 34.537.880	\$ 34.537.880	\$ 44.899.244	\$ 44.899.244	\$ 55.260.608	\$ 55.260.608
Gastos de Adm. y Ventas		\$ 7.543.073	\$ 7.543.073	\$ 11.314.609	\$ 11.314.609	\$ 15.086.146	\$ 15.086.146
Capacitación	\$ 2.878.157		\$ 959.386		\$ 959.386		
TOTAL EGRESOS	\$ 2.878.157	\$ 42.080.953	\$ 43.040.339	\$ 56.213.853	\$ 57.173.239	\$ 70.346.754	\$ 70.346.754
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ -2.878.157	\$ 40.809.959	\$ 39.850.573	\$ 68.122.515	\$ 67.163.129	\$ 95.435.070	\$ 95.435.070
TAX (27%)	\$ -	\$ 11.018.689	\$ 10.759.655	\$ 18.393.079	\$ 18.134.045	\$ 25.767.469	\$ 25.767.469
UTILIDAD NETA	\$ -2.878.157	\$ 29.791.270	\$ 29.090.919	\$ 49.729.436	\$ 49.029.084	\$ 69.667.601	\$ 69.667.601
SUBTOTAL	\$ -2.878.157	\$ 29.791.270	\$ 29.090.919	\$ 49.729.436	\$ 49.029.084	\$ 69.667.601	\$ 69.667.601
INVERSIÓN INICIAL							
Cajas aeronáuticas	\$ -1.328.380		\$ -664.190	\$ -1.328.380	\$ -664.190	\$ -664.190	\$ -1.328.380
Purge Water Drain. Herramienta para el drenaje del agua	\$ -265.676		\$ -265.676	\$ -265.676		\$ -265.676	\$ -265.676
Sleeve ground lock. MLG. Seguro del tren principal	\$ -398.514		\$ -398.514	\$ -398.514		\$ -398.514	\$ -398.514
Safety pin-NLG door. Seguro para compuerta del tren de nariz	\$ -132.838		\$ -132.838	\$ -132.838		\$ -132.838	\$ -132.838
Steering pin. Seguro para bypassar la dirección	\$ -99.629		\$ -99.629	\$ -99.629		\$ -99.629	\$ -99.629
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	\$ -2.225.037	\$ -	\$ -1.560.847	\$ -2.225.037	\$ -664.190	\$ -1.560.847	\$ -2.225.037
VALOR RESIDUAL DE HERRAMIENTAS							\$ 221.397
FLUJOS NETOS DE CAJA	\$ -5.103.193	\$ 29.791.270	\$ 27.530.072	\$ 47.504.399	\$ 48.364.894	\$ 68.106.755	\$ 67.663.961

VAN	\$ 193.940.015
------------	-----------------------

Tabla 3-5. Flujo de caja para el caso B (1040 HH). Fuente: Elaboración Propia, construida con información inferida en el capítulo 3.

CONCLUSIÓN

A partir del conocimiento y comprensión adquiridos sobre la normativa aeronáutica nacional enfocada a centros de mantenimiento aeronáutico se hizo posible entender la necesidad e importancia de implementar un SMS en ENAER, siendo primero el hecho de acatar preceptos legales impuestos por el estado, y segundo, garantizar un estado de seguridad respecto a las personas y propiedades a un nivel aceptable.

Con lo anterior, y ya conocidos los procesos de inspección periódica para las aeronaves Airbus A320 se hace posible comparar los componentes requeridos de un SMS con los que posee la empresa, y posteriormente crear una propuesta para instaurar el sistema de gestión de la seguridad operacional basándose en sus elementos faltantes con el fin de obtener la certificación de la norma DAN 154. El hecho de obtener dicha certificación implica, para la empresa, la posibilidad de penetrar en un mercado de servicios aeronáuticos que conllevaría al crecimiento de esta misma en varios aspectos.

