



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ENERGIA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA: “ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE UN TRICICLO DE CARGA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA”

AUTOR: COCHA TIXI ANDERSON JHOEL

DIRECTOR: ING. RAMOS JINEZ ALEX JAVIER

Latacunga, 2021



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANTECEDENTES:

En la antigüedad, la transportación de cualquier materia prima requería de un gran esfuerzo físico por parte del ser humano, todo esto debido a los largos tramos que debían recorrer y a la gran carga que llevaban con ellos.

La implementación de vehículos fue un problema para los estibadores ya que sustituían completamente su trabajo de manera más eficiente y en menor tiempo, el afectado en una mayor escala fue el medio ambiente debido a cantidad de gases que emitían estos.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Justificación

La iniciativa de este proyecto tiene como finalidad la implementación de un triciclo de carga con un sistema de propulsión el cual contribuye a la movilidad sostenible en aspectos económicos, ambientales y sociales con menores costos en infraestructura, acceso para la entrega ágil de productos, mayor velocidad en zonas congestionadas, cero emisiones contaminantes, entre otros.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En zonas rurales de varias provincias del Ecuador, la movilidad tanto de personas como de materia prima aún sigue siendo un problema vigente. La incrementación poblacional, la alta demanda de productos y varios servicios asociados a una rápida urbanización provocan un alza en la movilidad de mercancías dentro de varias zonas del Ecuador, con esto el medio ambiente se enfrenta a varios factores negativos como el consumo de energía, la emisión de gases y otros elementos externos.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivo general

- Analizar el rendimiento de un triciclo de carga con la implementación del sistema de propulsión eléctrica



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivos específicos

- Realizar pruebas de medición de autonomía y rendimiento de las baterías montadas en el sistema de propulsión del triciclo de carga.
- Trazar rutas con condiciones distintas donde el triciclo de carga deberá circular con normalidad
- Tabular datos obtenidos y detallar la eficiencia y rendimiento del sistema implementado.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Alcance

La finalidad del proyecto es el crear un medio de transporte que no afecte al medio ambiente y de la misma forma ayude al estibador en sus entregas de carga pesada, con esta facilidad sus entregas se realizarán sin tanto esfuerzo y a su vez el tiempo de entrega se desarrolla en un menor tiempo. La realización de un triciclo de carga con un sistema de propulsión debe ser confiable, funcional, útil y competitivo con respecto a otros medios de transporte. Esto lo vamos a verificar con varias rutas de pruebas en diferentes zonas, con la misión de buscar el mayor confort para el estibador.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Triciclo de carga.- El triciclo de carga es una herramienta ampliamente utilizada en la actualidad debido a su versatilidad, ya que permite transportar de manera efectiva todo tipo de cargas como lo son: materiales de construcción, frutas y verduras, negocios ambulantes, e incluso pasajeros humanos.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No usa gasolina	Es de difícil manejo
Cuidado del medio ambiente	Lleva hasta un determinado peso
Mejor manejo	Velocidad reducida
Rentable en zonas rurales	Desgaste físico
Mantenimiento económico	Desprotección de la carga





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Sistema mecánico: La estructura es el conjunto de barras de metálicas soldadas que su función es aguantar o soportar las cargas

Sistema de transmisión : Su función general es poner en movimiento al vehículo, transmitiendo el par generado por el usuario a las ruedas.

Sistema de dirección : Este sistema nos permite cambiar el rumbo del triciclo a través del giro del manillar, el cual es solidario a la horquilla que sostiene la rueda delantera gracias a la potencia





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Sistema de freno mecánico: La función es reducir o mantener la velocidad del vehículo.

Sistema de freno hidráulico: El kit contiene la maneta de freno con el latiguillo de freno conectado a la pinza de freno con el aceite mineral incluido, además de la mordaza de 2 pistones y discos.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Sistema eléctrico

Previo a la instalación del sistema eléctrico debemos conocer en detalle las partes que lo componen: un motor eléctrico, una batería y un controlador de velocidad.

Motores eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas.

