

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

1. DATOS GENERALES

Nombre o Título del proyecto (Español):
ANÁLISIS DEL ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA DE COMPONENTES DE AERONAVES DE COMBATE, REPARADOS CON MATERIALES COMPUESTOS.

Nombre o Título del proyecto (Inglés):
ANALYSIS OF COMPONENT'S LIMIT STATE OF RESISTANCE IN COMBAT AIRCRAFT, REPAIRED WITH COMPOSITE MATERIALS.

Nombre del Departamento/ Centro Responsable: CICTE	Carrera: <i>(Si la carrera no se encuentra en el listado por favor agregue)</i> Ingeniería Mecánica	Programa de Postgrado: Manufactura y Diseño asistidos por ordenador
--	--	---

No. Convocatoria 2016-002-ESPE-x-1	Nombre del Programa <i>Aplicaciones tecnológicas para el desarrollo de la defensa</i>	Grupo de Investigación Asociado: DIRECCIÓN LOGÍSTICA FAE CIDFAE - DDA
--	---	--

Línea de Investigación: Seguridad y Defensa (ESPE)	Sublínea de Investigación: 33.12.08 Propiedades de los Materiales
--	---

Tipo de Investigación:
Investigación Aplicada

COBERTURA Y LOCALIZACIÓN

Local	Regional	Regional amplio	Nacional X	
Zona de Planificación	Región	Provincia	Cantón	Parroquia

Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir:

El desarrollo del método dará apoyo a las operaciones militares en el campo de la seguridad y la defensa alineada a los siguientes objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir:

- Objetivo 3 del PNBV Mejorar la calidad de vida de la población.
- Objetivo 4 del PNBV Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.
- Objetivo 10 del PNBV Impulsar la transformación de la matriz productiva.
- Objetivo 11 del PNBV Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.

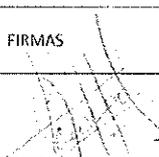
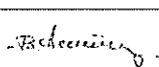
Por otro lado el desarrollo del proyecto en sí mismo elevará el nivel de conocimiento científico-técnico acerca de la composición y resistencia de las estructuras de aeronaves, ayudando así al incremento de las capacidades técnicas y combativas de la FAE, a la vez que aseguran el conocimiento y aplicación del estado del arte aportando al desarrollo intelectual y científico del país.

El impacto operativo de mayor trascendencia será la elevación de la independencia tecnológica en la operación de estas aeronaves lo que permitirá mantener su capacidad de operación aún en casos de insuficiencia de partes estructurales y/o servicio técnico de las mismas.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

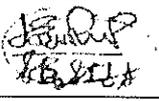
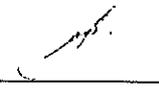
Área de Conocimiento:					
ESPE Materiales		Unesco Ingeniería, industria y construcción			
INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO					
Datos de las Instituciones Ejecutoras					
<i>del sector de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE</i>					
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE					
Representante Legal		GRAB. ROQUE APOLINAR MOREIRA CEDEÑO		Cédula de Identidad	1705290755
Teléfonos	3989400	Fax		Correo Electrónico	rektorado@espe.edu.ec
Dirección		Av. General Rumiñahui s/n Sangolquí - Ecuador			
Página Web Institucional		www.espe.edu.ec			
Órgano Ejecutor		Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AVIACIÓN (KIEV-UCRANIA)					
Representante Legal		VIACHESLAV VALENTINOVICH ASTANIN		Cédula de Identidad	ET281936
Teléfonos	+38050867 6060	Fax		Correo Electrónico	astanin@nau.edu.ua
Dirección		Av. Kosmonavta Komarova 1 – Kiev Ucrania			
Página Web Institucional		www.nau.edu.ua			
Órgano Ejecutor		Departamento de Mecánica			
DIRECCION GENERAL DE LOGÍSTICA					
Representante Legal		BGr. Hernán Gudiño León		Cédula de Identidad	
Teléfonos	3966635	Fax		Correo Electrónico	secdirlog@fae.mil.ec
Dirección		E2 La Exposición 54-71 y Vela			
Página Web Institucional		N/A			
Órgano Ejecutor		Departamento Gestión de la Calidad.			
DIRECCION DE DESARROLLO AEROESPACIAL					
Representante Legal		Crnl. EMT Av. Eduardo Castillo		Cédula de Identidad	0701654709
Teléfonos	2583008	Fax		Correo Electrónico	diraeroespacial@fae.mil.ec
Dirección		E2 La Exposición 54-71 y Vela			
Página Web Institucional		N/A			
Órgano Ejecutor		Departamento de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico.			
CIDFAE					
Representante Legal		Mayo. Lenin Aníbal Jara Olmedo		Cédula de Identidad	1802658482
Teléfonos	032856684	Fax		Correo Electrónico	Lenin_jara@yahoo.com