Con los procedimientos propuestos en este trabajo, en relación a la gestión de riesgos y al aseguramiento de la seguridad operacional, en complemento con las políticas y objetivos del SMS y las formas de comunicación y promoción de la seguridad operacional que adoptará ENAER, se puede, como mínimo, establecer una base para el funcionamiento temprano del sistema de gestión de la seguridad operacional que debiese ser aceptable por la DGAC debido a que dichos procedimientos se basan en los requisitos mínimos del sistema descritos en la norma DAN 154, y además, su programación de implementación consta de una secuencia que establece un enlace entre un componente y otro. A partir de la obtención de la certificación de la norma el SMS se deberá seguir sustentando y mejorando a través de los procesos de mejora continua.

Por último, se concluye que la implementación de este sistema conllevará un beneficio económico para ENAER. Si bien se consideró una capacidad de aviones baja para la construcción del flujo de caja, se deduce a partir de este que por cada aeronave adicional aumentará el ingreso monetario de forma prácticamente proporcional, aun teniendo en cuenta los egresos por mano de obra y la inversión en herramientas. Sin embargo, una vez que el sistema de gestión entre en ejecución, es importante evaluar el costo que representarán las medidas de mitigación que se vayan incorporando para que no excedan los beneficios que se percibirán a raíz de ellas.

BIBLIOGRAFÍA

1. PROGRAMA ESTATAL DE SEGURIDAD (SPP) PARA LA AVIACIÓN CIVIL. Segunda edición, año 2016. DGAC.
2. Manual de gestión de la seguridad operacional (SMM). Doc 9859. Tercera edición, año 2013. OACI.
3. Norma DAN 154, 'SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL, SMS, CENTROS DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO'. 2010 (Última enmienda: año 2013). DGAC.
4. TASK CARD (Daily Check for AIRBUS). Enero 2016. Air Astana.
5. A320-200 WEEKLY CHECK. Junio 2015. SHAHEEN AIR.
6. AIRCRAFT OWNER'S & OPERATOR'S GUIDE: A320 FAMILY. Horsham, Inglaterra, (44), 2006. AIRCRAFT COMMERCE.
7. Olave Díaz, Germán. Preguntas respecto a SMS [Mensaje privado]. En: <Juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>. Lunes 18 de Marzo, 2019. <german.olave@dgac.gob.cl> [consulta: Sábado 16 de Marzo, 2019].
8. Lagos Castillo, Felipe. Consultas sobre A320 [Mensaje privado]. En: <Juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>. Lunes 8 de Abril, 2019. <felipe.lagos-castillo@airbus.com> [consulta: Lunes 25 de Marzo, 2019].
9. Téllez, Jaime. SMS [Mensaje privado]. En: <Juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>. Miércoles 20 de Marzo, 2019. <jaime.tellez@enaer.cl> [consulta: Domingo 7 de Marzo, 2019].
10. Bonnassiolle, Gonzalo. Precios Daily y Weekly check [Mensaje Privado]. En: <Juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>. Lunes 1 de Abril, 2019. <gonzalo.bonnassiolle@skyairline.com> [consulta: Viernes 29 de Marzo, 2019].

11. Téllez, Jaime. Herramientas especiales [Mensaje privado]. En: <Juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>. Miércoles 3 de Abril, 2019. <jaime.tellez@enaer.cl> [consulta: Martes 2 de Abril, 2019].
12. Curso de Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) de la OACI, Información y contenido. Año 2007. OACI.
13. Asociación Internacional de Transporte Aéreo. IATA [En Línea]. <<https://www.iata.org/training/courses/Pages/seguridad-SMS-aviacion-civil-tals03-es.aspx>> .
14. Informe de auditor independiente, ‘Empresa Nacional de Aeronáutica de Chile’. Noviembre 2018. HUMPHREYS, clasificadora de riesgos. Analista: Carlos García B. [En Línea]. < <http://www.humphreys.cl/resources/uploads/2018-12/informe-enaer-noviembre-2018-anual.pdf>>.