Baterías

Las baterías son acumuladores eléctricos que contienen dos o más celdas electroquímicas que convierten la energía química en corriente eléctrica continua que se libera de forma moderada o controlada.



Fundamentación Teórica

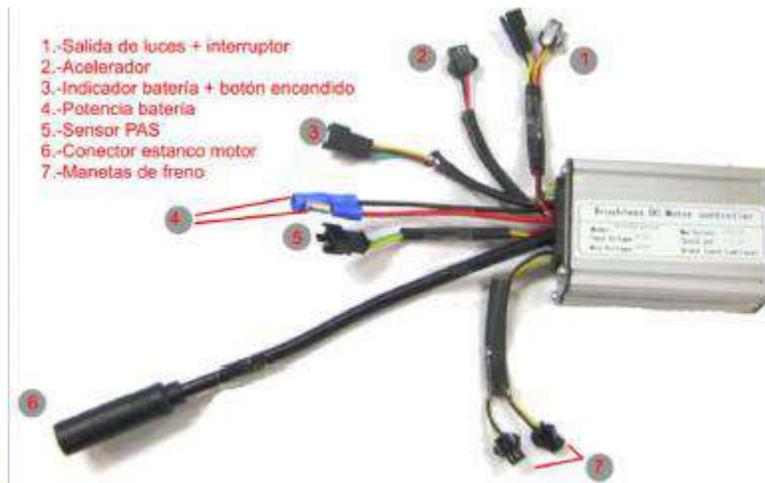
Elementos de control

Controlador

El controlador tiene una función similar al del carburador en un motor de combustión interna, es decir permite y regula el paso de voltaje hacia el motor eléctrico

Acelerador electrónico

Estos aceleradores ayudan al motor eléctrico enviando la señal hacia el controlador.





ESPE

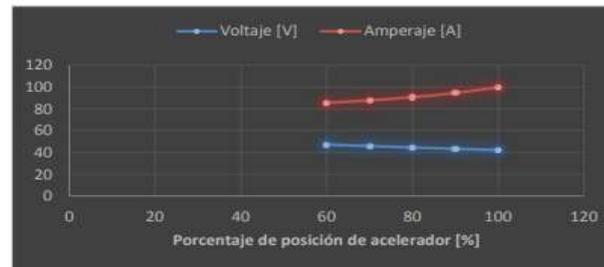
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Análisis de rendimiento

Es la investigación del comportamiento, la eficacia y el impacto de nuestro proyecto ante la sociedad, usando información reunida del análisis dinámico del triciclo en diferentes campos y rutas.

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [V]	Amperaje [A]
60	47,2	85,6
70	45,9	87,8
80	44,6	90,8
90	43,4	94,6
100	42,24	100

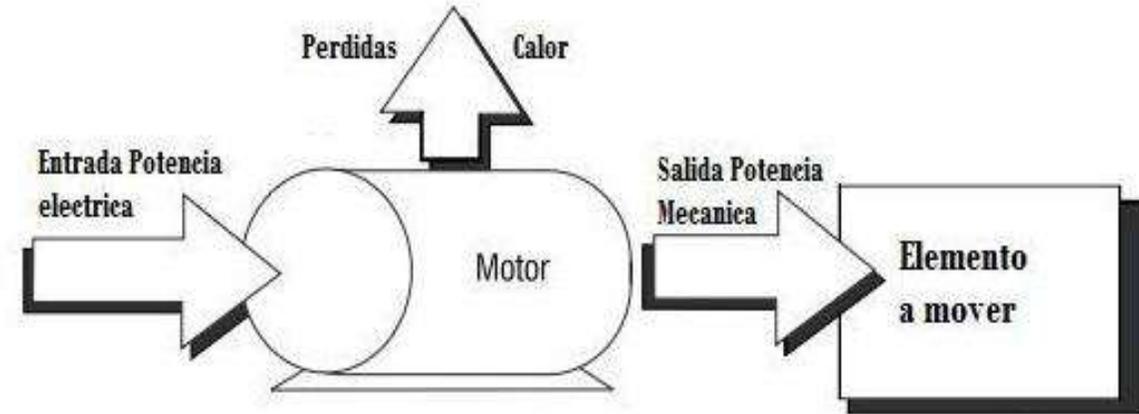


Fundamentación Teórica

Eficiencia de un motor

Es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.