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Dirección		Aeropuerto de Chachoan – Ambato			
Página Web Institucional		N/A			
Órgano Ejecutor		Producción.			
CICTE					
Representante Legal		Tcnr. Robert Vargas		Cédula de Identidad	1001410263
Teléfonos	0997765468	Fax		Correo Electrónico	rbvargas@espe.edu.ec
Dirección		Av. General Rumiñahui s/n Sangolquí - Ecuador			
Página Web Institucional		cicte.espe.edu.ec			
Órgano Ejecutor		Producción.			
Monto Presupuesto de Riesgos		Presupuesto aporte ESPE	Presupuesto entidad auspiciantes/beneficiaria	Presupuesto Total	
		138,500.00 USD		138,500.00 USD	
PLAZO DE EJECUCIÓN					
Fecha de presentación (15/03/17)		Fecha de inicio (30/07/17)		Fecha de finalización (30/07/20)	
Duración en meses: 36 TREINTA Y SEIS		Estado: Nuevo: <input checked="" type="checkbox"/> En Ejecución <input type="checkbox"/> Continuación: <input type="checkbox"/>			
PERSONAL RESPONSABLE DEL PROYECTO					
Ingresa a Módulo de Currículum Vitae					
FUNCIÓN	CÉDULA DE IDENTIDAD	NOMBRE COMPLETO	DEPARTAMENTO/INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE	TÉLEFONO FHO, CELULAR Y CORREO ELECTRÓNICO	FIRMAS
Director del Proyecto	1707815195	LUIS FERNANDO NARANJO HERRERA	Director del Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	02731498 70998509098 lnaranjo4@espe.edu.ec	
Director Subrogante	1715008700	FAUSTO PATRICIO FRANCO BERNAL	Dirección general de Logística	0987864005 fp_franco@hotmail.com	
Investigador 1	XDA668210	LEONARDO GOYOS	Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	02 3524217 0992974713 llgoyos@espe.edu.ec	
Investigador 2	ET281936	VIACHESLAV VALENTINOVICH ASTANIN	Dpto. Mecánica / Universidad Nacional de Aviación (Kiev, Ucrania)	+380508676060 astanin@nau.edu.ua	
Investigador 3	1709036642	KLEBER GERMÁNICO ANDRADE VELASCO	Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	3989400 ext. 1809 0995372480 kgandrade@espe.edu.ec	
Investigador 4	AAG576982	CARLOS ARROYO RODRÍGUEZ	Investigador Prometeo, Centro de Nanociencia y Nanotecnología / Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	0998942833 ccarroyo@espe.edu.ec	
Investigador 5	1712037140	PEDRO DANIEL YÁNEZ MERCHÁN	Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	0987293706 danielyancmerchan@hotmail.com	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Investigador 6	1716259187	LINKER GONZALO CRIOLLO CALDERÓN	Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	022680330 0999048619 linkercc@hotmail.c om	
Investigador 7	1723180707	LENIN RÓMULO ABATTA JÁCOME	Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	3989400 ext. 1813 0997031024 lrabatta@espe.edu .ec	
Investigador 8	1003378062	CARLOS ALFREDO MENA ARCINIEGA	Departamento de Energía y Mecánica / Universidad de las fuerzas Armadas ESPE	0995294571 carl_am@hotmail.c om	
Investigador 9		OFICIAL FAE POR ASIGNAR			
Investigador 10		OFICIAL FAE POR ASIGNAR			
Otros (detallar)	Aerotécnicos	Asignados rotativamente durante el proyecto	FAE		
CONSIDERACIONES DE GÉNERO Y CONOCIMIENTO ANCESTRAL					
No aplica. No obstante el desarrollo de los métodos de reparación adecuados permitirá la incorporación de personal femenino a la actividad de reparación de aeronaves tanto en el campo militar como en la vida civil.					
CONSECUENCIAS NO INTENCIONALES					
<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asignación tardía del presupuesto para el proyecto y afectación en compras. - Afectaciones de tiempo por dedicación al estudio de ayudantes de investigación. - Disponibilidad y accesibilidad de laboratorios. - Carga de trabajo no afín al proyecto al personal involucrado, que distrae y ocupa tiempo. <p>Mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar campañas masivas informando las necesidades de ayudantes de investigación. - Ejecución del presupuesto en los 3 primeros meses del año. - Coordinaciones con la Universidad para programar el cronograma de uso de laboratorios. - Coordinar con las instituciones militares para la no carga de trabajo no afín al proyecto. 					

