



“Propuesta de la adquisición de una nueva capacidad antitanque a través de ingeniería inversa, para la Fuerza Terrestre”

Moya Tenezaca, José Benjamín y Sandoval Chasi, Jairo Omar

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Estrategia Militar Terrestre

Trabajo de titulación, previo la obtención del título de Magister en Estrategia Militar Terrestre

Tcrn. de E.M Montoya Freire, Darwin Rodolfo

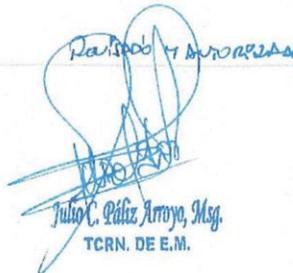
10 de octubre de 2020

Resultados Urkund

Curiginal

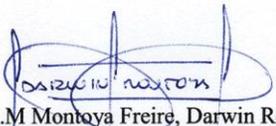
Document Information

Analyzed document Tesis Tcrn Moya docx (D109858721)
Submitted 6/28/2021 7 46 00 PM
Submitted by Julio Páliz
Submitter email jcpaliz@espe.edu.ec
Similarity 5%
Analysis address jcpaliz.espe@analysis.orkund.com


 Darwin Rodolfo Montoya Freire
 TCRN. DE E.M.

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS VALLEJO-VELA.docx Document TESIS VALLEJO-VELA docx (D77723988) Submitted by eegalarza@espe.edu.ec Receiver eegalarza.espe@analysis.orkund.com	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS DE LA MAESTRIA TORO GALARRAGA.docx Document TESIS DE LA MAESTRIA TORO GALARRAGA.docx (D54708191) Submitted by jcpolo@espe.edu.ec Receiver jcpolo.espe@analysis.orkund.com	 1
SA	TESIS TCRN UTRERAS- TCRN CABEZAS.docx Document TESIS TCRN UTRERAS- TCRN CABEZAS docx (D62103447)	 2
W	URL https://juliotics.wordpress.com/2019/02/09/la-ingenieria-social-inversa/ Fetched 6/28/2021 7 47 00 PM	 2
W	URL https://www.programacion.com.py/variros/ingenieria-inversa Fetched 6/28/2021 7 47 00 PM	 1
W	URL http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_376_251_526_5157.pdf Fetched 2/16/2021 3 41 05 PM	 6
W	URL https://es.wikipedia.org/wiki/RPG-7 Fetched 6/28/2021 7 47 00 PM	 1


 Tcrn. de E.M Montoya Freire, Darwin Rodolfo
 Director

C.C.: 1801842962

Certificado del Director



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“Propuesta de la adquisición de una nueva capacidad antitanque a través de ingeniería inversa, para la Fuerza Terrestre”**, fue realizado por los señores Tcrn. E.M. Moya Tenezaca, José Benjamín y Tcrn. E.M. Sandoval Chasi, Jairo Omar, el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de noviembre de 2021

Tcrn. de E.M Montoya Freire, Darwin Rodolfo
Director

C.C.: 1801842962

Responsabilidad de Autoría



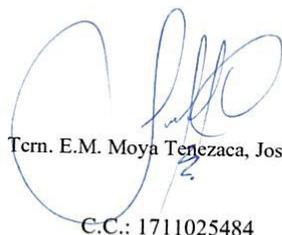
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

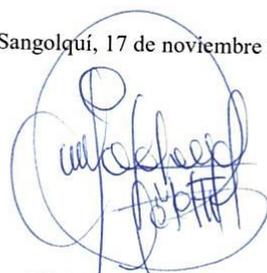
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros Tcn. E.M. Moya Tenezaca, José Benjamín, con cédula de ciudadanía N° 1711025484 y Tcn. E.M. Sandoval Chasi, Jairo Omar, con cédula de ciudadanía N° 1711090181, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Propuesta de la adquisición de una nueva capacidad antitanque a través de ingeniería inversa, para la Fuerza Terrestre”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 17 de noviembre de 2021



Tcn. E.M. Moya Tenezaca, José Benjamín
C.C.: 1711025484



Tcn. E.M. Sandoval Chasi, Jairo Omar
C.C.: 1711090181

Autorización de Publicación



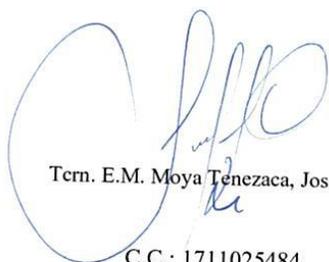
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

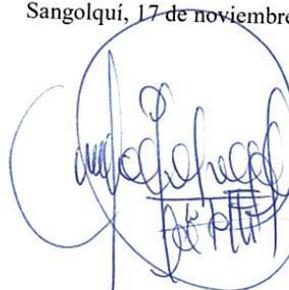
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros Tcn. E.M. Moya Tenezaca, José Benjamín, con cédula de ciudadanía N° 1711025484 y Tcn. E.M. Sandoval Chasi, Jairo Omar, con cédula de ciudadanía N° 1711090181, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Propuesta de la adquisición de una nueva capacidad antitanque a través de ingeniería inversa, para la Fuerza Terrestre”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 17 de noviembre de 2021



Tcn. E.M. Moya Tenezaca, José Benjamín
C.C.: 1711025484



Tcn. E.M. Sandoval Chasi, Jairo Omar
C.C.: 1711090181

Resultados Urkund.....	2
Certificado del Director.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación.....	5
Resumen	8
Abstract.....	9
Capítulo I.....	10
El problema.....	10
Generalidades.....	10
Antecedentes.....	11
Primera generación.....	11
Segunda Generación.....	11
Tercera Generación.....	11
Planteamiento del Problema.....	13
Formulación del problema.....	14
Justificación e importancia.....	14
Objetivos.....	14
Objetivo general del proyecto.....	14
Objetivos específicos del proyecto.....	15
Hipótesis o interrogante.....	15
Metodología de Investigación.....	15
Población.....	16
Muestra.....	16
<i>Técnicas de Recolección de Datos</i>	17
Instrumentos de Recolección de datos.....	17
<i>Técnicas para tratamiento y análisis de datos</i>	17
Capítulo II.....	18
Marco teórico.....	18
Antecedentes.....	18
Historia y Evolución de Técnicas de Ingeniería Inversa.....	21
Fundamentación teórica.....	23
Descripción del proceso.....	29

Parámetros de evaluación	31
Fundamentación conceptual	31
Fundamentación legal.....	34
Sistema de variables	36
Variable independiente.....	36
Variable dependiente.....	36
Hipótesis	36
Capítulo III.....	41
Materiales y métodos	41
Método investigativo.....	41
Población.....	41
<i>Muestra</i>	42
Técnicas de Recolección de Datos	42
Instrumentos de Recolección de datos	43
Técnicas para tratamiento y análisis de datos.	43
Técnicas de investigación	43
Estrategia de investigación.....	43
Capítulo IV.....	44
Análisis e interpretación de los Resultados	44
Capítulo V.....	56
Conclusiones y Recomendaciones	56
Conclusiones	56
Recomendaciones.....	57
Capítulo VI.....	59
Referencias bibliográficas	59

Resumen

La seguridad de un Estado, a través del poder bélico constituye un aspecto muy importante para su desarrollo, en los últimos años la tecnología armamentista en Sudamérica ha tenido un impulso significativo en países como Brasil, Chile y Argentina, que tienen la capacidad de exportar e intercambiar tecnología armamentista. La ingeniería inversa, en la actualidad es utilizada por los países emergentes, y el propósito de este trabajo es determinar las capacidades tecnológicas de la industria bélica nacional, con el fin de desarrollar una capacidad antitanque, acorde a las necesidades operativas de las Fuerzas Armadas, a fin de mitigar posibles amenazas internas o externas. La pregunta de investigación es ¿Existe en el Ecuador la tecnología basada en ingeniería inversa, para desarrollar una capacidad antitanque, que le permita al Ejército Ecuatoriano emplear en las diferentes operaciones militares? Por lo tanto, es necesario realizar una investigación sobre la realidad actual en lo referente a la industria bélica nacional, y los medios y recursos disponibles para el desarrollo de una capacidad disuasiva en el país.

Palabras Clave:

- **SEGURIDAD**
- **DISUASIVA**
- **ANTITANQUE**
- **DEFENSA**
- **MITIGAR**

Abstract

The security of a State, through the warlike power constitutes a very important aspect for its development, in the last years the armament technology in South America has been a significant impulse in countries like Brazil, Chile and Argentina, which have the capacity to export and exchange armament technology. The objective of this research is to propose a project using reverse engineering to determine the technological capabilities of the war industry in Ecuador, in order to develop an anti-tank capability, according to the operational needs of the Land Force, in order to mitigate potential internal or external threats. The research question is: Does the technology based on reverse engineering exist in Ecuador to develop an anti-tank capability that will allow the Ecuadorian Army to use in different military operations? Therefore, it is necessary to conduct a research on the current reality regarding the national war industry, and the means and resources available for the development of a deterrent capability in the country. The objective of this research is to apply the deductive-inductive method, through the separation of its parts of a complex object to study each one of them individually, and then integrate the parts to study them in an integral way, using techniques and instruments of data collection, to then carry out its classification, registration and tabulation.

Keywords:

- **SECURITY**
- **DETERRENT**
- **ANTI-TANK**
- **DEFENSE**
- **MITIGATE**

Capítulo I

El problema

Generalidades

El poder bélico es muy importante para un estado, con el de mitigar las amenazas internas y externas, por lo que constituye un rubro necesario para el equipamiento militar. El problema surge cuando los países ingresan a una carrera armamentista sin tomar en cuenta la situación económica del país. Afectando la seguridad interna y externa.

En la actualidad, la humanidad enfrenta cambios importantes en diferentes ámbitos, entre los que resaltan la tecnología armamentista, en Latinoamérica, sin duda, existe un incremento importante en la adquisición de tecnología bélica y armamento, pese a las limitantes económicas. No se descarta que en el futuro se presenten conflictos entre naciones, debido a que aún existen problemas limítrofes entre naciones, como: Chile y Bolivia o Perú y Chile, sin descartar la guerra no convencional, por lo que es necesario poseer un poder bélico, que permita proteger la seguridad y desarrollo de sus pueblos.

