

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

“GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO”

ING. PATRICIO VICENTE VILLALBA NOVOA

Quito, Junio 2015

DEDICATORIA

Esta Tesis quiero dedicarles a mis padres como pilares fundamentales en mi vida personal y profesional; por todo el apoyo que me brindaron en el transcurso de la maestría, y por ser quienes me impulsaron a seguir adelante con la elaboración y terminación de la misma.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento principalmente a Dios por darme fuerzas y fortaleza en momentos de debilidad, que me permitió seguir avanzando en la culminación de mi Tesis.

Al Director de la Tesis, Ing. Javier Cóndor, por todo el apoyo, ayuda y guía que me supo brindar durante el desarrollo de la investigación y en la culminación de la misma.

Y a mis correctores Ing. Oswaldo Espinoza y el Ing. Roberto Unda por su preocupación y apoyo constante.

Finalmente a la persona que me ha acompañado incondicionalmente durante todo este tiempo, y es muy importante en mi vida Andreita Vasquez.

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL.....	6
1.1. Sistema.....	6
1.2. Modelo de sistema.....	8
1.3. Simulación.....	10
1.4. Sistemas de simulación.....	14
1.4.1. Principales tipos de sistemas de simulación	15
1.4.2. Principales simuladores de entrenamiento en el país.....	17
1.5. Sistemas de simulación de tiro	24
1.6. Descripción de accesorios de los simuladores de polígonos de tiro	25
1.6.1. Rack de equipos	25
1.6.2. Posición del instructor	25
1.6.3. Sistema de proyección	25
1.6.4. Sistema de audio.....	25
1.6.5. Sistema de detección de disparos.....	26
1.6.6. Sistema de rellenado de cargadores.....	26
1.6.7. Sistema de montaje sobre el arma	26
1.6.8. Chaleco táctico.....	26
1.6.9. Sistema de grabación/reproducción.....	26

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

1.6.10. Dispositivo de fuego hostil.....	27
1.6.11. Sistema de apuntamiento manual.....	27
1.6.12. Paneles móviles.....	27
1.6.13. Máquinas de humo	27
1.6.14. Lentes visores y micrófonos.....	27
CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL EN FUERZAS ARMADAS.....	29
2.1. Estudio de entrenamiento del personal en armas de calibre menor	29
2.2. Necesidades de entrenamiento de su personal, escenarios y armamento utilizado .	31
2.3. Costos aproximados en el entrenamiento individual	36
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE SIMULADORES DE POLÍGONO DE TIRO NACIONALES E INTERNACIONALES.....	38
3.1. Simuladores de tiro a nivel mundial	38
3.2. Simuladores de tiro a nivel regional	42
3.3. Simuladores de tiro a nivel nacional.....	48
CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DEL SIMULADOR DE TIRO	52
4.1. Aspecto Legal	52
4.2. Aspecto Técnico	57
4.3. Aspecto Operativo	60
4.4. Aspecto Financiero.....	62
4.5. VAN y TIR.....	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

5.1. Conclusiones	71
5.2. Recomendaciones	74
LISTA DE FIGURAS	76
LISTA DE TABLAS	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	82
ANEXOS	86

CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se describe la teoría conceptual, que da el soporte necesario al presente trabajo de investigación para comprender lo que es la simulación; por lo cual se explica que es un sistema, un modelo de un sistema, la simulación misma, y los sistemas de simulación con los principales tipos que existen y cuales hay en el país. Llegando finalmente hacia los sistemas de simulación militar, enfocándonos en lo que son los simuladores de tiro de fusil y pistola con los principales accesorios que existen en el mercado.

1.1. Sistema

Un sistema es un conjunto de elementos que de manera ordenada se relacionan con al menos otro elemento para lograr alcanzar un determinado objetivo. Los sistemas pueden ser materiales o conceptuales, de ahí que haya aparecido la teoría de sistemas que trata de encontrar leyes generales del comportamiento de los sistemas materiales, ya que estos están en constante cambio para poder subsistir.

“Un sistema puede estar formado por subsistemas, y a la vez puede ser parte de un supersistema” (ALEGSA, 1998-2015), cuentan con un límite como se muestra en la FIGURA I - 1. El límite es una línea imaginaria que separa al sistema de su entorno, y que determina hasta donde llega el mismo para poder analizarlo (sin la misma sería imposible hacerlo).

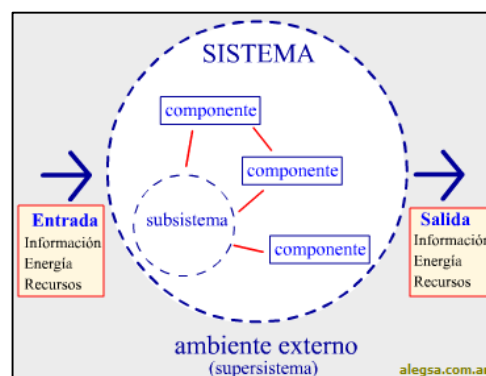


FIGURA I - 1 “Esquema gráfico de un sistema” (ALEGSA, 1998-2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

A los sistemas se los clasifican principalmente en dos tipos, ejemplificados en la FIGURA I – 2, los mismos que son:

- a. Sistemas cerrados, mismos que se subdividen en dos:
 - 1) No aislados (o solo cerrados), que son aquellos que únicamente tienen intercambio de energía con el exterior.
 - 2) Aislados, son aquellos que no presentan intercambio con su entorno ni de masa ni de energía, y tampoco lo influyen.
- b. Sistemas abiertos, son todos aquellos que reciben información de su entorno como entrada, la misma que es procesada por el mismo, y arroja como resultado una salida al ambiente.

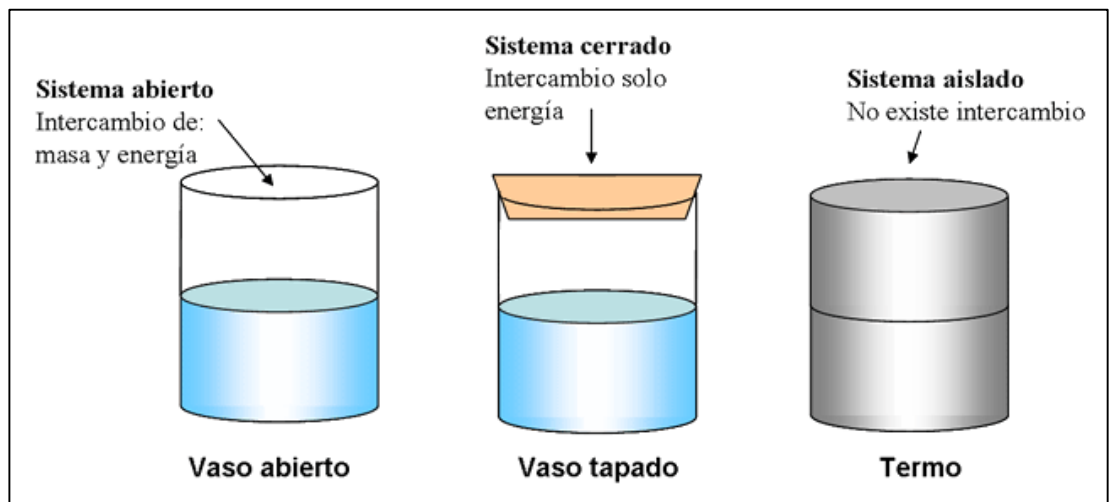


FIGURA I - 2 "Tipos de sistemas" (Sanjinez, 2012)

De la misma manera existe otro tipo de clasificación de los sistemas, teniendo como variable al tiempo, y estos son asimismo de dos tipos:

- a. Sistemas estáticos, son aquellos sistemas que a pesar de que pase el tiempo no van cambiando, como una roca, o un sistema de climatización de un edificio que trabaje de forma constante.

- b. Sistemas dinámicos, son sistemas que presentan un cambio o una evolución con el pasar del tiempo, así podemos tener al universo o a la misma naturaleza. Estos se subdividen en:
- 1) Discreto, es aquel que NO es continuo en el tiempo, ya que posee puntos de “reposo” que llegan y van.
 - 2) Continuo, es aquel que no tiene interrupciones en el tiempo, al contrario de los discretos en estos NO existen puntos de “reposo” en el sistema.
 - 3) Lineales, en estos sistemas la salida producida por el mismo debe seguir la misma forma de la entrada, en la vida real estos sistemas casi no existen.
 - 4) No lineales, son aquellos que cambian con el tiempo, y los mismos pueden ser explicados por medio de ecuaciones dinámicas y estructuras matemáticas.

1.2. Modelo de sistema

Un modelo no es más que una representación simplificada de un sistema que sirve para entender, predecir y controlar el comportamiento del mismo. El objetivo principal con este modelo, es el de poder determinar el resultado final que tendrá el sistema al que está modelando a partir de sus datos de entrada (FIGURA I - 3).

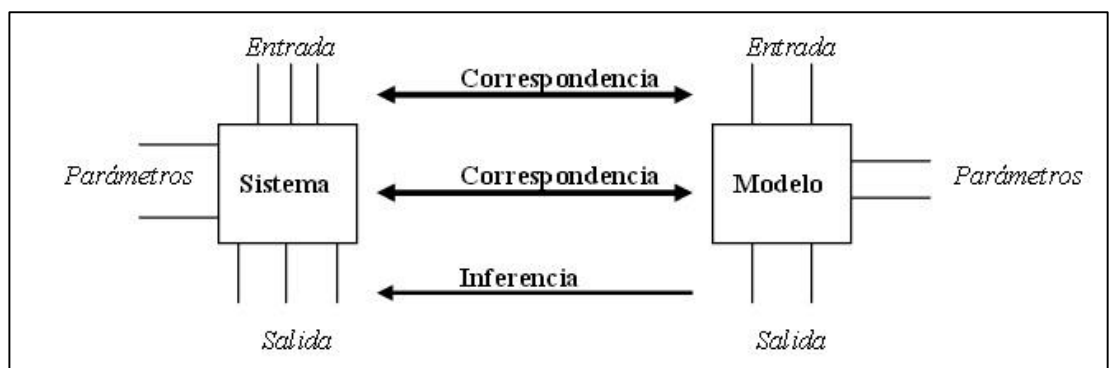


FIGURA I - 3 “Esquema gráfico de un modelo” (UBA, Universidad de Buenos Aires, s.f., pág. 6)

A veces se desechan muchos modelos cuando no corresponden a toda la evidencia conocida, pero a medida que avanza el estudio del sistema, el entendimiento del mismo se va aumentando y con esto se crean modelos más cercanos a la realidad. Y esto es fundamental debido a que se requiere un modelo que sea una fiel representación del sistema real, sin que el mismo sea una copia fiel o una réplica del sistema al que representa, sino que contenga el conjunto de reglas que lo gobiernan o que a opinión del constructor sean relevantes. Un ejemplo de esto es un modelo de auto cuando solo necesitamos su masa para medir su velocidad, sin que importe el color del mismo.

Existen múltiples tipos de modelos, entre los que tenemos:

- a. Estáticos: representan sistemas cuyo estado no varía con el transcurso del tiempo. Ejemplo el modelo de un mapa topográfico.
- b. Dinámicos: representan a sistemas que varían con el tiempo. Ejemplo un modelo de una población.
- c. Continuos: aquellos en que las variables de su estado cambian de forma continua con el paso del tiempo. Ejemplo el modelo del movimiento de un vehículo.
- d. Discretos: aquellos en que las variables de estado cambian instantáneamente en instantes separados de tiempo. Ejemplo el modelo de la entrada de las personas a un negocio.
- e. Físicos: es una representación a escala del sistema. Ejemplo una maqueta o un prototipo.
- f. Conceptuales: es un modelo que contiene mapas de conceptos y las relaciones con estos, además incluyen suposiciones que ocurre en la naturaleza tanto de los fenómenos que representa como sus relaciones.

- g. Matemáticos: la representación de las propiedades del sistema se lo realizan mediante símbolos matemáticos (x , y); y , sus relaciones mediante operaciones matemáticas. Es así que, la rama de la matemática que se encarga del estudio de las propiedades de los modelos, se denomina teoría de modelos. Como ejemplo se puede representar al sistema con cualquier función matemática (lineal, polinómica, exponencial, de potencia, trigonométrica, etc.).
- h. Analítico: se representa la realidad por fórmulas matemáticas, que son resueltas por ecuaciones.
- i. Numéricos: es un modelo que se basa en el cálculo numérico para validar o refutar modelos conceptuales.
- j. Deterministas: modelos que no contienen elementos aleatorios.
- k. Estocásticos: modelos que contienen algún componente aleatorio.
- l. Gráficos: es la representación de datos (generalmente numéricos) mediante recursos gráficos, para que la relación entre los diferentes elementos o factores guardan entre sí se manifiesten visualmente.

1.3. Simulación

La simulación según Koskossidis y Brennan “es la técnica de construir y poner en funcionamiento el modelo de un sistema real con la intención de estudiar su comportamiento sin irrumpir en el entorno del sistema real” (UBA, Universidad de Buenos Aires, s.f., pág. 8). Dicho de otra manera implica la construcción de modelos, con la finalidad de averiguar lo que pasaría con el sistema real si acontecieran determinadas hipótesis, tal como se representa en la FIGURA I - 4.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

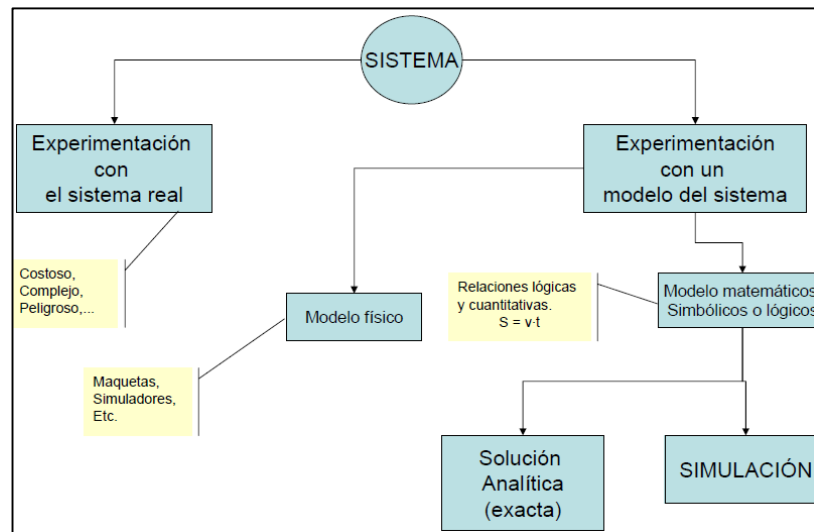


FIGURA I - 4 "Formas de estudio" (AGUIRRE, s.f.)