2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

2.1 Descripción de la situación actual del tema a investigar:

La reparación de daños menores de las aeronaves se ejecuta, en la medida de lo posible, como operaciones de mantenimiento. Para ello las compañías suministradoras de las aeronaves permiten su realización por parte del equipo técnico del usuario.

En los manuales de reparación de aeronaves se definen como daños menores aquellos que son reparables en el campo, sin necesidad de cambio o reconstrucción de partes. Un caso frecuente de este tipo de daños es el producido por pequeñas partículas que impactan contra la aeronave durante las operaciones de despegue y aterrizaje. Ante la incorporación a la FAE de aeronaves con estructura de materiales compuestos, estas afectaciones ganan en importancia por no existir adecuado conocimiento de estos materiales y su comportamiento lo que limita la aplicación de diferentes metodologías de reparación existentes, tanto para aviones comerciales como militares, por parte de los talleres de mantenimiento.

En el presente proyecto se establecerá una metodología racional para la reparación de daños menores en aeronaves mediante la utilización de materiales compuestos. En los manuales de reparación de aeronaves se definen como daños menores aquellos que son reparables en los talleres de mantenimiento, sin necesidad de cambio o reconstrucción de partes.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Un caso frecuente de este tipo de daños es el producido por proyectiles FOD (daño por objetos extraños) que impactan contra la aeronave durante las operaciones de despegue y aterrizaje. De igual manera en una situación de combate aire-aire, las aeronaves pueden recibir impactos de bala las cuales producen daños similares que un FOD. Ante la incorporación a la FAE de aeronaves con estructura de materiales compuestos como el Supertucano A29B, estas afectaciones ganan en importancia por no existir una extensa experiencia en su reparación por parte de los talleres de mantenimiento de la FAE, ni el análisis técnico-científico para diseñar una reparación estructural en función de un daño específico.

En la actualidad la FAE depende del soporte de ingeniería de cada Fabricante, el cual tiene vigencia durante el período de garantía de las aeronaves para reparar daños estructurales. El procedimiento consiste en mandar todos los datos técnicos del daño al fabricante para que este elabore un instructivo personalizado para el daño específico.

Este procedimiento requiere tiempo para la recopilación de datos del daño, para el envío de los mismos, el análisis por parte del fabricante, la elaboración del documento técnico, su envío de regreso, la interpretación del mismo, y su ejecución por personal con poca experiencia en materiales compuestos, lo cual hace que la reparación tome demasiado tiempo, afectando a las operaciones aéreas de la FAE. La demora de una reparación tiene un impacto crucial en situaciones de combate, ya que es de suma importancia tener las aeronaves disponibles para su empleo en combate.

Para determinar un método de cálculo y modelización de las propiedades mecánicas de partes típicas de estructuras de aeronaves se realizará un estudio del estado límite de resistencia de componentes fundamentales de aeronaves sin daños y reparados con materiales compuestos.

La metodología de reparación comprende la determinación de los materiales a utilizar, la dosificación y la forma de unión del elemento de reparación con la cubierta o "piel" de la aeronave, con el fin de lograr la mínima afectación de la capacidad de maniobra y seguridad de la nave.

El aporte fundamental del proyecto a las metodologías de reparación usadas al momento actual estará relacionado a la unión entre el elemento aportado y la piel de la aeronave. Al efecto se establecerán las formas típicas necesarias de elementos aportados ("parches"), su composición y la composición de los elementos de unión para las partes comúnmente afectadas. Esto permitirá establecer "kits" de reparación rápida de daños menores, los cuales pueden mantenerse en almacén y reducir el tiempo de baja técnica de la aeronave.