En Ecuador, el desarrollo científico tecnológico en el campo bélico no presenta un progreso importante por la falta de apoyo gubernamental, pese a que existen instituciones como la Universidad de las Fuerzas Armadas y el Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E), y carreras relacionadas; la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, EXPLOCEN, y la industria privada que podrían apoyar al desarrollo de la industria bélica en nuestro país y a la Seguridad Nacional.

Antecedentes.

A nivel mundial, la fabricación de armas antitanque está desarrollada por los requerimientos de sus compradores, países con economías sólidas, también tienen limitaciones económicas, constituyéndose en un obstáculo para su adquisición. Existen muchas empresas dedicadas a la fabricación de armamento, debido a la gran demanda. Existen varias generaciones de armas antitanques:

Primera generación.

En su mayoría son misiles hilo guiados, en la que el operador tiene bajo su mirada tanto el misil como el blanco y guía en forma manual del primero hacia el segundo, mediante instrucciones enviadas a través de un conductor que el misil deja detrás de él (comando manual sobre línea de mira; en inglés: MCLOS).

Segunda Generación.

Misiles igualmente guiados por un conductor, pero en lugar que el operador mantenga la vista, tanto en el blanco como en el misil, todo lo que debe hacer es mantener su mira en el objetivo. Esto establece una línea de visión que llega a una computadora. Los misiles disponen de emisores infrarrojos y un aparato seguidor automático que recibe las emisiones infrarrojas del misil y mide la desviación del misil de la línea de visión. La computadora genera órdenes, que hacen volver el misil a la línea y éstas llegan en forma automática al misil a través del cable de enlace.

Tercera Generación.

Los misiles antitanques de tercera generación han tenido un gran avance tecnológico o en muchos países, pero aún no está bien definida. Inicialmente el término tercera

generación, tuvo por finalidad designar sistemas de comando sobre líneas de mira guiado por haces, mejorando el sistema utilizado en los de segunda generación y responden a la clase "dispara y olvida". A pesar de esta clasificación los misiles de primera generación son los de mayor demanda y desarrollo, por su bajo costo, es así como Rusia continúa en la actualidad con la fabricación del RPG 7 con mejores prestaciones que las primeras versiones.

En la región que región los países han adquirido de manera simultánea mayormente los misiles antitanques de primera y segunda generación, considerando su realidad y principalmente los costos, para mantener su capacidad de disuasión antitanque, que haga frente a las posibles amenazas internas y externas. Sin embargo presupuesto, ha obligado a desarrollar su propia industria que garantice la fabricación de este tipo de armamento y sustituya la necesidad interna, como ejemplo citaremos Brasil, Chile, Argentina y Bolivia, lo que significa r que si existen las condiciones para el desarrollo tecnológico en la región.

La situación económica del Ecuador ha llegado a un momento crítico, al no contar con el apoyo y presupuesto que garanticen el fortalecimiento de las capacidades operativas, obligan a repensar en el impulso de la industria nacional bélica para suplir esta necesidad bajo costo, a través del empleo de la "Ingeniería Inversa" como una alternativa y herramienta de desarrollo que persigue el objetivo de obtener mayor cantidad de información de un producto, donde no se dispone de información técnica para su diseño, construcción y funcionamiento, de modo que se debe partir de un todo, para comprender cada pieza de un sistema.

La Ingeniería Inversa la podemos definir como un proceso de estudio, para descubrir los principios tecnológicos de funcionamiento de un dispositivo o sistema, a través de un razonamiento inductivo de su diseño y funcionalidad, todo esto para obtener modelos o duplicados de un objeto en referencia.

Bajo este contexto el objeto de esta investigación es construir para mejorar una capacidad antitanque de la Fuerza Terrestre, todo esto para desarrollar componentes para la elaboración de un prototipo de capacidad antitanque, que sea disuasiva y sirva para enfrentar posibles amenazas o internas y externas

Planteamiento del Problema

El alto costo del mantenimiento periódico del armamento, por regla general es igual al valor de la compra. Siendo así, un equipo que tiene un valor de cien mil dólares, tiene una garantía de cinco años, siendo necesario invertir en ese tiempo cien mil dólares para mantenerlo funcional. Ante esto, existe la necesidad de desarrollar propuestas que permitan reducir los costos y a la vez desarrollar tecnología propia fomentando el desarrollo de la industria militar.

En la última década el país, no ha invertido recursos para la adquisición de material bélico, ni el desarrollo de tecnologías para su mantenimiento. Ahora bien, existe la posibilidad de desarrollar una capacidad antitanque empleando ingeniería inversa, que impulse la implementación de una tecnología propia, promoviendo la industria militar con capacidad de fabricar componentes o partes para cubrir las necesidades a bajo costo.

Formulación del problema

¿Existe en el Ecuador la tecnología en base a ingeniería inversa para desarrollar una capacidad antitanque que le permita al Ejército ecuatoriano el empleo en las diferentes operaciones militares para neutralizar a las amenazas de los países vecinos?

Justificación e importancia

El presente estudio tiene por objeto diagnosticar la realidad tecnológica y la capacidad de las empresas e institutos, como: la Universidad de Fuerzas Armadas, el Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E), la fábrica de municiones “Santa Bárbara” y EXPLOCEN, que mediante “Ingeniería Inversa” aplicada a un sistema antitanque, se pueda determinar que componentes o partes que se podrían elaborar o fabricar en el país, las empresas en mención puedan desarrollar una capacidad antitanque en base a las necesidades de las Fuerzas Armadas, representando un ahorro importante de recursos al Estado.

Sin duda alguna, es importante desarrollar la industria militar en el Ecuador, disponiendo de los conocimientos necesarios que permitan incrementar la industria nacional en este campo, utilizando la ingeniería inversa como una opción importante para ampliar los conocimientos que permitan elaborar componentes o partes de sistema de defensa bélicos cubriendo las necesidades de la Fuerza Terrestre.

Objetivos

Objetivo general del proyecto.

Proponer un proyecto empleando ingeniería inversa, que permita determinar las capacidades tecnológicas en la industria de defensa pública y/o privada en el Ecuador,

para desarrollar una capacidad antitanque acorde a las necesidades operativas de la Fuerza Terrestre a fin de enfrentar las posibles amenazas internas o externas.

Objetivos específicos del proyecto.

- ¿Establecer cuál es el grado de operatividad de los sistemas de armas antitanque en la Fuerza Terrestre?
- ¿Determinar las capacidades tecnológicas de armamento militar existentes en la industria nacional?
- ¿Determinar si las capacidades tecnológicas actuales que permiten el desarrollo de un sistema antitanque de producción nacional, mediante el uso de ingeniería inversa?
- ¿Establecer el marco legal de propiedad intelectual en ingeniería inversa?

Hipótesis o interrogante

Investigar o establecer si e la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) y el Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E) y EXPLOCEN, tienen la capacidad tecnológica para desarrollar una capacidad antitanque que le permita al Ejército Ecuatoriano utilizar en las operaciones militares, con el fin de neutralizar posibles amenazas internas o externas.

Metodología de Investigación

Para la realización de esta investigación se utilizará el método propuesta por (poner una cita de donde se extrajo esta idea de investigación) Analítico-Sintético propuesta por que

estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), para luego integrar las partes y analizarlas en forma integral). Se tomará una muestra de una capacidad antitanque para ser estudiada sus componentes y analizar si nuestra industria está en la capacidad de elaborarlas, luego agrupar dichos componentes para su estudio en forma integrada. Así podremos determinar si la industria nacional de defensa está en capacidad de fabricar material bélico con capacidad antitanque para nuestra Fuerza Terrestre.

Población.

Está dirigido a un grupo determinado de especialistas en el tema, que tiene relación directa e indirecta con las instituciones involucradas en el desarrollo de esta investigación, como son: La Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), los estudiantes de carreras de ingeniería relacionadas con el tema, la Fábrica de Municiones Santa Bárbara y EXPLOCEN, como también, el personal militar que operan material bélico con capacidad antitanque disponible.

Muestra.

La Muestra será "Intencional o de Conveniencia" dirigida hacia una población que posee conocimientos, así, como las empresas o fábricas con tecnología para desarrollar armas o componentes en el país; este tipo de investigación resulta ser menos costosa, y se ajusta al tiempo que durará la misma, por lo general va asegurar una alta participación de las personas conocedoras del, para generar ideas, conocimientos o hipótesis. Las muestras pueden ser obtenidas a través de las siguientes fuentes como: Fábrica de Municiones "Santa Bárbara", EXPLOCEN C.A, Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE),

Comandante de la Compañía Antitanque “TOMEBAMBA”, Técnicos especialistas con conocimientos sobre el tema.

El resultado que se obtenga de esta investigación permitirá determinar la posibilidad de desarrollar una capacidad antitanque con las condiciones básicas de funcionamiento.

Técnicas de Recolección de Datos.

Con esta investigación se pretende obtener información real, que permita establecer la factibilidad de desarrollar el proyecto. Esta información será avalada por los técnicos y conocedores del tema en investigación. Todo esto a través de encuestas, entrevistas y revisión bibliográfica.

Instrumentos de Recolección de datos.

Como instrumento de investigación se utilizará una encuesta, entrevistas y la información disponible en las páginas WEB, tomando muestras en los lugares que se desarrollará la investigación de esta e tesis.

Técnicas para tratamiento y análisis de datos.

Se puede determinar que los datos que se obtengan de la técnica y el instrumento de recolección de datos, serán sometidos a una clasificación, registro, tabulación y codificación-

Capítulo II

Marco teórico

Antecedentes

En muchas ocasiones, la ingeniería inversa es utilizada militarmente para investigar las tecnologías de otras naciones, sin obtener planos ni detalles de su construcción o desarrollo. En el Ecuador, la seguridad y defensa son de responsabilidad exclusiva de las Fuerzas Armadas, para ello se desprenden múltiples necesidades que requieren de un presupuesto permanente, con el fin de evitar el deterioro del material que fue adquirido para este fin, lo que ha obligado a la investigación por parte de la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, así como del personal militar que conoce sobre del tema, con el objetivo de desarrollar proyectos en este campo y que reduzcan los costos de mantenimiento y reposición.