Existen distintas áreas en las que se puede utilizar la simulación, entre las principales tenemos:

- a. Comunicaciones: en la industria de las comunicaciones la simulación se ha vuelto cada vez más vital, ya que toda la tecnología que se utiliza para esta área demandan la capacidad de la simulación para lograr un diseño y operación más eficiente.
- b. Educación: todo lo relacionado al diseño educativo de escuelas y universidades pueden ser realizados por simulación.
- c. Entretenimientos: para el diseño de la capacidad en la industria del entretenimiento se utilizan simuladores, mismos que ayudan en el mejoramiento de su diseño y operación.
- d. Salud: la simulación es utilizada en esta área, especialmente en estudiar tasas de propagación de enfermedades y análisis de políticas de control de las mismas.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- e. Hotelería: se usa la simulación para determinar factores como son capacidad, políticas de administración de los recursos de inventario, planeamiento de mano de obra, métodos de calendarización, reservas y contratación.
- f. Transportes: muchos de los simuladores se usan para adquirir destrezas en el manejo de distintos tipos de vehículos, mientras que otros tipos de simuladores pueden ser usados para diseñar nuevos vehículos, como aeronaves, buses, camiones, lanchas, barcos, etc.
- g. Agricultura: los simuladores son una importante herramienta en la agricultura, ya que permite realizar pronósticos del tiempo local y global, del medio ambiente, del crecimiento que se dará tanto de plantas como de animales.
- h. Fabricación: para las plantas de procesamiento necesitan de un planeamiento estratégico a fin de saber su capacidad de producción, mantenimiento, compras o reemplazos de equipos, diseño, fabricación, control de calidad, etc. Como se ve la simulación en manufacturación de propósitos especiales ha aumentado, y están disponibles comercialmente para el diseño y análisis de este tipo de sistemas.
- i. Financiera: los simuladores en esta área están enfocadas para la bolsa de valores y en las compañías de seguros.
- j. Alimenticia: el uso de la simulación se lo realiza con propósito de planeamiento de inventarios, provisiones y su forma de distribución.
- k. Militar: los simuladores permiten a los militares entrenar física y mentalmente a soldados para afrontar situaciones graves de combate sin tener que ponerlos en peligro real. Un ejemplo claro de esto es en las Fuerzas Aéreas, que gracias a simuladores de vuelo, pueden entrenar a sus pilotos a desarrollar habilidades antes de entrar a una cabina de mando real.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Se describen las siguientes **ventajas** del uso de la simulación:

- a. Se lo puede utilizar cuando no exista un sistema real, o este sea caro, imposible de construir o manipular.
- b. Se puede experimentar de forma económica con cualquier tipo de sistema.
- c. Se mantiene un mejor control sobre las condiciones experimentales de los que serían posible mantenerlas con el sistema real.
- d. Se puede repetir el experimento cuantas veces sean necesarios sin grandes costes adicionales.
- e. Se puede experimentar sin correr mayores riesgos.
- f. Puede utilizarse para hacer “training” para adquirir destrezas físicas o mentales con los resultados simulados.
- g. Se pueden explorar infinidad de alternativas para un determinado problema sin modificar el funcionamiento del mismo.
- h. Gracias a los simuladores no existe límite de complejidad. Se los puede estudiar en el pasado, presente o futuro.

Y las siguientes **desventajas** de la simulación:

- a. No se puede asegurar que el modelo que se utiliza sea el válido, por lo que se corre el riesgo de tomar medidas erróneas basadas en aplicar conclusiones falsas obtenidas de los resultados de la simulación.
- b. Se tiene el riesgo de utilizar un modelo fuera de los límites para el cual fue diseñado y construido.
- c. La simulación en sí es imprecisa, y no se puede medir con exactitud el grado de imprecisión.
- d. Puede ser cara en términos de mano de obra y tiempo del uso de computación.

- e. Se requiere buenos conocimientos de probabilidad y estadística para la recopilación, análisis e interpretación de los resultados.
- f. Se puede fallar cuando no se han tenido claros y bien definidos los objetivos al inicio de la simulación.
- g. Muchas veces se puede requerir un gran número de corridas computacionales para encontrar la “solución óptima”.

1.4. Sistemas de simulación

Los sistemas son aquellos en la que todos sus elementos funcionan entre sí conjuntamente para llegar a un objetivo; es por eso que un programa de computación es un sistema (conocido como sistema informático), ya que utilizan elementos de hardware, software y el recurso humano como tipos de entrada, y al realizar un procesamiento interno da como resultado una salida esperada.

Estos tipos de sistemas denominados informáticos están divididos en dos subsistemas: los físicos que son aquellos compuestos por todos los elementos de hardware, y los lógicos que están compuestos por todos los elementos de software. Los mismos permiten almacenar y procesar información, por lo que muchos de ellos son desarrollados exclusivamente para las simulaciones, ya que sin los cálculos automáticos sería casi imposible de realizarlos de forma manual.

La mayoría de simulaciones se las ha realizado con la ayuda de computadores, por ser más sencillos y económicos de reproducir, gracias a lo cual, las computadoras se han desarrollado y crecido vertiginosamente con el paso del tiempo, hasta convertirse en una herramienta de uso fundamental en la industria e investigación.

En el mercado existen un gran número de sistemas informáticos para realizar simulaciones, sean estos para obtener resultados teóricos para la toma de decisiones, o aquellos que permiten desarrollar destrezas y habilidades físicas en quienes los utilizan, mismos que son parte de este estudio.

1.4.1. Principales tipos de sistemas de simulación

A continuación se describe los tipos de simuladores utilizados para el entrenamiento físico:

- a. Simuladores de conducción: son aquellos que son muy utilizados en escuelas de manejo, principalmente de autos (ya que existen simuladores para motos y otros vehículos terrestres como trenes, autobuses, camiones, etc.), con el fin de brindar a los alumnos sus primeras clases prácticas, ya que les permite desarrollar más confianza en situaciones específicas como aparcamientos, conducción bajo condiciones climáticas adversas, etc.
- b. Simuladores de navegación marítima: como los dos primeros simuladores, estos sirven para desarrollar habilidades a los estudiantes en el manejo de todo tipo de barcos, desde el zarpe¹ hasta el atraque² en puerto.
- c. Simuladores clínicos médicos: permiten realizar diagnósticos sobre pacientes virtuales, lo cual ayuda a una mejor preparación médica, porque se practica con enfermedades y con casos muy complejos, sobre los cuales los doctores pueden sacar mejores conclusiones en base al aprendizaje continuo.

¹ Zarpe es la maniobra desde que el barco suelta sus amarras del muelle y toma el canal de salida para dirigirse al mar.

² Atraque es la maniobra que realiza el barco para tomar puerto y quedar amarrado en el sitio de operación.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- d. Simuladores de vida: son simuladores que reproducen situaciones reales de la vida cotidiana de una persona, y la dinámica familiar y social que se da. Un ejemplo muy claro de esto son los sims³.
- e. Simuladores de vuelo: estos simuladores tienen por objeto reproducir en tierra el comportamiento de una aeronave en vuelo, lo que permite a los alumnos desarrollar habilidades en el aire sea para pilotar aviones o helicópteros, ya que les permite dominar múltiples situaciones que pueden poner en riesgo sus vidas. Cabe mencionar que existen simuladores de vuelos comerciales, así como simuladores para aviones de combate, y por otra parte aquellos simuladores para el control del tráfico aéreo.
- f. Simuladores para el entrenamiento militar: son aquellos que permiten entrenar física y mentalmente a los soldados para afrontar situaciones graves de combate sin tener que ponerlos en peligro real; ya que reproducen el entorno en donde se llevarán a cabo las acciones de combate táctico, sean en tierra (tanques blindados, polígonos de tiro, etc.), mar (buques de guerra, submarinos) o aire (aviones de combate). Actualmente muchas Fuerzas Armadas del mundo están incluyendo últimamente a los simuladores de ciberdefensa, los mismos que trabajan sobre un nuevo escenario de combate “el ciberespacio”, mediante los cuales se puede validar y experimentar con nuevas tecnologías o configuraciones de ataque o defensa, en donde puede incluirse técnicas como virtualización, paravirtualización⁴, emulación, simulación de tráfico de red, simulación híbrida, modelos analíticos, etc.

³ Sims, es una serie de videojuegos de simulación social.

⁴ La paravirtualización es una técnica de programación informática que permite virtualizar por software sistemas operativos.

- g. Simuladores de redes y comunicaciones: son simuladores que recrean conexiones entre equipos con la finalidad de lograr un diseño y una operación más eficiente entre ellos.
- h. Simuladores musicales: son aquellos que permiten mejorar el rendimiento acústico de todo tipo de instrumento musical, con la finalidad de que reproduzcan un mejor sonido y tengan una mayor duración.

1.4.2. Principales simuladores de entrenamiento en el país

Dentro del país existen múltiples simuladores de entrenamiento para desarrollar habilidades físicas en las personas, a continuación se describen algunos de los simuladores más grandes que existen:

Sistema de Simulación Virtual para el Control de Tráfico Aéreo

El Gobierno consciente que la aviación civil es uno de los principales pilares para las actividades económicas actuales, ha contribuido con el desarrollo de este medio de transporte, aportando tanto con las construcciones de aeropuertos a nivel nacional como con la adquisición de radares civiles, cubriendo así el 95% del territorio nacional. Asimismo la aviación civil decidió contar con centros de formación y capacitación de excelencia para sus alumnos; por lo que cuenta con una moderna instalación con equipos de entrenamiento para el control de tráfico aéreo, ubicada al norte de la ciudad de Quito en la calle Capitán Yopez y Av. Galo Plaza Lasso en las instalaciones de la ETAC⁵.

⁵ ETAC: Escuela Técnica de Aviación Civil.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

El simulador para el control de tráfico aéreo, es una herramienta de entrenamiento compuesta de tres simuladores: para la torre de control, para el control por procedimientos, y el monitoreo por radar (FIGURA I – 5).

Todos estos pueden operar independientemente o pueden ser integrados en un solo ejercicio.



FIGURA I - 5 “Simulador de Torre de Control frontal” (Peacock, 2013)

- 1) Cuarto de simulación de la torre de control en 3D: Consiste de un sistema panorámico visual de 270° en 3D ilustrado en la FIGURA I - 6, en donde es posible observar el campo de aviación, con la pista y todo su ambiente alrededor incluyendo edificios, puertas, rampas, el taxiway⁶, runway⁷ y todos los tipos de vehículos que se encuentran dentro de una pista de aeropuerto. Adicionalmente es posible simular algunas condiciones climáticas incluyendo lluvia, viento, neblina, granizada y ambiente de invierno.

⁶ Taxiway es la pista de rodaje que conecta las zonas de los hangares y terminal del aeropuerto con la pista de aterrizaje.

⁷ Runway es el área rectangular de un aeropuerto que sirve para el despegue o aterrizaje de aviones.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Desde este punto se da las respectivas autorizaciones de despegue o aterrizaje a las aeronaves, y se pone en situación de estrés al alumno, con ejercicios en donde puede saturarse el tráfico aéreo. Además aquí la herramienta posibilita tener dos visiones, la posición del supervisor de la torre de control, y la posición del piloto del aeroplano que está en tierra o en aire.



FIGURA I - 6 “Simulador de Torre de control lateral” (Peacock, 2013)

- 2) Cuarto de simulación de monitoreo por radar: las posiciones de control cuenta con sus respectivas comunicaciones y pantallas con despliegues del tráfico aéreo del área o sector de aplicación, y los planes de vuelo. Estas posiciones cuentan con todas las capacidades necesarias para desarrollar tanto el control de aproximación en el área terminal como el control de vigilancias del área, acorde a cualquier entrenamiento necesario. El sistema además tiene la posibilidad de simular ADS⁸ con la posición satelital de la aeronave. Asimismo se puede ver la posición del piloto, en donde el comando virtual del aeroplano ejecuta todas las maniobras requeridas por las instrucciones de los controles.

⁸ ADS: Sistema de vigilancia dependiente automática, que son procedimientos de vigilancia cooperativa para el control del tráfico aéreo.

3) Cuarto de simulación de control por procedimientos: Este simulador es único, permite preparar al alumno a tomar el control en aquellas áreas sin coberturas de radar, o prepararse a enfrentarse a fallos en el sistema de monitoreo.

Puede tener la posición del asistente, y del control ejecutivo.

De la misma manera que los otros cuartos, este permite tener la vista del piloto, para desarrollar habilidades principalmente en la toma de decisiones con muchas contingencias y emergencias solicitadas o puestas por el instructor.

Finalmente cabe mencionar que este simulador opera a tiempo completo, brindando entrenamiento tanto al personal nacional como al internacional que labora en el mundo de aeropuertos. El mismo fue instalado en un espacio de 500 metros cuadrados y la construcción e implementación de los sistemas tecnológicos tomó 17 meses bajo el asesoramiento de la OASI⁹.

Puente de Navegación Marítima Full Mission

A partir del año 2009, la ESMENA¹⁰ administra un simulador de navegación marítima, mismo que representa al puente de un buque mercante estándar o genérico, catalogado como simulador de última generación y uno de los más modernos a nivel nacional.

Cuenta con tecnología de punta, posee un arco visual de 210° y efectos visuales de luz, sombra, tipos de nubes, olas 3D; permite representar varios tipos de buques, tanto de guerra como mercantes, en diferentes condiciones meteorológicas y oceanográficas, estableciendo diversos grados de dificultad para un entrenamiento progresivo.

⁹ OASI: Organización Internacional de Aviación Civil.

¹⁰ ESMENA: Escuela de la Marina Mercante Nacional.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Este simulador sirve de complemento a la instrucción de los diferentes cursos OMI¹¹ que requieren certificaciones con estos tipos de simuladores, porque otorgan una sensación de realidad al alumno de la comunidad marítima nacional e internacional.

La FIGURA I – 7 muestra a los alumnos en entrenamiento.



FIGURA I - 7 “Simulador de puente de navegación” (ESMENA, 2007)

Además que este simulador cuenta con diversos escenarios geográficos que se pueden representar puertos y canales tanto nacionales como internacionales; además posee efectos hidrodinámicos simulados, ya que logra una movilidad en todos sus ejes conocidos como “6 grados de libertad” (6 DOF), y apoya con efectos de viento, marea, estados de mar y corrientes marinas.

Con este simulador se pretende que los alumnos sean capaces de:

- 1) Describir los efectos del uso de las máquinas y timón para maniobrar un buque.
- 2) Aplicar las medidas adecuadas para contrarrestar los efectos sobre el comportamiento del buque del viento, corriente, aguas poco profundas, bajos y canales angostos y condiciones de carga.

¹¹ OMI: Organización Marítima Internacional

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- 3) Planificar la travesía o maniobras, considerando un plan alternativo.
- 4) Aplicar procedimientos eficaces en el puente durante las guardias y maniobras en situaciones normales y de emergencia.

Según información de la ESMENA se han realizado 89 cursos con un total de 1330 personas entre oficiales y gente de mar que han sido capacitados.

Finalmente se indica que este simulador fue adquirido a la empresa de la India ARI-INDIA, y que en el Ecuador la empresa encargada de los enlaces directos con la misma es Geolnt Cia. Ltda.

Entrenamiento de vuelo Flight Simulator

De acuerdo a la página web de la Fuerza Aérea Ecuatoriana http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_STucano.htm, con la adquisición de los 24 aviones de combate Supertucanos que realizó el Estado ecuatoriano al fabricante de aviones brasilero Embraer, fue incluido un avanzado sistema de entrenamiento y apoyo a la operación (Training and Operation Support System - TOSS), abarcando no solamente la aeronave, sino también estaciones de apoyo en tierra, y un simulador de vuelo (Flight Simulator - FS) como soporte logístico, de entrenamiento y apoyo técnico a las operaciones, mismo que se encuentra ubicado en la ciudad de Manta.