La determinación de la metodología de reparación permitirá que se realicen reparaciones menores de aeronaves militares, utilizando materiales compuestos, garantizando la máxima seguridad y capacidad combativa de las mismas, lo cual contribuye al mejoramiento de las capacidades logísticas de la Fuerza Aérea, al soporte de las operaciones aéreas, al conocimiento del tema y a la economía operacional de la Fuerza Aérea. Aunque orientado a las aeronaves fabricadas con materiales compuestos los resultados del estudio también pueden extenderse a aeronaves metálicas con estudios adicionales.

Como paso previo se recopilará y analizará la información referida a incidentes de este tipo, sufridos por aeronaves de la FAE, con el fin de establecer un patrón de daños frecuentes y características de las partes más afectadas. Se realizará una revisión del estado del arte en reparación de aeronaves a partir de la literatura existente y experiencias anteriores.

Una vez identificados los temas de estudio se procederá al análisis de los diferentes métodos de fabricación y reparación de aeronaves con materiales compuestos. Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos realizaremos un análisis comparativo del tipo de fibras, resinas y materiales "core" usados en aeronaves de entrenamiento y combate.

En segundo lugar, se realizará un análisis experimental para determinar los parámetros que más influyen en la resistencia de las estructuras reparadas con materiales compuestos, y determinar cuál sería la combinación adecuada de forma del orificio preparado, forma y composición del parche y composición del elemento de unión, a fin de obtener los mejores resultados.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos anteriormente, se realizará la modelización y se planteará una metodología para la reparación de estructuras de aeronaves con materiales compuestos que incluirá la entrega de los kits mínimos de reparación para daños típicos.

Durante la última fase del proyecto se reparará daños reales en aeronaves de la Fuerza Aérea utilizando la metodología desarrollada.

Durante la última fase del proyecto, y con los datos recopilados de los ensayos destructivos de probetas de ensayo y según el análisis estadístico de daños, se planteará un diseño de prototipo de un elemento estructural de una aeronave,

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

el cual tenga mayor frecuencia de daños.			
2.2 Identificación, descripción y diagnóstico del problema			
<p>En la Fuerza Aérea Ecuatoriana actualmente existen nuevas aeronaves de combate y entrenamiento con numerosos componentes fabricados en materiales compuestos, entre ellas cabe destacar 17 aviones Super Tucano A-29B y 11 Diamond DA20-C1. Los Super Tucano han sufrido en promedio dos averías por año dando un total de 34 averías anuales aproximadamente. De manera que el costo anual de las reparaciones en las aeronaves sería de \$40.800,00. En Ecuador, la reparación de aeronaves metálicas fue realizada anteriormente en el caso de estructuras para daños producidos por proyectiles. Esta reparación se realizó con materiales compuestos de fácil acceso a fin de facilitar reparaciones bajo condiciones de batalla.</p> <p>A nivel mundial constantemente se crean nuevas combinaciones de diferentes materiales compuestos, nuevos métodos de fabricación y reparación de los mismos. Esto obliga a que la industria aeronáutica requiera actualizar e innovar protocolos de reparación para daños de aeronaves comerciales y militares en función de las nuevas tecnologías. Estas investigaciones se realizan por parte de las empresas constructoras de las aeronaves, centros de investigación aplicada, universidades de aviación, estaciones reparadoras de aeronaves, fabricantes de componentes y otros, con el fin de innovar y mejorar los procedimientos de mantenimiento y reparación de componentes fabricados con materiales compuestos, y así reducir el tiempo de reparación, optimizar el uso de material, mejorar sus prestaciones mecánicas y abaratar costos, con lo cual se mejora el soporte logístico de las aeronaves para su operación.</p> <p>En el CIDFAE se experimentó realizando una reparación a una punta de ala de un Supertucano A29B, en base a la experiencia adquirida en laminación de materiales compuestos usados en la fabricación de UAVs y al material disponible en ese momento. Con esto se demostró que es posible realizar reparaciones estructurales de daños menores de materiales compuestos en el País.</p> <p>Pero para implementar como procedimiento estándar de reparación en la FAE, hace falta realizar el estudio de resistencia de materiales para determinar una óptima combinación de las fibras y resinas, determinar el método de reparación más adecuado en función del costo – beneficio, investigar parámetros técnicos-económicos que permitan decidir hasta cuando es conveniente realizar una reparación o si es mejor el cambio del componente por uno nuevo. Con esto se tendrá un método válido, que cuente con el respaldo técnico-científico de datos de laboratorio y ensayos, que brinde un grado de fiabilidad y confiabilidad óptimas y aceptables para su implementación.</p> <p>De igual manera con los datos de los materiales que se obtengan de mencionada investigación y los ensayos destructivos, se podrá plantear el diseño de un prototipo de elemento estructural de una aeronave, del cual tenga mayor frecuencia de daños, con lo cual se podrá incrementar la capacidad de la Fuerza Aérea en el ámbito logístico.</p> <p>Mencionado proyecto será de beneficio desde el inicio de su ejecución para la FAE, ya que por medio de este, el personal de FAE podrá adquirir la experiencia en la utilización y manejo de materiales compuestos, mediante la modalidad de OJT (entrenamiento en el trabajo).</p> <p>Ante la posibilidad de reparar daños menores en la estructura de aviones de combate y entrenamiento en el País, entonces se necesita contar con materiales nano-estructurados y metodologías validadas de manera que la reparación de componentes como alas o fuselaje sean confiables. La presente investigación permitirá una mejor identificación del problema y la modificación de resinas poliméricas con nano-estructuras establecerá una metodología respaldada con datos de laboratorio y validada en taller para realizar reparaciones de daños estructurales de aeronaves en los propios talleres de la FAE, elevando así las capacidades logísticas a fin de apoyar a las operaciones aéreas.</p>			
2.3 Tabla de Búsqueda: En Bases de Datos/Documents/Patentes/otros <i>(Solicita la comparación entre el tema a investigar y los resultados de las búsquedas)</i>			
Base de Datos	Denominación	No. De patente	Otros
GOOGLE/PATENTS	Fast line maintenance repair method and system for composite structures	US20070095457A1	
GOOGLE/PATENTS	Method of repairing cracked aircraft structures	US6758924B1	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