ANEXO A: CORREOS ELECTRÓNICOS COMO FUENTE DE INFORMACIÓN

A continuación se anexan capturas de pantalla de los correos recibidos con información empleada como bibliografía para este trabajo de título, en orden de aparición a lo largo de este, tal como se enumeran en la página anterior (BIBLIOGRAFÍA).

from: **German Arturo Olave Diaz** <german.olave@dgac.gob.cl>
 to: Juan Manuel Ojeda Salinas <juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>
 cc: "Alonso Lefno S." <alefno@dgac.gob.cl>
 date: Mar 18, 2019, 1:50 PM
 subject: Re: Preguntas respecto a SMS
 mailed-by: dgac.gob.cl
 signed-by: dgac-gob-cl.20150623.gappssmtp.com
 security:  Standard encryption (TLS) [Learn more](#)

[7] – Correo en página 62.

from: **LAGOS CASTILLO, Felipe F** <felipe.lagos-castillo@airbus.com>
 to: Juan Manuel Ojeda Salinas <juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>
 date: Apr 8, 2019, 9:51 AM
 subject: RE: Consultas sobre A320
 mailed-by: airbus.com
 security:  Standard encryption (TLS) [Learn more](#)

[8] – Correo en página 64.

from: **Jaime Tellez** <jaime.tellez@enaer.cl>
 to: Juan manuel Ojeda <juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>
 date: Mar 20, 2019, 9:19 PM
 subject: RE: SMS
 mailed-by: enaer.cl

[9] – Correo en página 65.

from: **Gonzalo Bonnassiolle** <gonzalo.bonnassiolle@skyairline.com>
to: "Juan.ojeda.12@sansano.usm.cl" <juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>
date: Apr 1, 2019, 9:40 AM
subject: RE: Precios Daily y Weekly check
mailed-by: skyairline.com
signed-by: SkyAirlinedocs.onmicrosoft.com
security:  Standard encryption (TLS) [Learn more](#)

[10] – Correo en página 66.

from: **Jaime Tellez** <jaime.tellez@enaer.cl>
to: Juan Manuel Ojeda Salinas <juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>
cc: Jaime Tellez <jaime.tellez@enaer.cl>
date: Apr 3, 2019, 10:04 AM
subject: RE: Herramientas especiales
mailed-by: enaer.cl

[11] – Correo en página 68.

**German Arturo Olave Diaz**

to Alonso, me ▾

Mon, Mar 18, 1:50 PM



Distinguido Juan Manuel:

Se agradece a Ud., por vuestra iniciativa e inquietud en estos temas, que son trascendentes y le reitero nuevamente que es un agrado el poder apoyar tan interesante iniciativa.

El Trabajo de Título y la experiencia vivida hasta aquí, sin duda que le permitirán a las organizaciones replantearse y con ello crecer y adecuarse. (siempre es buena una mirada desde el exterior, crítica e innovadora)

En relación a sus consultas, en síntesis se puede aclarar que:

Esta Dirección General, a la fecha genera su propio presupuesto el cual es autorizado por la Dirección de Presupuesto en Glosa que se enmarca en el Ministerio de Defensa.

Efectivamente, dentro de la planificación Institucional y considerando los requerimientos internos del área de capacitación en el ámbito de recursos humanos (RRHH), se elabora un PAC (Programa Anual de Capacitación) y se planifican cursos de SMS, con el objetivo de satisfacer requerimientos propios.

Ante este escenario y considerando eventuales disponibilidades es que se puede aprovechar la instancia y se invita a organismos del ámbito aeronáutico, centros de mantenimiento, Operadores Aeronáuticos u otros agentes fiscalizadores del estado, para que participen de estas clases y/o capacitaciones, sin costo alguno. Es una excelente iniciativa para que Enaer continúe participando como lo ha efectuado en algún pasado. Contestando la pregunta, Si sería factible y por ende sin costo, el que Enaer pueda tener capacitación de SMS, sería solamente cosa de coordinación y ajuste de fechas.

Se Reitera, que estas capacitaciones asi como las auditorias que realiza la DGAC, son sin costo para el usuario, ya que estan enmarcados en las funciones institucionales de Fiscalización, que le es propia e inherente.

Al tratarse de Enaer, los costos de Auditoría son menores, puesto que los sueldos, esfuerzos administrativos y la logística administrativa empleada, son costeadas por el propio presupuesto institucional.