Este simulador tiene por objeto reproducir en tierra el comportamiento de los aviones de combate Supertucanos, logrando entre otras cosas, el entrenamiento y mantenimiento de habilidades de los pilotos militares, las cuales se podría resumir en:

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- 1) El incremento de la eficacia en el entrenamiento, ya que no hay factores externos que interrumpan el mismo, como las condiciones atmosféricas u otros factores propios del mundo de la aviación.
- 2) El incremento en la seguridad en el entrenamiento bajo cualquier hipótesis de simulación.
- 3) Se reduce los costos de entrenamiento sin que se disminuyan las horas de capacitación en el avión.
- 4) Desarrollo de habilidades en los estudiantes, que están interrelacionadas con el sinnúmero de variables del mundo psíquico del piloto, conocidas como “habilidades no técnicas”, como la comunicación, la toma de decisiones, el liderazgo, la cooperación, la consciencia situacional, el manejo del estrés, que no se las pueden aprender en ningún manual de entrenamiento, sino que se las adquiere bajo experiencia de vuelo. La cual es complementada con un mecanismo de enseñanza para que el piloto aprenda a manejar esa parte humana, llamada Gestión de Recursos de la Tripulación, mejor conocida como CRM (Crew Resources Management), que no son más que el resto de recursos operativos y no operativos que hacen a la seguridad de vuelo.

La FIGURA I – 8 muestra el simulador de vuelo.



FIGURA I - 8 “Simulador de vuelo aviones supertucano” (FAE, FUERZA AÉREA ECUATORIANA, 2014)

1.5. Sistemas de simulación de tiro

En el ámbito militar existen distintos tipos de simuladores de tiro, los cuales son utilizados para entrenamiento de disparo en tanques blindados, sistemas antiaéreos, lanzagranadas, artillería, etc.; sin embargo los de entrenamiento individual con fusil y pistola han sido los que más rápidamente se han desarrollado y evolucionado en la industria militar de la simulación de tiro.

Es por medio de los simuladores de tiro para fusil y pistola o simuladores de polígonos de tiro, que se puede entrenar al personal militar, para que los mismos utilicen de manera efectiva el armamento individual de dotación de combate que les ha asignado, y así no solamente puedan incrementar el nivel de efectividad que realizan en el disparo, sino que puedan tomar mejor las decisiones en situaciones de vida o muerte; esto a través del entrenamiento en técnicas y tácticas de tiro que estos simuladores los han hecho cada vez más realistas.

Asimismo gracias a estos simuladores, se reduce los presupuestos que son asignados para el entrenamiento de cada combatiente individual, ya que los mismos proporcionan una cantidad ilimitada de disparos, que permiten mejorar el entrenamiento y perfeccionamiento en la puntería de los soldados quienes las utilizan.

La Figura I-9 se muestra el entrenamiento de soldados en un simulador de polígono de tiro.



FIGURA I - 9 "Simulador de tiro" (INDRA, s.f.)

1.6. Descripción de accesorios de los simuladores de polígonos de tiro

Los componentes y accesorios más utilizados en los simuladores de tiro son:

1.6.1. Rack de equipos

Es el soporte metálico en donde se encuentran todos los equipos físicos que hacen funcionar al simulador, es decir aquí está el servidor principal donde está instalado el software de simulación de tiro, equipos de conexión de red, y ups.

1.6.2. Posición del instructor

Es un espacio físico en donde se ubica el equipo que administra el simulador, aquí se puede configurar el escenario cargando mapas detallados del mismo, gestionar cuantos usuarios podrán participar, gestionar los efectos que se le dé al ejercicio como adicionar humo real, aquí se monitorea en todo momento el ejercicio, y se puede controlar el dispositivo de fuego hostil.

1.6.3. Sistema de proyección

Cuentan con proyectores de alta resolución, que intercalados entre sí proyectan un escenario de entrenamiento muy parecido al del mundo real. Adicionalmente este sistema cuenta con las pantallas de proyección que permiten efectos en 3D, y sobre los cuales se proyectan los escenarios y el láser de las armas que simulan los disparos.

1.6.4. Sistema de audio

El sonido es de reproducción de audio posicional de 500 W envolvente (100W x 5) de frecuencias de 96 Khz, Dolby Pro Logic, que producen los sonidos propios del combate alrededor de todo el escenario.

1.6.5. Sistema de detección de disparos

Son cámaras de video de alta resolución que pueden detectar los impactos del láser (tiros simulados) que se producen en las pantallas de proyección. Por lo tanto estas cámaras se encuentran al frente de las pantallas de proyección.

1.6.6. Sistema de rellenado de cargadores

Es el dispositivo que cuenta con una bombona de CO₂ (dióxido de carbono) para recargar a las alimentadoras de las armas, y que en un promedio de 36 gramos del mismo, se puede simular más de 100 disparos.

1.6.7. Sistema de montado sobre el arma

Aquí se encuentran los componentes físicos que se montan sobre el armamento que se va a utilizar para el entrenamiento. Estos componentes principalmente son dos, el primero es el cañón simulado el cual proyecta un haz de láser al ser activado; y el segundo componente es la alimentadora con el mecanismo de retroceso del arma, el cual se lo carga con CO₂ para simular la regresión que tiene el arma al realizar un tiro.

1.6.8. chaleco táctico

Este equipo sirve como identificador del tirador, especialmente cuando se encuentra conectado al dispositivo de fuego hostil, y que puede emitir una descarga eléctrica en el lugar donde simula el impacto de la bala enemiga.

1.6.9. Sistema de grabación/reproducción

Son cámaras de video que en todo momento hacen seguimiento al ejercicio, y que almacenan en el disco duro todos los eventos que ahí transcurrieron. Estas cámaras también son manejadas por el instructor desde su puesto de mando.

1.6.10. Dispositivo de fuego hostil

Es un equipo que es manejado por el instructor, el cual contiene un apuntador laser y una cámara de seguimiento con la finalidad de simular los disparos enemigos. Este dispositivo puede ser fijo o móvil, y además el mismo puede únicamente descontar puntos de los alumnos o estar conectado al chaleco y provocar una descarga que simule el impacto de la bala sobre el cuerpo.

1.6.11. Sistema de apuntamiento manual

Es un dispositivo como puntero laser, que permite al jefe del pelotón fijar el punto de vista de la escena en la que se encuentran, además le permite entrenar a dos equipos simultáneamente con dos puntos de vista distintos dentro del mismo escenario.

1.6.12. Paneles móviles

Son accesorios que se pueden poner en el escenario para recrear cualquier tipo de edificación acorde a las necesidades de entrenamiento, ya que son paneles modulares.

1.6.13. Máquinas de humo

Son equipos completamente transportables administrados por el instructor desde el puesto de mando vía wireless y que son completamente programables con la cantidad a producir humo sobre el escenario.

1.6.14. Lentes visores y micrófonos

Estos lentes igualmente son accesorios que le permiten al alumno ver en 3D la pantalla, volviendo más real su entrenamiento; y en cuanto a los micrófonos permiten la interconexión entre los alumnos del mismo equipo de entrenamiento, o con otros.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Todos los accesorios descritos se muestran en la FIGURA I – 10.

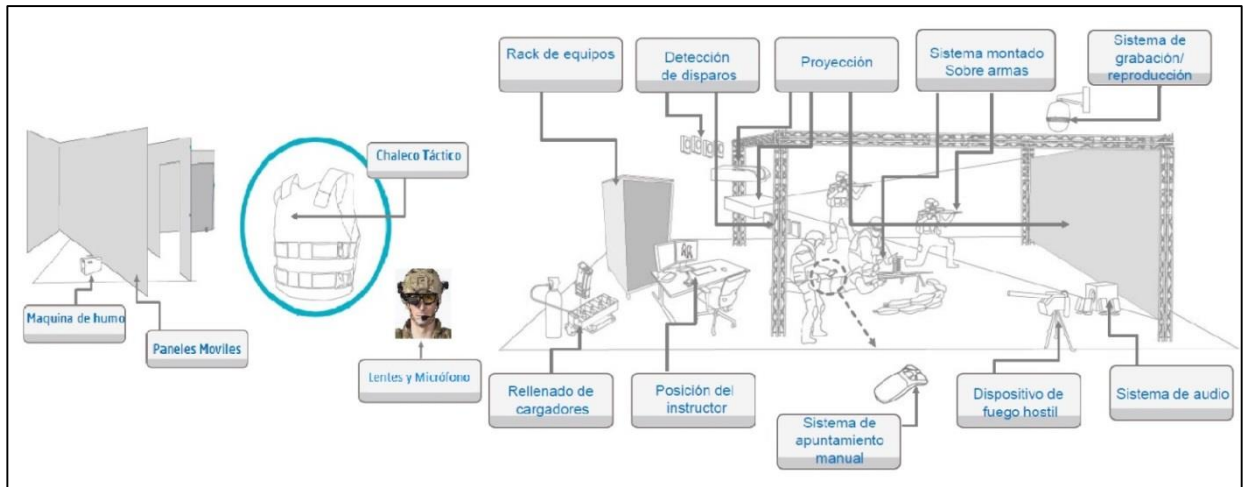


FIGURA I - 10 "Accesorios para simulador de tiro" (INDRA, s.f.)

Finalmente existen empresas que cuentan con sistemas de entrenamientos de tiro móviles, con el objetivo de poseer un campo autónomo móvil para el entrenamiento de fuego para militares y policías, el cual pueda ser transportado a cualquier lugar que se requiera tener entrenamiento, con la única diferencia que en estos simuladores únicamente son utilizados para desarrollar la habilidad de puntería en posición fija, uno de estos se muestra en la FIGURA I - 11.

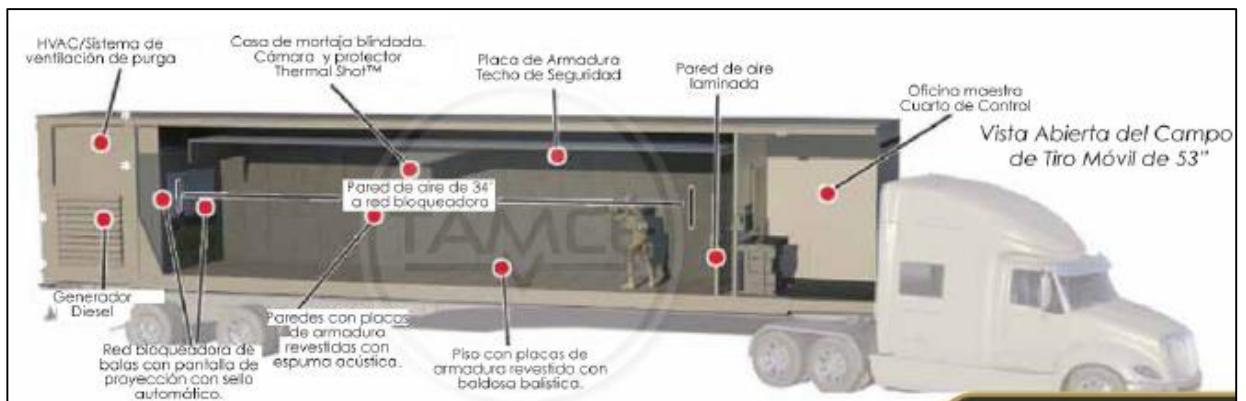


FIGURA I - 11 "Simulador de tiro móvil" (Shot, 2014)

CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL EN FUERZAS ARMADAS

Para este capítulo se utilizarán datos referenciales, especialmente aquellos que constituyan parte de información sensible y de carácter reservado (por ser tema de la Seguridad Nacional). Cabe mencionar que el uso de los datos referenciales fueron autorizados por el Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas Sr. General del Ejército Luis Garzón Narváez a través del Memorando N° CCFFAA-TNNV-2015-010-MM del 08 de enero del 2015, y del Director de Operaciones Accidental del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas Sr. Contralmirante Ángel Sarzosa Aguirre a través del Oficio N° 14-G-3-c2-77 del 02 de mayo del 2014. Dichos documentos se encuentran en los Anexos A, y B respectivamente.

2.1. Estudio de entrenamiento del personal en armas de calibre menor

La instrucción y el entrenamiento de Fuerzas Armadas, está orientada al cumplimiento de la misión conferida en la Constitución de la República del Ecuador expedida en el año 2008, y que en su Art. 158, entre otros aspectos textualmente indica “Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía y la integridad territorial”.

Por necesidades y decisiones gubernamentales actuales, las Fuerzas Armadas desarrollan acciones de apoyo a la gestión del Estado, involucrando el empleo de su personal, medios y recursos para dichas actividades. Por lo que la instrucción y el entrenamiento, son componentes vitales dentro del esfuerzo de la Institución para mantener los más altos estándares profesionales dentro de la misma.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

El objetivo de las instrucción de tiro es el de entrenar al personal militar para que usen de manera efectiva el armamento individual de dotación en combate que les ha sido asignado, con la finalidad de incrementar su nivel de efectividad a través del entrenamiento en técnicas y tácticas de tiro. Las instrucciones se las realizan tanto en condiciones diurnas y nocturnas en escenarios que se necesita se puedan desenvolver de manera óptima dentro de los mismos. Es así que anualmente se planifica, ejecuta y evalúa programas de instrucción y entrenamiento al personal militar; los mismos que se encuentran plasmados en documentos que indican las disposiciones para la ejecución del entrenamiento de tiro con armamento menor, es decir, a través de ellos se emiten las normas de seguridad para el entrenamiento, el número de entrenamientos que se llevarán a cabo al año, la cantidad de municiones que deben utilizarse para el entrenamiento individual, las distancias de tiro y las posiciones que debe adoptar los alumnos para cada práctica como se muestra en la Figura II - 1.



FIGURA II - 1 "Prácticas de tiro real" (CEE, 2013)

2.2. Necesidades de entrenamiento de su personal, escenarios y armamento utilizado

La Constitución de la República del Ecuador expedida en el año 2008, en su Art. 158, entre otros aspectos textualmente indica “Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía y la integridad territorial” (Asamblea Nacional Constituyente, 2008), concordante con el Art. 2 de la Ley Orgánica de la Defensa Nacional.

De la misma manera la Ley Orgánica de la Defensa Nacional para estructurar el sistema de defensa del país, establece lo siguiente:

- Art. 3 “El Presidente de la República es la máxima autoridad de las Fuerzas Armadas y ejerce tales funciones de conformidad con lo dispuesto en la Constitución Política de la República y más leyes pertinentes” (Congreso nacional, 2009, pág. 2).
- Art. 8 “El Ministerio de Defensa Nacional, es el órgano político, estratégico y administrativo de la defensa nacional” (Congreso nacional, 2009, pág. 3).
- Art. 15 “El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas es el máximo órgano de planificación, preparación y conducción estratégica de las operaciones militares y de asesoramiento sobre las políticas militares, de guerra y defensa nacional” (Congreso nacional, 2009, pág. 5).
- Art. 25 “Las Fuerzas Terrestre, Naval y Aérea, son las Ramas de las Fuerzas Armadas y constituyen los órganos operativos principales del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas” (Congreso nacional, 2009, pág. 7).