GOOGLE/PATENTS	Strato streak flush patch	US5023987A	
GOOGLE/PATENTS	Process for repairing airplane panels	US8800149B2	
GOOGLE/PATENTS	Process for repairing airplane panels	US20120110811A1	
GOOGLE/PATENTS	A double-walled sandwich, preferably fiber composite	DE10154063A1	
GOOGLE/PATENTS	Production and repair of fiber compound and composite metal components, for aircraft, uses a controlled hot bonding with heating mats for adhesion and lamination	DE102004062064A1	
GOOGLE/PATENTS	Process for bonding staged composites with a cobonded staged adhesive and article	US5618606A	
GOOGLE/PATENTS	Repair of composite sandwich structures	US7935205B2	
GOOGLE/PATENTS	Sandwich structure and method of repairing the same	US20040028877A1	
GOOGLE/PATENTS	Method for repair of composite articles	EP1688238A1	
GOOGLE/PATENTS	Method and a spraying device for the repair of a sandwich plate	US20110030878A1	
GOOGLE/PATENTS	Method and a spraying device for the repair of a sandwich plate	US9073299B2	
GOOGLE/PATENTS	Repairing method for composite material and composite material using the same	US20120301702A1	
GOOGLE/PATENTS	Repair of a composite sandwich structure having a perforated skin	EP1972429A2	
GOOGLE/PATENTS	A method of repairing a fibre composite solid member	WO2009080038A1	

2.4 Análisis Comparativo

En la literatura consultada y en las patentes analizadas se enuncian diferentes métodos para reparación de diferentes tipos de aeronaves con estructura de materiales compuestos de diversos tipos. Diferentes patentes estudiadas muestran las vías de reparación de partes específicas. Al estar protegidas por patentes estas metodologías resultan de aplicación restringida. No obstante, la reparación de daños menores no implica necesariamente la necesidad de utilizar estas metodologías. Partiendo de los componentes fundamentales de la reparación que se han podido consultar resulta posible establecer una metodología propia, adecuada a los aviones específicos en uso por la FAE.

La literatura también plantea diferentes vías de comprobación y evaluación de las partes reparadas que servirán de base para la elaboración de un método propio de control adaptado a las condiciones de campo de nuestra Fuerza Aérea.

La propia Fuerza Aérea Ecuatoriana ha realizado reparaciones en aeronaves, de forma práctica, que han resultado exitosas pero que, indudablemente, exigen su optimización y, sobre todo, la garantía de una resistencia y capacidad de trabajo adecuadas, aspecto que resulta vital en el campo aeronáutico.