A mayor abundamiento, se detalla que toda fiscalización a Centros de Mantenimiento Aeronáuticos, son parte de la tarea permanente que se realiza, en pro de lograr y mantener los mas altos estándares de seguridad de operación.

Toda actividad que tienda a la Investigación y prevención de los accidentes y mantener siempre el rumbo hacia la excelencia y mejora de los procesos será de sumo interés , por lo que, se agradecen vuestras preguntas y quedamos atentos a eventualidades posteriores.

Juan Manuel, se espera que pueda procesar esta info y le agradezco nuevamente el esfuerzo y preocupación.

El tema e iniciativa es muy interesante y profundo, pero lo mejor de todo es que se aprecia que es alcanzable y muy posible de implementar.

Se felicita la iniciativa !!!

Quedo atento a recibirle nuevamente, las puerta siempre estan abiertas.

Atte a Us (d).,

Germán Olave Díaz
Coronel de Aviación (A)
Director de Planificación

Departamento Planificación
Dirección General de Aeronáutica Civil - Chile
Fono 56 2 24392515 movil +56 9 8899 1680
Miguel Claro 1314 Providencia, Santiago

USOAP
... es tarea prioritaria en la DGAC !!!!

**LAGOS CASTILLO, Felipe F**

to me ▾

Apr 8, 2019, 9:51 AM (4 days ago)



Estimado Juan Manuel,

Disculpa el tiempo que me he tomado en responderte. Puedo compartir la siguiente información respecto a tus preguntas:

Pregunta 1: ¿Cuánto dinero invierte en promedio una aerolínea por los servicios de inspección para aeronaves Airbus A320? (*Weekly check* y *Daily check*).

Airbus en su condición de empresa fabricante de aviones (y en consecuencia no operadora de los mismos) no posee información de detalle respecto a los costos para este nivel de inspecciones y trabajos de mantenimiento.

Sin embargo, si podemos mencionar que los costos de mantenimiento ligero (light maintenance) conocidos como Daily and Weekly checks para una línea aérea u operador varían significativamente dependiendo de sus políticas de mantenimiento.

Un ejemplo típico es el nivel de gasto respecto a los ítemes de cabina como los cojines de los asientos. La política de la empresa decidirá en que momento deberán ser reemplazados por uso o daño, lo que tendrá un efecto en el costo de la inspección.

Otro ejemplo es un daño no programado como sería el FOD (Foreign Object Damage) de un motor. Es una reparación cara que afecta el valor de esa inspección. Todo lo anterior no permite que tengamos un valor promedio de gasto respecto a estas inspecciones (*Daily* y *weekly*).

Pregunta 2: O en su defecto ¿Cuánto cobra una empresa de mantenimiento aeronáutico por estos servicios?

Airbus no es una empresa que ofrezca estos servicios. La respuesta a la "Pregunta 1" sugiere que los cobros que efectúan las empresas de mantenimiento aeronáutico se basan en los costos de la mano de obra (Man-hours). Los gastos por reemplazar o reparar partes, piezas debiesen ser considerados aparte.

Airbus no posee valores promedio respecto a este ítem ya que los acuerdos comerciales entre un operador o línea aérea y las empresas de mantenimiento son privados. Si sabemos que el costo de la mano de obra se ajusta por región geográfica.

Sugerencia: Por lo anteriormente expuesto y con el objetivo de garantizar la rentabilidad de este tipo de servicios, es importante que el prestatario conozca en detalle sus costos de operación (de mano de obra) y acordar con cada cliente la cantidad de man-hours que serán invertidas en cada inspección. El precio dependerá del margen de rentabilidad que se desea obtener teniendo en cuenta de la competencia del momento.

Atentamente,

Felipe LAGOS CASTILLO**Airbus / Customer Services**

T +33 (0)5 67 19 35 80

M +33 (0) 6 85 32 18 50

**Jaime Tellez**

to me ▾

Mar 20, 2019, 9:19 PM



Estimado Juan Manuel,

En tu Trabajo de Título no es necesario dar detalles de las inspecciones. En efecto, lo mejor es tomar los datos que están disponibles en internet para una inspección Daily y Weekly. Yo busqué la información y para ambas inspecciones se requiere un conjunto de 4 a 5 herramientas especiales que proporciona Airbus u otros proveedores, el valor total de las citadas herramientas corresponde aproximadamente a USD 1.200. Además, se requieren dos cajas aeronáuticas de herramientas comunes cuyo valor es de aproximadamente USD 1000 cada una.