Por tanto las Fuerzas Armadas del Ecuador se encuentran conformadas por:

- El Comando Conjunto como órgano de planificación, preparación y conducción estratégica de las operaciones militares, y

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- Las Fuerzas Terrestre, Naval y Aérea como los órganos operativos en tierra, mar y aire respectivamente.

En la Figura II-2, se indica la Estructura Orgánica actual del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, como Órgano Directivo, y las Fuerzas Terrestre, Naval, y Aérea como Órganos Operativos.



FIGURA II - 2 "Estructura Orgánica de FF.AA. Ecuador" (CC.FF.AA., 2013)

Cada una de estas Instituciones tienen condiciones particulares por sus funciones y atribuciones; por lo que, cada una de ellas planifica en forma independiente los entrenamientos de tiro que realizará a su personal anualmente. Así cada Fuerza difiere en el número de prácticas de tiro que realizan a su personal (una Fuerza puede realizar más prácticas al año que las otras), para que los mismos estén preparados para el cumplimiento de su misión asignada.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Dentro de cada Fuerza, también se difiere el número de prácticas que realizan al año a su personal dependiendo del reparto o unidad a la que pertenecen, ya que existen repartos militares considerados de carácter operativo (por ejemplo los que están en las fronteras) que por su razón de ser, realizan más entrenamientos de tiro que los repartos o unidades considerados como administrativos.

Para el entrenamiento del personal militar en instrucciones de tiro, se utilizan los siguientes tipos de blancos para la práctica:

- a. Blancos de anillos (con mosca).- son aquellos blancos que tienen círculos de distintos tamaños, cada uno de los cuales tiene un puntaje; mientras más pequeño sea el mismo, tiene un mayor valor cuando un disparo ha pegado sobre este. Y la mosca se refiere al medio del círculo de diez, o sea el mismo centro de los blancos, mostrados en la Figura II -3.

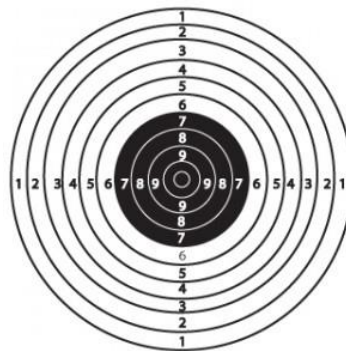


FIGURA II - 3 "Tipo de blanco de anillos" (Dextron, s.f.)

- b. Siluetas.- es una figura de talla media (1,70m) de una persona que está dibujada sobre un cartón, sobre la cual tienen distintas puntuaciones dependiendo de la importancia de la parte del cuerpo que representan. Estas siluetas están dibujadas desde el medio cuerpo hacia arriba. En algunos casos se dibuja una silueta sobre otra, que representan a personas secuestradas que se encuentran enfrente de la silueta a la que hay que atinar, como se muestra en la Figura II - 4.

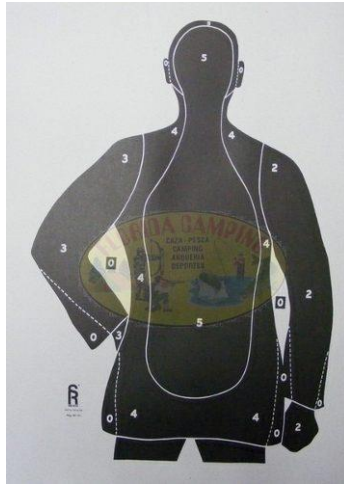


FIGURA II - 4 "Tipo de blanco de silueta" (preciolandia, s.f.)

- c. Blancos poppers.- En ocasiones para un mejor entrenamiento cuando se necesita movilidad del tirador, se utilizan blancos poppers, que son blancos metálicos de acero blindado reactivos; esto es debido a que el momento que se atina un disparo sobre los mismos, automáticamente caen. Estos se muestran en la Figura II - 5.



FIGURA II - 5 "Tipo de blanco popper" (Armado, 2015)

Finalmente se describe el armamento estándar utilizado para el entrenamiento del personal de las Fuerzas Armadas en los polígonos de tiro, mostradas en la Figura II – 6, que son:

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- a. Pistolas de calibre¹² 9mm para oficiales: Es el más utilizado en el mundo, y existe una enorme variedad de modelos de pistola disponibles para este calibre.
- b. Fusiles calibre 7,62mm para el personal de voluntarios: Este tipo de cartuchos hicieron posible que las armas que lo disparan se reduzcan de tamaño, así como su retroceso sea más pequeño, se reduce el desgaste de las piezas internas de las mismas, y además da al combatiente la capacidad de portar consigo más cartuchos.
- c. Fusiles calibre 5,56mm para el personal de voluntarios: Esta munición es la considerada estándar para las Fuerzas Armadas de la OTAN¹³, aunque cabe mencionar que el anterior estándar fue el 7,62mm. En armas modernas las municiones 7,62mm son demasiadas poderosas y demasiado pesadas, por lo que los 5,56mm permite al combatiente llevar casi el doble de munición, además de que en el disparo no tiene un retroceso tan fuerte.



FIGURA II - 6 “Municiones para armas de entrenamiento de tiro FF.AA.” (Fourdee, 2006)

¹² Calibre: Es el diámetro del proyectil que se dispara expresado en milímetros o pulgadas.

¹³ OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.

2.3. Costos aproximados en el entrenamiento individual

Se utilizarán datos muy aproximados para determinar el costo directo para entrenar a un miembro de Fuerzas Armadas en las prácticas de tiro con fusil o pistola, para lo cual se utilizan los siguientes datos:

- a. El precio aproximado de cada una de las municiones del armamento que Fuerzas Armadas utilizan para el entrenamiento de tiro de su personal. Para el personal de oficiales con pistolas de calibre 9mm y para tropa fusiles de calibre 7,62mm y 5,56mm.

Estas municiones en el mercado nacional son de \$0,16 para municiones de calibre 9mm, \$0,30 para municiones de calibre 7,62mm y de \$0,43 para municiones de calibre 5,56mm, indicados en la Tabla II - 1.

Costo de cada munición \$	
PISTOLA CALIBRE 9 MM	0,16
FUSIL HK CALIBRE 5,56 MM	0,43
FUSIL FAL CALIBRE 7,62 MM	0,30

TABLA II - 1 "Costo individual de munición de entrenamiento" (El Autor, 2015)

- b. El número de municiones que se consume individualmente en cada entrenamiento. Acorde a la planificación anual de entrenamientos de las Fuerzas, se tienen datos referenciales del consumo de municiones que se hace por persona para tres tipos de lecciones únicamente con dos tipos de blancos (anillos y siluetas), la misma que se muestra en la Tabla II - 2.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

LECCIONES	PISTOLA CAL. 9 mm.		FUSIL HK CAL. 5,56 mm.		FUSIL FAL CAL. 7,62 mm.	
	NUMERO	OBSERVACIONES	NUMERO	OBSERVACIONES	NUMERO	OBSERVACIONES
	CARTUCHOS		CARTUCHOS		CARTUCHOS	
1. FAMILIARIZACION	5	SE DISPARA EL ARMA TIRO A TIRO	5	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA (CON MUNICION REAL)	5	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA
2. DE PRECISION	10	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA ¹⁴ (5 CARTUCHOS CADA DISTANCIA)	30	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA (CON MUNICION REAL)	30	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA
3. TIRO DE REACCION	10	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA (5 CARTUCHOS CADA DISTANCIA)	30	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA (CON SUBCALIBRE)	30	MANTENIENDO LA POSICION Y LA VISADA
TOTAL	25		65		65	

TABLA II - 2 "Número de municiones utilizadas para entrenamiento de tiro" (El Autor, 2015)

Con los datos, se calcula el costo directo aproximado que un soldado incurre en cada instrucción de tiro que realiza con pistola y fusil, el mismo que se describe en la Tabla II - 3.

CALIBRE	COSTO INDIVIDUAL USD
PISTOLA CALIBRE 9 MM	4
FUSIL HK CALIBRE 5,56 MM	27,95
FUSIL FAL CALIBRE 7,62 MM	19,5

TABLA II - 3 "Costo individual en munición para entrenamiento de tiro" (El Autor, 2015)

Donde el Costo Individual en USD, representa el gasto que se hace por las municiones que cada soldado utiliza en su entrenamiento con pistola o con fusil. Así, si es un oficial por cada instrucción que realice gastará \$4,00, mientras que para el personal de tropa si utiliza el fusil HK gastará \$27,95 y si utiliza el FAL gastará \$19,5.

¹⁴ Visada: Dirigir en línea recta el ojo hacia el objeto seleccionado

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE SIMULADORES DE POLÍGONO DE TIRO NACIONALES E INTERNACIONALES

Se describen algunos simuladores de tiro que existen tanto a nivel internacional, regional y nacional; los mismos que sirven para el entrenamiento del personal militar o policial en prácticas de tiro individual con fusil o pistola. Se pondrán los valores de los simuladores con los que cuentan los países del estudio, en cuyos casos se haya obtenido la información.

3.1. Simuladores de tiro a nivel mundial

A nivel internacional se destacan dos simuladores de tiro, por la tecnología de punta que ambos utilizan, el sistema VIRTRA y el sistema VICTRIX. El primero es empleado por las fuerzas estadounidenses, mientras que el segundo es utilizado por las fuerzas españolas.

A continuación se describe dichos simuladores en el país que lo desarrollan y emplean:

a. Estados Unidos

Este simulador tiene un excelente sistema gráfico, debido a que su entorno es creado a partir de imágenes reales que han sido tomadas por cámaras de video profesionales.

Este sistema es el que cuenta con un accesorio propio, que produce una pequeña descarga eléctrica en los soldados para simular el impacto de un proyectil sobre el mismo.

Acorde a las necesidades de entrenamiento, existen diferentes modelos de simuladores, así tenemos:

- 1) Simulador de tiro Virtra V Range, que consta de algunas líneas de tiro individuales, a permite realizar prácticas a más usuarios en un espacio más reducido, tal como se muestra en la Figura III – 1.



FIGURA III - 1 "Simulador de tiro VIRTRA V Range" (AASIAS, s.f.)

- 2) Simulador de tiro V-100, es un simulador con una sola pantalla, en el que se puede recrear distintos escenarios para el entrenamiento cuyo costo puede oscilar entre USD \$40.000 a \$50.000 (Wyllie, 2011), tal como se muestra en la Figura III – 2.



FIGURA III - 2 "Simulador de tiro VIRTRA V-100" (AASIAS, s.f.)

- 3) Simulador de tiro V-180, este simulador está formado por tres pantallas a fin de tener un campo visual más amplio para el entrenamiento de 180°, incrementando la dificultad en la reacción de los soldados entrenados cuyo costo oscila entre USD \$85.000 a \$129.000 (Wyllie, 2011), tal como se muestra en la Figura III - 3.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO



FIGURA III - 3 “Simulador de tiro VIRTRA V-180” (AASIAS, s.f.)

- 4) Simulador de tiro V-300, el más avanzado de todos los modelos anteriores, ya que es mucho más completo y realista porque está conformado por cinco pantallas que permite a los soldados el que puedan sumergirse dentro de la simulación, incrementando aún más sus reflejos y su sensación de adrenalina, cuyo costo está entre USD \$150.000 a \$250.000 (Wyllie, 2011), y se muestra en la Figura III – 4.



FIGURA III - 4 “Simulador de tiro VIRTRA V-300” (AASIAS, s.f.)

b. España

A través de la multinacional de consultoría y tecnología INDRA con su Centro de Excelencia en Sistemas de Seguridad (CES), hasta la fecha a ese país le han proporcionado un total de 22 simuladores de tiro Victrix¹⁵, los cuales ya están instalados o se están instalando en distintos acuartelamientos y bases del Ejército de Tierra, los cuales permiten reforzar la preparación de sus soldados.

Este sistema contiene un entorno táctico inteligente recreando de manera virtual en sus grandes pantallas, distintas situaciones que pueden presentarse a los soldados que participan en misiones internacionales (OTAN¹⁶, ONU¹⁷), en la que deben desarrollar habilidades para reaccionar de la manera más adecuada, distinguiendo las situaciones de peligro de los que no lo son.

Brinda el mayor realismo posible, permitiendo a los soldados utilizar su propio armamento para el entrenamiento, adaptándola con un láser para que simule el tiro, y un sistema de aire comprimido que simule el retroceso del arma, consiguiendo así que se pueda entrenar al personal como en operaciones reales, mejorando sensiblemente la habilidad del soldado al permitirle un mayor número de horas para su entrenamiento.

Permite ser administrado por un instructor, que personaliza el entrenamiento, los entornos tácticos con mapas detallados de todos los escenarios, seleccionando la ubicación del campo de tiro, los efectos especiales de fuego hostil, efectos atmosféricos y de iluminación que tendrá el ejercicio de entrenamiento.

¹⁵ Simulador de fusil de asalto de la multinacional INDRA

¹⁶ OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.

¹⁷ ONU: Organización de las Naciones Unidas.

Este sistema cuenta con su módulo de evaluación, y al tener un mayor número de parámetros evaluables, se puede corregir los errores de tiro que tenga cada alumno e ir desarrollando en ellos mayores habilidades.

Acorde a la página <http://www.indracompany.com/sector/simulacion>, “INDRA es uno de los principales fabricantes de simuladores del mundo, habiendo entregado 200 simuladores en 23 países y a más de medio centenar de clientes”, pero según el director del Centro de Excelencia de Seguridad de Indra explica que “no es el único simulador del mundo que se dedique a esto. La tecnología puntera en estos simuladores es americana. Lo que vamos a hacer es competir con los americanos y esperamos ganarles”. Además que para la creación de simuladores se atiende con 290.000 euros (EuropaPress, 2009).

3.2. Simuladores de tiro a nivel regional

A nivel de la regional se realiza un estudio de los siguientes países de América:

a. Mexico

El Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México (INIDETAM), se creó el 16 de Septiembre del año 2001, mediante Acuerdo Secretarial, con la misión de estudiar e integrar proyectos de investigación por sí solo o en coordinación con otras instituciones tanto públicas como privadas, a fin de apoyar las operaciones de las fuerzas, unidades y establecimientos navales.

[...]Su objetivo general es satisfacer las necesidades tecnológicas de la Secretaría de Marina Armada de México, disminuyendo la dependencia tecnológica del exterior (Armada de México, 2001).

INIDETAM se ha encargado de desarrollar el **Campo de Tiro Virtual (CATVIR)**, que consiste en un sistema de entrenamiento de tiro de armamento portátil acorde a las necesidades de entrenamiento de su personal militar, principalmente para el combate al narcotráfico.

El batallón de Fusileros Paracaidistas de México, cuenta con el Campo de Tiro Virtual (CATVIR) que es un sistema de entrenamiento de tiro de armamento portátil basado en escenarios simulados por realidad virtual, el mismo que viene funcionando desde el año 2009, y periódicamente se lo ha ido actualizando acorde a las necesidades que se han presentado.