Del análisis realizado y las experiencias anteriores en el tema es posible concluir que la reparación de aeronaves con estructura de material compuesto es factible bajo las condiciones existentes en la FAE. De igual modo es posible acometer de manera sistemática el estudio de la tecnología y materiales para estas reparaciones garantizando la adecuada resistencia y funcionalidad de la nave reparada.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

El conocimiento obtenido del estudio de estas patentes y de mucha más literatura sobre nuevas tecnologías en el campo de los materiales compuestos y nanoestructuras, será usado como línea base para desarrollar una metodología adecuada, óptima, adaptada a las necesidades y capacidades de la FAE y sus aeronaves.				
* Adjuntar : Página Legal				
Identificación y caracterización de la población objetivo (beneficiarios y participantes)				
Número Directos Hombres: 1 000 (MIL)	Número Directos Mujeres: 50 (CINCUENTA)	Total Número Directos: 1050 (FAE; UN MIL CINCUENTA)	Total Número Indirectos: 5 000 (CINCO MIL)	Personas con capacidades especiales: 50 (DOSCIENTAS CINCUENTA)
Número de docentes participantes: 8 (OCHO)		Docentes participantes hombres: 8 (OCHO)		Docentes participantes mujeres: 0 (CERO)
Número de estudiantes participantes: 2 (DOS)		Estudiantes participantes hombres: 2 (DOS)		Estudiantes participantes mujeres: 0 (CERO)
Factores críticos de éxito:				
<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de los daños estructurales típicos en la operación de aeronaves militares. - Modelación de las condiciones de trabajo de los componentes estructurales. - Obtención de materiales compuestos y adhesivos optimizados para la reparación de aeronaves militares. - Metodología de reparación de componentes estructurales de aeronaves militares fabricados con materiales compuestos. 				
Restricciones/Supuestos:				
<p>Con el desarrollo de protocolos optimizados de fabricación de elementos de reparación y adherencia de los mismos, es posible tener una mínima afectación en el estado tensional y la capacidad de trabajo de las aeronaves.</p> <p>El método a seguir será fundamentalmente analítico, el que permita identificar cómo afecta al estado tensional de la estructura de la nave y su capacidad de trabajo, la presencia de un daño menor y su posterior reparación.</p>				

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

	Indicador	Medio de verificación	Supuestos
Fin: Incrementar las posibilidades de reparación de aeronaves	Aeronaves reparadas con la metodología propuesta.	Aeronaves en disposición combativa.	La FAE aprueba y aplica la metodología propuesta.
Propósito (objetivo general): Diseño y construcción de kits de reparación para daños menores en la estructura de entrenamiento y combate fabricados con materiales compuestos, siguiendo una metodología definida para este propósito.	Dossier de método de reparación. Versatilidad del método. Kits de reparaciones estructurales.	Aplicación y validación de la metodología a zonas frecuentemente dañadas con mínima necesidad de partes no típicas.	Se alcanza la fiabilidad, economía y disponibilidad técnica adecuada a la actividad.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

<p>Componentes (objetivos específicos):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipificar y caracterizar los daños menores más comunes en aeronaves de la Fuerza Aérea Ecuatoriana -Caracterizar mecánicamente los elementos más solicitados y afectados comúnmente en aeronaves, mediante pruebas mecánicas en probetas. -Determinar el estado tensional presente en las partes dañadas y la variación del mismo a través del procedimiento de reparación. - Caracterizar mecánicamente probetas reparadas y comparar su comportamiento mecánico ante su estado inicial y actual. - Diseñar y construir kits de reparación para daños menores. 	<p>Reporte de daños</p> <p>Informe de elementos típicos afectados</p> <p>Reporte de ensayos</p> <p>Reporte de ensayos de probetas reparadas</p> <p>Dossier de método de reparación</p>	<p>Documentación de Proyecto</p> <p>Documentación de Proyecto</p> <p>Documentación de Proyecto (Artículo)</p> <p>Documentación de Proyecto (Artículo)</p> <p>Documentación de Proyecto (Artículo)</p>	<p>Se dispone de los medios previstos para el trabajo</p>
<p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compra de insumos y equipos. - Estudio del tipo de daños en componentes estructurales de aeronaves militares - Caracterización mecánica del material de los componentes estructurales - Análisis de métodos de reparación existentes en el mercado nacional e internacional - Desarrollo de combinación de materiales compuestos para reparación y caracterización mecánica y tecnológica de los mismos. - Modelización de los materiales y combinaciones en software CAE disponible en ESPE-CIDFAE. - Desarrollo de métodos de cálculo y de reparación. - Ensayos mecánicos y físico- 	<p>Cantidad de equipos e insumos disponibles</p> <p>Informe de daños</p> <p>Informe</p> <p>Informe</p> <p>Combinaciones desarrolladas</p> <p>Modelo</p> <p>Informe</p> <p>Informe</p>	<p>Físico</p> <p>Documentación del Proyecto</p> <p>Documentación del Proyecto</p> <p>Documentación del Proyecto</p> <p>Físico</p> <p>Documentación del Proyecto</p> <p>Documentación del Proyecto</p> <p>Documentación del Proyecto</p>	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