Para la búsqueda de trabajos relacionados al “desarrollo de una capacidad antitanque empleando Ingeniería Inversa para la Fuerza Terrestre”, se tomó en consideración proyectos desarrollados como respuesta a las necesidades de las Fuerzas Armadas y que han sido desarrollados en la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), a través del Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E), como son:

- Diseño y construcción de un Kit de conversión neumático para un simulador balístico en una pistola Pietro Beretta 92-FS de calibre 9 mm, en ejecución y llevada a cabo por el Sr. Tnte. de I. René López perteneciente a la Fuerza Terrestre.

- Diseño y desarrollo de una radio definida por un software para el Ejército ecuatoriano, realizado por el Sr. Mayo. de Com. Manolo Paredes Calderón perteneciente a la Fuerza Terrestre.
- Fabricación de un radar de interceptación de comunicaciones para el Ejército ecuatoriano, cuyo costo original es de \$ 200 mil dólares (Fig. 1 A), y el mismo radar de interceptación fabricado por el C.I.C.T.E a través de Ingeniería Inversa con un costo de tres mil dólares (Fig. 1 B) .

Figura 1.

- A. Radar de interceptación de comunicaciones, costo aproximado 200 mil dólares.*
- B. Radar de interceptación de comunicaciones, por Ingeniería Inversa costo 3000 dólares*



- Proyecto elaborado por el Sr. Tnte. Tec. Avc. Daniel Valdez Taco, a través de Innovativas de la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), donde se encuentra ejecutando actualmente una propuesta para la elaboración de componentes de fuselaje de los aviones Súper Tucano en servicio en la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- La fabricación de un “Desorientador Espacial de Vuelo”, proyecto elaborado por el C.I.C.T.E para la Aviación del Ejército a través de Ingeniería Inversa, este proyecto se

encuentra en un 85% y cuyo funcionamiento al momento se encuentra suspendido por la falta de presupuesto. (Figura 2 A)

Figura 2.

A. Diseño de un desorientador espacial de vuelo, para la Aviación del Ejército.

B. Simulador de vehículo blindado AMX 13 de 105 mm.



- Fabricación de un simulador de vehículos blindados AMX 13 de 105 mm, este proyecto está en fase de revisión para ser utilizado en la Escuela de Caballería Blindada No. 11 "GALÁPAGOS". (Fig. 2 B)
- Repotenciación de armamento de calibre menor y mayor, siendo el caso de los componentes mecánicos del arma, así como también los componentes químicos de granadas de calibre mayor, donde se descarte dichos componentes caducados, para posteriormente con la certificación y el presupuesto asignados, se reemplacen dichos componentes y sean empleados en operaciones o entrenamiento militar.

Existen otros proyectos con la idea de poder optimizar los recursos y recuperar su funcionalidad, entre los cuales podemos citar los siguientes:

- Proyecto de desmilitarización de la munición calibre mayor de la Fuerza Terrestre. (Santa Bárbara, Manual de desmilitarización de la munición calibre mayor de la Fuerza Terrestre, 2013).
- Proyecto de certificación de la munición año 2009-2012 (Santa Bárbara, Manual para la certificación de la munición calibre mayor y menor de la Fuerza Terrestre, 2009).

Sin duda alguna todos estos proyectos de referencia constituirán un aporte para esta investigación empleando ingeniería inversa, que consiste en el proceso de descubrir los principios tecnológicos de un dispositivo, herramienta o sistema, mediante el razonamiento abductivo (llegar a conjeturas) de su estructura, función y operación, o explicando que se trata de tomar algo, por ejemplo un dispositivo electrónico o mecánico, para analizar el detalle de su funcionamiento, con el objetivo de crear un dispositivo que haga la misma tarea o una similar sin que se copien los detalles del original.

Historia y Evolución de Técnicas de Ingeniería Inversa

A lo largo de la historia la técnica de la ingeniería inversa ha estado presente en el ser humano y en el acto común de pensar. El descubrir los secretos que guardan todas las cosas ha sido el tema de preocupación constante en la humanidad. El concepto casi filosófico que envuelve a la Ingeniería Inversa puede generalizarse a toda la ciencia humana, que podría ser considerada un enorme proyecto de Ingeniería Inversa que busca determinar las características del diseño del universo, es decir las leyes naturales que lo rigen. Según Dennet, 2020, la evolución biológica es un proceso de investigación y desarrollo equivalente al que se da en la industria ingenieril en general. La diferencia está en que no existen diseñadores conscientes, pues la evolución biológica dirige la

producción de organismos mediante un algoritmo automático denominado “selección natural”.

La Ingeniería Inversa, nace durante el transcurso de la Segunda Guerra Mundial, donde los ejércitos capturaban insumos de guerra como aeronaves u otro tipo de maquinaria de guerra para mejorar las suyas mediante un análisis detallado de sus componentes y así obtener un arma más eficiente y eficaz. La copia de productos inicialmente es una forma de beneficiar a muchos de la misma creación. Para la fabricación de productos en serie parte de un modelo único y esta constante ejecución del procedimiento ha dado inicio a lo que hoy en día es la Ingeniería Inversa. No obstante, la copia de objetos en 3D aún no había sido posible.

En la década de los 90 aparecieron las primeras máquinas copiadoras las cuales tenían dos cabezales, uno de ellos con un receptor que recorría las secciones de la pieza maestra, y el otro que poseía un cabezal de fresado que seguía la geometría que describía el receptor y copiaba la pieza sobre un bloque de material. Para ser exactos se trataba de pantógrafos adaptados al proceso de mecanizado. La necesidad de innovar impulsó para que en las últimas dos décadas se hayan dado pasos importantes en la tecnología ingenieril. Se ha logrado separar las fases de digitalización con la del mecanizado usando algoritmos de control numérico. La nueva era del control industrial se ha logrado la automatización de la mayoría de los procesos en ingeniería. El proceso de digitalización no ha sido la excepción y si antes se hacía manualmente ahora ya existen softwares especializados en la digitalización o por otro lado, existe la misma Ingeniería Inversa encargada de llevar este proceso a cabo.

Las tecnologías de diseño y construcción han sufrido cambios constantes de la modernidad, como son las tecnologías CAD/CAM, han cambiado las necesidades de los ingenieros. Antes sólo eran objetivos simples como la obtención de copias simples, pero ahora son necesarias herramientas y procedimientos de ingeniería inversa. A diferencia del copiado que va en una sola dirección, es decir se generan los modelos para luego construirlo con alguno de los métodos de manufactura; la Ingeniería Inversa captura digitalmente los datos de la morfología de la pieza y los exporta a un sistema CAD/CAE/CAM en donde podrán ser corregidos, mejorados, mecanizados, etc.; generándose múltiples caminos para tratar la pieza.

Fundamentación teórica

La ingeniería inversa utiliza el método sintético o inductivo que parte de lo particular (objeto) y llega al concepto, a lo general (ideas). Así también emplea el método científico con el análisis lógico de la descomposición del objeto en sus partes (Jiménes, 2013) La investigación se empezará con el método de observación y estudio de objeto.

Se empleará un proceso de segmentación aplicando un software mediante el empleo tecnológico de digitalización de los sistemas CAD (Diseño por Computadora), CAE (Ingeniería Asistida por Computadora) y CAM (Manufactura Asistida por Computador), las cuales emplean la metodología de modelos 3D.

Esto nos permitirá iniciar con la idea abstracta, que se plasmará en un dibujo o diseño en el que se empleará el software CAD con el fin de obtener los planos de base. Posteriormente se realizará un análisis integral mediante el empleo del sistema CAE, que implican ensayos mecánicos. Luego de ello llegar al proceso de fabricación con el sistema CAM-CNC, con fundiciones, llegando al producto final.

Este proceso analítico-sintético determinará las características, funciones del sistema de estudio (antitanque), y posteriormente con la capacidad de la industria nacional, si es posible replicarla para la Fuerza Terrestre, a través de sus estamentos como la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE) y EXPLOCEN. El problema de la investigación es “¿Existe en el Ecuador la tecnología en base a ingeniería inversa, para desarrollar una capacidad antitanque que le permita al Ejército Ecuatoriano el empleo en las diferentes operaciones militares para neutralizar las posibles amenazas de los países vecinos?”. Posteriormente se puede establecer que en el Ecuador para la defensa del territorio nacional y para enfrentar a las amenazas asimétricas, el uso del armamento antitanque ha constituido un elemento importante de disuasión. En la actualidad el Ejército ecuatoriano dispone del RPG 7 y C-90 (Fig. 3A y 3B) para las unidades de Infantería. Se puede mencionar que armamento antitanque como el Cohete Law, Antitanque de 90mm., así como misiles Flecha Roja, Spike Mangosta, Mapats cumplieron con su vida útil. Quedando únicamente en la actualidad en uso restringido el antitanque RPG-7 de fabricación rusa y el C-90 de fabricación española.

Figura 3.