Respecto a los especialistas estos pueden variar mucho, pero lo mínimo es 1 Supervisor y al menos 2 Mecánicos, el valor internacional de la hora hombre de un Supervisor corresponde a USD 95 y el de los mecánicos USD 65. Para una inspección Daily y Weekly se requiere aproximadamente 12 horas para llevarla acabo, por ende, de allí se puede obtener el costo aproximado del hombre hora. Respecto a los insumos el valor de estos varía, pero no supera los USD 500, por inspección de acuerdo a los estándares internacionales.

Es la información que te puedo proporcionar,

Si necesitas algo más, envíame un email o llamarme

Saludos,

Jaime Téllez

**Gonzalo Bonnassiolle**

to me ▾

Apr 1, 2019, 9:40 AM (11 days ago)



Hola Juan

Mas abajo mis respuestas a tus preguntas.

Slds.-

**Gonzalo A. Bonnassiolle C.**

Sub Gerente de Mantenimiento – Dirección de Operaciones

Fono: 22905103

SKY Airline Maint. Base, Diego Barros Ortiz # 2051, Pudahuel, SCL Int. Airport

gonzalo.bonnassiolle@skyairline.com - www.skyairline.com**De:** juan.ojeda.12@sansano.usm.cl <juan.ojeda.12@sansano.usm.cl>**Enviado el:** viernes, 29 de marzo de 2019 13:41**Para:** Gonzalo Bonnassiolle <gonzalo.bonnassiolle@skyairline.com>**Asunto:** Precios Daily y Weekly check

Estimado Señor Gonzalo Bonnassiolle, le escribe Juan Manuel Ojeda Salinas quien le contactó ayer y esta mañana vía teléfono.

Como le comenté me encuentro realizando mi trabajo de título para optar al título de ingeniero de ejecución en Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial, que trata de una propuesta de implementación de un sistema de gestión de la seguridad operacional para la certificación de la norma DAN 154 en CMA 121, ENAER. El cual propone la implementación de un SMS para actividades de mantenimiento en aeronaves Airbus A320 con el fin de que la empresa ENAER logre obtener certificación de la norma DAN 154 y así pueda ampliar sus servicios insertándose en un mercado nuevo para la empresa.

Para concluir si la propuesta resultará rentable o no, necesito saber, aproximadamente, ¿Cuánto dinero invierte en promedio una aerolínea por los servicios de inspección para aeronaves Airbus A320? (*Weekly check* y *Daily check*). O en su defecto ¿Cuánto cobra una empresa de mantenimiento aeronáutico por estos servicios?

R: Tú puedes sacar los cálculos dependiendo la flota que estés evaluando (cantidad de aviones)

- Las revisiones Daily hoy se hacen cada 72 horas
 - Las revisiones weekly hoy se hacen cada 9 días
 - Una "C" Check la haces cada 2 años
-
- El mantenimiento lo puedes hacer con personal propio o Pagar servicios a una empresa de mantenimiento externa i

Los precios que cobran las empresas que prestan servicio van entre valores que fluctúan los USD60 y USD113.

...

**Jaime Tellez**

to me, Jaime ▾

Apr 3, 2019, 10:04 AM (9 days ago)



Estimado Juan Manuel,

Para tu Trabajo de Tesis, adjunto los ítems que se ocupan en una inspección Daily y Weekly, los puedes encontrar en internet y son los siguientes:

1. Purge Water Drain (USD \$ 400 aprox.) Drenaje del agua.
2. Seguro del tren Principal (USD \$ 600 aprox.)
3. Seguro del Tren de Nariz (USD \$ 200 aprox.)
4. Seguro para bypassar el steering (USD \$ 150 aprox.)

Saludos,

Jaime Téllez Román