Actualmente el sistema cuenta con cinco pantallas, cada uno con 3,5 metros de ancho por 2,22 de alto que forman parte de un hexágono de 300 grados, además de tener un sistema de audio envolvente, haciendo mucho más real el entrenamiento.

b. Venezuela

Posee un simulador de tiro virtual el fusil de asalto AK-103 y de pistola en la Academia Militar de la Aviación, ubicada en el estado Aragua, al cual lo han denominado Kurai. El simulador es utilizado para el entrenamiento de sus cadetes y del personal de tropa de Venezuela que se forma en dicha Institución, con una capacidad hasta de cinco tiradores para maniobras tanto diurnas como nocturnas. Este simulador de tiro fue desarrollado ciento por ciento en el propio país por la División de Ingeniería y Desarrollo Aeroespacial de la Aviación Militar Bolivariana.

c. Brasil

En el año 2012, la empresa española Tecnobit instaló dos simuladores de entrenamiento de fuego para el Ministerio de Defensa de Brasil por 13 millones de reales (5,2 millones de euros), el uno ubicado en Resende (Río de Janeiro) y el otro en Santa María (Río Grande do Sul), mismos que entraron en operación en este año 2014.

Estos, permiten simular todo tipo de disparos tanto de armas cortas como larga, a través de un láser virtual, lo que según fuentes brasileras, representará un ahorro anual de 49 millones de reales (casi 20 millones de euros) para el Ejército brasileño. Estos equipos están planificados para entrenar a la tropa, para cumplir especialmente misiones de protección de las reservas de hidrocarburos, como las halladas en aguas profundas del Atlántico, ya que los centros de entrenamiento disparan mucho menos de lo que deberían por falta de dinero y por estar en zonas de conflicto, como en Río de Janeiro.

d. Colombia

Acorde a la página <http://www.fuerzasmilitares.org/>, el Ejército de Colombia ha adquirido una serie de simuladores electrónicos de tiro, tanto para fusil como carabinas, para mejorar el entrenamiento de tropas y personal en entornos controlados y seguros, ya que estos sistemas recrean situaciones tácticas y entornos operacionales que diversifican probables escenarios de futuros combates. Estos sistemas se encuentran en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, en la Escuela de Suboficiales Sargento Inocencio Chincá (CENAE), y en la Escuela de Soldados Profesionales del Ejército.

Por ser información de carácter reservada, no se tiene mayor información, sin estos sistemas han cumplido con el propósito para el cual han sido implantados, ya que los resultados del entrenamiento han mostrado mejoras en los alumnos, así como se ha logrado una reducción de costos gracias a que se ha dejado de usar munición real.

e. Paraguay

En el año 2012, se adjudicaron tres simuladores de combate para el Ejército de Paraguay a la empresa Data Lab S.A., mismos que debían ser ubicados en la Escuela de Infantería, con asiento en Vista Alegre (Chaco'i), uno en la Academia Militar "Mcal. F. S. López" (Academil), sede Capiatá, y otro en el Colegio militar de suboficiales del Ejército (Comisoe), con asiento en Encarnación.

El alto mando paraguayo solicitó que los simuladores tengan un rango de entre 180 a 300 grados de cobertura, con posibilidad de brindar tanto un escenario envolvente como uno lineal, reproduciendo todo tipo de situaciones operacionales (incluyendo terreno, localidades, clima, etc.), con la capacidad de reproducir el uso de todas las armas con las que cuenta la Fuerza y con videos de alta resolución HD, HD2 y 3D, pero que los mismos no sean un "juego de computadoras", sino un ambiente que otorgue a los efectivos una situación virtual de alta fidelidad.

f. Uruguay

Cuenta con un polígono de tiro virtual, el cual ha sido donado por el Reino Unido para el entrenamiento exclusivo para el personal que se despliega en Misiones Operativas de Paz.

Este sistema tiene una pantalla, en la cual se proyecta el escenario del entrenamiento, y un sistema de audio que reproduce el sonido de la representación proyectada. A este sistema se pueden conectar hasta cuatro usuarios para tener una representación más real en la simulación.

El Ejército Nacional de ese país, se encuentra desarrollando su propio simulador de armas portátiles, ya que requieren tener un ahorro importante en munición y brindar a la vez a su personal el entrenamiento necesario en múltiples escenarios que por motivos de logística no siempre se puede llevar a cabo de manera real.

g. Chile

Según la página <http://www.infodefensa.com/latam/2014/07/28/noticia-carabineros-chile-licita-compra-sistemas-virtual.html>, la Dirección Nacional de Logística de los carabineros de Chile en el mes de Julio del 2014 licitó la compra de dos sistemas de tiro virtual, con oferta abierta hasta el 15 de septiembre, su adjudicación el 3 de noviembre, y un monto aproximado de 246 mil dólares.

La necesidad es que cada sistema virtual pueda entrenar a cuatro carabineros de manera simultánea, además de que permitan el entrenamiento de puntería con un arma en un polígono de tiro simulado desde un nivel básico a un nivel avanzado.

En cuanto a Fuerzas Armadas de Chile, hace unos dos años atrás cuentan con un centro de entrenamiento de combate de infantería militar en el Ejército, el mismo que permite a los alumnos recibir el entrenamiento sin importar las condiciones climáticas. Asimismo permite una mejora del 70% a 80% que hace años atrás ya que mejora en eficiencia y en eficacia en el tiro, y se complementa con entrenamiento con municiones reales dos veces al año.

Quienes lo operan destacan la exactitud de los resultados, ya que el sistema opera de forma automática midiendo la presión del gatillo y peso del arma, así como el ahorro en munición y a la ausencia de daños colaterales por el empleo de armamento.

Finalmente este sistema cuenta con un módulo estadístico en donde se monitorea al alumno en sus fallos a fin de emitir lecciones aprendidas y poder retroalimentar el entrenamiento.

h. Argentina

El Ejército de Argentina inauguró salones de simulación de tiro con fusil denominados SIMRA II, tanto en el Regimiento de Infantería Mecanizado 6 asentado en la provincia de la Pampa en el 2012, como en el 2013 en las instalaciones del Regimiento de Infantería de Monte 29 ubicado en la ciudad de Fomosa.

Dichos salones de simulación fueron desarrollados íntegramente en Argentina por el CITEFA¹⁸. Estos poseen un ambiente de entrenamiento virtual para tiro de reacción, precisión, y conciencia situacional en diversos escenarios.

Sirven para corregir las distintas técnicas de disparo, así cómo proceder con las interrupciones del arma y como utilizar correctamente las municiones sin malgastarlas. Además, en este simulador se puede utilizar diversos tipos de fusiles de asalto y otras armas menores, como también se pueden introducir distintas variantes sean estas consideradas en la cantidad de enemigos a combatir o en lugares de ubicación para la práctica.

¹⁸ CITEFA: Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa.

El simulador de tiro de pistolas y fusiles es transportable, pudiendo ser utilizado en otros terrenos. Y que el sistema incluye módulos estadísticos, los cuales indican la cantidad de disparos realizados, la efectividad de los mismos, y si estos pusieron en peligro la vida de rehenes o transeúntes.

3.3. Simuladores de tiro a nivel nacional

A nivel nacional los simuladores de tiro se encuentran en fase de diseño y desarrollo, a continuación se describen tres:

a. Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo

En las instalaciones de la Brigada de Artillería #27 Portete de la ciudad de Cuenca, actualmente se encuentra funcionando un prototipo de polígono reducido de tiro láser, llamado Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo-SETIC. El mismo es un sistema electrónico que sirve para que los soldados puedan realizar prácticas de tiro con fusil, pistola y revólver.

El sistema funciona con un rayo láser que es acoplado a las trompetillas de las armas que se usan en el entrenamiento de tiro, y un blanco que es un receptor electrónico, el cual marca un 100% de precisión en el impacto del disparo.

A través de una computadora se controla la cantidad de disparos en el cargador, así como la recarga del mismo, la distancia de los blancos, y la forma de los mismos. Tiene niveles de práctica de tiro inicial, de perfeccionamiento y especialización.

Permite un mayor número de sesiones para el entrenamiento; es decir que se pueden disparar cuantas veces se requiera sin gastar una sola munición, reduciendo drásticamente el costo de los recursos empleados para el entrenamiento, como se muestra en la Figura III - 5.



FIGURA III - 5 “Entrenamiento de tiro en el sistema prototipo SETIC” (MIDENA, 2014)

Este prototipo fue realizado con mano de obra ecuatoriana en colaboración con un ingeniero electrónico experto en este tipo de tecnologías, y se calcula que para “[...] su presentación completa, se necesita un presupuesto de \$40 mil, [...]” (MIDENA, 2014).

b. Industria de la Defensa

Siendo ASTINAVE EP, la empresa pública más importante de la industria de la defensa del país, en coordinación con su Departamento de Desarrollo, se obtuvo de manera *extraoficial* información de un proyecto denominado “Sistema de Entrenamiento de disparo inmerso de 3 pantallas 180°”, el cual tiene como objetivo principal el entrenamiento individual y colectivo para Fuerzas Armadas en el entrenamiento individual de combate hacia un nuevo nivel de realismo.

El desarrollo de la plataforma tecnológica llevaría un tiempo aproximado de 18 meses. Y el costo aproximado del mismo se desglosa en la Tabla III-1 de la siguiente manera:

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

COMPONENTE	COSTO USD
ESCENOGRAFÍA DE TRES PANTALLAS DE PROYECCIÓN, PROYECTORES, CÁMARAS DE DETECCIÓN Y SISTEMA DE AUDIO.	80.000
SERVIDOR DE ENTRENAMIENTO, DISPOSITIVOS Y RED, ESTACIÓN DE ENTRENAMIENTO, MIRAS LASER.	50.000
PLATAFORMA DE SOFTWARE DE ENTRENAMIENTO	300.000
CARTUCHOS DE DISPARO DE AIRE COMPRIMIDO	20.000
TOTAL	450.000

TABLA III - 1 "Desgloce de valores propuesta ASTINAVE E.P." (El Autor, 2015)

c. Empresa ICR Ecuador

En cuanto a las empresas del sector privado a nivel nacional, la empresa ICR Ecuador cuenta con un sistema prototipo ya desarrollado, el permite identificar donde fue realizado el impacto de un punto láser dentro de un blanco determinado. Para su funcionamiento necesita de los siguientes equipos: Un proyector, una cámara web, una computadora donde se instalará el sistema, y un dispositivo láser a ser colocado en la trompetilla de los fusiles o pistolas.

Una vez que todos los equipos se encuentran conectados y encendidos, se debe programar el sistema de la siguiente manera:

- Se carga el tipo de blanco que se desea proyectar. Para lo cual se puede utilizar el blanco de anillos, o de siluetas por ejemplo.
- Se parametriza el sistema con el intervalo de tiempo que deseamos que el blanco seleccionado sea proyectado.
- Se calibra la cámara web ubicándola dentro del área de proyección, a fin de que el punto láser pueda ser medido con el mayor grado de precisión dentro del blanco.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Dentro del área de proyección aleatoriamente se presenta el blanco cargado durante el periodo de tiempo que fue parametrizado (el cual puede permanecer estático de no poner un tiempo). Una vez que el láser pega dentro del área de proyección, el sistema se encarga de determinar donde lo hizo, y calcular automáticamente la efectividad del tiro dentro del blanco.

El costo de este sistema acorde a su proforma, es de \$87.360, mismo que se encuentra de manera detallada en el Anexo C.

CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DEL SIMULADOR DE TIRO

En el presente capítulo se seleccionará el simulador más adecuado, para lo cual se utilizan ciertos parámetros gerenciales que permiten escoger la mejor herramienta para el entrenamiento de tiro del personal de FF.AA.

Es así que se analizarán los distintos sistemas de simulación de tiro descritos en el capítulo anterior, considerando para el mismo los siguientes aspectos: Legal, Técnico, Operativo, y Financiero.

Cabe mencionar que los resultados del análisis, podrán servir a la Institución Militar como base de decisión para contratar directamente al proveedor del simulador de tiro a través del procedimiento de Régimen Especial; ya que como Fuerzas Armadas es una Institución Pública, se rige al SNCP¹⁹, y que a través de la LOSCNP²⁰ establece en su Art. 2 que “Se someterá a la normativa específica que para el efecto dicte el Presidente de la República en el Reglamento General a esta Ley, bajo criterios de selectividad, los procedimientos precontractuales de las siguientes contrataciones: ...

2. Las calificadas por el Presidente de la República como necesarias para la seguridad interna y externa del Estado, y cuya ejecución esté a cargo de las Fuerzas Armadas o de la Policía Nacional;”.

4.1. Aspecto Legal

Para el análisis Legal, se lo hará fundamentalmente en base a 4 documentos normativos; que son los que se van a tomar en cuenta para normar la adquisición del bien en estudio (simulador de tiro) para Fuerzas Armadas, tanto como órgano de defensa así como Institución Pública, y estos son:

¹⁹ SNCP: Sistema Nacional de Contratación Públicas.

²⁰ LOSNCP: Ley Orgánica del Servicio Nacional de Contratación Pública.

a. Ley Orgánica Del Servicio Nacional De Contratación Pública - LOSNCP / Y su respectivo Reglamento.

De estos documentos legales, se toman los siguientes Artículos, en el siguiente orden para armar la Tabla para el análisis legal:

- 1) Art. 26 de la LOSNCP que dice en su segundo párrafo “La participación de la consultoría extranjera, sea ésta de personas naturales o jurídicas, se limitará a los campos, actividades o áreas en cuyos componentes parciales o totales no existe capacidad técnica o experiencia de la consultoría nacional, determinadas por el Instituto Nacional de Contratación pública”.
- 2) Art. 25.2 de la LOSNCP que dice en su segundo párrafo “Para la adquisición de bienes, obras o servicios no considerados de origen ecuatoriano de acuerdo a la regulación correspondiente se requerirá previamente la verificación de inexistencia en la oferta de origen ecuatoriano...”.

Concordante con el Art. 3 del Reglamento a la LOSNCP que en su tercer párrafo establece “Para la adquisición de bienes en el extranjero se requerirá, previamente la verificación de no existencia de producción u oferta nacional, e conformidad con el instructivo que emita el Instituto Nacional de Contratación Pública (INCOP).”.

Por lo tanto con los artículos descritos en los dos primeros puntos, se indica que se establece la preferencia a las empresas nacionales, que a las extranjeras.

- 3) Art. 2 de la LOSNCP que establece como prioridad a las empresas del sector público como Régimen Especial que en su numeral 8 establece “Los que celebren el Estado con entidades del sector público...”.

4) Como normas comunes al resto de procedimientos de contratación pública no consideradas como especiales, están el Art. 25.2 que en su cuarto párrafo establece “Para la aplicación de las medidas de preferencia se utilizará el siguiente orden de prelación²¹:

1. Actores de la economía popular y solidaria;
2. Microempresas;
3. Pequeñas Empresas; y,
4. Medianas Empresas.”.

5) Art. 52 que en su primer párrafo indica “Contratación Preferente.- En las contrataciones de bienes y servicios que se adquieren por procedimientos de cotización... preferentemente domiciliados en la circunscripción territorial...”.

Y que en su tercer párrafo señala “Solamente en caso de que no existiera en la circunscripción territorial del correspondiente gobierno... la máxima autoridad... podrá contratar con proveedores de otra circunscripción territorial o del país en el mismo procedimiento...”.

Los puntos 4 y 5 establecen la prioridad para los proveedores nacionales, pasando primeramente por la circunscripción territorial, y luego por el resto del país.

Una vez que no se la pueda realizar con Instituciones nacionales, se las hará con las Internacionales.

6) Art. 100 del Reglamento de la LOSCNP, que establece la única prioridad, a través de las “Contrataciones con empresas públicas internacionales”.

²¹ Praelación: Preferencia con que un asunto debe ser atendido respecto de otros.

b. Ley de Creación de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental, YACHAY.

Esta Ley es tomada, porque de manera general apunta a fortalecer el cambio de la matriz productiva del Ecuador, en base al fortalecimiento del talento humano, desarrollo de capacidades y generación de conocimiento, teniendo como pilares la investigación, la innovación y producción tecnológica.

c. Acuerdo Ministerial 2014 del Ministerio de Defensa Nacional del 29 de noviembre del 2010.

Establece que dentro de los procesos de contratación y adquisición de bienes y servicios se las realice a través de las Empresas Públicas de Fuerzas Armadas. Su Art. 3, establece “De acuerdo a la Ley de Contratación Públicas se apliquen los procedimientos para que el Ministerio de Defensa Nacional, Comando Conjunto, Fuerzas y sus entidades adscritas adquieran bienes considerando la siguiente prioridad:

1. Empresas de Fuerzas Armadas
2. Empresas Locales y nacionales
3. Empresas regionales
4. Empresas mundiales”.

d. Reglamento para contrataciones de Bienes Estratégicos para la Defensa Nacional.

Establece que todos los proveedores de bienes que sean considerados como estratégicos necesarios para la defensa nacional, deben inscribirse en el Ministerio de Defensa Nacional, para que sean incluidos en el RPBE²², y puedan ser tomados en cuenta en forma prioritaria para contratarlos cuando sea necesario.

²² RPBE: Registro de Proveedores de Bienes Estratégicos.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

			Ley Orgánica Del Servicio Nacional De Contratación Pública LOSNCP, y su Reglamento									Ley de creación de YACHAY		Acuerdo Ministerial 2014				Reglamento para contrataciones de Bienes Estratégicos para la defensa	
			NACIONALES						INTERNACIONALES			Fortalece el cambio de la matriz productiva a través de la producción de tecnología		Nacional		Internacional		Nacionales registrados en el RPBE	Internacionales que NO tienen representante en el país
			Régimen Especial	DOMICILIADOS EN EL CANTÓN			OTRO CANTÓN O REGIÓN			Empresas Públicas	Empresas Privadas			SI	NO	Empresas de FF.AA.	Empresas locales y nacionales		
			Empresa Pública	Actores de la economía popular y solidaria	Microempresas	Pequeñas empresas	Medianas empresas	Actores de la economía popular y solidaria	Microempresas			Pequeñas empresas	Medianas empresas						
MUNDIAL	EE.UU.	Virtra									X		X				X		X
	ESPAÑA	Victrix									X		X				X	X	
REGIONAL	MÉXICO	CATVIR								X			X			X		X	
	VENEZUELA	Simulador Tiro Virtual KURAI								X			X			X		X	
	BRASIL	Simulador de entrenamiento de fuego									X		X			X		X	
	COLOMBIA	Simulador electrónico de tiro para fusil y carabina										X	X			X		X	
	PARAGUAY	Simulador de combate										X	X			X		X	
	URUGUAY	Polígono de tiro virtual										X	X			X		X	
	CHILE	Sistema de tiro virtual										X	X			X		X	
	ARGENTINA	SIMRA II								X			X			X		X	
NACIONAL	ECUADOR	Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo										X			X			X	
		Sistema de Entrenamiento de disparo ASTINAVE	X										X		X			X	
		Simulador Virtual de polígono de tiro de ICR				X							X		X			X	

TABLA IV - 1 "Cuadro de análisis aspecto legal" (El Autor, 2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Acorde a la documentación legal descrita con sus respectivos Artículos, se establecen los siguientes parámetros de evaluación legal, que fueron mostrados en la Tabla IV - 1.

De esta Tabla de análisis legal, se desprende que se daría el siguiente orden de preferencia para la contratación:

- Primera opción ASTINAVE por ser Empresa Pública, Empresa de Fuerzas Armadas, y que fortalece el cambio de la matriz productiva a través de la producción de tecnología.
- Segunda opción la Empresa ecuatoriana ICR, ya que es Empresa Nacional, domiciliada en el cantón donde se realizó el estudio, y fortalece el cambio de la matriz productiva a través de la producción de tecnología.
- Tercera opción el sistema que actualmente está funcionando como prototipo en la ciudad de Cuenca, ya que el único parámetro que diferencia del anterior es que no está dentro de la circunscripción territorial del estudio.
- Se continuaría con las empresas regionales públicas, empresas regionales privadas, empresas mundiales públicas, y las empresas mundiales privadas.

Hay que tener presente que las leyes NO prohíben la contratación con los proveedores, sino que únicamente norman las adquisiciones de los bienes, dando prioridad por ciertos parámetros establecidos en las mismas.

4.2. Aspecto Técnico

Para realizar el análisis técnico, se comparan todos los componentes de hardware y software que pueden tener los simuladores de sistemas de tiro. Así, para el análisis técnico de hardware se construye la Tabla IV – 2, y software la Tabla IV – 3, de la siguiente manera:

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

			HARDWARE																	
			ACCESORIOS								EQUIPO EN RACK		SISTEMA GRÁFICO		SISTEMA PROYECCIÓN			SISTEMA AUDIO		
			Sistema de apuntamiento Jaser	Sistema de detección de disparos	Sistema de montaje CO2 en el arma	Chaleco Táctico	Sistema de grabación /reproducción	Dispositivo de fuego hostil	Máquina de humo	lentes/ visores/ micrófonos	SERVIDOR	PC ESCRITORIO	SI	NO	NUMERO PANTALLAS	NUMERO PROYECTORES	GRADO VISUAL	NORMAL	ENVOLVENTE	
MUNDIAL	EE.UU.	Virtra	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		1,3,5		90, 180, 270		X	
	ESPAÑA	Victrix	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			1,3,5	90, 180, 270		X	
REGIONAL	MÉXICO	CATVIR	X	X								X		X		5		300		X
	VENEZUELA	Simulador Tiro Virtual KURAI	X	X								X		X		1		90		X
	BRASIL	Simulador de entrenamiento de fuego	X	X								X		X		1,3,5		90, 180, 270		X
	COLOMBIA	Simulador electrónico de tiro para fusil y carabina	X	X								X		X		1		90		X
	PARAGUAY	Simulador de combate	X	X								X		X		3,5		180, 300		X
	URUGUAY	Polígono de tiro virtual	X	X								X		X		1		90		X
	CHILE	Sistema de tiro virtual	X	X								X		X		3		180		X
	ARGENTINA	SIMRA II	X	X								X		X		5		270		X
NACIONAL	ECUADOR	Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo	X	X									X		X			90	X	
		Sistema de Entrenamiento de disparo ASTINAVE	X	X	X		X					X		X			3	180		X
		Simulador Virtual de polígono de tiro de ICR	X	X									X		X		1,3	90,180	X	

TABLA IV - 2 "Cuadro de análisis aspecto técnico hardware" (El Autor, 2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

			SOFTWARE											
			MODULAR		REPORTE ESTADISTICO		CONFIGURABLE/ PARAMETRIZABLE/ ADMINISTRABLE		PERMITE CONFIGURACIÓN DE BLANCOS FIJOS Y MÓVILES		PERMITE CONFIGURACIÓN NIVEL DIFICULTAD		PERMITE ESCENARIOS REALES CON ILUMINACIÓN, Y CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
MUNDIAL	EE.UU.	Virtra	X		X		X		X		X		X	
	ESPAÑA	Victrix	X		X		X		X		X		X	
REGIONAL	MÉXICO	CATVIR	X		X		X		X		X		X	
	VENEZUELA	Simulador Tiro Virtual KURAI	X		X		X		X		X		X	
	BRASIL	Simulador de entrenamiento de fuego	X		X		X		X		X		X	
	COLOMBIA	Simulador electrónico de tiro para fusil y carabina	X		X		X		X		X		X	
	PARAGUAY	Simulador de combate	X		X		X		X		X		X	
	URUGUAY	Polígono de tiro virtual	X		X		X		X		X		X	
	CHILE	Sistema de tiro virtual	X		X		X		X		X		X	
	ARGENTINA	SIMRA II	X		X		X		X		X		X	
	NACIONAL	ECUADOR	Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo		X	X		X			X		X	
Sistema de Entrenamiento de disparo ASTINAVE			X		X		X		X		X		X	
Simulador Virtual de polígono de tiro de ICR				X	X		X		X		X			X

TABLA IV - 3 "Cuadro de análisis aspecto técnico software" (El Autor, 2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

De la información obtenida en la Tabla IV – 2, con respecto a los componentes de hardware se determina lo siguiente:

- A nivel hardware, los que tienen mayor número de componentes son los simuladores de Estados Unidos y de España. Especialmente por el número de accesorios con los que cuenta, haciendo aún más real el entrenamiento.
- El siguiente en que contendría mayor número de componentes en hardware, sería el simulador que sea desarrollado por ASTINAVE, que tendría un número considerable de componentes de hardware.
- En tercer lugar vendrían los simuladores regionales, para dejar finalmente los simuladores nacionales.

Mientras que de la Tabla IV – 3, con respecto a los componentes de software se determina lo siguiente:

- Únicamente dos de los simuladores nacionales (exceptuando el de ASTINAVE), cumplirían con los componentes de software necesarios.

4.3. Aspecto Operativo

El aspecto operativo son todos aquellos componentes que garantizan la operación o funcionalidad del simulador de tiro. Para esta comparación se descartan los simuladores a nivel regional, porque tanto en el análisis legal como en el técnico quedan en planos secundarios para seleccionarlos. Así los parámetros considerados necesarios para la operación del simulador, se analizan en la Tabla IV -4:

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

			INSTALACIÓN		FORMACIÓN						SOPORTE, MANTENIMIENTO Y GARANTÍA									
			TIEMPO DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN (DÍAS)	INFRAESTRUCTURA CIVIL		CAPACITACIÓN			MANUALES			TIEMPO (AÑOS)		SOPORTE		MANTENIMIENTO			OTROS	
				SI	NO	MANTENIM. NIVEL 1	MANTENIM. NIVEL 2	OPERACIÓN DEL SISTEMA	DE OPERACIÓN	MANTENIM. PREVENTIVO CORRECTIVO	SOPORTE	GARANTÍA	PREDICTIVO	SOPORTE TELEFÓNICO	PREVENTIVO	CORRECTIVO NIVEL 1 Y 2	NIVEL 3 EN ECUADOR	ACTUALIZACIÓN DE SOFTWARE	DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS EN EL MERCADO	
MUNDIAL	EE.UU.	Virtra	15	X		X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X		X		
	ESPAÑA	Victrix	7	X		X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X		X	X	
REGIONAL	MÉXICO	CATVIR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	VENEZUELA	Simulador Tiro Virtual KURAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	BRASIL	Simulador de entrenamiento de fuego	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	COLOMBIA	Simulador electrónico de tiro para fusil y carabina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PARAGUAY	Simulador de combate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	URUGUAY	Polígono de tiro virtual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CHILE	Sistema de tiro virtual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ARGENTINA	SIMRA II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NACIONAL	ECUADOR	Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo	30	X		X		X	X		1	1		X	X	X	X		X	
		Sistema de Entrenamiento de disparo ASTINAVE	540	X		X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X
		Simulador Virtual de polígono de tiro de ICR	30	X		X		X	X		1	1		X	X	X	X		X	

TABLA IV - 4 "Cuadro de análisis aspecto operativo" (El Autor, 2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

En cuanto al análisis operacional, se toma en cuenta principalmente los tiempos en que el simulador entraría en funcionamiento y en operación para el personal militar, por lo que acorde a esto se determina lo siguiente:

- En primer lugar, se encuentra el simulador de España, porque el tiempo de entrega es el menor de todos. Tiene la mayoría de componentes necesarios para la operación del simulador, considerando los repuestos en el mercado nacional; ya que en la propuesta de los mismos, incluyen la entrega de un lote de repuestos para 1er y 2º Escalón estimado para un período de 1 año. Aunque su única debilidad es la del mantenimiento de 3er nivel que es realizado directamente en la fábrica en España.
- En segundo lugar está el simulador de Estados Unidos, porque además de cumplir con los parámetros necesarios, es igualmente un simulador probado que viene funcionando en el mercado internacional por algunos años. Su desventaja es no contar con repuestos en el mercado nacional, y que su mantenimiento de 3er nivel también es hecho en fábrica en Estados Unidos.
- Finalmente quedarían los simuladores nacionales, ya que aunque los mismos brindarían soporte y mantenimiento en Ecuador, los mismos deben ser configurados y puestos a punto en un periodo un poco mayor a los dos primeros. Esto porque los mismos ya vienen funcionando en el mercado internacional por algunos años.

4.4. Aspecto Financiero

En cuanto al análisis financiero, se analiza el parámetro del costo total de cada uno de los simuladores de tiro indicados anteriormente, de lo cual desprende la Tabla IV – 5.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

NIVEL	PAÍS	SIMULADOR	DESARROLLADO POR	AÑO DESARROLLO	INVERSIÓN
MUNDIAL	EE.UU.	Virtra, Simulador de tiro V-300	Virtra y Andrew Soler i Associats		\$250.000
	ESPAÑA	Victrix	Multinacional de consultoría y tecnología INDRA	2009	921.040 euros incluida la infraestructura, equivalente a unos \$1'142.090
REGIONAL	MÉXICO	CATVIR	El Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México (INIDETAM)	2009	2'998.899 pesos, equivalente a unos \$ 221.558,66
	VENEZUELA	Simulador Tiro Virtual KURAI	División de Ingeniería y Desarrollo Aeroespacial de la Aviación Militar Bolivariana	2013	No se posee información, porque se utilizaron fondos propios
	BRASIL	Simulador de entrenamiento de fuego	Empresa española Tecnobit	2012	2,6 millones de euros incluido toda la infraestructura física, equivalente a unos \$3'237.884
	COLOMBIA	Simulador electrónico de tiro para fusil y carabina	Propia Industria de Defensa	2011	No se posee información, porque se utilizaron fondos propios
	PARAGUAY	Simulador de combate	Data Lab S.A.	2012	\$ 250.000
	URUGUAY	Polígono de tiro virtual	Donado por el Reino Unido	2012	Donado
	CHILE	Sistema de tiro virtual	Se encuentra en desarrollo		\$ 246.000
	ARGENTINA	SIMRA II	Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEFA)	2012	No se posee información, porque se utilizaron fondos propios
NACIONAL	ECUADOR	Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo	Prototipo privado	2015	\$40.000
		Sistema de Entrenamiento de disparo ASTINAVE	ASTINAVE E.P., en cartera de productos a desarrollar		\$450.000
		Simulador Virtual de polígono de tiro de ICR	ICR	2013	\$87.360

TABLA IV - 5 "Cuadro de análisis aspecto financiero" (El Autor, 2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

En cuanto al análisis financiero únicamente se analiza por el costo del simulador, así se describe desde el que menos cuesta:

- El Sistema Nacional de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo que su prototipo funciona en las instalaciones de la Brigada de Artillería #27 Portete de la ciudad de Cuenca, el cual necesita una inversión de \$40.000.
- El siguiente es el Simulador Virtual de polígono de tiro desarrollado por la empresa nacional ICR, el cual cuesta \$87.360.
- Luego tenemos el resto de sistemas cuyo valor rodean entre los \$220.000 a los \$250.000, sin considerar la infraestructura física de obra civil que se necesite, ya que dependiendo de esto subiría el monto, como se observa en la Tabla.

Finalmente para decidir qué sistema de tiro seleccionar, utilizaremos el modelo TCO²³ sobre los simuladores que han salido seleccionados del análisis legal, técnico y operativo. Este modelo creado por Gartner²⁴, se ha vuelto en un instrumento importante para la Gerencia Informática en la toma final de decisión para la adquisición de tecnología, ya que nos proporciona datos más ventajosos que los indicadores financieros normales, midiendo costos ocultos a lo largo de la vida útil del bien de tecnología estudiado.

El TCO se obtiene sumando los costos directos e indirectos de los sistemas de tiro analizados. Como los valores que se encuentran en la Tabla IV – 5, ya incluyen la mayoría de estos costos (parámetros de los análisis técnicos y operativos), se sumarán únicamente los siguientes costos ocultos faltantes:

²³ TCO: Costo Total de Propiedad.

²⁴ GARTNER: Empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información con sede en Stamford, que proporciona el análisis de investigación y el consejo para profesionales de las TIC.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- Costo de mantenimientos no contemplados fuera del tiempo de soporte y garantía.
- Costo de actualización de cualquier componente del simulador.
- Costos de capacitación de usuarios no contemplados.
- Costos en la falla de sistema o periodos fuera de servicio o de downtime²⁵.
- Costos de soporte técnico luego del periodo de garantía técnica.
- Costos de reparación luego del periodo de garantía técnica.

Estos costos son valores aproximados, y se los realizará únicamente a los simuladores que han sido seleccionados de los análisis legal, técnico y operativo. De los que se desprende finalmente la Tabla IV – 6.

COSTOS OCULTOS									
País	Simulador	Mantenimientos no contemplados	Actualización de componentes	Capacitación no contemplada	Fallas de sistema	Soporte técnico no contemplado	Reparación no contemplada	Valor del simulador	TOTAL
EE.UU.	Virtra	1.200	75.000	250	22.695	2.800	3.000	250.000	354.945
ESPAÑA	Victrix	480	93.000	200	22.695	1.120	4.500	245.000	366.675
ECUADOR	Sistema de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo	240	12.000	150	22.695	400	400	40.000	75.885
	Sistema de Entrenamiento de disparo ASTINAVE	240	150.000	200	22.695	600	600	450.000	624.395
	Simulador Virtual de polígono de tiro de ICR	200	10.000	150	22.695	400	400	87.360	121.405

TABLA IV - 6 "Cuadro de análisis TCO de costos ocultos" (El Autor, 2015)

²⁵ Downtime: Tiempos no planificados por equipos tecnológicos que presentan fallas.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

De la Tabla IV -6 finalmente se desprende el mejor simulador de polígono de tiro a ser implementado en Fuerzas Armadas, acorde a todos los parámetros analizados en este trabajo de investigación. Este prototipo llamado “Sistema Nacional de Entrenamiento de Tiro Individual y Colectivo” funciona actualmente en las instalaciones de la Brigada de Artillería #27 Portete de la ciudad de Cuenca, en la cual se están realizando las respectivas pruebas.

Es preciso resaltar que como parte del fortalecimiento del cambio de la matriz productiva a través de la producción de tecnología nacional, este trabajo podría ser realizado por alumnos de la facultad de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica, lo que presupondría una disminución aún mayor en cuanto a los costos de inversión. Por lo que sería una buena posibilidad de emprendimiento que se motive a los alumnos en desarrollar este tipo de simulación para el entrenamiento físico.

4.5. VAN y TIR

Una vez seleccionado el simulador de tiro, finalmente resta por analizar la rentabilidad que tendrá el mismo al generarlo como proyecto de inversión, para lo cual se utilizan los indicadores financieros del Valor Actual Neto (VAN), y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) consecuente con la Guía para la presentación de programas y proyectos de inversión pública; los cuales resultan útiles para la toma final de decisiones de dicha inversión.

Para realizar los cálculos, se necesitan de algunos datos, que son:

- Los valores generados en la Tabla II - 3, en donde se obtuvo el Costo Individual en USD que cada soldado gasta en municiones para su entrenamiento con fusil o pistola. Así, si es un oficial por cada instrucción que realice gastará \$4,00, mientras

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

que para el personal de tropa si utiliza el fusil HK gastará \$27,95 y si utiliza el fusil FAL gastará \$19,5.

- El numérico de personal de Fuerzas Armadas, que es de 42.000 efectivos actualmente (El Telégrafo, 2014), el mismo que es un dato muy aproximado a la realidad. De los cuales aproximadamente son 6.000 oficiales y 36.000 voluntarios, indicados en la Tabla IV - 7.

Personal Fuerzas Armadas U.	
OFICIALES	6000
VOLUNTARIOS	36000
TOTAL	42000

TABLA IV - 7 "Cuadro numérico aproximado de FF.AA. del Ecuador" (El Autor, 2015)

- El promedio aproximado de entrenamiento anual para todos los miembros de Fuerzas Armadas, es de 2 o 3 veces al año.

Con estos datos se puede generar la Tabla IV – 8, misma que contiene el número total de soldados entrenados (tomados de base la Tabla IV-7) una, dos y tres veces al año; así como el costo que realizan al entrenar ese número de veces al año (del gasto individual), mismo que representa el gasto en municiones, así:

CALIBRE \ VECES	DATOS ANUALES PARA EL ENTRENAMIENTO DE TIRO					
	NUMERO PERSONAS ENTRENADAS ANUALMENTE			COSTO APROXIMADO DE ENTRENAMIENTO ANUAL PARA FF.AA.		
	1	2	3	1	2	3
9mm	6000	12000	18000	24000	48000	72000
5,56mm *	18000	36000	54000	503100	1006200	1509300
7,62mm *	18000	36000	54000	351000	702000	1053000
TOTAL	42000	84000	126000	878100	1756200	2634300
* = SE ESTIMA QUE LA MITAD DEL PERSONAL DE VOLUNTARIOS SE ENTRENA CON 7,62MM Y LA OTRA MITAD CON 5,56MM						

TABLA IV - 8 "Costo aproximado de entrenamiento anual FF.AA." (El Autor, 2015)

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Una vez obtenidos estos datos, se determina que el Costo para el entrenamiento anual del personal de FF.AA. es de USD 878.100 si es una sola vez, USD 1'756.200 dos veces, y USD 2'634.300 para tres.

Además se tienen otros datos:

- La inversión que se necesita hacer USD 75.885 (simulador seleccionado)
- El Mando Militar espera al menos no gastar anualmente el valor que representa el entrenar UNA VEZ a todo el personal militar, es decir USD 878.100. Este ahorro para el Estado ecuatoriano, representa la utilidad que le representa al contar con este simulador.
- Y, como ejercicio un período de cinco años, que es el período de vida que se espera tenga esta herramienta tecnológica, luego de la cual se la deberá actualizar.

Con los datos anteriores podemos determinar el flujo que se dará durante los cinco años (cinco períodos), que servirá de base para el cálculo del VAN y el TIR, que nos indicará la rentabilidad o no del proyecto; este flujo se encuentra detallado en la Tabla IV – 9.

DATOS DEL FLUJO PARA CÁLCULO DEL VAN Y TIR						
INVERSIÓN	75885	AÑOS				
		1	2	3	4	5
FLUJO	-75885	878100	878100	878100	878100	878100

TABLA IV - 9 "Cuadro flujo para cálculo VAN y TIR" (El Autor, 2015)

a. Valor Actual Neto (VAN)

Es un criterio financiero para el análisis de proyectos de inversión que indica la diferencia entre todos los ingresos y egresos actualizados al periodo actual. Se entiende así que:

- Si el VAN es mayor que 0 la inversión deja ganancias,
- Si el VAN es igual a 0 nos encontramos en el punto de equilibrio, y
- Si es menor que 0 la inversión dejará pérdidas.

Se utilizará cuatro tasas de descuento por tema de ejercicio (5%, 10%, 12%, 15%), ya que "...para proyectos sociales normalmente es calculada y determinada por la autoridad estatal para todos los proyectos del sector público" (SAPAG CHAIN & SAPAG CHAIN, 2003, pág. 408), recordando que se considera proyecto social porque aporta con el mejoramiento de la calidad de vida de la población a través de su seguridad.

El VAN resultante del flujo detallado en la Tabla IV -9, con las cuatro tasas de descuento, se obtiene los siguientes valores descritos en la Tabla IV -10:

TASA DE DESCUENTO				
	5%	10%	12%	15%
VAN	US\$3,725,828.46	US\$3,252,804.86	US\$3,089,468.98	US\$2,867,642.39

TABLA IV - 10 "Cálculo del VAN con distintas tasas de descuento" (El Autor, 2015)

Como se observa, todos los valores resultantes con cada tasa de descuento, son muchísimos mayores que 0, por lo tanto la inversión deja muy buenas ganancias.

b. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es un criterio financiero para el análisis de proyectos de inversión que calcula la rentabilidad de un proyecto, cuyo resultado es un porcentaje (%), y que para tomar una decisión se analiza:

- Si el TIR es mayor que la tasa de descuento, se recomienda que el proyecto debe aceptarse.
- Si el TIR es igual a la tasa de descuento, se es indiferente, es decir es decisión del mando si se ejecuta o no.
- Si el TIR es menor a la tasa de descuento, el proyecto se lo debe descartar.

Para el trabajo de investigación, la TIR es de 1157%, que es un valor mayor a cero, y segundo un valor muy alto, que en realidad representa que el proyecto es definitivamente viable, y que garantizará una alta rentabilidad.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Un sistema es un conjunto de elementos que se relacionan entre sí para alcanzar un determinado objetivo.
- Un modelo de sistema representa simplificada a un sistema, para entenderlo, predecir y controlar su comportamiento.
- La simulación construye modelos de sistemas para averiguar lo que pasa bajo una cierta hipótesis.
- La simulación permite repetir cuantas veces sea necesario un experimento, sin costos elevados.
- Los simuladores permiten experimentar sin correr mayores riesgos.
- Los simuladores son utilizados en el ámbito militar principalmente para adquirir destrezas físicas o mentales en ambientes de un alto riesgo en la realidad.
- En el país existen múltiples simuladores de entrenamiento para desarrollar habilidades físicas en las personas, tanto en tierra (manejo de vehículos especiales, disparo en distintos tipos de armas calibre mayor y menor), mar (simulador de navegación marítima) o aire (control de tráfico aéreo, simulador de vuelo).
- Fuerzas Armadas necesita entrenar y desarrollar habilidades de tiro con fusil y pistola a sus soldados, para cumplir con sus misiones asignadas.
- La instrucción de tiro sirve para entrenar al personal militar para que usen de manera efectiva el armamento individual de dotación en combate que les ha sido asignado, con la finalidad de incrementar su nivel de efectividad a través del entrenamiento en técnicas y tácticas de tiro.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- Fuerzas Armadas por la cantidad limitada de recursos en munición para el entrenamiento de fusil y pistola, no puede entrenar a todos sus soldados, especialmente los de repartos administrativos.
- Fuerzas Armadas necesita de una herramienta tecnológica que le permita realizar entrenamiento de tiro con fusil y pistola a sus soldados, sin que tengan que gastar munición real.
- Fuerzas Armadas se encuentran conformadas por el Comando Conjunto, Fuerza Terrestre, Fuerza Naval, y Fuerza Aérea. Cada una de estas Instituciones tienen condiciones particulares por sus funciones y atribuciones; por lo que, cada una de ellas planifica en forma independiente los entrenamientos de tiro que realizará a su personal anualmente.
- Para el entrenamiento del personal militar en instrucciones de tiro, se utilizan los Blancos de anillos, siluetas, y poppers. Los mismos que deben estar programados dentro del simulador de tiro.
- El armamento estándar para el entrenamiento se utilizan pistolas de calibre 9mm, fusiles calibre 7,62mm y 5,56 mm. Principales armas que debe tener el simulador de tiro para el entrenamiento.
- El costo de cada munición para el entrenamiento es de \$0,16 para la pistola 9mm, de \$0,43 para el fusil 5,56mm y de \$0,30 para el fusil 7,62mm.
- El número de municiones promedio que se utiliza para el entrenamiento individual de tiro es de 25 para pistola 9mm, 65 para fusil 5,56 mm y de 65 para fusil 7,62 mm.
- El costo individual aproximado que incurre un soldado en cada instrucción que realiza en tiro con pistola o fusil, es de \$4 en pistola 9mm, \$27,95 para fusil 5,56mm y de \$19,5 para fusil 7,62 mm.

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

- Los simuladores de tiro cuentan con la particularidad de entrenar un número ilimitado de veces, y con muchos efectos que simulan a la realidad, como mecanismos de retroceso de las armas, y dispositivos de impacto que simula el fuego hostil en contra de los alumnos.
- Los simuladores de tiro cuentan con componentes y accesorios que ayudan en volver más real el entrenamiento, como la configuración de los ambientes de entrenamiento (día, noche, condiciones climáticas), el sistema de retroceso del arma, el dispositivo de fuego hostil (que simula disparos enemigos), etc.
- En el mercado internacional existen una gran cantidad de simuladores de tiro. Destacándose el sistema VIRTRA y el sistema VICTRIX de Estados Unidos y de España respectivamente, mismos que funcionan por algunos años en Fuerzas Armadas de algunos países a nivel mundial.
- Muchas de las Fuerzas Armadas a nivel regional latinoamericano ya utilizan simuladores de tiro para el entrenamiento de su personal militar. Así, México, Venezuela, Brasil, Colombia, Paraguay, Uruguay, Chile y Argentina.
- A nivel nacional actualmente se ha puesto un prototipo de sistema para el entrenamiento, en la Brigada de Artillería #27 Portete de la ciudad de Cuenca.
- Existe una empresa pública y una privada que pueden aportar con sistemas de simulación de tiro, a mediano y corto plazo respectivamente.
- Los simuladores de España y Estados Unidos por los años de experiencia que llevan en el mercado internacional, pueden fácilmente instalar y configurar sus productos en poco tiempo dentro del país, sin embargo su costo de adquisición es elevado.
- Acorde a todos los análisis realizados, incluidos el TCO para la selección de la herramienta de simulación de tiro, el prototipo nacional que actualmente funciona

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

en las instalaciones de la Brigada de Artillería #27 Portete de la ciudad de Cuenca, es la mejor herramienta para ser implantada en Fuerzas Armadas para el entrenamiento de su personal.

- El Gobierno actual promueve la innovación y producción tecnológica a nivel nacional, con el fin de fortalecer el cambio de la matriz productiva, por lo que Fuerzas Armadas pueden realizar convenios con las mejores universidades nacionales para el desarrollo de sus simuladores.
- Fuerzas Armadas puede establecer algún convenio con la Pontificia Universidad Católica, y a través de los alumnos de la facultad de ingeniería de sistemas, emprender un buen proyecto para el desarrollo de simuladores.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a Fuerzas Armadas adquirir un simulador de tiro para el entrenamiento de su personal, ya que con ello podrá mejorar las habilidades en el nivel de efectividad en el disparo de fusil y pistola en los mismos.
- Acorde al resultado del análisis realizado, se recomienda a Fuerzas Armadas invertir en el prototipo que actualmente funciona en la Brigada de Artillería #27 Portete de la ciudad de Cuenca, a fin de desarrollarlo completamente para el entrenamiento de tiro de un mayor número de soldados.
- En el caso que Fuerzas Armadas tengan el apoyo superior y los recursos financieros necesarios, preferentemente se recomienda adquirir los simuladores extranjeros VIRTRA de Estados Unidos o VICTRIX de España, ya que los mismos por el tiempo de

experiencia en el mercado internacional pueden ser instalados y configurados en muy poco tiempo.

- Ya que el Gobierno nacional actualmente se encuentra enfocado en el cambio en la matriz productiva promoviendo la innovación y producción tecnológica a nivel nacional, se recomienda a Fuerzas Armadas que establezcan algún tipo de convenio con las mejores universidades del país, a fin de que estas desarrollen simuladores para el entrenamiento, contribuyendo así con el cambio de la matriz productiva nacional.
- En base al prestigio y capacidad que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se recomienda a Fuerzas Armadas establecer convenios con la misma a fin de que a través de sus alumnos de la facultad de ingeniería desarrollen simuladores para entrenamientos, y así aporten con producción tecnológica nacional que a su vez contribuyan al cambio en la matriz productiva.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA I - 1 (ALEGSA, 1998-2015) 6

FIGURA I - 2 (Sanjinez, 2012)..... 7

FIGURA I - 3 (UBA, Universidad de Buenos Aires, s.f.) 8

FIGURA I - 4 (AGUIRRE, s.f.)..... 11

FIGURA I - 5 (Peacock, 2013)..... 18

FIGURA I - 6 (Peacock, 2013)..... 19

FIGURA I - 7 (ESMENA, 2007) 21

FIGURA I - 8 (FAE, FUERZA AÉREA ECUATORIANA, 2014) 23

FIGURA I - 9 (INDRA, s.f.)..... 24

FIGURA I - 10 (INDRA, s.f.)..... 28

FIGURA I - 11 (Shot, 2014)..... 28

FIGURA II - 1 (CEE, 2013)..... 30

FIGURA II - 2 (CC.FF.AA., 2013) 32

FIGURA II - 3 (Dextron, s.f.) 33

FIGURA II - 4 (preciolandia, s.f.) 34

FIGURA II - 5 (Armado, 2015) 34

FIGURA II - 6 (Fourdee, 2006) 35

FIGURA III - 1 (AASIAS, s.f.)..... 39

FIGURA III - 2 (AASIAS, s.f.)..... 39

FIGURA III - 3 (AASIAS, s.f.)..... 40

FIGURA III - 4 (AASIAS, s.f.)..... 40

76

FIGURA III - 5 (MIDENA, 2014) 49

LISTA DE TABLAS

TABLA II - 1 36

TABLA II - 2 37

TABLA II - 3 37

TABLA III - 1 50

TABLA IV - 1 56

TABLA IV - 2 58

TABLA IV - 3 59

TABLA IV - 4 61

TABLA IV - 5 63

TABLA IV - 6 65

TABLA IV - 7 67

TABLA IV - 8 67

TABLA IV - 9 68

TABLA IV - 10 69

BIBLIOGRAFÍA

- AASIAS. (s.f.). *Andreu Soler i Associats, armería y complementos*. Obtenido de <http://www.aasias.com/instruccion/virtra.html>
- AGUIRRE. (s.f.). *SISTEMAS, MODELOS Y SIMULACIÓN*. Obtenido de arantxa.ii.uam.es/~aguirre/OS/sms.pdf
- ALEGSA. (1998-2015). *ALEGSA.COM.AR*. Obtenido de www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php
- Armada de México, S. d. (2001). *Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México*. Obtenido de <http://2006-2012.semarm.gob.mx/informacion-sector/ciencia/investigacion.html>
- Armado, M. (2015). *México Armado*. Obtenido de <http://www.mexicoarmado.com/ipsc-idpa-nra-action-shooting-tiro-practico/162575-platos-nra.html>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi, Manabí.
- CC.FF.AA. (2013). *Página Web del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas*. Obtenido de <https://www.ccffaa.mil.ec/index.php/institucion/organigrama>
- CEE, C. S. (19 de noviembre de 2013). *Cuerpo de Ingenieros del Ejército*. Obtenido de <http://www.cuerpodeingenierosdelejercito.mil.ec/proyectos/boletin-de-prensa/316-personal-militar-del-b-e-68-cotopaxi-ejecuta-lecciones-de-tiro.html>
- Congreso nacional. (28 de 09 de 2009). *Ley Orgánica de la Defensa Nacional*. Quito.
- Dextron, I. d. (s.f.). *DXSWAT*. Obtenido de <http://tiendaonlineseguridad.com/es/siluetas-y-blancos-de-tiro/149-blanco-de-tiro-de-precision.html>
- El Telégrafo. (1 de Mayo de 2014). *www.eltelegrafo.com.ec*. Obtenido de <http://www.telegrafo.com.ec/politica/item/personal-de-fuerzas-armadas-se-reducira-a-34-500-en-11-anos.html>

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

ESMENA, E. d. (2007). *SIMULADORES DE LA ESCUELA DE LA MARINA MERCANTE NACIONAL*.

Obtenido de

www.esmena.edu.ec/portal_esmena/global.do?method=mostrarNoticia&id_noticia=957

EuropaPress. (23 de julio de 2009). *europa press*. Obtenido de

<http://www.europapress.es/nacional/noticia-indra-desarrolla-leon-simulador-victrix-competira-eeuu-tecnologia-misiones-paz-20090723181053.html>

FAE, FUERZA AÉREA ECUATORIANA. (OCTUBRE de 2014). SIMULADORES DE VUELO - Aporte para la instrucción de "habilidades no técnicas" en CRM. *SOBREVUELO*, 9-11.

Fourdee. (6 de Julio de 2006). *Wikipedia*. Obtenido de

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cartridges_comparison.jpg

INDRA. (s.f.). VICTRIX Simulador de Tiro. León, León, España.

MIDENA. (diciembre de 2014). En Cuenca, la práctica de tiro se hace con láser. (E. S.A., Ed.) *defensa(4)*, 24-26.

Peacock, C. (17 de diciembre de 2013). *ICAO JOURNAL*. Obtenido de

http://www.icao.int/publications/journalsreports/2013/6806_en.pdf

Porfilio, G. (01 de Junio de 2012). *infodefensa.com*. Obtenido de

<http://www.infodefensa.com/latam/2012/06/01/noticia-el-ejercito-de-paraguay-saca-a-licitacion-un-sistema-de-simuladores-de-combate-para-armas-ligeras.html>

preciolandia. (s.f.). *Blanco Silueta Vs Modelos Para Practica De Tiro X10 Unidades*. Obtenido

de <http://www.preciolandia.com/ar/blanco-silueta-vs-modelos-para-practica-7zkehg-a.html>

Sanjinez, K. B. (18 de marzo de 2012). *Sistema Ecológico*. Obtenido de

www.ecologicokb.blogspot.com

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

SAPAG CHAIN, N., & SAPAG CHAIN, R. (2003). *Preparación y Evaluación de Proyectos*.

México: McGraw-Hill.

Shot, L. (2014). *Mobile Ranges*. Obtenido de [www.srtlivefire.com/images/brochures/SRT -](http://www.srtlivefire.com/images/brochures/SRT-MobileRanges.pdf)

[Mobile Ranges.pdf](http://www.srtlivefire.com/images/brochures/SRT-MobileRanges.pdf)

UBA, Universidad de Buenos Aires. (s.f.). *Manual Gps*. Obtenido de

http://materias.fi.uba.ar/7526/docs/manual_gps.pdf

Wyllie, D. (22 de febrero de 2011). *PoliceOne.com*. Obtenido de

[www.policeone.com/police-products/training/simulator/articles/3327155-Tech-Q-](http://www.policeone.com/police-products/training/simulator/articles/3327155-Tech-Q-A-Brian-Wardell-of-VirTra-Systems/)

[A-Brian-Wardell-of-VirTra-Systems/](http://www.policeone.com/police-products/training/simulator/articles/3327155-Tech-Q-A-Brian-Wardell-of-VirTra-Systems/)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

ADS

Sistema de vigilancia dependiente automática, que son procedimientos de vigilancia cooperativa para el control del tráfico aéreo..... 19

ASTINAVE

Empresa Pública Astilleros Navales Ecuatorianos 49, 50, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 65

ataque

Maniobra que realiza el barco para tomar puerto y quedar amarrado en el sitio de operación. 15

C

calibre

Diámetro del proyectil que se dispara expresado en milímetros o pulgadas. 4, 29, 35, 36, 71, 72

ciberdefensa

Conjunto de acciones y/u operaciones activas o pasivas defensivas que se desarrollan en el ámbito del ciberespacio a fin de asegurar el cumplimiento de las misiones..... 16

ciberespacio

Realidad simulada que se encuentra implementada dentro de los ordenadores y de las redes digitales de todo el mundo. 16

CITEFA

Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa Argentina..... 47, 63

CRM

Resto de recursos operativos y no operativos que hacen a la seguridad de vuelo. 23, 80

D

downtime

Periodo de inactividad de algún equipo de tecnología. 65

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

E

ESMENA

Es un centro de formación, capacitación, perfeccionamiento y especialización de la gente de mar del Ecuador y de los países miembros de la OMI que escojan prepararse en esta escuela. 20, 22

ETAC

Escuela Técnica de Aviación Civil..... 17

G

Gartner

Empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información con sede en Stamford, que proporciona el análisis de investigación y el consejo para profesionales de las TIC. 64

I

INCOP

Instituto Nacional de Contratación Pública. 53

L

LOSCNP

Ley Orgánica del Servicio Nacional de Contratación Pública.....52, 53, 54

O

OASI

Organización Internacional de Aviación Civil..... 20

OMI

Organización Marítima Internacional..... 21

ONU

Organización de las Naciones Unidas. 41

OTAN

83

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

Organización del Tratado del Atlántico Norte 35, 41

P

paravirtualización

Técnica de programación informática que permite virtualizar por software sistemas operativos. 16

poppers

Blancos metálicos de acero blindado reactivos, para el entrenamiento de tiro. 34, 72

prelación

Preferencia con que un asunto debe ser atendido respecto de otros. 54

R

RPBE

Registro de Proveedores de Bienes Estratégicos del Ministerio de Defensa Nacional..... 55, 56

runway

Área rectangular de un aeropuerto que sirve para el despegue o aterrizaje de aviones. 18

S

sims

Serie de videojuegos de simulación social..... 16

SNCP

Sistema Nacional de Contratación Públicas..... 52

T

taxiway

Pista de rodaje que conecta las zonas de los hangares y terminal del aeropuerto con la pista de aterrizaje. 18

TCO

Modelo creado por Gartner, que proporciona datos más ventajosos que los indicadores financieros normales, midiendo costos ocultos a lo largo de la vida útil del bien de tecnología estudiado.....64, 65, 73

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE SIMULADORES DE POLÍGONOS DE TIRO

TIR

Tasa Interna de Retorno, es un criterio financiero para el análisis de proyectos de inversión que calcula la rentabilidad de un proyecto, cuyo resultado es un porcentaje (%).4, 66, 68, 70

training

Palabra inglesa que significa entrenamiento, para adquirir destrezas físicas. 13, 81

V

VAN

Valor Actual Neto, es un criterio financiero para el análisis de proyectos de inversión que indica la diferencia entre todos los ingresos y egresos actualizados al periodo actual.4, 66, 68, 69

Victrix

Simulador de fusil de asalto de la multinacional INDRA diseñado para mejorar el entrenamiento de tiro de los cuerpos armados mediante una reproducción virtual de un campo de tiro, en donde mediante una galería de tiro se puede configurar la herramienta con todo tipo de parámetros para el entrenamiento 41

VIRTRA

Simulador de Tiro norteamericana.....38, 39, 40, 73, 74

W

wireless

Red de comunicación sin cableado. 27

Z

zarpe

Maniobra desde que el barco suelta sus amarras del muelle y toma el canal de salida para dirigirse al mar. 15

ANEXOS

ANEXO A

REPÚBLICA DEL ECUADOR



COMANDO CONJUNTO DE LAS FF.AA.



JEFATURA

MEMORANDO N.º CCFFAA-TNNV-2015-010-MM

Quito D.M. 8 ENE 2015

PARA : SR. TNNV. IG. PATRICIO VILLALBA.
JEFE SECCION TICS DEL C312.

Asunto: Uso de datos

En atención a su solicitud N° TNNV-IG-PVN-001-O del 30 de abril 2014, para hacer uso de datos referenciales para el entrenamiento del personal militar en tiro individual con fusil y pistola, se AUTORIZA el uso de los mismos en el estudio denominado "Gerencia de Tecnología de Simuladores de Polígonos de Tiro".

Atentamente,

DIOS, PATRIA Y LIBERTAD;

Luis Garzón Narváez
General del Ejército

JEFE DEL COMANDO CONJUNTO DE LAS FF.AA.



ANEXO B

REPÚBLICA DEL ECUADOR



COMANDO CONJUNTO DE FF.AA.
DIRECCIÓN DE OPERACIONES



EL ECUADOR HA SIDO ES
Y SERÁ PAÍS AMAZÓNICO

Memorando N° 14-G-3-c2-77


Quito D.M, viernes, 02 de mayo de 2014

PARA : TNNV-AD
Patricio Villalva
PLANIFICADOR MILITAR C312.

ASUNTO : Utilización de datos

En atención a su solicitud No. TNNV-PVN-002-0; del 30 de abril de 2014, para la utilización de datos referenciales para el entrenamiento de personal militar en tiro individual se **AUTORIZA** el uso de datos referenciales de "Gerencia de Tecnología de Simuladores de Polígonos de Tiro".

Atentamente,


Angel Sarzosa Aguirre
Contralmirante
DIRECTOR DE OPERACIONES NAVALES



ANEXO C

Ing. Fabián Vicente Romero Cordova.
ICR. Robotics Instrumentation & Control
RUC: 0301430849001
Quito Ecuador.



- Al final de la práctica se emite una calificación global y se imprime un registro con todas las imágenes cada una de ellas con la señal del disparo.

Oferta Económica

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	SISTEMA DE POLIGONO DE TIRO VIRTUAL PARA UNA PERSONA, INCLUYE ACCESORIO LASER PARA EL ARMA, 1 PROYECTOR PARA 3X2 METROS, UN COMPUTADOR PARA LA EVALUACION	1	78,000.00	78,000.00
			SUBTOTAL	78,000.00
			IVA 12%	9,360.00
			TOTAL	87,360.00

CONDICIONES COMERCIALES:

Tiempo de entrega: 30 días
Forma de pago: 70% al pedido 30% contra entrega
Validez de la oferta: 30 días.
Garantía: 1 año contra defectos de fabricación.

Atentamente,

Ing. Fabián Romero C.
Ingeniero de Aplicación