$$\eta(\text{eficiencia}) = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia eléctrica}}$$





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Factores de pérdidas de rendimiento de un motor eléctrico

- Pérdidas por fricción
- Pérdidas por inercia
- Pérdidas de hierro
- Entre otras pérdidas



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Rendimiento de una batería

El rendimiento es la relación porcentual entre la energía eléctrica recibida en el proceso de carga y la que el acumulador entrega durante la descarga.

Tipo de batería	Voltaje	Ah	Medidas	Peso	Autonomía
CK	24	10Ah	35X15X5	2,18	40-45Km
RN	24	10Ah	24X25X8,5	2,05	40-45Km
LF	36	9Ah	20x11x10	2,69	45-55Km
BT	36	9Ah	32x10	2,50	45-55Km
RN	36	9Ah	24x15x8,5	2,43	45-55Km
CK	36	10Ah	38x15x7	4,03	50-60Km
CK	36	11Ah	37x16x5,5	3,50	60-70Km
BS	36	11Ah	22x12x15	2,53	60-70Km
GP	36	13,2Ah	31x15x10	3,10	90-100Km**
CK	36	15Ah	38x15x7	4,53	90-100Km**
CK	48	12Ah	38x15x7	4,92	40-50Km



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Prueba de ruta

Permite al diseñador de casos de prueba definir un conjunto básico de rutas de ejecución. Los casos de prueba obtenidos tienen la garantía de ejecutar todo enunciado en el programa, al menos una vez durante la prueba.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Diseño del triciclo con el sistema de propulsión eléctrica instalado

Una vez ya diseñado e implementado el sistema eléctrico en el triciclo de carga debemos continuar con el análisis del rendimiento de este para medir su autonomía, el soporte que tenga en peso límite, la distancia y el tiempo que nos dará como rentabilidad en su manejo.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Especificaciones del triciclo

Peso	Dirección	Peso que soporta	Velocidad máxima	Freno
77Kg	Mecánica	200Kg	20km/h	Hidráulico

Especificaciones del sistema de propulsión eléctrica

Modelo	Potencia (nom./máx.)	Velocidad máxima	Velocidad máxima limitable	Acelerador	Nivel Asistencia	Voltaje
Nitro	1000/1400 watt	42km/h	Si	Opcional	5	48V



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Cálculos de la eficiencia del motor

$$P. \text{útil} = FxV$$

$$P. \text{útil} = 52Nm \times 11,66m/s$$

$$P. \text{útil} = 606,32Kw$$

$$Eficiencia = \frac{P. \text{util}}{P. \text{teórica}} \times 100\%$$

$$Eficiencia = \frac{606,32w}{1000w} \times 100\%$$

$$Eficiencia = 0,60w \times 100\%$$

$$Eficiencia = 60\%$$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Especificaciones de la batería

Voltaje nominal	48V
Voltaje a carga completa	52V
Amperaje	15Ah
Tasa de descarga	Nominal=2C Máxima=3C
Cerradura de bloqueo	Si
Autonomía	40-50Km
Dimensiones	38cmx15cmx7cm
Peso	4.92Kg
Módulos	5

$$\text{Tiempo de carga} = \frac{\text{Capacidad de la batería}}{\text{Capacidad del cargador}}$$

$$\text{Tiempo de carga} = \frac{15Ah}{10.4Ah}$$

$$\text{Tiempo de carga} = 1.44h$$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Autonomía del triciclo de carga con el sistema de propulsión eléctrico

ITEM	Descripción
Peso Total	163.5Kg
Potencia Máxima	1Kw
Velocidad Máxima	42Km/h
Capacidad de carga	200Kg
Autonomía modo híbrido	1hora 30 minutos