A. Lanza cohete Antitanque RPG-7 B. Misil C90-CR (M3) INSTALAZA

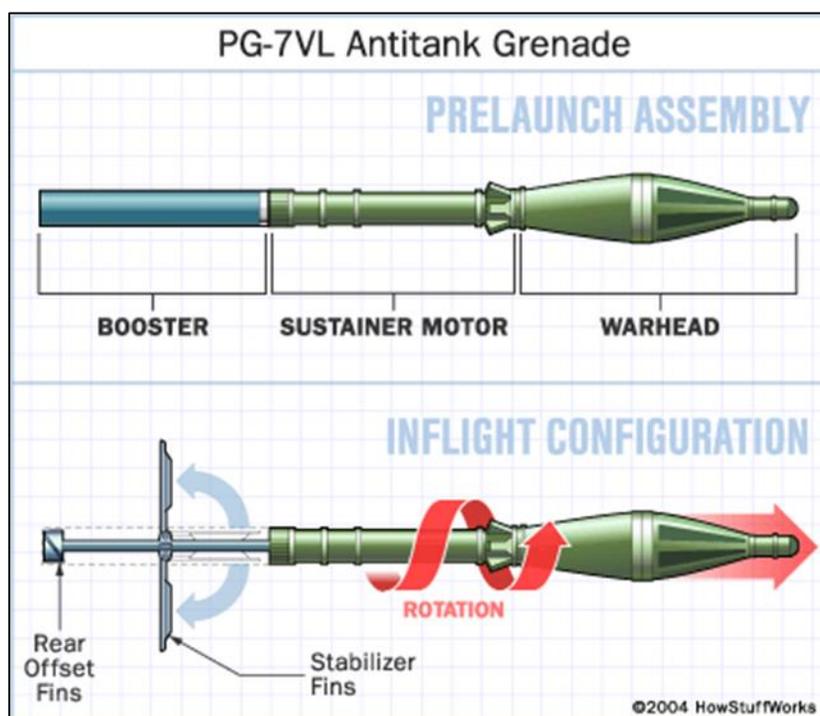


Para esta investigación, se toma como referencia para una posible aplicación de Ingeniería Inversa a la munición (cohete) del antitanque RPG-7, siendo que esta arma se

encuentra actualmente en dotación en el Ejército ecuatoriano, es de fácil adquisición en el mercado internacional, no reviste de mucha complejidad en sus componentes mecánicos como arma y en su munición.

Figura 4.

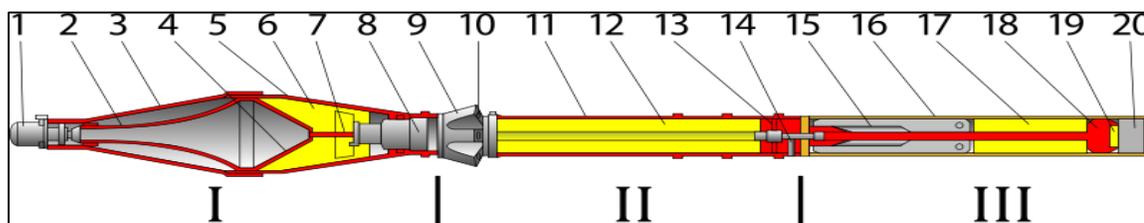
Cohete Antitanque RPG-7 parte externa



El objetivo de aplicar de Ingeniería Inversa a la munición (cohete) del antitanque RPG-7, con el fin de desarrollar tecnología e impulsar la industria bélica en el país, se puede graficar la parte externa de los componentes o partes básicas que conforman el cohete antitanque (Fig. 4); así mismo, los componentes internos del cohete antitanque (Fig. 5).

Figura 5.

Interior de un cohete de RPG 7 parte interna



COMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
1 OJIVA	Espoleta	Cono conductor	Cubierta Aerodinámica	Forro cónico	Cuerpo	Explosivo	Conductor	Detonador
COMPONENTE	9	10	11	12	13	14		
2 MOTOR COHETE	Bloque de la boquilla	Boquilla	Cuerpo del motor	Propulsor	Extremo del motor	Fulminante de ignición		
COMPONENTE	15	16	17	18	19	20		
3 CARGA PROPULSORA	Aleta	Cartucho	Carga	Turbina	Trazador	Taco de gomaespuma		

La munición para RPG 7 que se produce actualmente, consiste de cuatro tipos:

- **PG-7VL** Con ojiva HEAT estándar para emplearse contra la mayoría de vehículos blindados y fortificaciones (93 mm).
- **PG-7VR** Con ojiva HEAT en tándem para destruir los tanques modernos equipados con blindaje reactivo (105 mm).
- **TBG-7V** Con ojiva termobárica antipersonal para guerra urbana (105 mm).
- **OG-7V** Con ojiva antipersonal de fragmentación sin motor cohete (de 40 mm, debido a limitaciones de tratados internacionales).

Como se mencionó anteriormente, se toma como referencia para el estudio de la aplicación de Ingeniería Inversa al Lanzacohetes RPG 7; también se puede optar para el estudio, otro tipo de armas antitanques que por tiempo de caducidad en la vida útil de su munición, ya no se encuentran en dotación en el Ejército ecuatoriano, siendo importante y necesario aplicar esta investigación con el fin de nuevamente repotenciar dicho material antitanque y así lograr incrementar el poder disuasivo del Ejército. Este sistema antitanque que se encuentra fuera de uso y forman parte del Batallón Antitanque “TOMBAMBA” son: el Skipe Mangosta (Fig. 6), MAPATS (Fig. 7), Flecha Roja (Fig. 8).

Figura 6.

Antitanque Skipe Magosta



Figura 7.*Antitanque MAPATS***Figura 8.***Antitanque Flecha Roja*

Otro aspecto importante a considerar es la realidad económica del país que ha llegado a un momento crítico, ya que al no contar con presupuestos que garanticen el fortalecimiento de las capacidades operativas, obligan a repensar en el impulso de la industria nacional para suplir esta necesidad a un bajo costo, a través del empleo de la “Ingeniería Inversa” como una alternativa y herramienta de desarrollo que persigue el objetivo de obtener la mayor cantidad de información técnica de un producto, del cual no se tiene la más mínima información técnica de su diseño, construcción y funcionamiento, de modo que se debe partir de un todo para comprender cada pieza de un sistema, para lo cual se deben tomar notas muy detalladas. Para ello la ingeniería inversa podría emplear el diseño que implica en primer lugar un sistema de medición para digitalizar un prototipo, en segundo lugar, un software de procesamiento de datos que evalúe los datos de los puntos digitalizados, en tercer lugar, la construcción de un modelo CAD, y finalmente el uso de sistemas CAM o CAE para llegar al modelo (M. Mata, 1999).

Descripción del proceso

La ingeniería inversa a partir de la manipulación de información tridimensional en un computador permite la captura, representación y reproducción de modelos de productos. El proceso de ingeniería inversa (Fig. 8) implica la medición de un objeto físico (producto) para describir su geometría con una precisión requerida y así lograr una reproducción del objeto que mantenga en todo momento sus características funcionales. Es importante establecer la factibilidad de poder desarrollar un producto mediante esta ingeniería analizando las capacidades tecnológicas de la industria. Es posible aplicar la ingeniería inversa usando calibre fijo de medición si la geometría no es muy compleja. Sin embargo, la reproducción de un objeto de geometría compleja necesita la aplicación de técnicas de un nivel más avanzado.

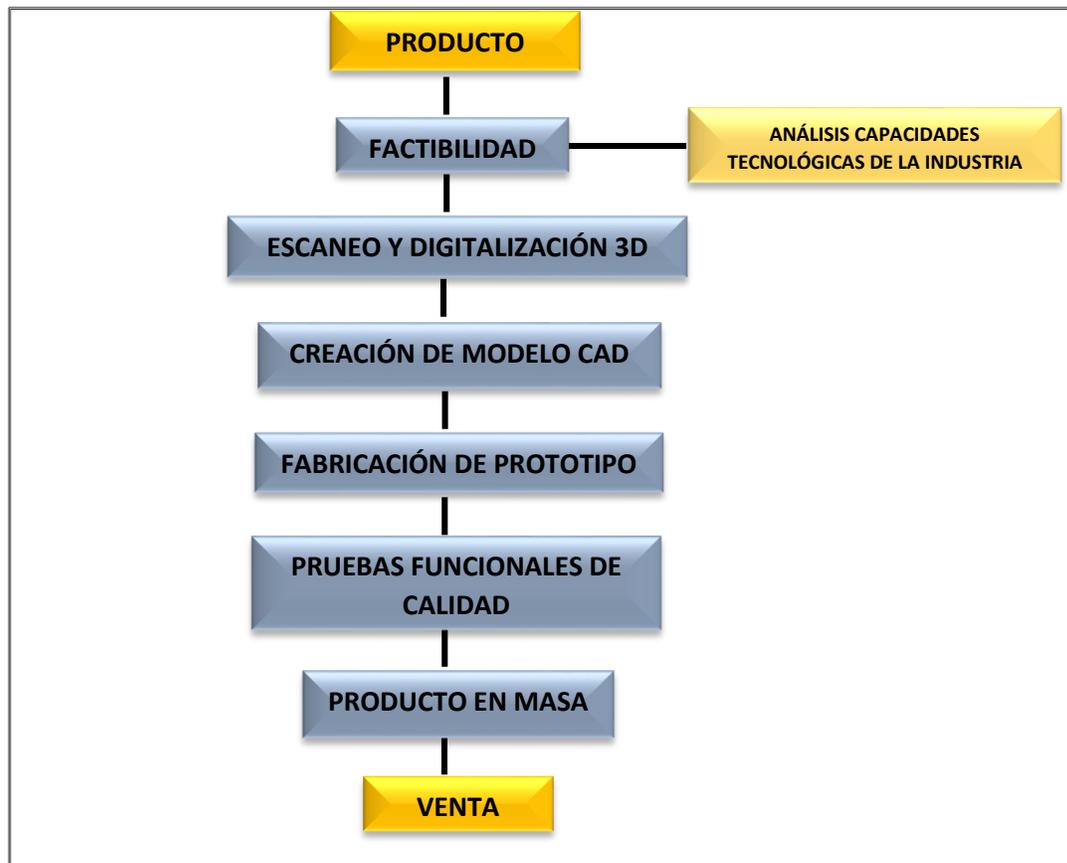
El proceso de la ingeniería inversa tiene dos etapas bien definidas: la digitalización 3D del objeto físico, y la reconstrucción de superficies mediante la aplicación de sistemas CAD/CAM/CAE especializados para la ingeniería inversa. El modelo CAD obtenido puede ser manipulado de acuerdo a las necesidades del diseño, y generalmente se procede a la construcción del objeto empleando herramientas CAM, CNC y Sistemas de prototipo rápido.

El proceso de ingeniería inversa definido desde la digitalización hasta la reproducción del objeto permite al final un desarrollo inmediato del producto acompañado de una reducción de costos. La aplicación de la ingeniería inversa en el diseño de producto es muy amplia y ha tenido especial impulso en el diseño automotriz, aeronáutico y en el desarrollo de elementos de máquinas, etc.

La metodología de ingeniería inversa es primordialmente útil cuando se requiere trabajar con precisión, evitar ensayo y error, geometrías complejas, disminución de tiempo de desarrollo y como factores incidentes en el desarrollo de un producto.¹

Figura. 8.

Proceso de ingeniería inversa



Parámetros de evaluación

Los proyectos de ingeniería inversa necesitan los siguientes parámetros para evaluar su costo, calidad y etapas de desarrollo. Con estos se pueden medir las características de los proyectos de manera cuantitativa o cualitativa:

- a) **Precisión:** Es el grado de acercamiento del modelo desarrollado con relación al objeto medido. El término precisión puede cambiarse por el grado de incertidumbre, es decir, el rango en que una medida se confía que esté. Ej., si la medida es de 10mm la precisión es de 0.1mm, es decir que está entre 9.9mm y 10.1mm.
- b) **Resolución:** Es el espaciamiento entre puntos obtenidos con el digitalizador sobre la pieza. Mientras más pequeña sea la resolución más detalles se capturan, pero aumenta considerablemente el tiempo de la operación. La resolución no tiene una relación directa con la precisión.
- c) **Rango:** es la dimensión máxima a la que se puede acceder para definir objeto de manera manufacturable. Los equipos de digitalización y construcción tienen una limitación de distancia, por lo que un objeto extenso requiere de múltiples etapas para ser desarrollado.
- d) **Tiempo:** Es la evaluación del tiempo proyectado respecto al tiempo real de ejecución.
- e) **Costo:** Es la evaluación del costo presupuestado respecto al costo real.
- f) **Manufacturabilidad:** Es una característica del producto que atribuye la posibilidad de manufacturar un diseño de acuerdo al volumen requerido
- g) por el cliente y los procesos disponibles para su fabricación. ⁱⁱ

Fundamentación conceptual

La sociedad no duda de la importancia de la ingeniería como disciplina del conocimiento humano. Pero pocas personas y empresas saben que esta disciplina posee una contraparte: llamada ingeniería inversa.

La ingeniería inversa estudia o analiza un producto disponible en el mercado (software, dispositivo electrónico, pieza mecánica, armas, estructuras, etc.) con el fin de conocer detalles de su diseño, construcción y operación. La ingeniería inversa empleada como una forma de producir una versión mejorada del producto y no con el objetivo de producir una copia simple, como lo ha demostrado Corea y otros países asiáticos, ha resultado ser no solo una excelente herramienta para la innovación, sino también una efectiva estrategia de enseñanza-aprendizaje para adquirir las competencias de diseño e innovación requeridas en la formación de ingenieros.

Para el desarrollo de la ingeniería, varias empresas de producción comenzaron copiando un producto, y posteriormente optimizándolo, las industrias militares que mejoraron su tecnología a partir de los pertrechos militares incautados a los ejércitos enemigos, o Israel que en la década de los setenta recibía la totalidad de armamento de Francia y luego de ganar la guerra de los Seis Días, Charles de Gaulle presidente francés declaró un embargo a la venta de armas a Israel, por lo que tuvo que desarrollar su industria militar para defenderse. Un buen ejemplo del uso de la ingeniería inversa como herramienta de innovación es el caso de Corea del sur (Rockefeller Foundation, 2003), cuyo acierto fue promover el flujo de la tecnología dentro del país para conservar la independencia de los países desarrollados y sus tecnologías, imponiendo restricciones a la inversión extranjera directa, importando bienes de capital de los países avanzados, implementando las fábricas llave en mano y no pagando licencias de productos que podían obtener a través de la ingeniería inversa.

Un aspecto común de las definiciones es que la ingeniería inversa es un acto de identificar la información de los productos existentes mediante su desmontaje físico o técnico. Basado en esta acción, uno de los objetivos finales es obtener un diseño mejor o nuevo

(Clive y Patrick, 2004). Son numerosas las razones para emplear la ingeniería inversa como una estrategia de ingeniería. De varias razones comunes se enumeran a continuación según el enfoque de Mishra (2010)

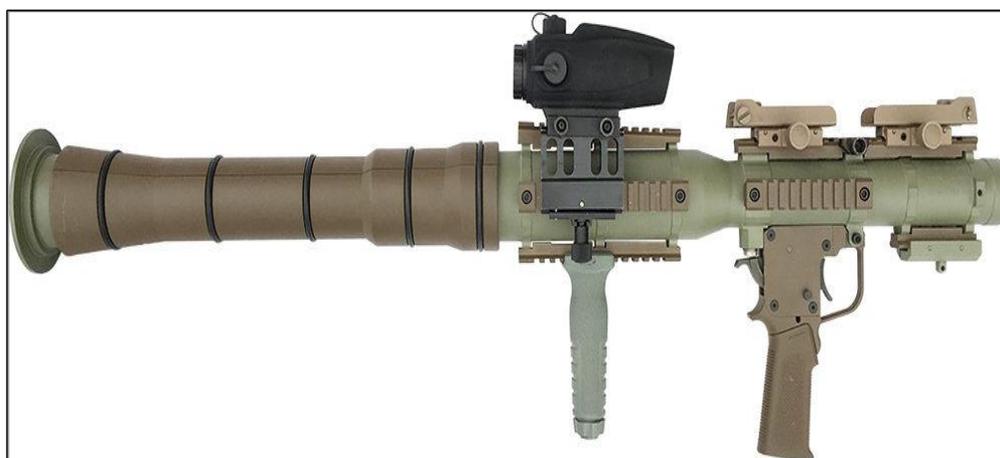
1. Para comprender el funcionamiento de dispositivo.
2. Examinar el ensamblaje, recoge todos los datos técnicos y las instrucciones de cómo el producto funciona.
3. Para comprobar los errores del dispositivo o producto, como ejemplo se tiene el análisis de las características buenas y malas de productos de la competencia.
4. Para conocer las limitaciones del dispositivo, explorado nuevas vías para mejorar el rendimiento del producto y sus características.
5. Para averiguar si el sistema y el producto son lo suficientemente compatibles para compartir los datos o no.
6. Para el cálculo de la limitación de su producto duplicado.
7. Para crear la documentación del producto. La documentación de diseño de producto original se ha perdido o nunca existió.
8. Crear un clon del producto: reproducción exacta de una pieza original. Puede infringir los derechos de propiedad intelectual.
9. Para cambiar el producto antiguo con la versión mejorada. Comprender el know-how integrado en un producto para optimizarlo utilizando su estructura original. Para esto las malas características de un producto deben ser eliminados, como ejemplo el desgaste excesivo podría indicar que un producto debe ser mejorado.

En la actualidad, los productos que más se someten a ingeniería inversa son los programas de computadoras y los dispositivos electrónicos, pero, la realidad es que cualquier producto, estructura o sistema puede ser objeto de este análisis.

Hablamos del RPG-7V ruso que es una de las mejores armas antitanque del mundo, por ello lo utilizan la mayoría de los ejércitos, para esto los EE.UU a través de la empresa AIRTRONIC de Spring Branch, Texas, se planteó construir una arma que es una copia de este famoso RPG-7, se trata del sistema PSRL (Lanzacohetes de precisión de hombro) (Fig. 9) con la meta de ser más seguro y efectivo, todos los aspectos desde el material hasta el sistema de observación se evaluaron y rediseñaron para modernizar esta arma lo que sería un aporte en el campo de batalla, esto da como resultado un producto un sistema de armas con certificado de seguridad del ejército de los EE.UU. La empresa AIRTRONIC ofrece al mercado un paquete completo de armas, que incluye varios accesorios. (AIRTRONIC, 2019).

Figura 9.

Antitanque PSRL



Fundamentación legal

La Constitución de la República del Ecuador, Sección tercera: Fuerzas Armadas y Policía nacional. Art. 158.- Las Fuerzas y la Policía Nacional son instituciones de protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos. Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía y la integridad territorial. Elementos centrales para la actualización de la Agenda Política del Estado 2017 – 2020.

La Defensa Nacional es un bien público, y con sus Fuerzas Armadas ejerce el control y la protección del espacio territorial ecuatoriano en sus dimensiones: terrestre, marítima, aérea, del espacio ulterior y del ciberespacio, que son trascendentales para la seguridad del Estado y de su población.

La actitud estratégica del país es defensiva, fundamentándose en el principio de cooperación internacional. En este sentido, la defensa constituye un derecho soberano signado a todos los Estados -de acuerdo a la Carta de las Naciones Unidas- en caso de tener amenaza externa inminente que ponga en riesgo la integridad de sus ciudadanos y territorio, para lo cual desarrollará una capacidad disuasiva que permita identificar, reconocer y vigilar de manera oportuna, las eventuales amenazas y riesgos a los que estuviera expuesto.

Bajo todo este contexto legal, el Ecuador como todos los países está en el derecho y obligación de protegerse y si es necesario defender sus fronteras velando por su seguridad, con el fin de permitir desenvolverse a su población de una mejor manera generando progreso y desarrollo. Siendo así, el Ecuador está en su potestad y derecho de adquirir o fabricar en la medida de sus posibilidades sistemas de defensa para disuadir y responder ante cualquier de amenaza a su soberanía e integridad territorial, todo esto, siempre y cuando cumpla con todas las normas y preceptos que demanda la O.N.U (Organización de Naciones Unidas) como miembro de esta organización.

Sistema de variables**Variable independiente.**

- Personal técnico calificado.
- Infraestructura para el desarrollo de piezas y partes
- Laboratorios de pruebas

Variable dependiente.

- La capacidad tecnológica para el desarrollo de un antitanque ATE
(INGENIERÍA INVERSA RPG-7)

Hipótesis

La capacidad tecnológica de la industria nacional en base a ingeniería inversa, permitirán desarrollar una capacidad antitanque con el cual el ejército ecuatoriano podrá emplearse en las diferentes operaciones militares a fin de neutralizar las posibles amenazas de los países vecinos.

“Tabla 1”

Variable independiente: personal técnico calificado

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICACIONES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Determinar si en el país existe personal técnico calificado para el desarrollo de un antitanque ATE en el Ecuador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calificación de las universidades • Técnicos graduados 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios • Malla curricular • Software • Presupuesto • Títulos • Prometeos • Docentes 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En los laboratorios existe para ensayos de prueba de calor? • ¿Las universidades disponen de docentes y alumnos graduados en esta especialidad? 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas: Encuesta • Instrumento: Cuestionario a directivos, oficiales, docentes y estudiantes.

“Tabla 2”

Variable dependiente: Infraestructura para el desarrollo de piezas y partes

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICACIONES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Determinar si en el país existe la infraestructura disponible para el desarrollo de un antitanque ATE en el Ecuador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas con capacidad instalada • Materia prima 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio físico • Software • Componentes 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En el país existe la capacidad instalada para el desarrollo de piezas y partes? • ¿El Ecuador dispone de materia prima que abastezca a la industria nacional? 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas: Encuesta • Instrumento: Cuestionario a directivos de las empresas.

“Tabla 3”

Variable independiente: laboratorio de pruebas

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICACIONES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Determinar si en el país existen laboratorios de pruebas para el desarrollo de un antitanque ATE en el Ecuador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Certificaciones internacionales • Licencias vigentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas de estructuración. • Normas de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En el país existen laboratorios para el desarrollo de piezas y partes de un arma antitanque? • ¿El Ecuador aplica las licencias y normas de seguridad? 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas: Encuesta • Instrumento: Cuestionario a directivos de las empresas.

“Tabla 4”

Variable dependiente: capacidad tecnológica para el desarrollo de un anti-tanque ATE (INGENIERÍA INVERSA RPG-7)

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICACIONES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Conjunto de conocimientos y habilidades que sustentan el proceso de producción; abarcan desde los conocimientos acumulados de las fuentes de energías empleadas, las formas de extracción de reservas naturales, su procesamiento, transformación y reciclaje, hasta la disposición y el desempeño de los productos finales resultantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia • Licencias internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos desarrollados • Propiedad intelectual 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En el país existe la experiencia que permita desarrollar un arma antitanque? • ¿La industria nacional cuenta con las licencias internacionales para desarrollo de un arma antitanque? 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas: Encuesta • Instrumento: Cuestionario a directivos, técnicos.

Capítulo III

Materiales y métodos

El siguiente trabajo de investigación será desarrollado con el aporte del paradigma de investigación: el cuantitativo y cualitativo. Este enfoque de investigación cuantitativa nos permitirá conocer en forma particular el desarrollo tecnológico de la industria nacional y comprobar mediante ingeniería inversa la capacidad de producción nacional de componentes para un sistema antitanque en el Ecuador. Y en lo referente al enfoque de investigación cualitativa, proporcionara ciertos datos estadísticos referente a la necesidad de empleo de un sistema antitanque.

Método investigativo

La metodología a seguir será utilizando el Método Analítico-Sintético, que estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego se integran dichas partes para estudiarlas de manera integral (síntesis). Siendo así, se tomará una muestra de una capacidad antitanque para ser estudiada sus componentes y analizar si nuestra industria está en la capacidad de elaborarlas, posteriormente reunir dichos componentes para su estudio en forma integrada. Así podremos determinar si la industria nacional de defensa está en capacidad de fabricar y/o construir una capacidad antitanque para nuestra Fuerza Terrestre.

Población

Este parámetro está determinado a un grupo de personas especialistas en el tema que conforman las instituciones involucradas en el desarrollo del tema, estas son: Universidad de las Fuerzas

Armadas, estudiantes de las facultades de las ingenierías relacionadas al tema, la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, EXPLOCEN, la industria militar que poseen la información pertinente para argumentar el presente tema de tesis.

Muestra

La Muestra será “Intencional o de Conveniencia” dirigida hacia una población que poseen conocimientos sobre el tema (especialistas – técnicos) de las empresas o fábricas con tecnología para desarrollar armas o componentes en el país; Así mismo, este tipo de investigación resulta ser menos costoso, se ajusta al tiempo que durará la investigación, por lo general va asegurar una alta participación de las personas conocedoras del tema y se usa en investigación exploratoria, para generar ideas, conocimientos o hipótesis. Las muestras pueden ser obtenidas a través de las siguientes fuentes: Fábrica de Municiones “Santa Bárbara”, EXPLOCEN C.A - Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), Comandante de la Compañía MAPAST y Flecha Roja, Técnicos especialistas con conocimientos sobre el tema.

El resultado que se obtenga de esta investigación será clara, real y factible para determinar la posibilidad de desarrollar una capacidad antitanque con las condiciones básicas de funcionamiento.

Técnicas de Recolección de Datos

En la presente investigación se tratará de obtener la información real, que permita conocer la posibilidad de desarrollar el proyecto. Esta información será avalada por los técnicos y conocedores del tema en investigación. Todo esto a través de encuestas, entrevistas y fichas bibliográficas.

Instrumentos de Recolección de datos

Se utilizará como instrumento la guía de encuesta, guía de entrevista que constituye una técnica para obtener información tomando una muestra los lugares en los que se desarrollará el presente tema de tesis. Técnicos especialistas con conocimientos sobre el tema.

Técnicas para tratamiento y análisis de datos.

Se puede determinar que los datos que se obtengan de la técnica y el instrumento de recolección de datos, serán sometidos a una clasificación, registro, tabulación y codificación de ser necesario.

Técnicas de investigación

La técnica principal a emplearse será la Observación Científica, que permitirá obtener la mayor cantidad de datos en forma precisa, clara y definida. De la misma, se empleará las técnicas de las encuestas, entrevistas y fichas bibliográficas, que ayudarán a obtener información mucho más directa y abarcar aspectos que son difíciles de obtener.

Estrategia de investigación

Las estrategias metodológicas aplicadas en esta investigación son cuantitativas y cualitativas, que ofrecen información muy valiosa al investigador que enriquecen y complementan la investigación para encontrar la realidad del objeto de estudio, en este caso “desarrollar una capacidad antitanque, empleando ingeniería inversa en el Ecuador”.

Capítulo IV

Análisis e interpretación de los Resultados

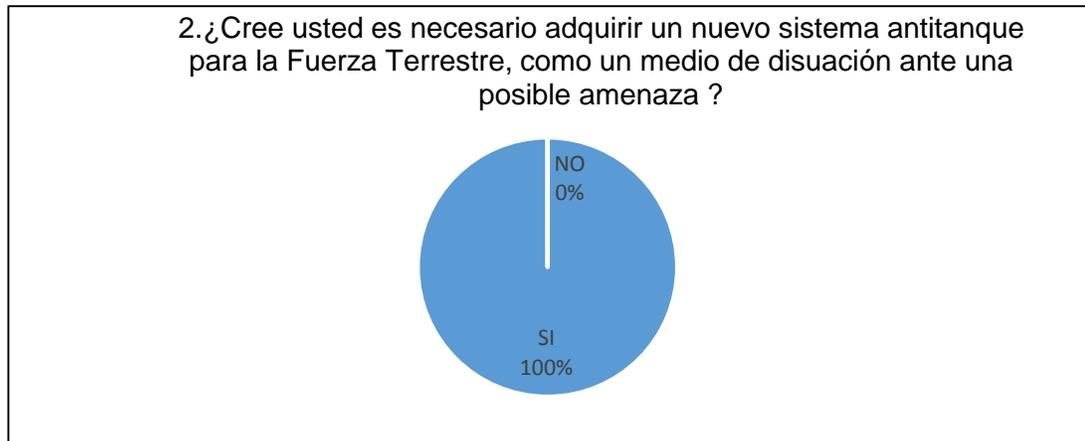
El sistema actual de armas antitanque (C-90 y RPG-7) en dotación para su empleo en la Fuerza Terrestre, y tomando como referencia el concepto de Ingeniería Inversa que es, “El proceso de tomar algo (un dispositivo mecánico o electrónico, un software de computadora, etc.) para analizar sus partes y funcionamiento en detalle, generalmente para intentar crear un dispositivo, sistema o programa que haga la misma o similar tarea”. Se realiza el análisis de los resultados que se obtuvieron de la encuesta aplicada al personal de Directivos, Ingenieros especialistas de las empresas e Institutos superiores de enseñanza como Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE) y La Fábrica de Municiones Santa Bárbara. Así como también, a un segmento Oficiales y Voluntarios de las diferentes unidades militares del Ejército que se encuentran en unidades operativas y en forma directa manipulan armas antitanques, este análisis reflejará la factibilidad de aplicar ingeniería inversa en la industria bélica del país, con el fin de elaborar un sistema antitanque para la Tuerza Terrestre.

Se realiza primero el análisis del personal de Oficiales y Voluntarios que pertenecen a las unidades militares y que están directamente vinculados con el sistema de armas antitanques.

Pregunta 1

Figura 10.

Personal está de acuerdo en adquirir un nuevo sistema antitanque



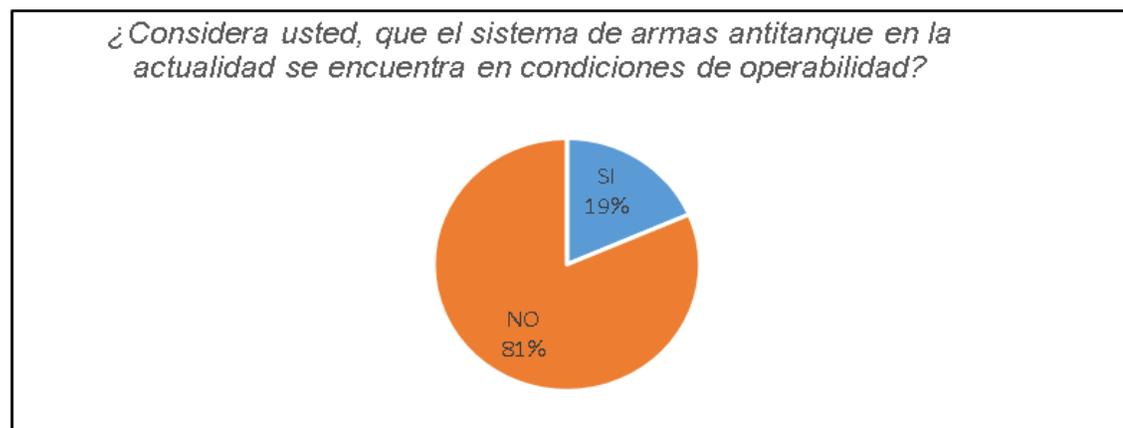
Análisis:

Referente a esta pregunta todas las personas encuestadas 100%, consideran que es necesario adquirir un sistema antitanque para afrontar posibles amenazas externas.

Pregunta 2

Figura 11.

Porcentaje que determina el sistema antitanque no se encuentra en operabilidad



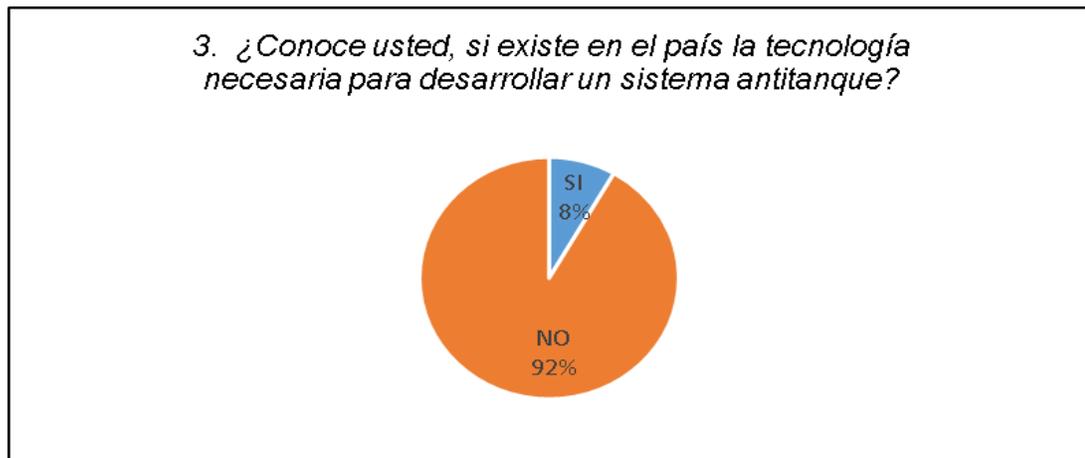
Análisis:

Como se puede observar el 19 % de los encuestados, considera que el sistema antitanque actual se encuentra en condiciones de operabilidad. En cambio, el 81% considera que este sistema antitanque actualmente se encuentra con sus componentes y munición caducados.

Pregunta 3

Figura 12.

Porcentaje 92 %, que considera que si existe la tecnología para desarrollar un sistema antitanque.



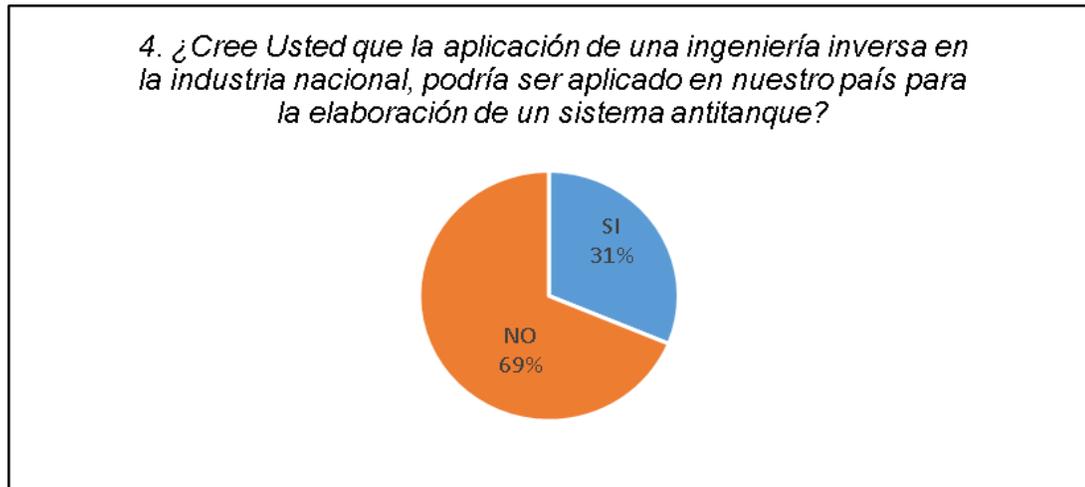
Análisis:

En esta pregunta el 8% considera que, si existe la tecnología e infraestructura necesaria para desarrollar un sistema antitanque, Sin embargo, el 92% señala que no existe la tecnología ni infraestructura necesaria para desarrollar un sistema antitanque.

Pregunta 4

Figura 13.

Porcentaje 69 %, que determina que no se puede aplicar ingeniería inversa



Análisis:

Se observa de las personas encuestadas, el 31% cree que se puede elaborar un sistema antitanque aplicando ingeniería inversa. Siendo lo contrario el 69% de los encuestados consideran que no se puede aplicar una ingeniería inversa para elaborar un sistema antitanque en el país.

Pregunta 5**Figura 14.**

Porcentaje 24 %, considera que existe infraestructura y personal técnico capacitado

**Análisis**

En esta pregunta el 24% de los encuestados, consideran que si existe el personal técnico e infraestructura para desarrollar mediante ingeniería inversa un sistema antitanque para la Fuerza Terrestre.

Una vez realizado el análisis de la población de Oficiales y Voluntarios, se procedió con las entrevistas a los directivos y especialistas conocedores del tema que forman parte de la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E) y la Fábrica de Municiones Santa Bárbara.

Entrevista realizada en la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, en Sangolquí, cantón Rumiñahui con el Ingeniero Mecánico Pablo Figueroa, Subgerente Técnico de la F.M.S.B.

1. Pregunta:

¿Cree Usted que la aplicación de una ingeniería inversa en la industria nacional, podría ser empleada en nuestro país para la elaboración de un sistema antitanque?

Si es posible aplicar Ingeniería Inversa en nuestro país, ya que existe el conocimiento técnico con los principios básicos para elaborar proyectos que beneficien al país, en especial a las Fuerzas Armadas. Así mismo, existe la infraestructura adecuada para emprender proyectos con el fin de aplicar Ingeniería Inversa de acuerdo a las necesidades que se presenten (Fig.15). Específicamente todo lo referente a los componentes mecánicos y el diseño es posible desarrollar.

Figura 15.

Maquinaria del complejo industrial de la Fábrica Santa Bárbara, donde se elaboran material y equipo para las Fuerzas Armadas



2. Pregunta:

¿Conoce usted, si existe en el país la tecnología necesaria para desarrollar un sistema antitanque?

En el país existe la infraestructura entre las diferentes empresas, previos acuerdos y colaboración mutua, más el conocimiento existe en la Fabrica Santa Bárbara, ya que se han realizado proyectos donde se han emprendido relacionados a la tecnología militar (Fig. 16).

Figura 16.

Cámara ROMI de última generación para elaborar piezas y/o componentes de alta Complejidad.



3. Pregunta:

¿Considera Usted que las instituciones como la Fábrica de Municiones Santa Bárbara y la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, cuentan con personal técnico capacitado y la infraestructura necesaria para desarrollar ingeniería inversa a fin de diseñar un sistema antitanque?

Es importante considerar el apoyo de la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), posee el soporte de la capacidad técnica y tecnológica, a través del Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E) donde ya vienen desarrollando proyectos de tipo militar donde aplican Ingeniería Inversa. Existe el talento humano en condiciones de desarrollar este tipo de proyectos con Ingeniería Inversa, sería importante la capacitación respectiva para incrementar los conocimientos y desarrollar tecnología.

Se encuentra previsto desarrollar un “Banco de Pruebas”, cuyo propósito es realizar pruebas de los diferentes proyectos balísticos y de misiles. Este proyecto está previsto iniciar de manera

conjunta para entre la ESPE y la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, con la finalidad de consolidar conocimientos.

a) Entrevista realizada en la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), en Sangolquí, cantón Rumiñahui con el Sr. Tcrn. E.M Henry Cruz, director de la Unidad de Gestión de la Investigación de la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE).

1) Pregunta:

¿Conoce usted, si existe en el país la tecnología necesaria para desarrollar un sistema antitanque?

No existe la tecnología, por la falta de experiencia de desarrollo industrial para realizar este tipo de proyectos, sin embargo, existe la capacidad de talento humano.

2) Pregunta:

¿Cree Usted que la aplicación de una ingeniería inversa en la industria nacional, podría ser empleada en nuestro país para la elaboración de un sistema antitanque?

Se puede aplicar este tipo de ingeniería, se tiene los conocimientos para el empleo de Ingeniería Inversa, pero no ha existido la continuidad en el desarrollo de la tecnología para este fin. Si bien es cierto, no hay la experiencia suficiente en desarrollar proyectos de Ingeniería Inversa para la aplicación en munición o misiles antitanque.

3) Pregunta:

¿Considera Usted que las instituciones como la Fábrica de Municiones Santa Bárbara y la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, cuentan con personal técnico capacitado y la infraestructura necesaria para desarrollar ingeniería inversa a fin de diseñar un sistema antitanque?

En la Universidad de Fuerzas Armadas, si se dispone del Talento Humano desde los niveles de pregrado hasta doctorado, todo este esquema unido permite generar conocimientos especializándose en áreas específicas. Se dispone de infraestructura básica relacionada al desarrollo de ciencia, conocimiento y sobre todo a la técnica, esta infraestructura puede servir para un laboratorio para desarrollo de prototipos mas no para producción, la parte de producción pasa a otro nivel, lo que desarrolla aquí son las patentes y modificaciones. Las personas puedan revisar la estructura de un sistema modificarla inclusive en beneficio de sacar un buen producto.

b) Entrevista realizada en la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), en Sangolquí, cantón Rumiñahui con el Sr. Mayo. de Com. Manolo Paredes Calderón, director del Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E).

1) Pregunta:

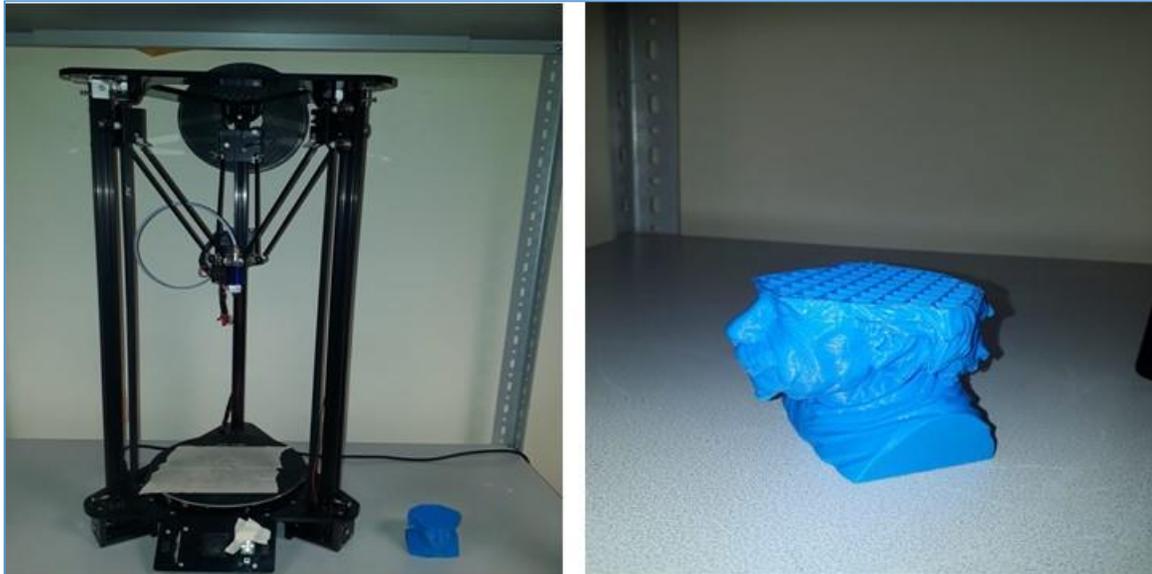
¿Conoce usted, si existe en el país la tecnología e infraestructura necesaria para desarrollar en base a Ingeniería Inversa un sistema antitanque?

Se puede realizar Ingeniería Inversa en el país en forma muy limitada con respecto a la producción de armas y munición, para eso se requiere cierta infraestructura tecnológica, que técnicamente se denomina “laboratorio de desagregación tecnológica”. Para fabricar o producir

partes y piezas más específicas de un sistema de arma (munición, cohete o misil), en el país existe poca capacidad autónoma para desarrollar este tipo de trabajos, si se desea partir con Ingeniería Inversa en el ámbito mecánico, debe desarmar una pieza o componente, utilizar un scanner 3D (Fig. 17), levantar planos y maquinar o fabricar dicha pieza o componente.

Figura 17.

Scanner disponible en la ESPE - CICTE



Durante el proceso de Ingeniería inversa, no existe la posibilidad de poder ver más en el interior de una pieza o componente, ya que vienen fusionadas de fábrica, es necesario emplear la desagregación tecnológica en la manera más integral posible, utilizando los tomógrafos, el país existe a nivel público en la universidad “Yachay” un tomógrafo permite ver en el interior del acero hasta 15 mm de acero. En el Ecuador no se dispone de una infraestructura adecuada para producir en base Ingeniería Inversa a gran escala componentes o piezas de armas que sean de mayor complejidad en su estructura.

Es importante tener en cuenta la sinergia que debe haber entre la parte científica, técnica y operativa para desarrollar componentes de armas u otros sistemas a través de Ingeniería Inversa, ya que la parte Científica establece el “cómo funciona el algoritmo o fundamento básico de un componente”, la parte Técnica sabe “cómo funciona el mecanismo de un componente” y la parte Operativa donde determina “las formas de cómo usar dicho componente o sistema”.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Establecido el tema de investigación “Desarrollo de una capacidad antitanque, a través de ingeniería inversa para La Fuerza Terrestre”, de acuerdo a las encuestas elaboradas y el análisis realizado podemos concluir lo siguiente:

- El material antitanque (C-90 y RPG 7), es el sistema con que actualmente cuenta el Ejército ecuatoriano, siendo que los cohetes C-90 es el material más actualizado al momento y el RPG 7, donde ya existen lotes de cohetes que se encuentran caducados, siendo necesario su certificación para un posible o posterior empleo.
- Es necesario actualizar el arsenal antitanque, pese a que en la actualidad no existe problemas limítrofes con los países vecinos, sin embargo, es importante disponer de un sistema antitanque disuasivo de mayor poder para hacer frente a otras amenazas de tipo transnacional, como el narcotráfico, narco guerrilla, grupos ilegales armados entre otros, cuyo poder de adquirir material bélico es bastante considerable.
- El desarrollo de la industria bélica en el país no ha recibido en los últimos 15 años un impulso que permita desarrollar tecnología, siendo que las coyunturas políticas, sociales, económicas no han permitido la atención necesaria para desenvolverse en este campo de la industria bélica. Por tal motivo, podemos concluir que no existe la tecnología suficiente para desarrollar un tipo de sistema antitanque.

- Es importante disponer de los recursos necesarios para poder impulsar el desarrollo de la industria bélica en el Ecuador, sin embargo, no está por demás realizar las gestiones necesarias para obtener el apoyo necesario a fin de obtener la atención por parte del ente político.

- En nuestro país existen instituciones como la Universidad de Fuerzas Armadas (E.S.P.E), donde se realizan estudios superiores con el fin de desarrollar proyectos que ayudan a impulsar proyectos para el ámbito militar. Así mismo, existe la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, donde se ejecuta la certificación de munición de calibre mayor y menor. Se realizan proyectos para FABRICAR, CERTIFICAR, DESMILITARIZAR y REPOTENCIAR armas y munición. En la actualidad se cuenta con el personal y la infraestructura, sin embargo, la infraestructura no es la adecuada y la capacitación es muy limitada para desarrollar este tipo de proyectos.

Recomendaciones

Ante las conclusiones establecidas dentro de la presente investigación, nos permitimos recomendar lo siguiente:

- Es importante realizar convenios internacionales con los diferentes países, con el fin de buscar alternativas que ayuden a desarrollar tecnología en la industria bélica de nuestro país, por ende, a utilizar ingeniería inversa para elaborar un sistema antitanque u otro tipo de sistemas que incrementen la capacidad disuasiva del Ejército ecuatoriano.

El pretender desarrollar un sistema antitanque mediante ingeniería inversa en nuestro país, sería importante impulsar los convenios que ya se tienen con países de la región, donde se pueda realizar Traspaso de Tecnología, esta intención sería encaminada hacia los países que poseen una tecnología avanzada en la industria bélica, estos países serían Brasil, Chile

y Argentina, donde por ejemplo mediante convenios se podría fabricar partes o componentes de un sistema bélico (misiles o cohetes antitanques) y el ensamblaje ejecutarlo en nuestro país.

- Como parte de los convenios, es muy importante la designación de personal técnico que sea capacitado en otros países y obtengan los conocimientos necesarios para poder desarrollar proyectos más complejos con el fin de apoyar en la industria bélica en nuestro país.
- Se posee las instituciones que son afines a este tipo de proyectos, como son la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), El Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E) y la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, a estos entes de estudio, capacitación y desarrollo de proyectos, se debería prestar la mayor atención proporcionando el apoyo de parte del mando militar con recursos económicos y tecnológicos que impulsen y desarrollen tecnología en la industria bélica de nuestro país.
- Impulsar la capacitación del personal técnico de la Fábrica de Municiones Santa Bárbara, la Universidad de Fuerzas Armadas (ESPE), El Centro de Investigación de Aplicaciones Militares (C.I.C.T.E), ya sea en el exterior previo convenios o en coordinación entre instituciones en el país, con el fin de crear, impulsar y desarrollar proyectos con aplicación de Ingeniería Inversa.
- La asignación presupuestaria limitada, por no decirlo de otra manera hacia Fuerzas Armadas, obligaría a impulsar y desarrollar Ingeniería Inversa, con la finalidad de desarrollar proyectos que permitan mejorar la capacidad bélica de disuasión de las fuerzas. De esta manera economizar recursos y lo más importante desarrollar tecnología propia, incrementando la tecnología en la industria bélica del país.

Capítulo VI

Referencias bibliográficas

AIRTRONIC. (2019). LANZACOHETES DE PRESISIÓN DE HOMBRO. 2019 Airtronic USA,LLC.

Bárbara, F. d. (2009). *Manual para la certificación de la munición calibre mayor y menor de la Fuerza Terrestre*. Quito.

Bárbara, F. d. (2013). *Manual de desmilitarizacion de la municion calibre mayor de la Fuerza Terrestre*. Quito.

E.Jimenes., O. S. (2013). *La ingenieria inversa; conceptos, metodos y aplicaciones*. Sonora-México.

M. Mata, A. V. (1999). *Introduction of engineering in reverse*. España.

Naranjo, F. (2018). *Analisis de limite de resisitencia de de componentes de aeronaves de combate reparados con materiales compuestos*. quito.

Weapon System. (2001). *Army armament research development and engineering center picatinny arsenal*.

Jonathan Marcus. (2017). *El innovador sistema de Rusia que hace menos efectivas las armas antitanques de la OTAN*.

Rockefeller Foundation (2003). *Volume 1: Knowledge Flows, Innovation, and Learning in Developing Countries*. Recuperado el 18 de febrero de 2013.