<p>químicos de componentes clonados y reparados bajo cargas normales de operación.</p> <p>- Ensayos y pruebas destructivas de componentes reparados, a fin de verificar el estado límite de resistencia estructural.</p> <p>- Modelamiento y simulación en software CAE de componentes clonados y reparados.</p> <p>- Prueba del método de reparación en aeronaves militares previa aprobación del mando.</p> <p>- Diseño y construcción de kits de reparación para daños menores.</p>	Informe	Documentación del Proyecto	
	Informe	Documentación del Proyecto	
	Informe de aeronaves reparadas	Físico	
	Dossier técnico, surtido de kits de reparación típicos	Físico, Documentación del Proyecto	

Detalle de entregables del proyecto				
Bienes	Surtido de kits de reparación típicos Dossier de método de reparación.			
Servicios				
Bienes y Servicios				
Detalle de adquisiciones del proyecto				
Descripción	% Nacional	% Importado	Detalle insumo nacional	Detalle insumo importado
Bienes		100		Ver detalle financiero
Servicios	100		Caracterización de materiales y piezas	Partes e insumos SEM y Equipos de caracterización necesarios para el servicio
Bienes y Servicios				
Categorización del Proyecto				
Indispensable X	Necesario	Deseable	Admisible	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

4. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN *(Diseño del Estudio: Detallar diseño experimental, tipo de análisis estadístico, otros)*

1. Estudio del estado de arte respecto a los métodos de fabricación, reparación, tipos de fibras, resinas y otros materiales que se usan en los aviones de combate y entrenamiento de la Fuerza Aérea.
2. Determinación del método específico de reparación para cada tipo de daño en los componentes de aeronaves militares.
3. Obtención experimental de las características mecánicas de diferentes combinaciones de materiales, para posteriormente, modelar en computadora y determinar un método de cálculo que valide las reparaciones. Con este propósito se prepararán probetas, las que se someterán a ensayos mecánicos, físicos y químicos.
4. Implementación del método de cálculo para reparaciones estructurales en materiales compuestos. Se simularán componentes de una aeronave de combate clonados, reparaciones y su comportamiento a esfuerzos propios del vuelo.
5. Evaluación experimental de la reparación, sujeta a las condiciones de trabajo real.

5. FINANCIAMIENTO

(Ingresar información en Anexos)

6. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

Viabilidad Técnica:

La ESPE y la FAE disponen de personal capacitado en los aspectos técnicos del problema. Se cuenta con el apoyo de un Centro especializado extranjero (Ucrania). La ESPE cuenta con personal especializado en caracterización y ensayo de materiales.

Equipamiento Tecnológico Disponible

El equipamiento requerido se contempla en las compras del proyecto. La FAE cuenta con infraestructura de apoyo y partes dañadas de aeronaves. El equipamiento de ensayo y caracterización está disponible en la ESPE en su mayor parte.

¿Qué perdería el país si el proyecto no se ejecuta en este periodo?

Se requeriría costear las reparaciones con empresas foráneas o reparar sin una metodología validada.

¿Cuáles son los resultados o impactos esperados del proyecto?

Metodología validada para la reparación de daños menores en aeronaves. Disminución del tiempo de reparación de aeronaves sobre el terreno.

¿Dispone de alguna metodología específica para valorar el retorno de inversión de su proyecto?

SI:

NO:

No es posible prever el retorno de inversión

Análisis de impacto ambiental

El logro de los objetivos de proyecto permitirá reducir el empleo de los materiales de reparación que son, potencialmente, no amigables con el medio ambiente. La preparación de parches típicos puede realizarse en condiciones que garanticen el mínimo daño ambiental.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

<p>Sostenibilidad social: equidad, género, participación ciudadana</p> <p>El desarrollo de los métodos de reparación permitirá la incorporación de personal femenino a la actividad</p>
<p>Transferencia Tecnológica</p> <p>La FAE se encargará de potenciar un taller con los aportes científicos del proyecto y la experiencia propia de la Fuerza. Se transferirá la tecnología de reparación y un surtido de elementos típicos de reparación.</p>
<p>Artículo Científicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al finalizar el proyecto se entregará la metodología de reparación en forma de kits de reparación específicos para daños menores típicos en los componentes estructurales de las aeronaves objeto de estudio de la FAE construidas con materiales compuestos - Con la experiencia y conocimientos que se adquieran durante la ejecución del proyecto, el personal técnico participante de la FAE adquirirá la capacidad de utilizar y eventualmente complementar los kits de reparación específicos, detallando los materiales necesarios, y así minimizar el desperdicio de material, y optimizando de esta manera los recursos. - Partiendo de la metodología propia de reparación para aeronaves de la FAE con materiales compuestos, el personal de la FAE desarrollará órdenes de ingeniería para reparaciones menores, agilizando el proceso de mantenimiento, y garantizando la calidad de las reparaciones con materiales compuestos y así mantener un nivel de aeronavegabilidad seguro. <p>Los principales resultados científicos de aplicación general obtenidos en el presente proyecto serán publicados en revistas científicas de alto impacto indexadas en SCOPUS o, al menos, de impacto regional indexadas en Latindex. Los resultados parciales se presentarán tanto en estas revistas como en congresos científicos, nacionales e internacionales, y eventos científicos de carácter divulgativo, en la medida en que su divulgación no constituya un perjuicio para las Fuerzas Armadas del Ecuador.</p>
<p>Registro de Propiedad Intelectual N/A</p>
<p>Empresas Spin Offs</p> <p>La FAE se encargará de potenciar un taller con los aportes científicos del proyecto y la experiencia propia de la Fuerza</p>
<p>Otros</p>
<p>Análisis de riesgos: Ingresar la información en el ANEXO</p>

7. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

Elaborar el cronograma de ejecución en Ms-Project, considerando como periodo de ejecución.

8. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Mes	DESCRIPCIÓN DE HITOS (Entregables)	USD Presupuesto
Mes 4	Reporte de Daños típicos y forma de los mismos.	\$0.00

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Mes 5	Propuesta de Métodos de ensayo a aplicar	\$41,622.20
Mes 6	Reporte de estado del arte respecto a materiales y métodos de reparación de daños en aeronaves y estados tensionales y métodos de ensayo	\$25122.78
Mes 14	Reporte de Tipos de esfuerzos presentes en las partes típicas dañadas	\$8233.01
Mes 14	Propuesta de Forma y dimensión adecuadas del orificio y parche de reparación.	\$25554.48
Mes 26	Propuesta de Adhesivo y proceso de reparación óptimo	\$25234.53
Mes 26	Propuesta de Tecnología y medios de reparación validados	\$8233.01
Mes 36	Dossier de Documentación de reparación	\$0.00
Mes 36	Kits de Reparación	\$0.00
Mes 36	Diseño del Prototipo de un componente de aeronave	\$0.00

9. DIFUSIÓN		
Tipo de Evento		
	Actividad	Costo
	Seminarios actualización talleres mantenimiento, capacitación personal FAE	\$4500.00

10. BIBLIOGRAFÍA Y OTRA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA CITADA

Ver Anexo página legal

11. ANEXO

En los formatos que se encuentran en la hoja electrónica que se acompaña se debe ingresar la información relacionada con:

- Matriz de riesgos del proyecto
- Presupuesto por partidas
- Programación Anual de inversiones
- Página Legal
- Currículums

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

9. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

Ciudad y Fecha:

Sangolquí, 07 de Abril del 2017

Director del Proyecto

Luis Fernando Narango
Cra. E.M.T. Avc.
Director del Proyecto
C.I. 170315195

DECLARO QUE EL PROYECTO SE ENCUENTRA APROBADO Y TIENE EL RESPALDO DEL CENTRO DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL EJÉRCITO

Robert Vargas Borbúa
Tern. EM.
Director
C.I. 1001410263

DECLARO QUE EL PROYECTO SE ENCUENTRA APROBADO Y TIENE EL RESPALDO DE
ESPE INNOVATIVA EP

Mario Calderon
Cra. (SP)
Gerente General
C.I. 1704200180