Prueba de aceleración.- Tomamos en consideración una vía pavimentada de la Av. De los Illinizas para determinar el tiempo que se demora el triciclo en recorrer 600 metros, partiendo desde reposo, el tiempo cronometrado fue de 1 minuto con 21 segundos

V_f = Velocidad final (Km h)

$$V_f = \frac{d}{t}$$

d = Distancia (m)

$$V_f = \frac{600m}{81s}$$

t = Tiempo (s)

$$V_f = \frac{7,4m}{s} = 26,64Km/h$$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Prueba de aceleración.-

a = Aceleración (m seg.)

t_o =Tiempo inicial (s)

t_f =Tiempo final (s)

V_o =Velocidad inicial (Km h)

V_f =Velocidad final (Km h)

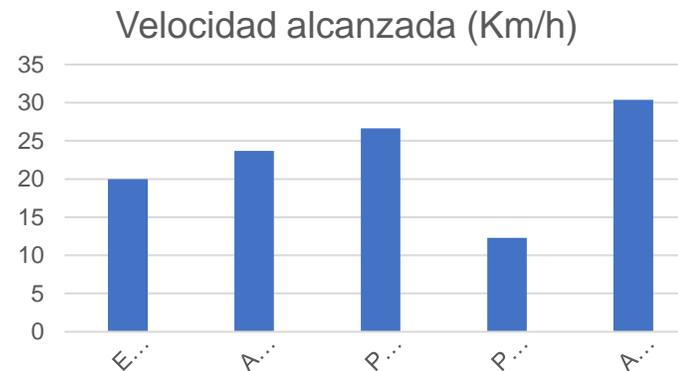
$$a = \frac{V_f - V_o}{t_f - t_o}$$

$$a = \frac{\frac{7,4m}{s} - 0m/s}{10s - 0s}$$

$$a = 0,74m/s^2$$

Velocidades alcanzadas en distintos caminos

Tipo de camino	Velocidad alcanzada (Km/h)
Empedrado recto	20
Adoquinado recto	23,7
Pavimentado recto	26,64
Pavimentado cuesta arriba	12,31
Adoquinado cuesta abajo	30,4





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Pruebas de autonomía.- Esta prueba dependerá de las características de las baterías seleccionadas, conociendo que la capacidad de las baterías es de 15 Ah, la ruta establecida para esta prueba consta de 12Km con pendientes de distinta inclinación. Con las baterías cargadas al 100% se procedió a realizar la prueba de autonomía logrando recorrer una gran distancia donde en ciertos puntos nos dimos varias vueltas logrando una distancia total de 15Km y sin pérdida de potencia del triciclo. El resultado nos da la seguridad de que el triciclo puede recorrer grandes distancias sin alguna preocupación



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Pruebas en recta con diferentes cargas.-

Porcentaje de posición del acelerador %	Voltaje (V)	Amperaje (A)
5	52	60
10	51,8	62,3
15	51,3	63,3
20	51	66,5
25	50,8	67,8

Resultado de la prueba en recta con carga baja

Porcentaje de posición del acelerador %	Voltaje (V)	Amperaje (A)
30	50,7	69,8
35	50,1	71,3
40	49,6	73,5
45	48,8	76,1
50	48	78,2

Resultado de la prueba en recta con carga media

Porcentaje de posición del acelerador %	Voltaje (V)	Amperaje (A)
60	47,2	83,4
70	46,4	85,7
80	44,9	87
90	43,6	89,1
100	42,8	92,9

Resultado de la prueba en recta con toda la carga



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Análisis de descarga de la batería del triciclo eléctrico .- Se tomaron datos de la pérdida del voltaje cada 10 minutos para realizar un análisis del rendimiento de la batería, donde el primer dato es de 52V debido a que la batería se encontraba con carga completa progresivamente se obtenían los voltajes hasta llegar a los 45.9 voltios

Tiempo (min)	Voltaje
0	52
10	51.1
20	50
30	49.4
40	48.7
50	48
60	47.3
70	46.8
80	47.9



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Códigos de error

01 Funcionamiento anormal del acelerador.

04 Funcionamiento anormal del sensor de torque (no aplicable a los kits XF)

03 Funcionamiento anormal del sensor hall

05 Funcionamiento anormal del sensor axial (no aplicable a los kits XF)

06 Cortocircuito en el motor o el controlador



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para las pruebas de funcionamiento tomamos el camino del Parque Náutico Ignacio Flores a las 16:00 donde recorrimos unos 5Km y lo realizamos en ese lugar debido a que podemos encontrar algunas personas que trabajan con un triciclo de carga que culminan su labor diaria para tener su opinión respecto a las ventajas que obtienen con este nuevo transporte





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Se les imparte una charla y se brinda información y normas de conducción a las personas con las cuales vamos a realizar diferentes pruebas para verificar su estado y realizar una encuesta respecto al uso del triciclo con el sistema de propulsión



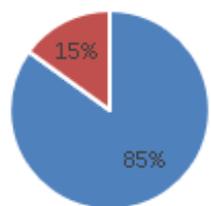


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

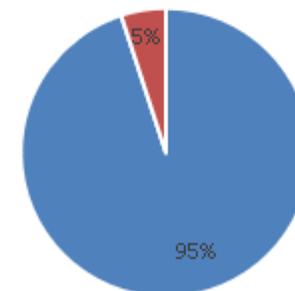
Resultados obtenidos de la prueba de funcionamiento

¿Cree usted recomendable este vehículo para realizar el transporte de mercadería o personas?



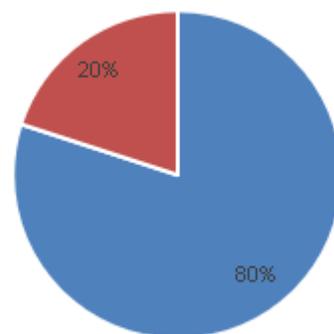
■ Si ■ No

¿A usted le parece una forma segura de movilizarse?



■ Si ■ No

¿El triciclo es cómodo a la hora de manejarlo?



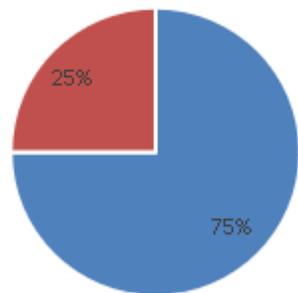
■ Si ■ No



ESPE

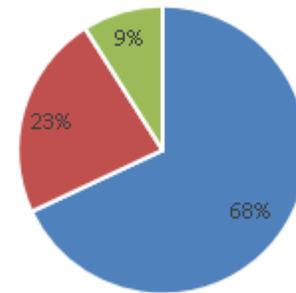
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Al momento de conducir el triciclo ¿Qué tal le pareció la dirección?



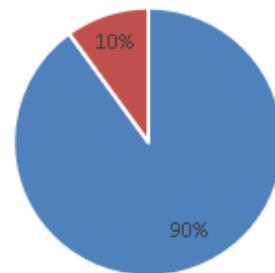
■ Estable ■ Inestable

¿Hasta qué precio estaría dispuesto a pagar por el triciclo?



■ \$700 ■ \$1.000 ■ \$1.200

¿Al realizar el manejo del triciclo con el sistema de propulsión sintió alguna fatiga?



■ Si ■ No



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones

- Los objetivos planteados y el análisis en general se lograron con un éxito total, por lo tanto, el proyecto establecido como tema de titulación pudo ser concluido.
- El triciclo con el sistema de propulsión eléctrica tiene un fácil manejo, de igual manera su mantenimiento dependerá del uso adecuado que se le aplique al mismo.
- Cada uno de los componentes del sistema de propulsión se adecuaron de acuerdo con los cálculos previos con los datos del triciclo mecánico, con el fin de lograr movilizar el peso máximo que soporta el triciclo con una gran velocidad.
- Los resultados se lograron como se esperaban, en el cual las personas aceptaron de gran manera la implementación del triciclo de carga con el sistema de propulsión en la sociedad.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN