



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

1

**Aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro,
en morteros de 81 mm del Ejército ecuatoriano**

Amón de la Guerra, Juan Leopoldo y Bárcenas Silva, Edgar Andrés

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del
título de ingeniero en Sistemas e Informática

Ing. Sancho Arias, José Alberto

26 de junio del 2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“Aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro, en morteros de 81mm del Ejército ecuatoriano”** fue realizado por los señores **Amón De la Guerra Juan Leopoldo y Bárcenas Silva Edgar Andrés** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 26 de junio del 2020

Ing. José Alberto Sancho Arias

C.C: 1706870191



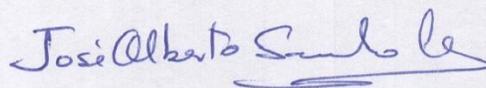
Document Information

Analyzed document TESIS_AMON_BARCENES_17JUN20.pdf (D75697555)
Submitted 6/27/2020 2:22:00 AM
Submitted by
Submitter email mgutierrez@difusion.com.mx
Similarity 4%
Analysis address mgutierrez1.GDC@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	URL: AndradeYandunTesis-18-07-2019.docx Fetched: 7/18/2019 3:51:00 PM	 7
SA	URL: DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB QUE PERMITA GESTIONAR EL MANTENIMIENTO Y CONTROL DE L ... Fetched: 1/10/2020 5:00:00 PM	 1
SA	URL: TESIS FINALIZADA.docx Fetched: 7/18/2019 8:33:00 PM	 3

Sangolquí, 26 de junio del 2020



Ing. José Alberto Sancho Arias

C.C: 1706870191



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Amón De la Guerra Juan Leopoldo y Bárcenes Silva Edgar Andrés**, con cédulas de ciudadanía N° 050306964-3 y N° 171494334-5 respectivamente, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro, en morteros de 81mm del Ejército ecuatoriano** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 26 de junio del 2020

Amón De La Guerra, Juan Leopoldo

C.C.: 050306964-3

Bárcenes Silva, Edgar Andrés

C.C.: 171494334-5



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, **Amón De la Guerra Juan Leopoldo y Bárcenes Silva Edgar Andrés**, con cédulas de ciudadanía N° 050306964-3 y N° 171494334-5 respectivamente, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro, en morteros de 81mm del Ejército ecuatoriano”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 26 de junio del 2020

Amón De La Guerra, Juan Leopoldo

C.C.: 050306964-3

Bárcenes Silva, Edgar Andrés

C.C.: 171494334-5

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a:

A mis padres Bolívar y Dorita quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia, de no temer las adversidades porque Dios estará siempre conmigo.

A mis hermanos Bolívar Santiago y Alex Rafael por su apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a todos mis amigos, por apoyarme cuando más lo necesité, por extender su mano en momentos difíciles y por haber confiado en mí.

Juan Amón

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, primeramente, a mi familia mi esposa y mis hijos, que ha sido mi fortaleza y mi apoyo para alcanzar mis objetivos y metas.

A mi padre, que desde el cielo continúa ayudándome, quien está a mi lado motivándome para alcanzar mis metas desde que partió mi madre y nos cuida. A mi mamá Rosa quien ha estado desde que tengo uso de razón.

A mis docentes, quienes con sus enseñanzas fueron llenándome de muchos conocimientos, dedicados a dar lo mejor para formar profesionales con valores y conocimientos sólidos sin esperar nada a cambio, convirtiendo en realidad mis sueños e ideales, los mismos que alimentan mi cuerpo y mi espíritu.

A todos quienes de una u otra manera están presentes en mi vida.

Andrés Bárcenes

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en toda mi formación profesional, a mi tutor, José Sancho, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a la **ESCUELA DE INFANTERÍA DEL EJÉRCITO ECUATORIANO**, por todas las atenciones e información brindada a lo largo de esta investigación.

Al Sr. Sgop. Ipilae Diego, por toda la bibliografía prestada, registros de tiro y conocimiento transferido para el desarrollo del presente trabajo.

A todos mis amigos, instructores militares y docentes civiles, quienes me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

A la Universidad de Fuerzas Armadas "ESPE" por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

Muchas gracias a todos.

Juan Amón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitir que al paso de la vida vaya alcanzando éxitos y con la formación académica conceda formarme como una persona de bien con buenos valores y principios para continuar sirviendo al país y la institución militar que represento con mucho orgullo.

Agradezco a mis padres que a través de sus bendiciones y buenos deseos me han fortalecido para continuar alcanzando mis metas, lo cual sé que es un orgullo y satisfacción para ustedes.

Agradezco a mi esposa y mis hijos que mientras dedicaba tiempo y recursos para alcanzar este objetivo entendieron y apoyaron de muchas maneras para que se materialice este anhelo.

A todos los que integran el Departamento de Ciencias de la computación a los directores y docentes que contribuyeron poco a poco con su granito de arena para formar mis conocimientos con sus enseñanzas y consejos permitiendo alcanzar mis metas.

A la Escuela de Infantería por ayudar a la consolidación de este proyecto de tesis, gracias por su apoyo, estamos seguros que este proyecto cubrirá con las expectativas y la necesidad para fortalecer las capacidades del personal militar.

Andrés Bárcenas

ÍNDICE DE CONTENDOS

CARÁTULA.....	1
CERTIFICACIÓN	2
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	8
ÍNDICE DE CONTENDOS	10
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	18
Capítulo I	17
Introducción	17
Antecedentes	17
Planteamiento del Problema.....	19
Justificación.....	23
Objetivos	27
Alcance	28
Estado del Arte.....	29
Características del Estado del Arte.....	38
Capítulo II	39
Metodología de Investigación.....	39
Definición de la Investigación	39

	11
Investigación Design Science Research.....	39
Método de Control de Calidad	40
Metodología de Desarrollo.....	40
Capítulo III	43
Marco Teórico.....	43
Metodología de Desarrollo Ágil (Scrum)	43
Android.....	45
I.D.E.	48
Kotlin	49
SQLITE	50
Morteros de 81mm	51
Capítulo IV	54
Especificación de Requerimientos	54
Introducción.....	54
Propósito.....	54
Alcance	54
Limitaciones del Proyecto.....	58
Personal Involucrado.....	58
Definiciones.....	58
Acrónimos	60
Referencias	60
Visión General del Documento	60
Descripción General.....	61
Requisitos Específicos	63
Capítulo V	74

	12
Desarrollo del Sistema	74
Diseño de la Base de Datos	74
Modelo de Datos	75
Diagramas de Casos de Uso.....	77
Diagramas de Secuencia	78
Diagramas de Clases	79
Diagramas de Arquitectura.....	80
Capítulo VI.....	82
Planificación, Desarrollo y Pruebas.....	82
Planificación del Proyecto Utilizando la Metodología Scrum.....	82
Desarrollo y Pruebas del Sprint 1	84
Desarrollo y Pruebas de Sprint 2	89
Desarrollo y Pruebas de Sprint 3	94
Desarrollo y Pruebas de Sprint 4.....	100
Desarrollo y Pruebas de Sprint 5.....	104
Desarrollo y Pruebas de Sprint 6.....	108
Capítulo VII.....	113
Conclusiones y Recomendaciones	113
Conclusiones.....	113
Recomendaciones.....	113
Bibliografía.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas De Investigación	30
Tabla 2. Grupos De Control	33
Tabla 3. Estudios Primarios	35
Tabla 4. Fase De Desarrollo Scrum	41
Tabla 5. Versiones De Android	46
Tabla 6. Personal Involucrado	58
Tabla 7. Características De Los Usuarios	62
Tabla 8. Restricciones Del Desarrollador	63
Tabla 9. Requisitos Específicos	64
Tabla 10. Product Backlog De La Aplicación Móvil	82
Tabla 11. Historias De Usuario Para Sprint 1	84
Tabla 12. Sprint Backlog Del Sprint 1	85
Tabla 13. Tareas Completas Del Sprint 1	86
Tabla 14. Historias De Usuario Para Sprint 2	89
Tabla 15. Sprint Backlog Del Sprint 2	90
Tabla 16. Tareas Completas Del Sprint 2	91
Tabla 17. Historias De Usuario Para Sprint 3	94
Tabla 18. Sprint Backlog Del Sprint 3	95
Tabla 19. Tareas Completas Del Sprint 3	97
Tabla 20. Historias De Usuario Para Sprint 4	100
Tabla 21. Sprint Backlog Del Sprint 4	101
Tabla 22. Tareas Completas Del Sprint 4	102
Tabla 23. Historias De Usuario Para Sprint 5	104

Tabla 24. Sprint Backlog Del Sprint 5	105
Tabla 25. Tareas Completas Del Sprint 5.....	106
Tabla 26. Historias De Usuario Para Sprint 6.....	108
Tabla 27. Sprint Backlog Del Sprint 6	109
Tabla 28. Tareas Completas Del Sprint 6.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Metodología Scrum</i>	43
Figura 2. <i>Proceso De La Metodología Scrum</i>	44
Figura 3. <i>Sistema Operativo Android</i>	45
Figura 4. <i>Arquitectura Del Sistema Operativo Android</i>	47
Figura 5. <i>I.D.E. Android Studio</i>	48
Figura 6. <i>Leguaje De Desarrollo Kotlin</i>	49
Figura 7. <i>Base De Datos Android Sqlite</i>	50
Figura 8. <i>Arquitectura De La Base Sqlite</i>	51
Figura 9. <i>Mortero De 81mm</i>	52
Figura 10. <i>Tiro Directo E Indirecto</i>	53
Figura 11. <i>Funciones Del Producto</i>	61
Figura 12. <i>Modelo Entidad-Relación</i>	74
Figura 13. <i>Modelo Conceptual De La Base De Datos</i>	76
Figura 14. <i>Modelo Físico De La Base De Datos</i>	77
Figura 15. <i>Diagrama De Casos De Uso</i>	78
Figura 16. <i>Diagrama De Secuencia Del Sistema De Mortero</i>	79
Figura 17. <i>Diagrama De Clases</i>	80
Figura 18. <i>Diseño De La Arquitectura Del Sistema</i>	81
Figura 19. <i>Horas Pendientes De Trabajo Para Sprint 1</i>	88
Figura 20. <i>Tareas Pendientes Para Sprint 1</i>	88
Figura 21. <i>Pruebas Del Inicio De Sesión</i>	89
Figura 22. <i>Horas Pendientes De Trabajo Para Sprint 2</i>	93
Figura 23. <i>Tareas Pendientes Para Sprint 2</i>	93

Figura 24. <i>Prueba De Mortero Y Observador Avanzado</i>	94
Figura 25. <i>Horas Pendientes De Trabajo Para Sprint 3</i>	99
Figura 26. <i>Tareas Pendientes Para Sprint 3</i>	99
Figura 27. <i>Funcionalidad Objetivo, Comandos Y Correcciones</i>	100
Figura 28. <i>Horas Pendientes De Trabajo Para Sprint 4</i>	103
Figura 29. <i>Tareas Pendientes Para Sprint 4</i>	103
Figura 30. <i>Pruebas Para La Corrección Del Haz De Tiro</i>	104
Figura 31. <i>Horas Pendientes De Trabajo Para Sprint 5</i>	107
Figura 32. <i>Tareas Pendientes Para Sprint 5</i>	107
Figura 33. <i>Pruebas De Simulación Y De Datos De Tiro</i>	108
Figura 34. <i>Horas Pendientes De Trabajo Para Sprint 6</i>	111
Figura 35. <i>Tareas Pendientes Para Sprint 6</i>	112
Figura 36. <i>Pruebas De Exportación De La Sesión De Tiro</i>	112

RESUMEN

Hace siglos el uso de morteros en los ejércitos ha sido un arma de apoyo esencial para garantizar la supremacía en el campo de batalla. Estas armas fueron utilizadas en las guerras para tener efectos destructores en trincheras y fosas, están formados generalmente por un tubo, un soporte y una base, inicialmente se crearon desde 60 a 120mm. El Ecuador utiliza el mortero de 81mm M-29 de fabricación americana, es orgánico de los Batallones de Infantería apropiado para disparar contra blancos extensos o blancos en desenfilada. El mortero requiere de la interacción de operadores para realizar un tiro efectivo, esta interacción requiere de un equipo especialista para el transporte de tiro como son: el observador avanzado OA y el centro director de tiro CDT, estos especialistas requieren de datos iniciales de tiro como: dirección del objetivo, distancia, ángulos, etc., para mediante cálculos aritméticos transformarlos en comandos de tiro algunos de los cuales son ubicación del objetivo en coordenadas geográficas, distancia, deflexión, entre otros los cuales son determinados actualmente por cálculos de forma manual, esto conlleva tiempo y falta de precisión en algunos casos. Este proyecto busca realizar estos cálculos para la obtención de comandos de tiro de forma automática en una aplicación móvil, permitiendo eficiencia y efectividad en el transporte de tiro.

Palabras Clave:

- **MORTEROS**
- **TRANSPORTE DE TIRO**
- **APLICACIÓN MÓVIL**

ABSTRACT

Centuries ago, the use of mortars in armies has been an essential support weapon to guarantee supremacy on the battlefield. These weapons were used in wars to have destructive effects in trenches and pits, they are generally formed by a tube, a support and a base, initially they were created from 60 to 120mm. Ecuador uses the American-made 81mm M-29 mortar, it is an organic Infantry Battalion suitable for firing at large targets or unfolded targets. The mortar requires the interaction of operators to make an effective shot, this interaction requires a specialist team for the transport of shot such as: the advanced OA observer and the CDT shooting center, these specialists require initial shooting data such as : direction of the target, distance, angles, etc., for arithmetic calculations to transform them into shooting commands some of which are location of the target in geographical coordinates, distance, deflection, among others which are currently determined by calculations manually, This takes time and lack of precision in some cases. This project seeks to perform these calculations to obtain firing commands automatically in a mobile application, allowing efficiency and effectiveness in the transport of fire.

Keywords:

- **MORTARS**
- **SHOT TRANSPORTATION**
- **EMOBILE APP**

Capítulo I

Introducción

En el presente capítulo se describen los antecedentes, objetivos, justificación y alcance del proyecto: “Aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro, en morteros de 81mm del Ejército Ecuatoriano”, además se plantea una revisión sistemática de literatura sobre el problema de investigación con grupos de control para generar el estado del arte.

Antecedentes

Las operaciones militares que son conducidas en el entorno global, obedecen a criterios de precisión para eliminar o destruir infraestructura crítica del enemigo, empleando la menor cantidad de recursos y con el máximo de eficacia.

Los apoyos de los que disponen las unidades de maniobra, entre ellos la Infantería siempre han sido de fundamental importancia, y se marcan como decisivos. Se ha visto en la revisión de casos históricos de las acciones tácticas fundamentales y más aún en los últimos conflictos en los que los empleos masivos de los diversos componentes de la estructura militar llegan al cumplimiento cabal de los objetivos. Es por esto que un conocimiento adecuado de la planificación y empleo es de suma importancia para la optimización de estos medios de Apoyo de Fuego disponibles en las unidades de Infantería.

Las unidades de maniobra como son los Batallones de Infantería y Grupos de Caballería Blindada, cuentan con unidades subordinadas que son las Compañías Apoyo, y estas a su vez disponen de los siguientes órganos de apoyo de fuegos:

a) Pelotón de morteros de 81 mm. (3.200 m.)

b) Pelotón antitanque de 106 mm. (1.200 m.)

El Centro Coordinador de Apoyo de Fuegos (C.C.A.F) es un órgano de apoyo para la unidad a la cual se le brinda el apoyo de fuegos, en el cual los representantes de la unidad apoyada y los órganos de apoyo de fuegos, trabajan juntos para planificar y coordinar el apoyo de fuego necesario para la maniobra.

En el C.C.A.F se mantiene una lista de blancos, localizados en la zona de acción táctica de la unidad apoyada, con sus características, los medios más apropiados para batirlos e información de los daños causados después de ser atacados.

A un C.C.A.F conviene localizarlo de 200m a 400m próximo al Puesto de Mando o en el interior del mismo, ya que esto facilita el enlace entre el C.C.A.F, con el comandante apoyado y los órganos de apoyo de fuegos disponibles.

El Mortero de 81mm es un arma de tiro curvo que permite disparar con grandes ángulos de elevación, a fin de batir espacios muertos para armas de fuego rasante, está constituido por un tubo de anima lisa y una placa base.

Actualmente en el entorno global existen sistemas de morteros totalmente automatizados, que son capaces de disparar hacia un blanco con la mínima interacción humana, tan solo requieren de las coordenadas del blanco para disparar. En contraste con ello el Ejército Ecuatoriano cuenta con el Motero M29, mismo que requiere de muchísima interacción humana, ya que debe ser apuntado, corregido y amunicionado en forma manual por soldados de Infantería.

Planteamiento del Problema

En el Ejército Ecuatoriano, la Infantería es una arma organizada, equipada e instruida para establecer contacto, entrar en combate y aniquilar al enemigo, mediante fuego, el movimiento y la acción de choque (Terrestre C. G., 1995).

Para el combate las unidades de infantería están organizadas en Batallones, estos batallones a su vez tienen unidades subordinadas, de ellas se destaca la Compañía Apoyo que está en condiciones de proporcionar apoyo de combate a las compañías de fusileros en las diferentes operaciones tácticas.

La Compañía Apoyo del Batallón de Infantería, está compuesta por un Pelotón de morteros de 81 mm y un Pelotón antitanque de 106 mm. La misión del pelotón de morteros de 81 mm, es proporcionar apoyo de fuego continuo, cercano e inmediato a las unidades de fusileros del Batallón de Infantería.

El pelotón de morteros de 81 mm, ocupa posiciones en el terreno desde donde con el alcance de sus armas está en condiciones de apoyar las acciones de seguridad, defensivas, ofensivas y retrógradas. Un pelotón de morteros de 81mm está conformado por un Comando, un Centro Director de Tiro (C.D.T) y tres Secciones de Morteros.

El C.D.T es la entidad encargada de recibir los pedidos de fuego de la unidad apoyada y determinar los datos de tiro basados en tal pedido, convirtiéndolos en comandos de tiro para los morteros y transmitirlos a éstos para que realicen el fuego (Terrestre D. d., Manual del Centro Director de Tiro, 2007).

Una vez que el CDT determina los Datos Iniciales de Tiro en la carta de tiro, éstos son transformados en Comandos de Tiro mediante la utilización de las tablas numéricas y gráficas de tiro.

La tabla numérica de tiro, es una recopilación de datos aritméticos determinados bajo ciertas condiciones estándares (humedad, viento, temperatura, etc.) en la que se encuentran representados los diferentes alcances y los valores que deben ser impuestos en los aparatos de puntería, constituye la fuente básica de los datos balísticos para cada tipo de munición (Terrestre D. d., Manual del Centro Director de Tiro, 2007).

Los datos necesarios para apuntar los morteros, de tal forma que los proyectiles disparados exploten en un punto deseado, se denominan "Datos de Tiro" y se basan en la dirección, distancia horizontal e intervalo vertical.

La dirección se expresa como la medición angular, a partir de una dirección de referencia. Esta medición tiene como unidad de medida la milésima de artillería.

La distancia horizontal, es la distancia que existe desde los morteros al blanco y se expresa en metros.

El intervalo vertical es la diferencia de altura que existe entre los morteros y el blanco o punto de explosión.

Los datos anteriormente obtenidos son convertidos en graduaciones o comúnmente llamados Comandos de Tiro, mismos que serán impuestos en los morteros para que el proyectil pueda explotar en el blanco al cual se efectuaron las mediciones en la carta de tiro.

Los Comandos de Tiro son Carga, Elevación y Deflexión.

La carga corresponde a la cantidad de bolsas de pólvora que deberá ser colocada como propulsor del proyectil. La pólvora se encuentra empaquetada en pequeños sacos, los cuales pueden ser agregados o retirados.

La deflexión a imponerse en los aparatos de puntería del mortero, es la suma de la deflexión de la carta de tiro más la corrección de la deriva, la cual se determina en las tablas numéricas y gráficas de tiro de acuerdo a la carga y alcance (Terrestre D. d., Manual del centro director de tiro, 2017).

La elevación corresponde a un ángulo vertical impuesto al tubo del mortero, mismo que permite que el proyectil llegue al alcance prescrito, La elevación puede ser determinada utilizando tablas numéricas de tiro.

El pelotón de morteros en las operaciones ofensivas realiza:

- Fuegos de preparación, lanzados de acuerdo con un horario y que es lanzado generalmente antes de comenzar un ataque
- Fuegos durante la progresión del ataque, lanzados contra objetivos que dificultan el avance del escalón de ataque.
- Fuegos durante el asalto, lanzados para apoyar el asalto de las unidades de maniobra.
- Fuegos durante la reorganización y consolidación, lanzados para proteger a las unidades de maniobra de los contraataques

Un pelotón de morteros en las operaciones defensivas puede realizar las siguientes actividades.

- Fuegos de apoyo en la defensa
- Fuegos protectivos finales, se lanzan entre los P.A.C y la L.P.R, con el fin de neutralizar el asalto y la progresión del ataque enemigo y desorganizar el sistema de mando, esto se obtiene concentrando estos fuegos delante de la L.P.R.

- Fuegos dentro de la posición se lanzan dentro del escalón de resistencia, con el fin de limitar las penetraciones, impedir la consolidación, aislar la penetración y apoyar los contraataques.

Dentro de cada una de las fases de fuego se pueden realizar diferentes tipos de fuego en forma continua e inmediata a más de los fuegos que se ejecutan en la ofensiva dentro de cada una de las fases, como son:

- Fuegos de Contra Preparación: es un intenso fuego previsto lanzado cuando se descubre la inminencia de un ataque enemigo.
- Fuegos de Hostigamiento y de Interdicción: estos fuegos son disparados contra posiciones confirmadas o sospechosas en poder del enemigo, con el objeto de perturbar a las tropas enemigas, dificultar su movimiento y reducir la moral con la amenaza de bajas
- Contrafuegos: el propósito del contrafuego es destruir o neutralizar las armas de tiro indirecto del enemigo

De acuerdo al criterio, basado en la experiencia del Sr. TNTE. de Infantería Cocha Vinueza Edwin Andrés, Instructor de la Escuela de Infantería del Ejército. “Los morteros de 81mm cuando es posible son emplazados en contrapendiente, por lo que requieren de la aplicación de un método de puntería indirecta para impactar sobre un objetivo determinado, este proceso de cálculo demanda un tiempo aproximado de 20 a 30 minutos para establecer los valores numéricos que serán transformados en comandos de tiro para permitir graduar con exactitud los morteros y la munición”.

Por lo que se plantea el desarrollo de una aplicación móvil que permita incrementar la eficacia durante el tiro, ejecutando algoritmos matemáticos y lenguaje de

manipulación de datos (DML), en un tiempo muy inferior al requerido cuando se realiza el proceso de forma manual.

Justificación

El mortero es un arma de tiro parabólico, comúnmente utilizado por las tropas de infantería. Se caracteriza por su simplicidad, facilidad de transporte y reducida logística. Este mortero es ideal para brindar apoyo de fuegos a las tropas que se están en combate o a su vez antes de lanzarse al ataque.

Para que el tiro de mortero sea efectivo, debe ser lo suficientemente denso y debe golpear al objetivo en el momento correcto, con la munición y la espoleta adecuada.

El tiro de morteros debe ser proporcionado empleando los medios más precisos que el tiempo y la situación táctica lo permitan, ya que en muchas ocasiones no es posible realizar un apuntamiento directo sobre el blanco.

Para cumplir con éxito las misiones de fuego, los morteros deben colocarse desde una posición desenfilada, y se deben seguir ciertos pasos para obtener información esencial y comprometer los objetivos.

Localizar los objetivos mediante su ubicación geográfica.

Determinar los datos de dirección, alcance e intervalo vertical desde los morteros hasta los objetivos).

Convertir los datos de tiro a comandos de tiro

Aplicar los comandos de tiro al mortero y las municiones.

El Ejército Ecuatoriano, cuenta con armas de apoyo de fuegos como lo son los morteros de 81mm, para su empleo se han desarrollado métodos de apuntamiento indirectos, inicialmente se obtienen los datos de tiro y luego se los convierte en comandos de tiro, esta última información sirve para graduar los morteros y las municiones. Permitiendo de este modo que el proyectil explote al hacer impacto en el blanco o a cierta altura sobre él.

El Centro Director de Tiro como parte del puesto de mando se encarga de la conducción del tiro, para ello debe obtener los datos de tiro y posteriormente realiza una transformación a comandos de tiro. Todos estos procesos son realizados de forma manual, por lo que pueden existir fallos en precisión y un alto empleo de tiempo. (Terrestre D. d., MANUAL DEL CENTRO DIRECTOR DE TIRO, 2007). El tiempo aproximado para conducir el tiro, desde la obtención de los datos hasta la transformación en comandos de tiro, es de 20 a 30 minutos.

Conforme lo expresa la “Ley Orgánica de la Defensa Nacional”, según Registro Oficial 4 de 19-ene-2007, Título II, Capítulo único

Art. 4.- De acuerdo a la Constitución Política de la República, en caso de inminente agresión externa o guerra internacional, el Presidente de la República ejercerá la dirección política de la guerra y podrá delegar al Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, el mando y conducción militar-estratégico, así como la competencia territorial, de acuerdo con los planes militares.

La división territorial de las zonas y la organización del mando de las Fuerzas Armadas para tiempos de conflicto o guerra serán establecidas en base a la planificación militar, mediante decreto ejecutivo. (Congreso Nacional, 2007, pág. 3)

Y considerando lo expuesto en el Título III, Capítulo V, Sección I

Art. 26.- En cumplimiento del mandato constitucional, cada una de las Ramas de las Fuerzas Armadas deben desarrollar el poder militar para la consecución de los objetivos institucionales, que garanticen la defensa, contribuyan con la seguridad y desarrollo de la Nación, a fin de alcanzar los objetivos derivados de la planificación estratégica militar. (Congreso Nacional, 2007, pág. 7)

La Fuerza Terrestre, considerada como uno de los órganos de la defensa nacional, está destinada a preparar y dirigir a sus tropas en cumplimiento a los objetivos predeterminados en la planificación militar, para la defensa de la soberanía e integridad territorial.

Por lo que la Escuela de Infantería del Ejército Ecuatoriano mediante Oficio No.: FT-EIE-A 2019-0250-O, del 16 mayo de 2019, Solicita al TCRN. de E.M. Juan C. Polo G., Director del Departamento de Ciencias de la Computación, se designe a dos alumnos militares para que desarrollen una aplicación móvil que facilite el cálculo de tiro de mortero de 81mm.

Considerando que los morteros de 81mm existentes en el Ejército Ecuatoriano corresponden al modelo M29, modelo que ha sido utilizado a nivel mundial desde 2952 aproximadamente. Es un mortero que requiere que todo el proceso de apuntamiento sea realizado a mano, pero este apuntamiento obedece a comandos de tiro que son proporcionados por el C.D.T.

Ante esta realidad, se precisa realizar esfuerzos que permitan obtener datos de ubicación, altitud y azimut con una buena precisión y en el menor tiempo posible, empleando dispositivos móviles como son los teléfonos inteligentes. Ya que con

frecuencia esos datos son obtenidos de procesos realizados por el C.D.T empleando cartas topográficas impresas, estos datos en muchas ocasiones son difíciles de obtener debido a la circunstancia táctica o condiciones climatológicas adversas en las que comúnmente opera el personal militar.

Los datos iniciales, solo son la punta del iceberg, ya que de allí se empiezan a realizar varios cálculos y búsquedas en tablas de tiro, para poder determinar la graduación tanto del mortero como de la munición a emplear. Comandos que constantemente son calculados para poder realizar fuego de efecto sobre el enemigo.

Cabe recalcar que aun cuando el 17 de febrero de 1995, se firmó en Brasil la "Declaración de Paz de Itamaraty", un tratado que le ponía fin al conflicto entre el Perú y Ecuador. El vecino país del sur ha continuado actualizando su armamento de guerra, sin que el tratado genere algún tipo de opinión contraria a la de mantener a sus fuerzas armadas actualizadas y listas para el combate.

Por otra parte, en la zona selvática ecuatoriana denominada Angostura en las cercanías de la población Santa Rosa de Yanamaru, en la provincia de Sucumbíos, el día 1 de marzo de 2008, se efectuó la operación Fénix, por parte de Fuerzas Armadas Colombianas. Donde se realizó el bombardeo de un campamento de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), y donde falleció Édgar Devia alias Raúl Reyes.

Es importante, reconocer que el vecino país de Norte no había sido considerado como posible enemigo en planes de defensa externa, hasta antes de aquella agresión territorial. Razón por la cual, el Ecuador aun cuando goza de un tenue ambiente de paz internacional, no puede descuidar su soberanía, y, por lo tanto, está en la obligación de

actualizar su armamento, en conjunto con las metodologías y tecnologías disponibles para la conducción estratégica de las operaciones militares.

Finalmente, es preponderante comprender que grupos ilegales armados disidentes de la extinta guerrilla las “FARC”, el lunes 19 de febrero de 2018, atacaron a miembros de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas, empleando un mortero artesanal. Destacando de ello que la presencia de morteros está a un vigente cuando se trata de ataques a corta distancia, y su uso es muy aceptado en acciones de guerrillas y contraguerrillas.

Por las razones anteriormente citadas, las Fuerzas Armadas del Ecuador en colaboración con la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, intentan optimizar los procesos relacionados al tiro de morteros de 81mm, a través del desarrollo de una aplicación móvil que permita mejorar la eficiencia y eficacia a la hora de obtener los datos de tiro y convertirlos en comandos de tiro.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil que permita simular y mejorar la eficacia y eficiencia en el proceso de tiro con moteros de 81mm.

Objetivos Específicos

- Revisar el estado del arte del entorno de aplicaciones móviles basadas en Android, que permitan obtener los datos iniciales de tiro (ubicación, altitud, azimut) empleando los sensores existentes en un teléfono móvil.

- Realizar el análisis de requerimientos y el planteamiento de un algoritmo computacional que permita calcular los comandos de tiro a partir de los datos iniciales, para reducir el tiempo empleado durante el cálculo efectuado en forma manual.
- Diseñar y desarrollar una simulación en 2D, que permita estimar la posible trayectoria de la munición del mortero de 81mm desde la posición de tiro hasta el blanco.
- Implementar y validar los algoritmos propuestos a través de un estudio de resultados, comparando los comandos de tiro obtenidos de forma manual, frente a los comandos de tiro obtenidos mediante la aplicación móvil.

Alcance

El proyecto de investigación consiste el desarrollo de una aplicación móvil que permita recopilar información off-line del entorno donde se encuentran los morteros de 81mm (ubicación, altitud, azimut), bajo el precepto que ningún dato puede ser obtenido del acceso a una red celular y recursos online. Todos estos datos son obtenidos puramente de los sensores con que cuenta el dispositivo móvil. A su vez, y en caso de requerirlo, también será posible ingresar esos datos de forma manual, considerando que se estén realizando actividades de entrenamiento o el dispositivo móvil no cuente con alguno de los sensores.

Para efectos de obtención de los datos de tiro, también es necesario ingresar los datos proporcionados por el observador avanzado. Estos datos serán ingresados de forma manual, ya que estos datos son transmitidos a través de sistemas de comunicación militar.

Una vez ingresados todos los datos iniciales, se procederá a obtener los comandos de tiro. Este procedimiento se realizará en el backend de la aplicación, y el resultado mostrará el tipo de carga, deflexión, elevación, sitio y graduación de espoleta. Además, se mostrará una imagen 2D de la trayectoria del tiro parabólico, sin utilizar cartografía.

Finalmente, todos los datos de tiro serán registrados por sesión de tiro. Uno de los campos que será proporcionado por el usuario después de cada tiro corresponde a "Fuego de Efecto" SI/NO. Los registros podrán ser exportados en formato PDF, para su futuro análisis estadístico en un computador.

Una vez creada la aplicación, los resultados obtenidos serán validados frente a un ejercicio práctico ejecutado por los alumnos de la Escuela de Infantería del Ejército.

Estado del Arte

Para el desarrollo del estado del arte sobre el uso de la investigación se realizó una revisión inicial de literatura, basado las guías propuestas por (Kitchenham & Charters, 2007). El protocolo reestructurado propone la definición de: (1) Planteamiento del objetivo de búsqueda, (2) Conformación del grupo de control (GC), (3) Construcción de la cadena de búsqueda, (4) Selección de estudios primarios. Se han planteado algunas preguntas de investigación basadas en los objetivos específicos, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.*PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN*

Objetivo específico	Pregunta de investigación
Revisar el estado del arte del entorno de aplicaciones móviles basadas en Android, que permitan obtener los datos iniciales de tiro (ubicación, altitud, azimut) empleando los sensores existentes en un teléfono móvil.	<p>a. ¿Es posible determinar la ubicación de un punto de interés, empleando para ello únicamente el sensor GPS existente en el dispositivo móvil, transformar de WGS-84 a PSAD-56?</p> <p>b. ¿Es posible determinar la altura real de punto de interés, empleando para ello únicamente el barómetro existente en ciertos dispositivos móviles?</p> <p>c. ¿Es posible determinar el azimut magnético en grados y milésimas de artillería, empleando para ello únicamente el magnetómetro existente en el dispositivo móvil?</p> <p>d.</p>
Realizar el análisis de requerimientos y el planteamiento de un algoritmo computacional que permita calcular los comandos de tiro a partir de los datos iniciales, para reducir el tiempo empleado durante el cálculo efectuado en forma manual.	<p>e. ¿Es posible estructurar un algoritmo computacional que permita calcular los comandos de tiro a partir de los datos iniciales de tiro?</p> <p>f. ¿Es posible reducir la cantidad de tiempo que se emplea al realizar los cálculos de forma manual?</p>
Diseñar y desarrollar una simulación en 2D, que permita estimar la posible trayectoria de la munición del mortero de 81mm desde la posición de tiro hasta el blanco.	<p>g. ¿Es posible diseñar una simulación 2D, que permita observar la posible trayectoria de la munición desde la posición de tiro hasta el blanco?</p>

Objetivo específico	Pregunta de investigación
Implementar y validar los algoritmos propuestos a través de un estudio de resultados, comparando los comandos de tiro obtenidos de forma manual, frente a los comandos de tiro obtenidos mediante la aplicación móvil.	h. ¿Cuáles son los beneficios obtenidos al emplear la aplicación móvil con respecto al método de cálculo manual? i. ¿La aplicación móvil tendrá mejor precisión que el método manual?

Planteamiento de la Revisión Sistemática

Con el propósito de determinar el estado del arte para la presente investigación, se propuso en primera instancia: Construir una estructura que provea una vista panorámica de la automatización, métodos y técnicas con nuevas tecnologías utilizadas para conducir el tiro hacia un objetivo con los morteros de 81 mm. Con el fin de estructurar el objetivo de búsqueda se definieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión. Artículos:

- Software para realizar los cálculos de comandos de tiro “Mortar Ballistic Computer”.
- Sistemas automatizados con técnicas y procedimientos para dirección de tiro “fire direction center of mortars”.
- Equipos tecnológicos para realizar cálculos de los comandos de tiro con morteros “Mortar Computer System”
- Sistemas con procedimientos para control de fuego de morteros “Mortar Fire Control System”.
- Proyectos de automatización de morteros “automation of mortar 81 mm”.

Criterios de exclusión:

- Artículos que detallen metodologías y procesos de dirección de tiro de morteros.
- Artículos escritos en idiomas diferentes al inglés y español.
- Artículos no accesibles en texto completo.

El tema de tesis planteado es de un entorno militar, por lo tanto, en la mayoría de los casos son investigaciones y documentos reservados y no son de dominio público, es por esta razón que se admite en el objetivo de búsqueda artículos científicos, whitepapers, revistas, patentes y documentos de texto planos.

Conformación del Grupo de Control (GC) y Extracción de Palabras Relevantes para la Investigación

Según el grupo de control (GC) de literatura es un conjunto de estudios que cumplen con los criterios definidos en el numeral 1. El GC se conforma con el propósito de ser la fuente de la cual se seleccionan los términos que servirán como base para la conformación de la cadena de búsqueda. Para conformar el GC se tuvo la participación de dos investigadores, los cuales propusieron estudios conocidos y de buena fuente como candidatos para conformar el GC. Por medio de una validación cruzada se seleccionaron 4 artículos de los propuestos por los investigadores para el GC. La Tabla 2 muestra los estudios que integran el grupo de control, así como las palabras clave identificadas en cada estudio:

Tabla 2.

GRUPOS DE CONTROL

Código	Título	Palabras Clave
EC1	Mortar ballistic computer and system	Software operational system, off-the-shelf computer device, ballistic computer, firing of mortars
EC2	Trends of Mortar Fire Control Computer Market Size Reviewed with MAS Zengrange Ltd, ARDEC, Picatinny, SDT SUSTAV, General Dynamics Mission Systems, Denel Land Systems	Mortar systems, Mortar Fire Control Systems, position navigation system, fire control computer and a gun pointing system, precision of the fired
EC3	Army Speeds Up Development Of Mortar Fire Control System	Digital fire control system, mortar fire control system, fire direction center (FDC), mortar ballistic computer
EC4	Engineer's Toolbox: Advanced sensors supercharge Army portable mortar systems	Sensors, military mortar systems, mortar fire, Fire control, Mortar Ballistic Computer, digitizing the weapon system

Luego de un análisis de los estudios del grupo de control (GC), se seleccionaron las palabras claves y con mayor frecuencia en los artículos científicos, considerando que deben encontrarse estrechamente alineadas al objetivo de la investigación, las cuales fueron: Mortar, Mortar Computer System, Fire direction center, Aiming device for mortars (MFCS), Mortar fire control system, Firing of mortars.

Construcción de la Cadena de Búsqueda

Con las palabras clave que fueron obtenidas de los artículos científicos y textos del grupo de control se conformó la cadena de búsqueda: (“MORTAR BALLISTIC COMPUTER” OR “MORTAR COMPUTER SYSTEM” OR “FIRE DIRECTION CENTER MORTAR AND MORTAR FIRE CONTROL SYSTEM”) AND (“AUTOMATION OF MORTAR” OR “AIMING DEVICE FOR MORTARS” OR “MFCS”), misma que se utilizó en la base digital GOOGLE SCHOLAR y LA IEEE XPLORE DIGITAL LIBRARY.

Sin embargo, esta cadena obtuvo un gran número de investigaciones inclusive aquellas que fueron descartadas. Después de realizar varias pruebas con distintas combinaciones de cadenas, se seleccionó la cadena: “(((MORTAR BALLISTIC COMPUTER AND SYSTEM, BALLISTIC COMPUTER) AND AUTOMATION OF MORTAR 81 MM) AND MORTAR FIRE CONTROL SYSTEM)”.

Selección de los Estudios Primarios

A partir de la conformación de la cadena de búsqueda se obtuvieron 19 estudios en la base digital GOOGLE SCHOLAR y LA IEEE XPLORE DIGITAL LIBRARY, entro los cuales aparecen los 4 estudios que conforman el GC.

Para estudiar la factibilidad del objetivo principal de la búsqueda fueron aplicados filtros en los estudios obtenidos en GOOGLE SCHOLAR y LA IEEE XPLORE DIGITAL LIBRARY. Los filtros aplicados corresponden a los criterios de inclusión y exclusión antes establecidos en el primer punto de esta sección.

Como resultado de esta actividad se obtuvieron 10 estudios (denominados estudios seleccionados). A paso seguido se accedió al texto completo de los estudios,

los cuales fueron revisados por al menos dos investigadores y a través de una validación cruzada seleccionaron finalmente 4 estudios, que fueron denominados estudios primarios.

Con el propósito de establecer el estado del arte, la información más relevante para la investigación contenida en los estudios primarios fue extraída de los estudios primarios seleccionados por el criterio de los investigadores listados en la Tabla 3.

Tabla 3.

ESTUDIOS PRIMARIOS

Código	Título	Cita
EP1	Mortar ballistic computer and system.	(Christensen, 2002)
EP2	Trends of Mortar Fire Control Computer Market Size Reviewed with MAS Zengrange Ltd, ARDEC, Picatinny, SDT SUSTAV, General Dynamics Mission Systems, Denel Land Systems.	(Tanuj, 2019)
EP3	Army Speeds Up Development of Mortar Fire Control System.	(Defens, 2003)
EP4	Engineer's Toolbox: Advanced sensors supercharge Army portable mortar systems.	(Publishing, 2015)

Elaboración del Estado de Arte

EP1 (Christensen, 2002): Mortar ballistic computer and system

En este documento se destaca el uso de un software en los sistemas operacionales, tanto de usos militares y civiles, los cuales pueden ser operados como

un dispositivo de computadora liviano, de mano, o comercial. De esta manera se desarrolla con el uso de nuevas tecnologías en el ámbito de la defensa, una computadora balística para morteros, la cual utiliza un formato de visualización que permite la entrada y presentación de datos gráficos y alfanuméricos simultáneamente. Este formato de visualización y entrada de datos es especialmente aplicable al disparo de morteros, lo que permite una representación de dónde se encuentra actualmente el mortero y dónde se proyecta que impacte.

EP2 (Tanuj, 2019): Trends of Mortar Fire Control Computer Market Size Reviewed with MAS Zengrange Ltd, ARDEC, Picatinny, SDT SUSTAV, General Dynamics Mission Systems, Denel Land Systems.

Este artículo destaca el proyecto de automatización de los morteros de 81 mm sobre un vehículo, presentando la capacidad de disparar con rapidez y precisión y luego cambiar a otra posición, esto garantiza la eficiencia y la seguridad de las tropas militares. Los nuevos sistemas avanzados de mortero requieren los sistemas de control de fuego de mortero (MFCS) que es un dispositivo con eficiencia de mortero mejorada, que conecta los fuegos de mortero en el campo de batalla digital futurista. El MFCS móvil consta de un sistema de navegación de posición, una computadora de control de fuegos y un sistema de puntería. Con el avance en la tecnología de defensa ha permitido al personal militar realizar tiro de morteros con facilidad y menos complejidad. Además, permite la precisión de los disparos con la ayuda de la computadora de control de fuegos y el sistema de navegación GPS, esta combinación ayuda a disparar en menos de un minuto, menos que en los ocho minutos anteriores, y la precisión del disparo aumenta de cinco a cuatro veces.

EP3 (Defens, 2003): Army Speeds Up Development of Mortar Fire Control System

En este trabajo, se hace referencia a un nuevo sistema de control de fuego digital que promete mejorar la velocidad, la precisión y la capacidad de supervivencia de los pelotones de mortero mecanizados. La tecnología también introduce elementos de control de fuego comunes para morteros. El programa se llama sistema de control de fuego de mortero, administrado por el Centro de Ingeniería e Desarrollo de Investigación de Armamento del Ejército en Picatinny Arsenal, El Sistema de control de fuego de morteros (MFCS) automatiza el pelotón de morteros con software, computadoras y pantallas tanto en un vehículo M577 FDC como en los portadores de morteros M1064. El software basado en Windows está alojado en computadoras reforzadas basadas en Pentium fabricadas por Miltope Corp. El hardware integrado utiliza receptores GPS PLGR de Rockwell Collins en los vehículos y unidades de medición inercial Honeywell Talin en los tubos de mortero.

EP4 (Publishing, 2015): Engineer's Toolbox: Advanced sensors supercharge Army portable mortar systems.

En este artículo, presenta el Control de Fuego Ligero Universal Weaponized, conocido como WULF, el cual junta muchos sensores pequeños para crear un dispositivo señalador robusto y liviano que aumentará el fuego de mortero. WULF permite a los soldados disparar a un objetivo rápidamente, hasta el alcance completo del arma. Sin embargo, los sistemas de control de fuego de mortero anteriormente estaban limitados al tubo de 120 mm porque la caja del sensor es demasiado grande y pesada para los sistemas de mortero de 60 mm y 81 mm. Los ingenieros Michael Wright y Ralph Tillinghast, del Centro de Investigación, desarrollo e ingeniería de armamento

vieron una solución con WULF. Crearon un control de fuego de mortero utilizando un sensor que puede funcionar como los sistemas de control de fuegos más grandes, pero lo suficientemente pequeños como para funcionar en las tres plataformas de mortero.

Características del Estado del Arte

Existe una cantidad limitada de estudios relevantes en cuanto a la automatización mediante algún tipo de software para la dirección de tiro aplicado en morteros de 81 mm, la mayoría se enfoca en el uso de morteros con nuevos dispositivos que permiten apuntar mejorando la velocidad, precisión optimizando proceso de dirección de tiro. Por otro lado, los artículos y textos especifican patentes de la manera de dirigir el tiro y nuevas técnicas usando sistemas actuales como sensores y posicionamiento satelital lo que es un referente para el uso de nuevas tecnologías y técnicas que efectivicen la dirección de tiro.

Capítulo II

Metodología de Investigación

Definición de la Investigación

Las metodologías a ser empleadas se dividen en dos áreas, la primera corresponde a Design Science Research (DSR), que es la metodología de investigación más extendida dentro de los Sistemas de Información y cada vez más popular en la Ingeniería del Software, puesto que el principio fundamental es el conocimiento, comprensión del problema y su solución.

La segunda metodología es SCRUM, que es un marco de trabajo (Framework) para el desarrollo Ágil de productos software (proyectos). Se basa en principios, prácticas y valores ágiles. Pretende obtener un ritmo constante de desarrollo y las entregas son iterativas e incrementales, aportando nuevas funcionalidades en cada iteración o sprint.

Investigación Design Science Research

Design science es una metodología aplicada comúnmente a investigaciones en el área de Ciencias de la Computación, y consiste en el diseño y la investigación de artefactos que pertenezcan al contexto. Los artefactos pueden ser de cuatro tipos: constructos (vocabulario y símbolos), modelos (abstracciones y representaciones), métodos (algoritmos y prácticas) o instanciaciones (sistemas prototipos e implementados) (Cataldo, 2015). Dichos artefactos están diseñados para interactuar con un contexto problemático a fin de mejorar o solucionar algo en ese contexto (Wieringa,

2010). Esta metodología es de naturaleza iterativa y consta de las siguientes fases: diseño del artefacto, construcción del artefacto y evaluación del artefacto.

El objetivo de Design Science es desarrollar conocimiento, de modo que el profesional de una disciplina específica lo pueda utilizar para diseñar soluciones en su campo de estudio (Van Aken, 2005). Este conocimiento se alcanza mediante la construcción y aplicación de un artefacto diseñado para el dominio de la problemática tratada (Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. & Ram, 2004).

Método de Control de Calidad

El Método PDCA (Plan, Do, Check, Act), define un método de control de calidad donde mediante un círculo que parte del Plan, continúa hasta el Desarrollo, sigue hacia el Verificar (Check) y finaliza en el Actuar cierra el ciclo que debe establecerse en el camino hacia la calidad. De forma que cuando se busca obtener algo, lo primero que hay que hacer es planificar cómo conseguirlo, después se procede a realizar las acciones planificadas (hacer), a continuación, se comprueba qué tal se ha hecho (verificar) y finalmente se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores (actuar). Nuevamente se empieza el ciclo planificando su ejecución, pero introduciendo las mejoras provenientes de la experiencia anterior. (Calidad&Gestión, 2019).

Metodología de Desarrollo

El manifiesto ágil fue publicado en el 2001, realizado por 17 desarrolladores de software, los mismos que propusieron métodos de desarrollo ágil como (Extreme Programming, Cystal Clear, DSDM o ASD, entre otros). Estos métodos intentan

desarrollar y presentar lo más pronto los productos, es aplicado con proyectos cambiantes con atención en la calidad de sus productos.

Para el desarrollo de la aplicación móvil con el uso de sensores para la dirección de tiro de morteros se considerará la metodología ágil SCRUM, basado en un desarrollo iterativo, utilizado en áreas de desarrollo cambiantes que permiten la adaptabilidad y rediseño de las aplicaciones, lo que permitirá ayudar a planificar, gestionar, controlar y evaluar el proyecto.

Esta metodología de desarrollo ágil, permitirá obtener un prototipo que se irá mejorando en su funcionalidad, dando una solución inmediata para conseguir los objetivos propuestos en este plan de tesis. Cada iteración contiene la planificación, análisis, diseño, desarrollo, pruebas y documentación.

El método SCRUM comprende cuatro pasos que serán desarrollados para la consecución del proyecto de tesis, los cuales son los siguientes:

Tabla 4.

FASE DE DESARROLLO SCRUM

PROCEDIMIENTO	SCRUM-FASES	DESARROLLO
Requerimientos	Product Backlog	Contiene la lista de requerimientos priorizados.
Análisis	Spring Planning,	Planifica las tareas que se realizan en cada iteración, con sus respectivas reuniones.
Diseño	Meeting	

PROCEDIMIENTO	SCRUM-FASES	DESARROLLO
Implementación	Spring Backlog	Se realizan la lista de tareas para cada sprint.
Pruebas	Spring Review, Sprint Retrospective	Se realizan las pruebas de la aplicación antes de realizar el Sprint Retrospective, una vez finalizado el software.

Para el desarrollo se divide por ciclos de desarrollo llamados sprints, los mismos que tendrán una duración de trabajo de cuatro semanas. Durante cada sprint, el equipo de desarrollo elige una lista de requerimientos priorizados y al final se entrega un producto deseado.

Capítulo III

Marco Teórico

En este capítulo se desarrolla aspectos teóricos y conceptos acerca de desarrollo de aplicaciones móviles. Además, se incluye información de la teoría de morteros y el empleo en el campo de batalla, estos temas son de utilidad para el desarrollo del presente proyecto.

Metodología de Desarrollo Ágil (Scrum)

Existen varias metodologías de desarrollo ágil, las cuales ayudan en la obtención de un producto final, involucrando colaborativamente en el proceso de desarrollo al cliente mediante reuniones y pruebas, permitiendo realizar adaptaciones en los prototipos, mejorando el trabajo de los desarrolladores y cumpliendo con los objetivos del proyecto, esto permite reducir el tiempo de desarrollo y plazos de entrega del producto final.

Figura 1.

METODOLOGÍA SCRUM



Nota: Figura que representa el logo de la metodología Scrum. Tomado de Instinto Binario (Gómez, s.f.)

Scrum aplica la metodología ágil la cual realiza varias iteraciones para alcanzar un producto final adaptable, su principal enfoque es un trabajo colaborativo del grupo de desarrolladores para obtener un software de calidad. Scrum se caracteriza por realizar iteraciones y en cada una de ellas el cliente puede hacer cambios o seguir con el plan de desarrollo. Scrum ayuda al desarrollo de software complejos, donde se requiere un producto en corto plazo y de calidad.

Figura 2.

PROCESO DE LA METODOLOGÍA SCRUM



Nota: Proceso para el desarrollo de aplicaciones con la metodología Scrum.

Tomado de Metodologías ágiles (Gabay, 2011)

Para el desarrollo de la aplicación móvil con el uso de sensores para la dirección de tiro de morteros se considerará la metodología ágil SCRUM, basado en un desarrollo iterativo, utilizado en áreas de desarrollo cambiantes que permiten la adaptabilidad y rediseño de las aplicaciones, lo que permitirá ayudar a planificar, gestionar, controlar y evaluar el proyecto.

Esta metodología de desarrollo ágil, permitirá obtener un prototipo que se irá mejorando en su funcionalidad, dando una solución inmediata para conseguir los objetivos propuestos en este plan de tesis. Cada Iteración contiene la planificación, análisis, diseño, desarrollo, pruebas y documentación.

Android

Figura 3.

SISTEMA OPERATIVO ANDROID



Nota: Figura que representa el logotipo del Sistema operativo Android. Tomado de Historia del logo de Android (García, 2012)

Es un sistema operativo para dispositivos móviles o teléfonos inteligentes, desarrollado inicialmente por Android Inc, que luego fue comprado por Google, el cual fue realizando mejoras al mencionado sistema operativo con un consorcio de fabricantes y desarrolladores llamado Open Handset Alliance, obteniendo varias versiones:

Tabla 5.*VERSIONES DE ANDROID*

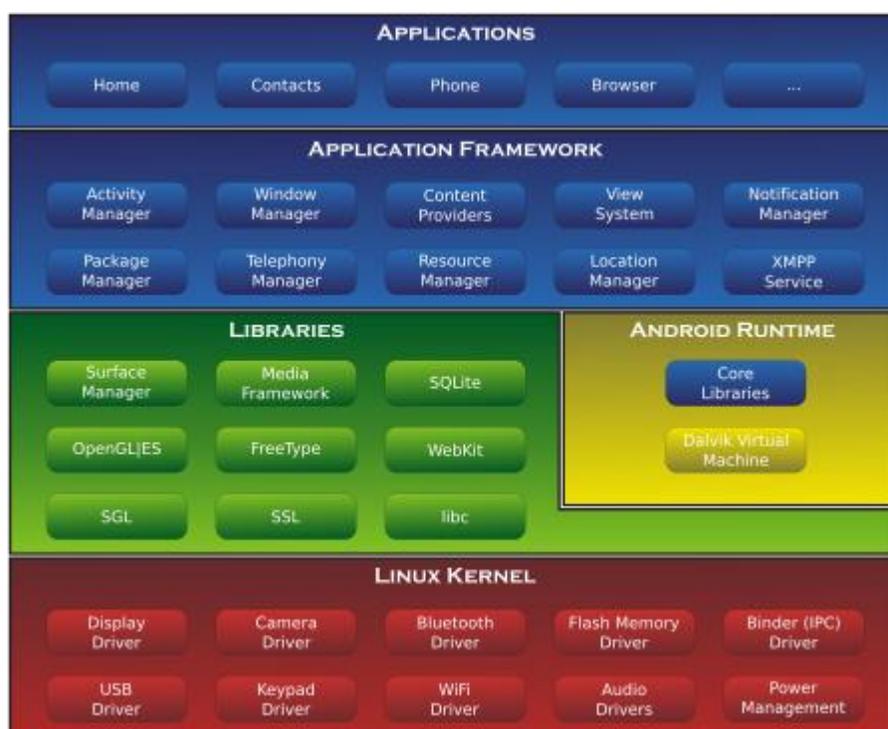
Nombre	Versión	Fecha
Apple Pie	1.0	23 de septiembre 2008
Banana Bread	1.1	9 de febrero 2009
Cupcake	1.5	25 de abril 2009
Donut	1.6	15 de septiembre 2009
Eclair	2.0 - 2.1	26 de octubre 2009
Froyo	2.2 – 2.2.3	20 de mayo 2010
Gingerbread	2.3 – 2.3.7	6 de diciembre 2010
HoneyComb	3.0 – 3.2.6	22 de febrero 2011
Ice Cream	4.0 – 4.0.5	18 de octubre 2011
Sandwich		
Jelly Bean	4.1 – 4.3.1	9 de julio 2012
KitKat	4.4 – 4.4.4	31 de octubre 2013
Lollipop	5.0 – 5.1.1	12 de noviembre 2014
Marshmallow	6.0 – 6.0.1	5 de octubre 2015
Nougat	7.0 – 7.1.2	15 de junio 2016
Oreo	8.0 – 8.1	21 de agosto 2017
Pie	9.0	6 de agosto 2018
Android 10	10.0	3 de septiembre 2019

La creación de nuevas versiones con el uso del lenguaje Java, trajo consigo mejoras en la interfaz, usabilidad, funcionalidad, uso de puertos USB y Wi-Fi, mayor velocidad de transferencia de mensajería, almacenamiento de la información en la nube, reducción del consumo de batería y mejor rendimiento tanto de aplicaciones como dispositivos.

Existen más sistemas operativos para dispositivos móviles como IOS, Symbian, Blackberry OS y Windows Phone, cada uno con sus diferentes ventajas y características, lo que diferencia a Android es su núcleo basado en Linux, dándole seguridad y estabilidad. Android es un Código abierto (OpenSource), lo que da lugar a que el código fuente del sistema y software esté disponible para su estudio o modificación.

Figura 4.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA OPERATIVO ANDROID



Nota: Arquitectura del S.O Android. Tomado de Funcionamiento del Sistema Android (Kumail, 2016)

Los dispositivos que usan el sistema operativo Android tienen tiendas de aplicaciones gratuitas proporcionadas por Google, estas aplicaciones pueden ser descargadas, instaladas y actualizadas en los dispositivos móviles desde Google Play.

También se puede descargar aplicaciones desde otras tiendas SlideMe, Amazon Appstore, F-Droid.

I.D.E.

Por sus siglas es en inglés es Integrated Development Environment que significa, Entorno de Desarrollo Integrado, el cual es un programa que facilita al desarrollo de software, realizando las funciones de editor de código, compilador, depurador y constructor de interfaz gráfica (GUI).

Figura 5.

I.D.E. ANDROID STUDIO



Nota: Figura que representa el I.D.E. para desarrollo de aplicaciones para android. Tomado de Cultura Informática (Velez, 2017)

Contiene varios lenguajes de programación como: C++, C#, Delphi, .NET, PHP, Python, Java, Kotlin, etc. Los IDE para el desarrollo de aplicaciones Android más conocidos son Eclipse, NetBeans, IntelliJ, Android Studio, Aide, Xamarin, Dcoder, Quoda, Our Code Editor Free, Xcode, CodeRun, entre otros.

Existen entornos de programación para desarrollar aplicaciones en Android sin Java, debido al gran número de lenguajes de programación y la competitividad se crean diferentes entornos para multiplataforma. Los entornos para desarrollar Android sin recurrir a Java son Basic 4 Android con lenguaje VisualBasic, Mono con lenguaje C# y .NET, App Inventor con Kawa, LiveCode con HyperTalk multiplataforma, InDesign CS6 con XML, entre otros.

Kotlin

Es un lenguaje de programación en Android al mismo nivel de Java, es potente, liviano y robusto fácil de utilizar, soportada por Android Studio 3.0 y versiones posteriores. Este lenguaje es interoperable y utiliza cualquier API, biblioteca como Java sin afectar su rendimiento es compatible con JDK 6 pudiendo ejecutarse con versiones anteriores de Android sin inconvenientes. Es desarrollado por la colaboración entre Google y JetBrains para la programación de proyectos en Android y pueden utilizar el IDE Android Studio.

Figura 6.

LEGUAJE DE DESARROLLO KOTLIN



Nota: Kotlin lenguaje de desarrollo Android. Tomado de Lenguaje de programación Kotlin (Luca, s.f.)

SQLITE

SQLite es un motor de base de datos creada el 2000 por el D. Richard Hipp con licencia abierta GPL (Licencia Pública General), es una base de datos creada para dispositivos que utilicen pocos recursos, muy ligeras, no requieren del uso de servidor, diseñado con el estándar SQL92 () para la gestión de bases de datos relacionales compatible con diversas plataformas.

Figura 7.

BASE DE DATOS ANDROID SQLITE

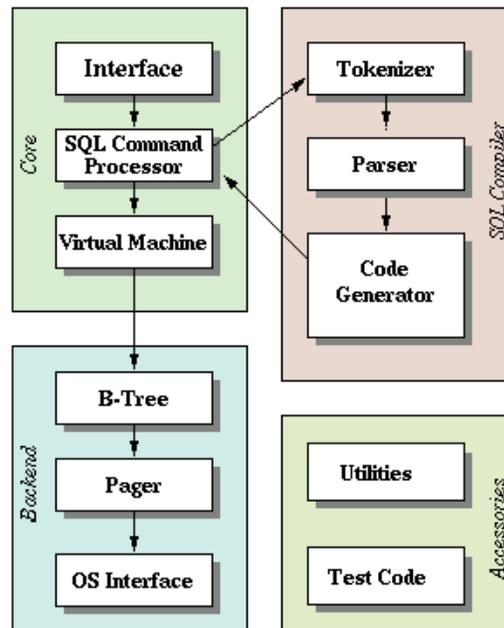


Nota: Base de datos integrada en Android. Tomado de SQLite para Android (Muradas, 2018)

Al ser una base de datos de software libre desarrollado en librerías de C, ha ido mejorando con el tiempo y se ha convertido en una base ligera compatible con diferentes plataformas, ha sido incluido en el sistema operativo Android no requiere configuración ni administración manteniendo una persistencia de datos en el cliente. La arquitectura de esta base cuenta con 11 módulos, divididos en cuatro grupos el núcleo (Core) del sistema gestor de base de datos, el compilador SQL, Backend, los componentes y accesorios.

Figura 8.

ARQUITECTURA DE LA BASE SQLITE



Nota: Estructura de la base de datos SQLite. Tomado del sitio web (SQLite, s.f.)

Otros tipos de bases de datos embebidas son:

- HSQLDB
- DERBY
- H2
- FIREBIRD
- Oracle Berkeley DB.

Morteros de 81mm

El mortero 81 mm. es un arma de ánima lisa, de ante-carga y de alto ángulo de tiro, capaz de alcanzar un alto grado de precisión, tiene un alcance de tiro máximo de

4.600 m con granadas USA o israelitas. El mortero consta de tres unidades principales: el tubo el bípode y la placa base. La placa base circular permite una rotación de 6.400 milésimas simplemente moviendo el bípode. Este mortero es un arma colectiva pesada, destinada a proporcionar apoyo de fuego a las unidades de maniobra del Batallón de Infantería (Brandon Carpio, Fausto Carrasco, 2015).

El mortero desmontado se divide en las tres unidades principales, que constituye cada una de ellas un elemento que es transportado por un sirviente que toma el nombre de acuerdo con el elemento que es transportado por un sirviente que toma el nombre de acuerdo con el elemento que transporta, porta-tubo, porta plato base, porta bípode, siendo los demás sirvientes. El Comandante de Escuadra y los Abastecedores. Cuando se monta la pieza, el tubo es unido al bípode introduciéndolo en la horquilla y asegurando el anillo accesorio de montaje al grillete.

Figura 9.

MORTERO DE 81MM



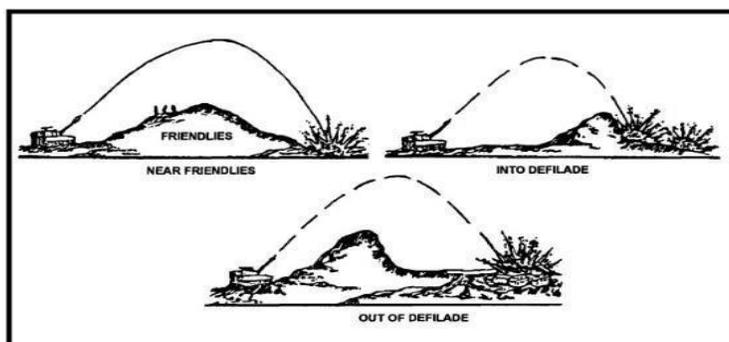
Nota: Mortero de 81 mm. Tomado de manual de Conocimiento y Empleo táctico del mortero de 81mm (Infantería, 2013)

Tiro indirecto de morteros

El fuego indirecto es la acción de apuntar y disparar un proyectil sin contar con una línea de visión directa entre el arma y el objetivo, a diferencia del fuego directo. Para apuntar se utilizan cálculos de acimut y ángulos de elevación, además se puede ajustar y corregir la puntería al observar la trayectoria del disparo.

Figura 10.

TIRO DIRECTO E INDIRECTO



Nota: Tiro indirecto. Tomado de Un análisis técnico del empleo. Precisión efectos de las armas de artillería de fuego indirecto (Ove S. Dullum, 2017)

La trayectoria del proyectil es afectada en mayor o menor medida por condiciones atmosféricas, la velocidad del proyectil, la diferencia en altitud entre el arma y el objetivo, entre otros. Algunas miras utilizadas para realizar fuego directo también pueden incluir mecanismos para compensar algunos de estos factores. Algunos ejemplos de armas diseñadas principalmente para realizar fuego directo son: pistolas y fusiles, ametralladoras, cañones antitanques, cañones de tanque, varios tipos de cohetes no dirigidos y cañones montados en aeronaves de ataque terrestre.

Capítulo IV

Especificación de Requerimientos

Introducción

La especificación de requerimientos constituye un documento conformado por las tareas requeridas por un cliente a fin de satisfacer su necesidad, en este documento se detallan los requisitos necesarios para iniciar con el desarrollo del software a implementar mediante una planificación y diseño.

Para el desarrollo de una aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro, en morteros de 81mm del ejército ecuatoriano se elaboró la Especificación de Requerimientos de Software (ERS) en basado en la norma IEEE 830-1998.

Propósito

El propósito de este documento se fundamenta en determinar la especificación de requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la aplicación móvil para la obtención de datos y transformación a comandos de tiro, en morteros de 81mm del ejército ecuatoriano, lo cual permitirá una planificación y guía para el desarrollo de la aplicación, basado en el estándar IEEE-830-1998 para la Especificación de Requerimientos de Software (ERS).

Alcance

Este proyecto de investigación denominado “Mor81”, se define con el siguiente alcance:

- Desarrollar de una aplicación móvil que permita recopilar información off-line del entorno donde se encuentran los morteros de 81mm (ubicación, altitud, azimut), bajo el precepto que ningún dato puede ser obtenido del acceso a una red celular y recursos online.
- Ingreso de datos iniciales de forma manual como posición de morteros, ubicación del observador avanzado, azimut y distancia al objetivo. Los datos de ubicación también podrán ser obtenidos por los sensores que cuenta el dispositivo móvil.
- Una vez ingresados todos los datos iniciales, se procederá a obtener los comandos de tiro. Este procedimiento se realizará en el backend de la aplicación, y el resultado mostrará el tipo de carga, deflexión, elevación, sitio y graduación de espoleta. Además, se mostrará una imagen 2D de la trayectoria del tiro parabólico, sin utilizar cartografía.

- **Módulo Sesión**

Este módulo constará de un formulario para el inicio de sesión el mismo que detallará Grado, Apellido, Nombre, Unidad, Lugar y fecha con un botón que permitirá guardar.

- **Módulo Mortero**

Este módulo constará de un menú en la parte superior izquierda para poder navegar al interior de la aplicación, un menú de opciones de configuración que permitirá configurar el ingreso de datos, una pestaña de selección para uso de GPS o ingreso manual de la ubicación, un botón radio para seleccionar la latitud (Norte-Sur) e ingreso de la ubicación en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos). De igual forma, un botón radio para seleccionar la longitud

(Este-Oeste) e ingreso de la ubicación en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos). Constará con un botón en la parte inferior central para guardar los datos.

- **Módulo Observador Avanzado**

Este módulo constará de un menú en la parte superior izquierda para poder navegar al interior de la aplicación, un menú de opciones de configuración que permitirá configurar el ingreso de datos, un botón radio para seleccionar la latitud (Norte-Sur) e ingreso de la ubicación en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos). De igual forma, un botón radio para seleccionar la longitud (Este-Oeste) e ingreso de la ubicación en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos). Un cuadro para insertar datos numéricos para el ingreso de la distancia al objetivo en metros, un cuadro para insertar datos numéricos para el ingreso de la dirección desde el observador al objetivo en milésimas. Constará con un botón en la parte inferior central para guardar los datos.

- **Módulo Objetivo**

Este módulo constará de un menú en la parte superior izquierda para poder navegar al interior de la aplicación, un menú de opciones de configuración que permitirá configurar el ingreso de datos, un cuadro de texto para la presentación de datos calculados de la ubicación tanto de Latitud y longitud en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos), un cuadro de texto para presentar el resultado de la distancia de la posición de los morteros al objetivo en metros, un cuadro de texto para presentar la deflexión en milésimas al objetivo.

- **Módulo Comandos de Tiro**

Este módulo presentara los resultados de datos iniciales para imponer en el mortero como: distancia en metros de la posición de morteros al objetivo, la deflexión en milésimas al objetivo, la elevación y cargas obtenida de la tabla de tiro.

- **Módulo Corrección**

Este módulo constará de un selector para alargar o acortar el tiro con un cuadro de texto que recibirá datos numéricos en metros. También constará de un selector para la corrección de izquierda o derecha con un cuadro de texto que permita el ingreso de datos numéricos en metros. Constará de un botón en la parte inferior central para guardar los datos.

- **Módulo Simulación**

Este módulo permitirá apreciar en 2D la trayectoria del proyectil desde la posición de los morteros hacia el objetivo.

- **Módulo Reporte**

Este módulo permitirá imprimir el registro de los comandos de tiro y los puntos de referencia registrados para la ejecución de tiro con el mortero.

- **Módulo Cagar tabla de Tiro**

Este módulo permitirá ingresar nuevas tablas de tiro para diferentes tipos de munición que sean utilizados con el mortero de 81mm. A fin de determinar las cargas y elevación en los cálculos de los datos iniciales de tiro.

Limitaciones del Proyecto

El presente proyecto será desarrollado con todas sus funcionalidades e interactuará con una base de datos, estará disponible para los usuarios militares, por lo tanto, requiere especificar limitaciones detalladas a continuación:

- La aplicación móvil no estará disponible en las tiendas de aplicaciones móviles.
- La aplicación móvil estará disponible offline.
- La aplicación móvil no realizará simulación en cartografía digital.

Personal Involucrado

Tabla 6.

PERSONAL INVOLUCRADO

Nombre	Campo Profesional	Rol	Información de contacto
José Sancho	Ingeniero en Sistemas	Director del Proyecto	jasancho@espe.edu.ec
Juan Amón	Egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas	Analista, diseñador y programador	jlamon@espe.edu.ec
Andrés Bárcenes	Egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas	Analista, diseñador y programador	eabarcanes@espe.edu.ec

Definiciones

Morteros: Es un arma de fabricación americana o israelita utilizada para lanzar cohetes para cumplir diferentes misiones asignadas, consta de un tubo, una base y una placa bípode; es un arma de ánima lisa y la manera de cargar la munición es de ante-

carga, es decir se alimenta por la boca del tubo cañón y se deja caer por acción de la gravedad hasta que es accionada por un percutor fino en el interior de la recámara.

Observador Avanzado: Forma parte del equipo de conducción de tiro, es el encargado de realizar el pedido inicial de tiro determinando su posición, la distancia desde su punto al objetivo y el azimut que existe desde el lugar que se encuentra el OA hacia el objetivo.

Centro director de tiro: Es el equipo de personas que se encarga de obtener las ordenes de tiro para la línea de morteros, responsable de la conducción de tiro para cumplir misiones de fuego en apoyo a las unidades de maniobra.

Datos iniciales de tiro: Es el requerimiento de fuego que realiza el Observador avanzado (OA) al Centro director de Tiro (CDT), para realizar los cálculos correspondientes y ejecutar el tiro con los morteros.

Comandos de tiro: Es la orden de fuego que se transmite a los morteros para realizar tiro sobre determinado objetivo con especifica el tipo de munición, lote, espoleta, deflexión, elevación y carga.

Transporte de tiro: Es una actividad desarrollada por el OA y el CDT los encargados de llevar el tiro desde los puntos de referencia hacia otros objetivos a fin de cumplir con las misiones de fuego solicitado por las unidades de maniobra.

Aplicación móvil: Es un programa diseñado para el uso en dispositivos móviles que tiene características especiales, como es el caso de "Mot81" para la dirección de tiro de morteros.

Acrónimos

CDT: Centro director de tiro

OA: Observador avanzado

ERS: Especificación de Requerimientos de Software.

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

Referencias

Ejército, D. d. (2011). Manual de empleo de la Compañía Apoyo del Batallón de Infantería.

Ejército, E. d. (2013). Conocimiento y Empleo Tactico del Mortero de 81mm.

Monferrer Agut, R. (2000). Especificación de Requisitos Software según. Obtenido de http://zeus.inf.ucv.cl/~bcrawford/AULA_ICI_3242/ERS_IEEE830.pdf

Visión General del Documento

Este documento de Especificación de requerimientos presenta una estructura según el estándar IEEE 830 de 1998, describiendo lo que ha futuro el sistema debe hacer. El documento presenta la descripción general del proyecto con las funcionalidades de la aplicación móvil, se describe las características de los distintos tipos de usuarios, restricciones, suposiciones y dependencias que afectan al desarrollo de la aplicación. Al final del documento se detallan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

Descripción General

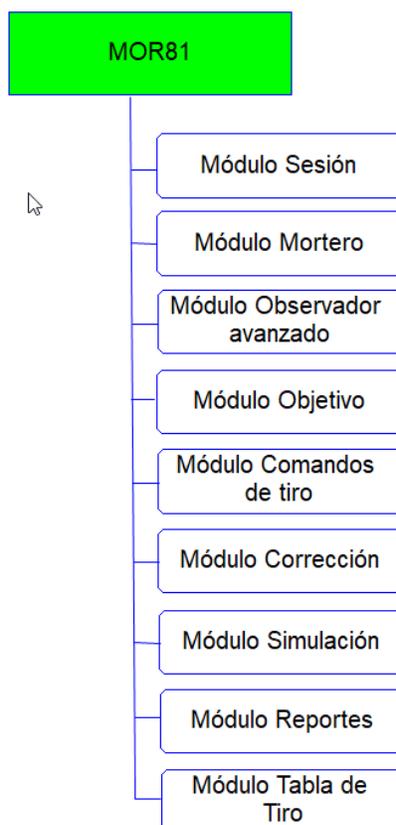
Perspectiva del Producto

La aplicación a desarrollar será para el sistema operativo Android con funcionalidad independiente y un diseño modular que pueda ser de fácil administración y mantenimiento.

Funciones del Producto

Figura 11.

FUNCIONES DEL PRODUCTO



La aplicación móvil “Mor81”, permitirá realizar las siguientes funciones:

- Determinar la ubicación en coordenadas geográficas de la posición de morteros
- Determinar la ubicación en coordenadas geográficas de la posición del Observador Avanzado
- Determinar la ubicación en coordenadas geográficas de la posición de blanco u objetivo
- Determinar los datos iniciales de Tiro
- Determinar los comandos de tiro
- Realizar correcciones desde un punto de referencia
- Visualizar una simulación de la trayectoria del tiro en 2D

Características de los Usuarios

La aplicación móvil será de uso exclusivo para la Fuerza Terrestre con mayor exactitud para el arma de Infantería; Esta arma es la encargada del uso de morteros para realizar maniobras combate.

Tabla 7.

CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS

Usuario	Descripción	Capacidad Técnica
Unidades de Infantería	Soldados de infantería podrán determinar de manera ágil comandos de tiro con morteros de 81mm	Deberá tener conocimiento para dirección de tiro con morteros de 81 mm
Operador de mortero de 81mm	Podrá registrarse con un usuario y contraseña, introducir y determinar datos iniciales de tiro, obtención de comandos de tiro	Deberá tener conocimiento para adquisición de blancos y objetivos y la dirección de tiro.

Restricciones

Tabla 8.

RESTRICCIONES DEL DESARROLLADOR

Restricciones	Descripción
Redes de datos	El dispositivo móvil donde se alojará la aplicación por ser una aplicación de uso militar, deberá utilizar sensores del dispositivo, almacenamiento y procesamiento sin necesidad de conexión a redes de datos.
Lenguaje de desarrollo	El desarrollo de la aplicación utiliza el lenguaje de desarrollo Kotlin, siendo el más actual y de mejor compatibilidad.

Suposiciones y Dependencias

La aplicación interactúa con la base de datos SQLITE misma que se encuentra incorporada en Android, la base almacenará las sesiones y las tablas de tiro que se utilizan en el proceso de obtención de comandos de tiro.

Requisitos Específicos

La tabla 9 contiene los requisitos específicos obtenidos para el desarrollo de la aplicación, los cuales permitirán realizar la planificación, diseño, desarrollo de la aplicación móvil, en referencia a las especificaciones y requerimientos del usuario obtenidos en primera instancia.

Tabla 9.

REQUISITOS ESPECÍFICOS

RE	NR	Descripción
RE01	Iniciar sesión	El sistema permitirá a los usuarios un inicio de sesión mediante el ingreso de datos en un formulario simple
RE02	Menú principal	El sistema permitirá a los usuarios la visualización de un menú principal para facilitar la navegación en las diferentes sesiones de la aplicación.
RE03	Flechas de navegación	El sistema permitirá a los usuarios el uso de los botones de navegación del dispositivo Android  atrás,  pantalla principal y  aplicaciones en ejecución.
RE04	Ingresar datos del mortero	El sistema permitirá a los usuarios una sección donde podrán obtener la ubicación de morteros por GPS o ingresar la ubicación de forma manual.
RE05	Ingresar datos del Observador	El sistema permitirá ingresar la ubicación del Observador avanzado de forma manual al igual que la distancia y el ángulo al objetivo.
RE06	Obtener de Datos de tiro	El sistema permitirá la obtención de datos de tiro, los cuales serán obtenidos mediante cálculos en backend.
RE07	Realizar correcciones de tiro	El sistema permitirá a los usuarios realizar correcciones en función a los puntos de referencia.
RE08	Realizar corrección de Haz	El sistema permitirá a los usuarios la corrección de haces de tiro de morteros en paralelo.
RE09	Visualizar Simulación	El sistema permitirá a los usuarios visualizar en 2D la trayectoria del tiro
RE10	Configurar la aplicación	El sistema permitirá a los usuarios la opción de configuración para trabajar con distinto tipo de munición y descargar la sesión de tiro.

Interfaces Externas

Interfaz con el usuario

La interfaz del usuario con la aplicación será sencilla y desarrollada de tal manera que sea intuitivo y fácil manejo que permita navegar.

Interfaz de hardware

La aplicación estará implementada en dispositivos Smart que cumplan con las características necesarias para ejecutar la aplicación, debe contar con los permisos de acceso para el uso de los sensores necesarios para mantener el uso correcto.

Interfaz de Software

Este proyecto estará desarrollado con el sistema operativo Android utilizando el lenguaje de programación Kotlin y el uso de la base de datos SQLite que no requiere de un servidor de un servidor.

Funciones

Requerimiento funcional de la aplicación Inicio de sesión

Id. Requerimiento	RE01
Descripción	El usuario deberá llenar el formulario de inicio de sesión para acceder a las diferentes sesiones de la aplicación.
Parámetros de entrada	Grado, Apellido, Nombre, Unidad, Lugar y Fecha
Resultado	Acceso a la interfaz del menú principal
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso a la aplicación Mor81 2. Llenar el formulario de inicio de sesión 3. Clic en el botón Guardar

Precondiciones	Instalar la aplicación con los respectivos permisos de acceso
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Alta
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación menú principal

Id. Requerimiento	RE02
Descripción	El usuario puede visualizar las diferentes sesiones a las que puede ingresar mediante la selección de sesión.
Parámetros de entrada	Ninguna
Resultado	Acceso a la interfaz seleccionada
Proceso	1. Clic en la sesión seleccionada
Precondiciones	Se deberá seguir el orden del proceso para la dirección de tiro de morteros
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Media
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación flechas de navegación

Id. Requerimiento	RE03
Descripción	El usuario puede visualizar las flechas de navegación en cada interfaz para poder avanzar y retroceder.
Parámetros de entrada	Ninguna
Resultado	Cambio de interfaces
Proceso 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clic en el menú principal. 2. Ingresar en cualquier sesión 3. Clic en  para retroceder

Proceso 2	<ol style="list-style-type: none"> 4. Clic en  para salir a la pantalla principal del dispositivo. 5. Clic en  para observar aplicaciones en ejecución. <ol style="list-style-type: none"> 1. Clic en el menú principal 2. Ingresar en cualquier sesión 3. Llenar la solicitud de datos las sesiones que lo solicitan y mediante clic en el botón de guardar para continuar el proceso de cálculo de datos iniciales de tiro.
Precondiciones	Llenar los datos solicitados en cada interfaz para guardar y continuar.
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Media
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación sesión morteros

Id. Requerimiento	RE04
Descripción	El usuario ingresará de manera manual o automática (GPS) la ubicación del mortero.
Parámetros de entrada	<p>Seleccionar latitud Norte o Sur</p> <p>Ingresar latitud (grados, minutos y segundos)</p> <p>Seleccionar longitud Este u Oeste</p> <p>Ingresar longitud (grados, minutos y segundos)</p>
Resultado	Se registrará la ubicación del mortero.
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresará a la sesión de mortero. 2. De ser el caso se activará la opción GPS 3. Seleccionar ubicación de la Latitud (Norte-Sur) 4. Si se activó la opción GPS se obtendrá automáticamente la ubicación, caso contrario, se deberá ingresar la latitud (grados, minutos y segundos). 5. Seleccionar ubicación de la Longitud (Este-Oeste) 6. Si se activó la opción GPS se obtendrá automáticamente la ubicación (longitud), caso contrario, se deberá ingresar la longitud (grados, minutos y segundos). 7. Clic en el botón Guardar

Precondiciones	Permitir el uso de GPS del dispositivo
Postcondiciones	Se deberá guardar los datos de latitud y longitud
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Alta
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación sesión Observador avanzado

Id. Requerimiento	RE05
Descripción	El usuario ingresará de manera manual la ubicación del Observador avanzado, la distancia Observador-Objetivo y el azimut en milésimas.
Parámetros de entrada	Seleccionar latitud Norte o Sur Ingresar latitud (grados, minutos y segundos) Seleccionar longitud Este u Oeste Ingresar longitud (grados, minutos y segundos)
Resultado	Se registrará la ubicación del Observador, distancia y azimut.
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresará a la sesión de Observador avanzado. 2. Seleccionar ubicación de la Latitud (Norte-Sur) 3. Ingresar la latitud (grados, minutos y segundos). 4. Seleccionar ubicación de la Longitud (Este-Oeste) 5. Ingresar la longitud (grados, minutos y segundos). 6. Clic en el botón Guardar
Precondiciones	Ninguna
Postcondiciones	Se debe guardar los datos de latitud y longitud
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Alta
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación sesión obtención de datos de tiro

Id. Requerimiento	RE06
Descripción	El usuario obtendrá en la interfaz de Objetivo los cálculos para la dirección de tiro ubicación del objetivo

	(latitud-longitud), distancia mortero-objetivo y ángulo de dirección mortero-objetivo. En la interfaz Comando de tiro obtendrá los datos de las tablas de tiro en relación a la elevación del mortero y las cargas
Parámetros de entrada	Ninguno
Resultado	Interfaz con el resultado de los cálculos obtenidos del objetivo
Proceso 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se desplegará la sesión de Objetivo. 2. Visualizar la ubicación (latitud y longitud) 3. Visualizar la distancia desde el mortero al objetivo 4. Visualizar al ángulo de dirección desde el mortero al objetivo 5. Clic en el botón Guardar
Proceso 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se desplegará la sesión de Comando de tiro 2. Visualizar la distancia y dirección del mortero al objetivo 3. Visualizará la elevación que se debe imponer en el mortero 4. Visualizará las cargas que se debe colocar para propulsar la munición. 5. Clic en Hecho para guardar el punto de referencia.
Precondiciones	Obtener los datos de la sesión de mortero y Observador avanzado
Postcondiciones	Se debe guardar los datos del objetivo para mantener un punto de referencia
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Alta
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación sesión correcciones

Id. Requerimiento	RE07
Descripción	El usuario ingresará de manera manual las correcciones en elevación o dirección del mortero.
Parámetros de entrada	Seleccionar la corrección Alargar o Acortar Ingresar corrección de elevación en metros Seleccionar la corrección Izquierda o derecha Ingresar corrección de dirección en metros
Resultado	Interfaz con el resultado de los nuevos cálculos obtenidos del objetivo.
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se visualizará la interfaz de objetivo con los nuevos resultados

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Se visualizará la interfaz de comandos de tiro con los nuevos resultados 3. Clic en Hecho para guardar el punto de referencia.
Precondiciones	Se debe aplicar a partir de un punto de referencia guardado
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Alta
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación sesión corrección de haz

Id. Requerimiento	RE08
Descripción	El usuario obtendrá mediante la fórmula de la milésima la corrección del haz.
Parámetros de entrada	<p>Ingresar el parámetro de Cambio lateral</p> <p>Ingresar la distancia desde el mortero al objetivo en km</p>
Resultado	El resultado obtenido en milésimas para corregir el haz.
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso en la sesión Corrección de haz 2. Ingresar el parámetro de cambio lateral 3. Ingresar la distancia en km 4. Clic en el botón Calcular 5. Esperar el resultado.
Precondiciones	Se debe aplicar a partir de un punto de referencia guardado
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Media
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación visualizar simulación

Id. Requerimiento	RE09
Descripción	El usuario tendrá acceso a la visualización en 2D de la trayectoria del tiro de morteros.

Parámetros de entrada	Ninguno
Resultado	Presentación en 2D de la trayectoria del tiro
Proceso	1. Seleccionar la sesión simulación 2. Visualizar la simulación 3. Salir
Precondiciones	Tener al menos un registro de tiro de mortero
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Media
Persona encargada	Usuario

Requerimiento funcional de la aplicación opciones de configuración

Id. Requerimiento	RE10
Descripción	El usuario tendrá acceso a las opciones de configuración para seleccionar tipo de munición.
Parámetros de entrada	Seleccionar tipo de munición
Resultado	Ninguno
Proceso	4. Seleccionar opciones de configuración 5. Seleccionar tipo de munición 6. Salir
Precondiciones	Ninguna
Postcondiciones	Ninguna
Efectos secundarios	Ninguna
Prioridad	Media
Persona encargada	Usuario

Requisitos no Funcionales

Requisitos de Rendimiento

La aplicación será gestionada por el usuario directamente, esta aplicación trabajará off-line debido al requerimiento militar por no tener acceso en algunos lugares de red de datos, la aplicación trabajará con la base de datos SQLite que permitirá

almacenar datos de forma permanente. De esta manera la aplicación se ejecutará de manera óptima cumpliendo con los requerimientos del usuario final.

Seguridad

La aplicación móvil esta creada en lenguaje Kotlin que está desarrollada para evitar errores comunes en la ejecución del programa. Este lenguaje reduce las líneas de código lo que permite un mejor mantenimiento y cometer menos errores de código, siendo estos errores fáciles de detectar. La aplicación trabajará off-line sin interactuar con una red lo que asegura la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información en referencia al estándar ISO/IEC 27001 para la gestión de la seguridad de la información.

- Registro de ingreso al sistema

Fiabilidad

Todas las funciones y operaciones backend de la aplicación son desarrolladas con el ultimo SDK que garantiza seguridad y confiabilidad en el manejo de la información.

La información almacenada quedara encriptada en la base de datos SQLITE, las operaciones realizadas backend mantiene una precisión de cálculos matemáticos para fijar el tiro con aproximación de 5 metros.

Disponibilidad

La aplicación móvil está disponible para el personal de soldados del arma de Infantería, está diseñada para ser ejecutada off-line, por lo que no requiere de redes de

datos para su uso y se la puede usar en cualquier momento, por esta razón se encuentra disponible 100% del tiempo.

Portabilidad

El sistema está realizado en un lenguaje de código abierto/libre, así que sea de fácil portabilidad de tal manera:

- Un 99.9% es portable al ser desarrollado en lenguaje y plataforma JAVA
- Un 99.9% es portable al utilizar la base de datos SQLITE propia de Android.

Capítulo V

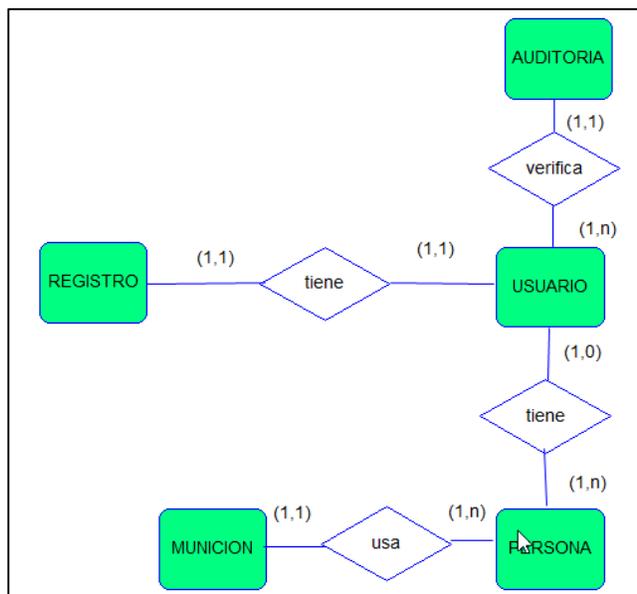
Desarrollo del Sistema

Diseño de la Base de Datos

Para mantener un correcto uso de la información almacenada, se requiere de un buen diseño de base de datos para acceder de forma precisa a dicha información que será utilizada para realizar un proceso específico. Para diseñar una base de datos correctamente es necesario conocer los requerimientos específicos de la información que será utilizada, se debe especificar los campos y registros de cada entidad, también se debe especificar las diferentes relaciones entre cada tabla identificando las mismas con una clave primaria.

Figura 12.

MODELO ENTIDAD-RELACIÓN



Para almacenar la información necesaria es importante organizar las entidades y los atributos que contendrán cada entidad, de esta forma se presenta el diagrama entidad-relación que representa las entidades y las relaciones entre ellas. Este modelo representa la estructura de una base de datos.

Modelo de Datos

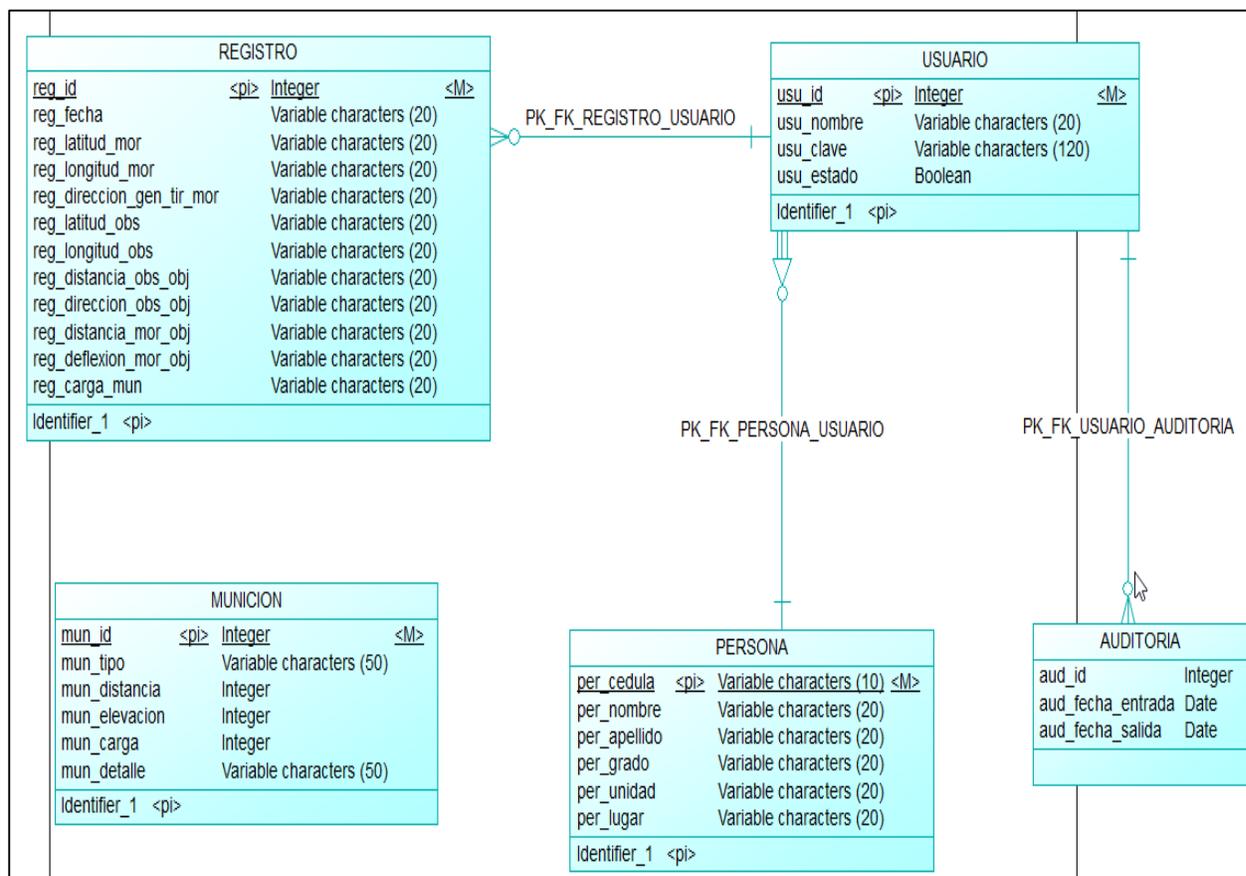
El modelo de datos “Es una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, las relaciones, la semántica y las restricciones de consistencia” (Silberschatz & Korth, 2002, pág. 5). Entre los modelos de datos que representan este significado se utiliza el modelo entidad-relación y el modelo relacional. Estos modelos utilizan un conjunto de símbolos, conceptos y reglas que dan lugar a un esquema. Existen varios modelos aplicables en las etapas del diseño de una base de datos. (Piñeiro Gomez, 2013).

Modelo Conceptual

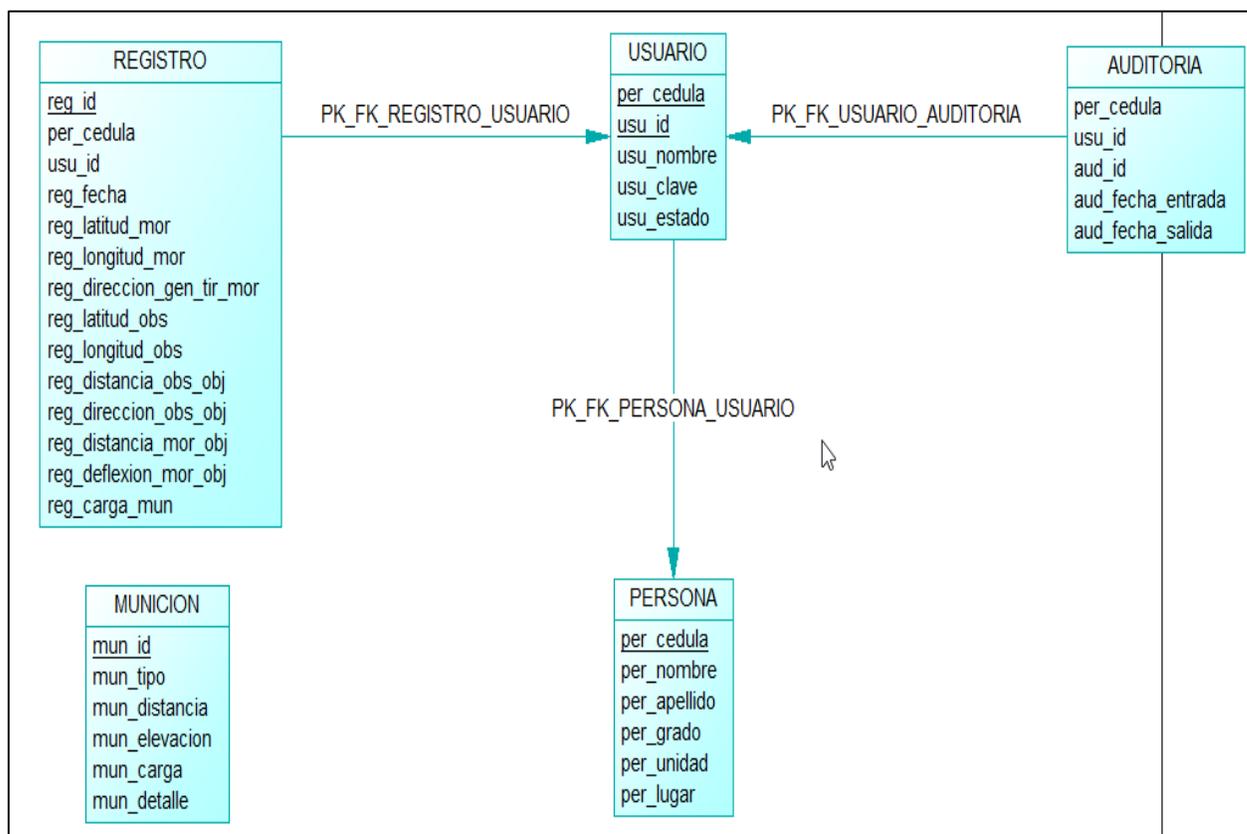
Es un esquema de alto nivel que representa la estructura de la base de datos, este diseño se basa en la especificación de requisitos utilizando representaciones textuales y graficas que representen una base para el desarrollo de los siguientes modelos en las etapas del diseño de la base de datos. El modelo representa las entidades y sus relaciones de los cuales se requiere que la información sea almacenada con prioridades. En la figura se muestra el modelo conceptual de la base de datos para el presente proyecto.

Figura 13.

MODELO CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS

**Modelo Físico**

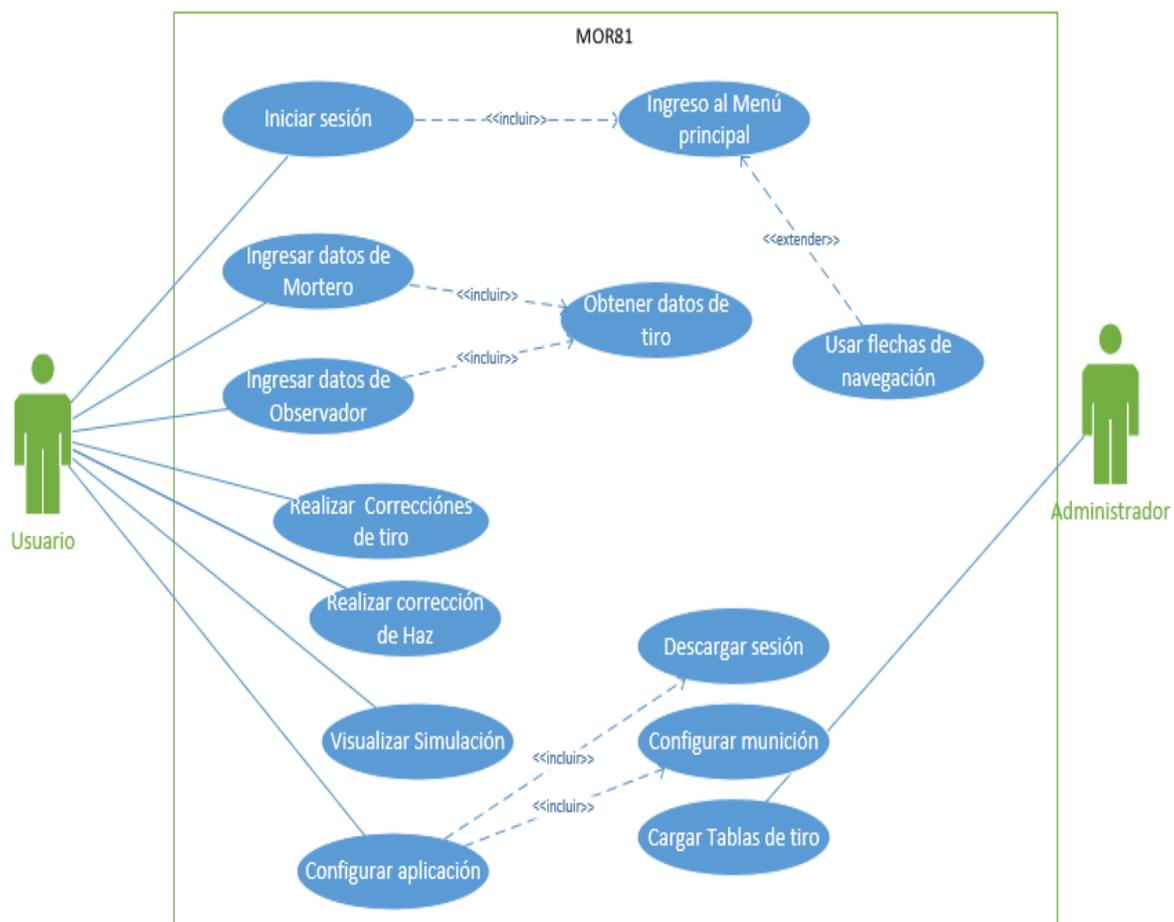
Este modelo representa la estructura de la base de datos representando lo que se quiere almacenar en la base detallando su esquema y funcionalidad. Este diseño se crea en función del SGBD (Sistema de Gestión de Base de datos) para la administración de la base de datos. En la figura ## se muestra el modelo físico para el presente proyecto.

Figura 14.**MODELO FÍSICO DE LA BASE DE DATOS****Diagramas de Casos de Uso**

Es una representación gráfica definido por UML (Lenguaje de Modelado Unificado), este diagrama representa una vista general del comportamiento del sistema, presenta a los actores y las funcionalidades del sistema. El diagrama utiliza herramientas que representan el sistema y su entorno (los actores, el sistema, requerimientos funcionales).

Figura 15.

DIAGRAMA DE CASOS DE USO



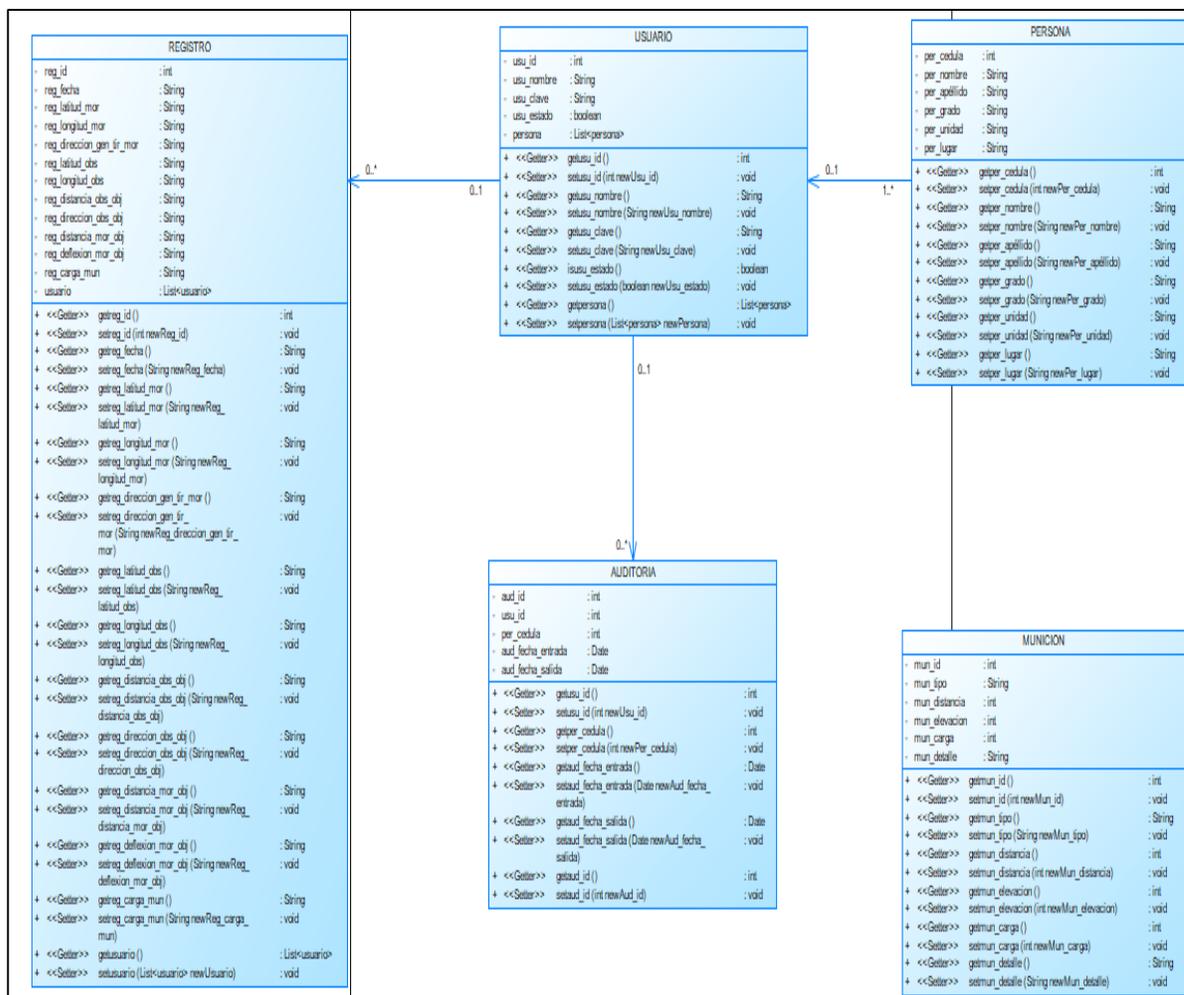
Diagramas de Secuencia

Es la representación dinámica del comportamiento del sistema y sus procedimientos, donde se representa la interacción de los objetos mediante una línea de tiempo que va detallando el proceso del sistema, la descripción del diagrama se realiza basado en los casos de uso. En la figura se representa el diagrama de secuencia del presente proyecto.

idea del funcionamiento detallando las operaciones y relaciones según el caso. En la figura se representa el diagrama de clase del presente proyecto.

Figura 17.

DIAGRAMA DE CLASES



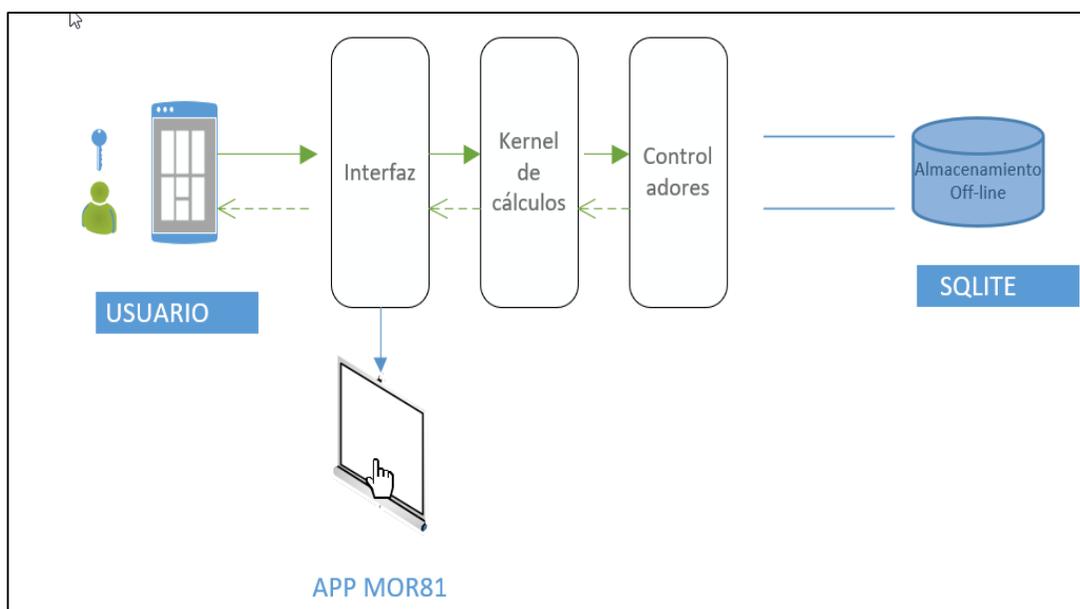
Diagramas de Arquitectura

El diagrama de la arquitectura representa de manera gráfica del sistema tanto de hardware y software y la relación de componentes e interacción de los mismos. Este

sistema está diseñado en base al modelo-vista-controlador para su mejor manejo y mantenimiento. En la figura 18 se puede visualizar el diseño arquitectónico del sistema.

Figura 18.

DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA



Capítulo VI

Planificación, Desarrollo y Pruebas

Planificación del Proyecto Utilizando la Metodología Scrum

Tabla 10.

PRODUCT BACKLOG DE LA APLICACIÓN MÓVIL

ID	Historia de usuario	Sprint	Estimación (semanas)	Prioridad	Criterio de aceptación
1	Iniciar sesión	1	1	Media	Formulario de inicio de sesión con un usuario y clave.
2	Menú principal	1	1	Media	Lista de actividades dentro de la aplicación para navegar entre las interfaces.
3	Flechas de navegación	1	1	Media	Agregar botones que facilitan la navegación dentro de la aplicación.
4	Ingresar datos del mortero	2	2	Alta	Ingresar datos sobre la ubicación de morteros u obtenerlos por GPS del dispositivo.
5	Ingresar datos del Observador	2	1	Alta	Ingresar datos sobre la ubicación de morteros u obtenerlos por GPS del dispositivo, ingresar la distancia y ángulo observador-objetivo.

ID	Historia de usuario	Sprint	Estimación (semanas)	Prioridad	Criterio de aceptación
6	Obtener de Datos de tiro	3	2	Alta	Realizar los cálculos correspondientes para la obtención de datos de tiro distancia y azimut mortero-objetivo, deflexión, elevación y cargas de proyectil.
7	Realizar correcciones de tiro	3	1	Alta	Realizar la corrección de tiro mediante un punto de referencia considerando alargar o acortar el tiro.
8	Realizar corrección de Haz	4	2	Alta	Calcular mediante la fórmula de la milésima para realizar la corrección de la deflexión de las piezas.
9	Visualizar simulación	5	2	Alta	Visualizar en plano 2D la trayectoria del proyectil lanzado del mortero.
10	Configurar la aplicación	6	1	Alta	Permitir una sección de configuración para selección de munición, realizar descargas de las sesiones de tiro realizadas.

- **Pruebas de Software**

Toda aplicación desde su creación hasta poner en producción debe someterse a pruebas para garantizar que se cumpla con las expectativas del usuario final, estas pruebas se basan en los requisitos funcionales y no funcionales, de esta forma se puede detectar errores a tiempo y evitar futuras fallas en pruebas de funcionamiento y asegurar de la calidad del producto final.

- **Pruebas de Caja Blanca**

Esta prueba se realiza de forma interna independientemente de la funcionalidad busca evaluar el procedimiento y la lógica del programa, esta prueba busca que se ejecute la funcionalidad de un módulo o sección con la ejecución de código de forma correcta.

- **Pruebas de Caja Negra**

Esta prueba se basa en los resultados externos de cada módulo, aplica parámetros de entrada y verifica su salida mediante la interfaz, de esta manera se comprueba que los resultados que arroja el sistema sean los esperados y especificados en los requerimientos del sistema.

Desarrollo y Pruebas del Sprint 1

Tabla 11.

HISTORIAS DE USUARIO PARA SPRINT 1

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
1	Iniciar sesión	Media	Formulario de inicio de sesión con un usuario y clave

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
2	Menú principal	Media	Lista de actividades dentro de la aplicación para navegar entre las interfaces
3	Flechas de navegación	Media	Agregar botones que facilitan la navegación dentro de la aplicación

Sprint Backlog del Sprint 1

Tabla 12.

SPRINT BACKLOG DEL SPRINT 1

Sprint	Inicio	Duración (semanas)			
1	22 de febrero del 2020	2			
ID	Tarea	Product Backlog	22 al 27 de febrero	28 al 3 de marzo	3 al 9 de marzo
1	Crear un modelo de base de datos para almacenar información de Usuario y datos de persona	1	X		
2	Crear un formulario en la sesión de inicio para ingresar datos de Login (usuario y contraseña)	1	X		
3	Establecer la conexión con la base SQLITE para confirmar datos.	1	X		
4	Crear la encriptación de datos para mantener la seguridad de información en datos de usuario y el ingreso a la aplicación.	1	X		

Sprint	Inicio	Duración			
1	22 de febrero del 2020	(semanas)			
		2			
ID	Tarea	Product Backlog	22 al 27 de febrero	28 al 3 de marzo	3 al 9 de marzo
5	Pruebas de la interfaz Login de inicio de sesión	1	X		
6	Diseño de un patrón de interfaz para mantener uniforme los botones de navegación	2		X	
7	Crear una interfaz con un botón de menú principal para desplazar las sesiones de la aplicación	2		X	
8	Enlazar las interfaces para su correcta navegabilidad.	3			X
9	Pruebas usabilidad y navegación entre interfaces	3			X

Revisión y seguimiento del Sprint 1

Tabla 13.

TAREAS COMPLETAS DEL SPRINT 1

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes		Número de tareas: 9		
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
1	Crear un modelo de base de datos para almacenar información de Usuario y datos de persona	Completa	22-febrero-2020	8
2	Crear un formulario en la sesión de inicio para ingresar datos de Login (usuario y contraseña)	Completa	23-febrero-2020	8

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes			Número de tareas: 9	
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
3	Establecer la conexión con la base SQLITE para confirmar datos.	Completa	24-febrero-2020	8
4	Crear la encriptación de datos para mantener la seguridad de información en datos de usuario y el ingreso a la aplicación.	Completa	25-febrero-2020	8
5	Pruebas de la interfaz Login de inicio de sesión (Pruebas de caja blanca).	Completa	26-27-febrero-2020	8
6	Diseño de un patrón de interfaz para mantener uniforme los botones de navegación	Completa	28-29-febrero-2020	8
7	Crear una interfaz con un botón de menú principal para desplazar las sesiones de la aplicación	Completa	01-02-marzo-2020	8
8	Enlazar las interfaces para su correcta navegabilidad.	Completa	03-05-marzo-2020	8
9	Pruebas usabilidad y navegación entre interfaces (Pruebas de caja negra)	Completa	07-09-marzo-2020	8

Figura 19.

HORAS PENDIENTES DE TRABAJO PARA SPRINT 1

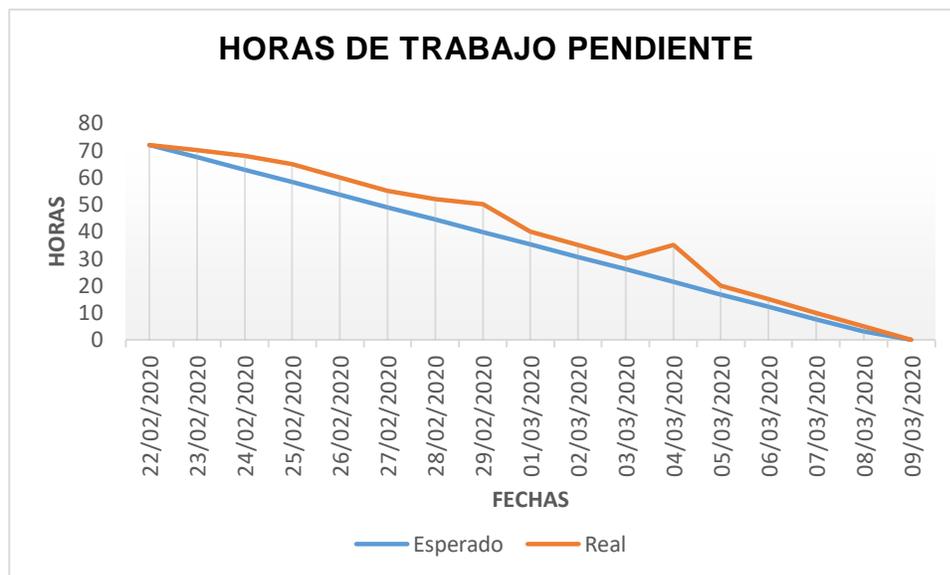
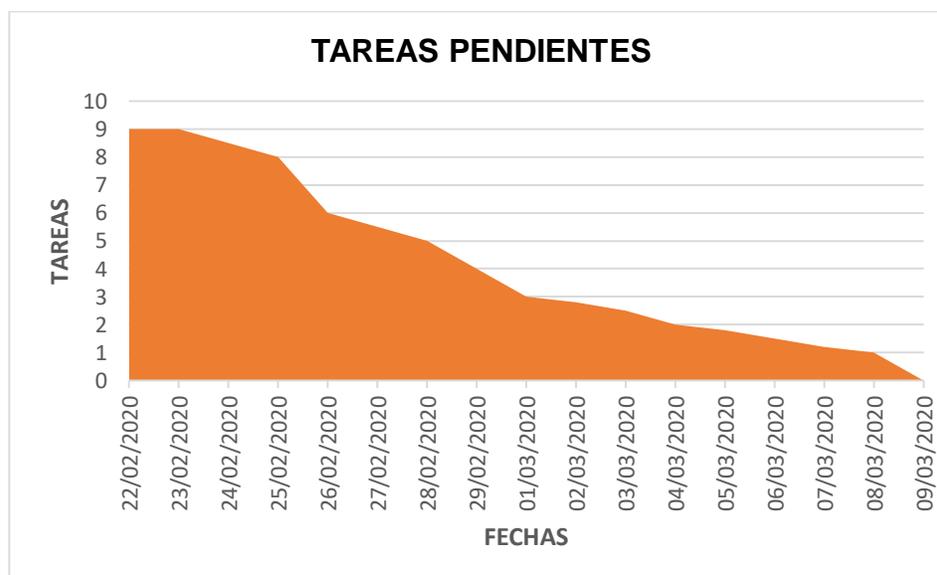


Figura 20.

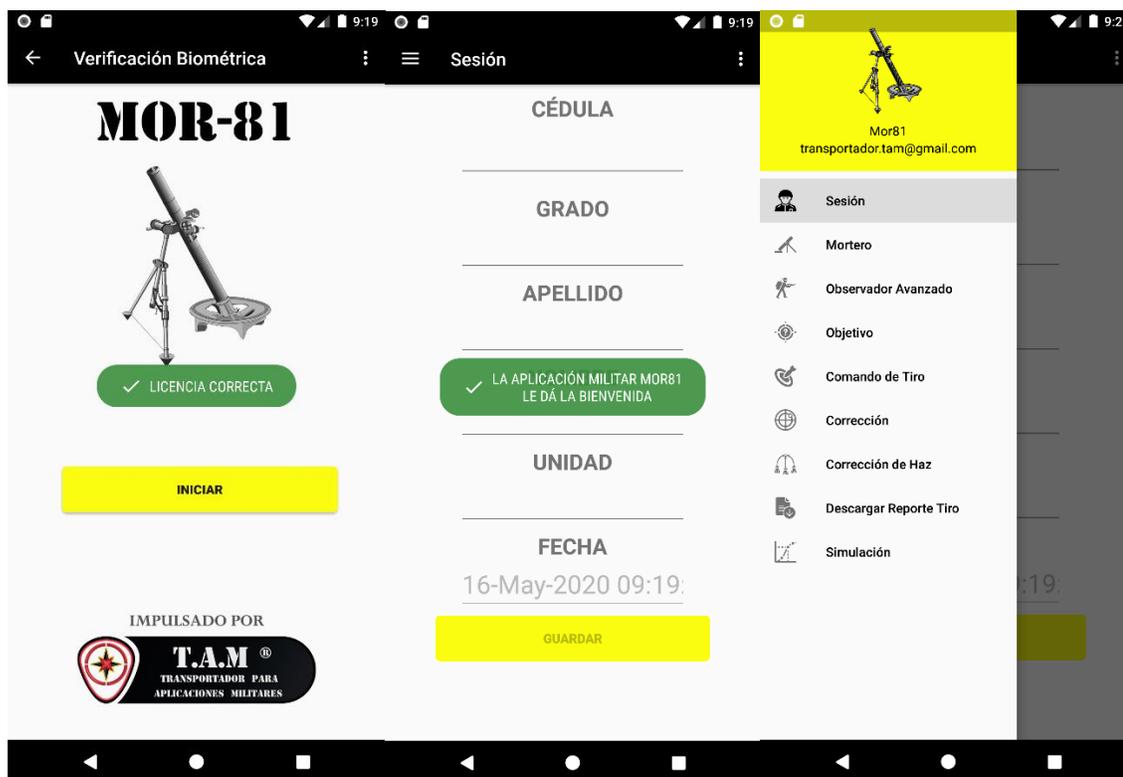
TAREAS PENDIENTES PARA SPRINT 1



Pruebas del Sprint 1

Figura 21.

PRUEBAS DEL INICIO DE SESIÓN



Desarrollo y Pruebas de Sprint 2

Tabla 14.

HISTORIAS DE USUARIO PARA SPRINT 2

ID	Historia de usuario	de	Prioridad	Criterio de aceptación
4	Ingresar datos del mortero		Alta	Ingresar datos sobre la ubicación de morteros u obtenerlos por GPS del dispositivo, ingresar la

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
			dirección general de tiro (DGT).
5	Ingresar datos del Observador	Alta	Ingresar datos sobre la ubicación de morteros u obtenerlos por GPS del dispositivo, ingresar la distancia y ángulo observador-objetivo.

Sprint Backlog del Sprint 2

Tabla 15.

SPRINT BACKLOG DEL SPRINT 2

Sprint	Inicio	Duración		
1	11 de marzo del 2020	(semanas) 2	11 al 18 de marzo	19 al 26 de marzo
ID	Tarea	Product Backlog		
1	Diseño de la interfaz para morteros con cuadros de texto para ingreso de la información requerida (uso de GPS, Latitud, Longitud y DGT)	4		X
2	Verificar el modelo en función a la información requerida en los morteros y crear las funciones necesarias en el controlador.	4		X
3	Insertar la función del uso de GPS y obtener la ubicación con precisión a 5 m	4		X
4	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Latitud, Longitud y dirección de tiro	4		X

Sprint	Inicio	Duración		
1	11 de marzo del 2020	(semanas) 2		
ID	Tarea	Product Backlog	11 al 18 de marzo	19 al 26 de marzo
5	Diseño de la interfaz para el observador con cuadros de texto para ingreso de la información requerida (Tiro directo, Latitud, Longitud, distancia al objetivo y dirección del objetivo)	5	X	
6	Verificar el modelo en función a la información requerida en el observador y crear las funciones necesarias en el controlador.	5		X
7	Insertar la función del uso en tiro directo para calcular comandos de tiro con un objetivo dirigido desde el CDT	5		X
8	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Latitud, Longitud, distancia y dirección del objetivo	5		X

Revisión y Seguimiento del Sprint 2

Tabla 16.

TAREAS COMPLETAS DEL SPRINT 2

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes		Número de tareas: 8		
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
1	Diseño de la interfaz para morteros con cuadros de texto para ingreso de la información requerida (uso de GPS, Latitud, Longitud y DGT)	Completa	11-13-marzo-2020	8

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes			Número de tareas: 8	
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
2	Verificar el modelo en función a la información requerida en los morteros y crear las funciones necesarias en el controlador.	Completa	14-marzo-2020	8
3	Insertar la función del uso de GPS y obtener la ubicación con precisión a 5 m	Completa	15-marzo-2020	8
4	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Latitud, Longitud y dirección de tiro	Completa	18-marzo-2020	8
5	Diseño de la interfaz para el observador con cuadros de texto para ingreso de la información requerida (Tiro directo, Latitud, Longitud, distancia al objetivo y dirección del objetivo)	Completa	19-20-marzo-2020	8
6	Verificar el modelo en función a la información requerida en el observador y crear las funciones necesarias en el controlador.	Completa	21-23-marzo-2020	8
7	Insertar la función del uso en tiro directo para calcular comandos de tiro con un objetivo dirigido desde el CDT	Completa	24-25-marzo-2020	8
8	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Latitud, Longitud, distancia y dirección del objetivo	Completa	26-marzo-2020	8

Figura 22.

HORAS PENDIENTES DE TRABAJO PARA SPRINT 2

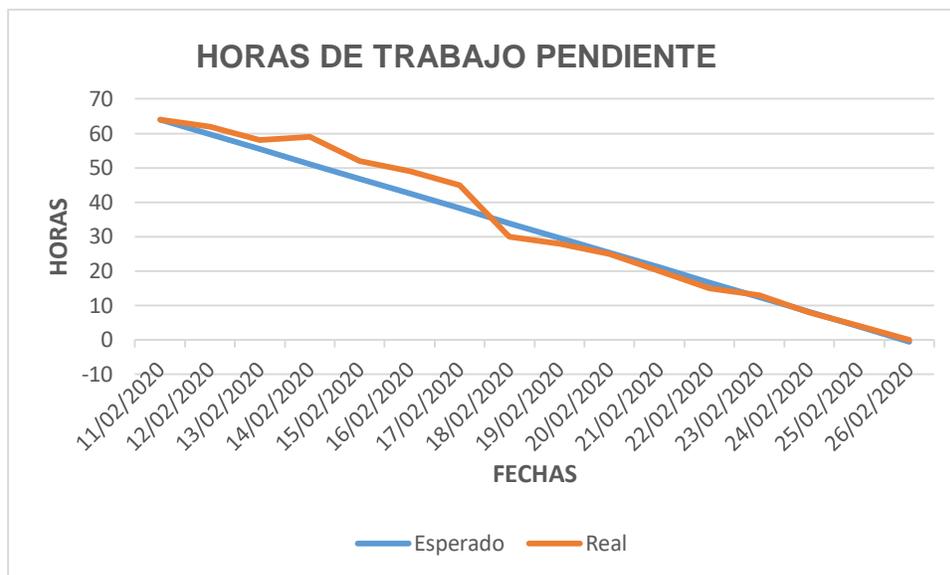
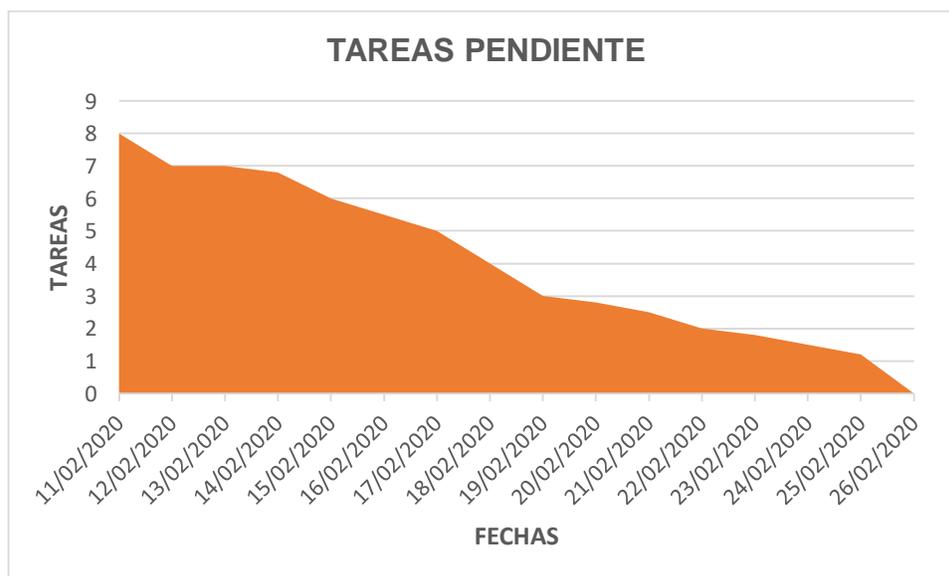


Figura 23.

TAREAS PENDIENTES PARA SPRINT 2



Pruebas del Sprint 2

Figura 24.

PRUEBAS DE EN EL MÓDULO DE MORTERO Y OBSERVADOR AVANZADO

The screenshot shows a mobile application interface with two main sections: 'Mortero' and 'Observador Avanzado'. At the top, there are navigation menus and status icons. The 'Mortero' section includes a 'GPS' toggle, a 'presión' indicator, and input fields for 'LATITUD' (with 'NORTE' and 'SUR' radio buttons) and 'LONGITUD' (with 'ESTE' and 'OESTE' radio buttons). Below these is a 'DIR.GEN.T' field in degrees and a yellow 'GUARDAR' button. The 'Observador Avanzado' section includes a 'TIRO DIRECTO' toggle, 'LATITUD' (with 'NORTE' and 'SUR' radio buttons), 'LONGITUD' (with 'ESTE' and 'OESTE' radio buttons), 'DIST. OBJ' in meters, and 'DIR. OBJ' in degrees, with a yellow 'GUARDAR' button at the bottom.

Desarrollo y Pruebas de Sprint 3

Tabla 17.

HISTORIAS DE USUARIO PARA SPRINT 3

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
6	Obtener de Datos de tiro	Alta	Realizar los cálculos correspondientes para la obtención de datos de tiro distancia y azimut mortero-objetivo, deflexión, elevación y cargas de proyectil.

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
7	Realizar correcciones de tiro	Alta	Realizar la corrección de tiro mediante un punto de referencia considerando alargar o acortar el tiro.

Sprint Backlog del Sprint 3

Tabla 18.

SPRINT BACKLOG DEL SPRINT 3

Sprint	Inicio	Duración		
1	28 de marzo del 2020	(semanas) 2	28 al 7 de abril	8 al 13 de abril
ID	Tarea	Product Backlog		
1	Diseño de la interfaz para presentar datos del objetivo (Latitud, Longitud, distancia morteros-objetivo, dirección de tiro y deflexión)	6	X	
2	Determinar la fórmula más eficiente para determinar los cálculos de ubicación, deflexión y distancias.	6		
3	Verificar el modelo en función a la información a calcular del objetivo e implementar las funciones necesarias en el controlador.	6	X	
4	Insertar la opción de búsqueda para determinar las cargas en relación a la munición de acuerdo a las tablas de tiro.	6	X	

Sprint	Inicio	Duración		
1	28 de marzo del 2020	(semanas) 2		
ID	Tarea	Product Backlog	28 al 7 de abril	8 al 13 de abril
5	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Latitud, Longitud, distancia, dirección y deflexión	6	X	
6	Crear una interfaz para la presentación de los comandos de tiro calculados (Distancia, Deflexión, Elevación y cargas).	6		
7	Crear la opción para en función a los datos de tiro ingresados confirmar Fuego de Efecto o Correcciones	6		
8	Diseño de la interfaz para realizar correcciones de tiro que permita recalculer los datos de tiro para obtener un fuego efectivo sobre el objetivo.	7	X	
9	Verificar el modelo en función a la información almacenada de los datos de tiro y realizar funciones en el controlador para recalculer datos de tiro.	7		X
10	Insertar alertar al momento de completar los datos requeridos de la corrección y cuando se realice la corrección	7		X
11	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Alargar, acortar con correcciones en metros	7		X

Revisión y Seguimiento del Sprint 3

Tabla 19.

TAREAS COMPLETAS DEL SPRINT 3

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes		Número de tareas: 11		
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
1	Diseño de la interfaz para presentar datos del objetivo (Latitud, Longitud, distancia morteros-objetivo, dirección de tiro y deflexión)	Completa	28-30-marzo-2020	8
2	Determinar la fórmula más eficiente para determinar los cálculos de ubicación, deflexión y distancias.	Completa	31-03-abril-2020	8
3	Verificar el modelo en función a la información a calcular del objetivo e implementar las funciones necesarias en el controlador.	Completa	04- abril -2020	8
4	Insertar la opción de búsqueda para determinar las cargas en relación a la munición de acuerdo a las tablas de tiro.	Completa	04-05-abril-2020	8
5	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Latitud, Longitud, distancia, dirección y deflexión	Completa	06-07-abril-2020	8
6	Crear una interfaz para la presentación de los comandos de tiro calculados (Distancia, Deflexión, Elevación y cargas).	Completa	08-09- abril -2020	8

Tarea asignada a: Andrés BárcenesNúmero de tareas: 11

ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
7	Crear la opción para en función a los datos de tiro ingresados confirmar Fuego de Efecto o Correcciones	Completa	09- abril -2020	8
8	Diseño de la interfaz para realizar correcciones de tiro que permita recalcular los datos de tiro para obtener un fuego efectivo sobre el objetivo.	Completa	10- abril -2020	
9	Verificar el modelo en función a la información almacenada de los datos de tiro y realizar funciones en el controlador para recalcular datos de tiro.	Completa	11- abril -2020	8
10	Insertar alertar al momento de completar los datos requeridos de la corrección y cuando se realice la corrección	Completa	12- abril -2020	8
11	Realizar las validaciones para el ingreso de datos tanto de Alargar, acortar con correcciones en metros	Completa	13- abril -2020	8

Figura 25.

HORAS PENDIENTES DE TRABAJO PARA SPRINT 3

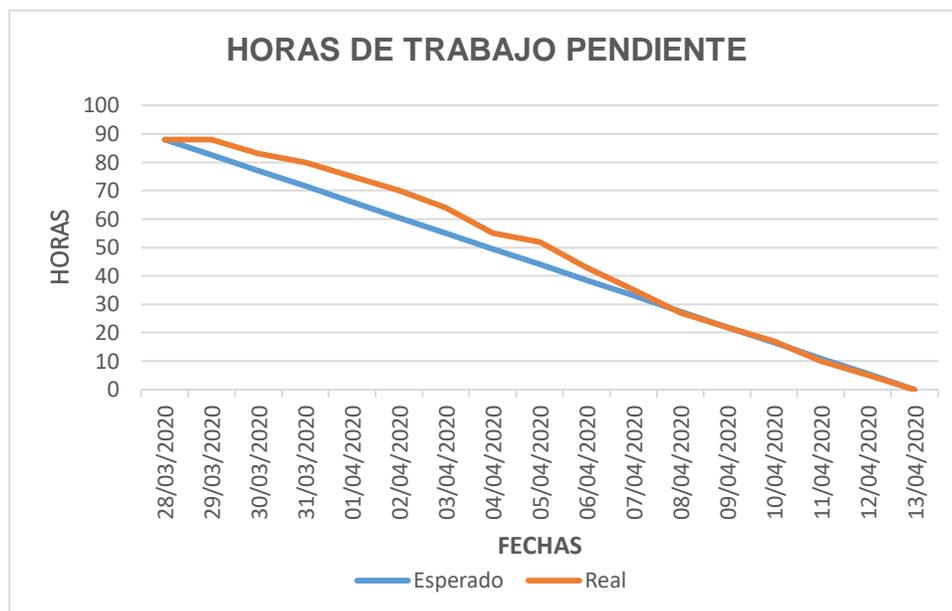
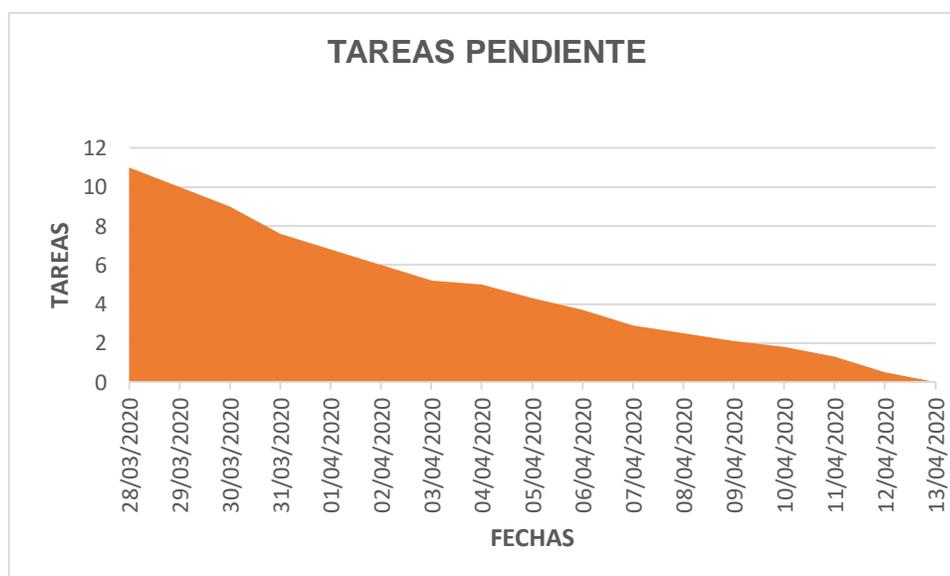


Figura 26.

TAREAS PENDIENTES PARA SPRINT 3



Pruebas del Sprint 3

Figura 27.

PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD OBJETIVO, COMANDOS Y CORRECCIÓN

Desarrollo y Pruebas de Sprint 4

Tabla 20.

HISTORIAS DE USUARIO PARA SPRINT 4

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
8	Realizar corrección de Haz	Alta	Calcular mediante la fórmula de la milésima para realizar la corrección de la deflexión de las piezas.

Sprint Backlog del Sprint 4**Tabla 21.***SPRINT BACKLOG DEL SPRINT 4*

Sprint	Inicio	Duración		
4	15 de abril del 2020	(semanas)		
		2	15 al 22 de abril	23 al 30 de abril
ID	Tarea	Product Backlog		
1	Diseño de la interfaz para representar la alineación de los morteros que apuntan a un solo punto.	8	X	
2	Determinar la fórmula más eficiente para realizar los cálculos de deflexión en milésimas para la corrección de cada pieza.	8	X	
3	Verificar el modelo en función a la información a calcular del objetivo e implementar las funciones necesarias en el controlador.	8	X	
4	Insertar la opción de calcular para determinar las deflexiones en relación a la pieza base.	8		X
5	Realizar las validaciones para el ingreso de datos numéricos (distancia entre los morteros) en metros	8		X

Revisión y Seguimiento del Sprint 4**Tabla 22.****TAREAS COMPLETAS DEL SPRINT 4**

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes			Número de tareas: 5	
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
1	Diseño de la interfaz para representar la alineación de los morteros que apuntan a un solo punto.	Completa	15-17- abril -2020	8
2	Determinar la fórmula más eficiente para realizar los cálculos de deflexión en milésimas para la corrección de cada pieza.	Completa	18-20- abril-2020	8
3	Verificar el modelo en función a la información a calcular del objetivo e implementar las funciones necesarias en el controlador.	Completa	21-22- abril -2020	8
4	Insertar la opción de calcular para determinar las deflexiones en relación a la pieza base.	Completa	23-26 - abril-2020	8
5	Realizar las validaciones para el ingreso de datos numéricos (distancia entre los morteros) en metros	Completa	26-30 - abril-2020	8

Figura 28.

HORAS PENDIENTES DE TRABAJO PARA SPRINT 4

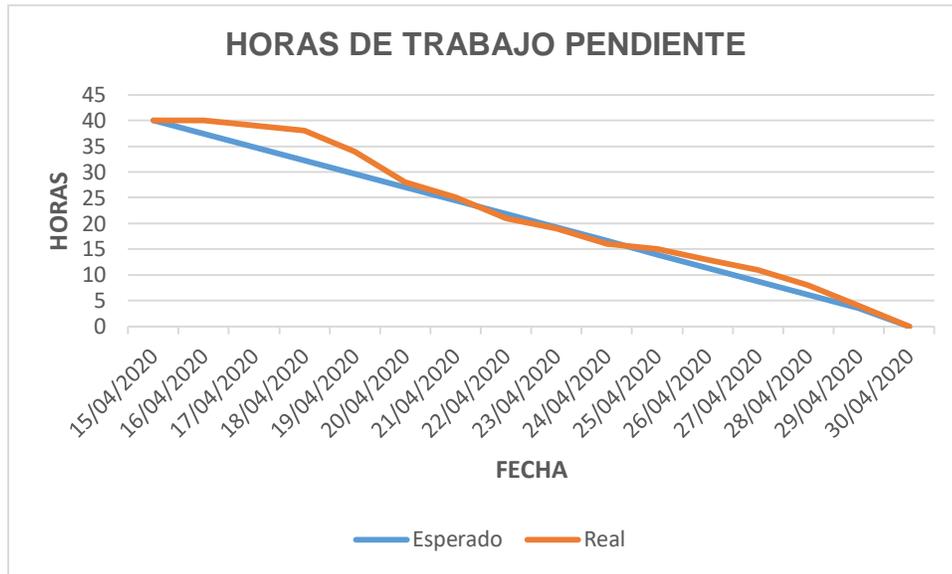
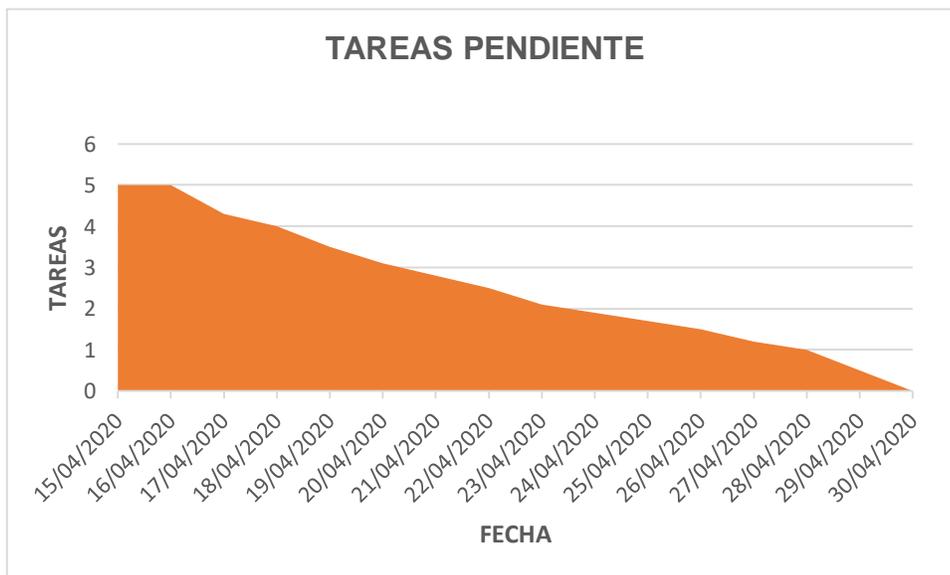


Figura 29.

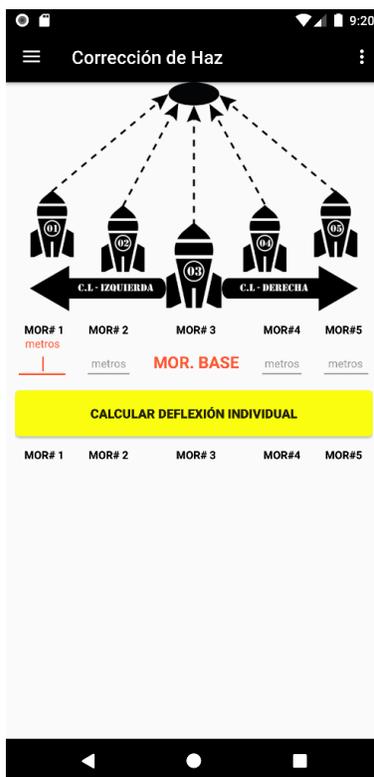
TAREAS PENDIENTES PARA SPRINT 4



Pruebas del Sprint 4

Figura 30.

PRUEBAS DE MÓDULO PARA REALIZAR LA CORRECCIÓN DEL HAZ DE TIRO



Desarrollo y Pruebas de Sprint 5

Tabla 23.

HISTORIAS DE USUARIO PARA SPRINT 5

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
9	Visualizar simulación	Alta	Visualizar en plano 2D la trayectoria del proyectil lanzado del mortero.

Sprint Backlog del Sprint 5**Tabla 24.*****SPRINT BACKLOG DEL SPRINT 5***

Sprint	Inicio	Duración		
5	2 de mayo del 2020	(semanas)		
		2		
ID	Tarea	Product Backlog	2 al 9 de mayo	10 al 18 de mayo
1	Diseño de la interfaz para representar la simulación del tiro de mortero donde se visualice los datos técnicos del tiro.	9	X	
2	Realizar la presentación de los datos iniciales de tiro (distancia, deflexión, cargas y coordenadas) y los datos técnicos (velocidad inicial del proyectil, tiempo en el aire, altura máxima, ángulo de elevación)	9	X	
3	Representar la trayectoria de la munición de forma dinámica donde se pueda visualizar datos técnicos con variación de colores.	9		x
4	Insertar la opción de calcular datos técnicos del tiro de efecto.	9		X

Revisión y Seguimiento del Sprint 5

Tabla 25.

TAREAS COMPLETAS DEL SPRINT 5

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes		Número de tareas: 4		
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
1	Diseño de la interfaz para representar la simulación del tiro de mortero donde se visualice los datos técnicos del tiro.	Completa	02-05-2020	mayo - 8
2	Realizar la presentación de los datos iniciales de tiro (distancia, deflexión, cargas y coordenadas) y los datos técnicos (velocidad inicial del proyectil, tiempo en el aire, altura máxima, ángulo de elevación)	Completa	06-10-2020	mayo- 8
3	Representar la trayectoria de la munición de forma dinámica donde se pueda visualizar datos técnicos con variación de colores.	Completa	11-14-2020	mayo - 8
4	Insertar la opción de calcular datos técnicos del tiro de efecto.	Completa	15-18-2020	-mayo- 8

Figura 31.

HORAS PENDIENTES DE TRABAJO PARA SPRINT 5

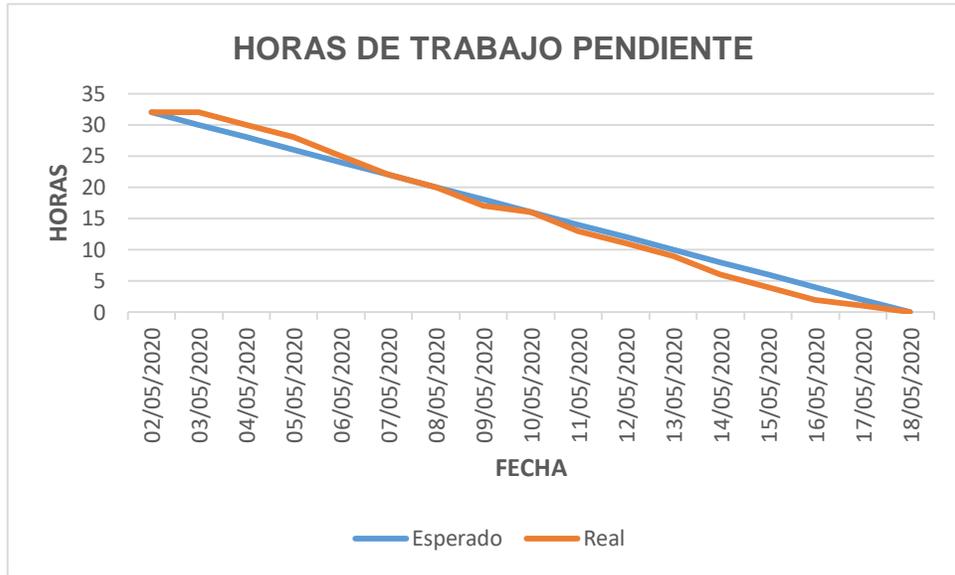
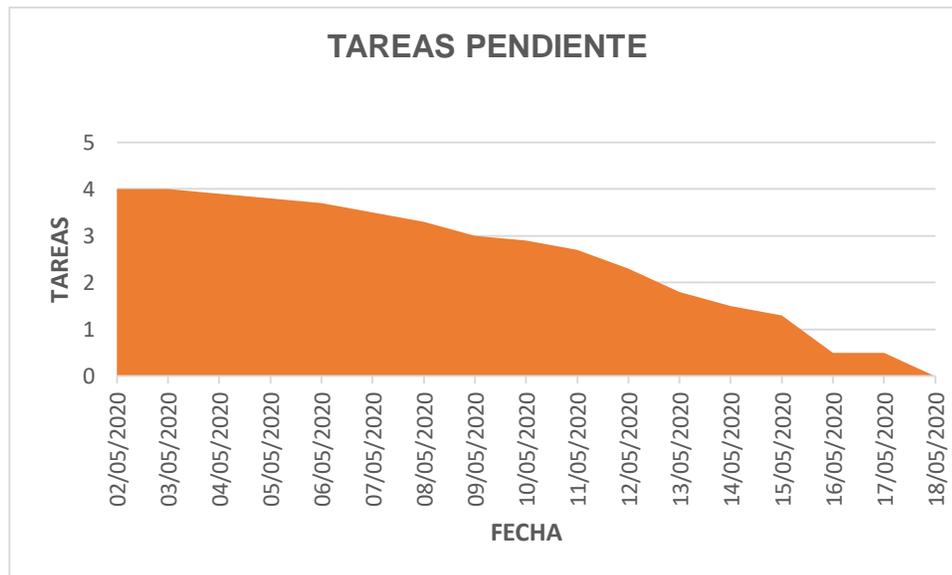


Figura 32.

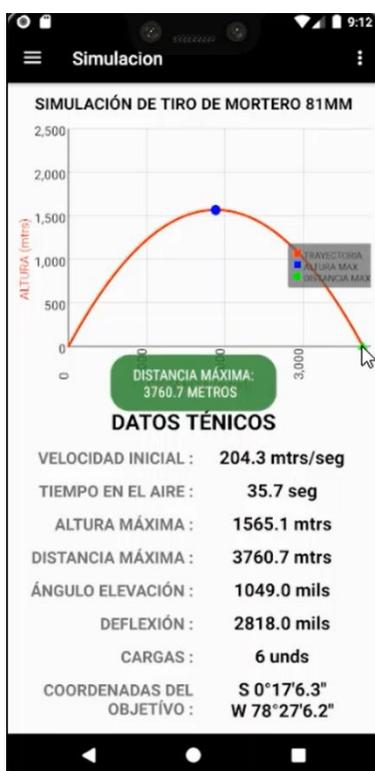
TAREAS PENDIENTES PARA SPRINT 5



Pruebas del Sprint 5

Figura 33.

PRUEBAS DE SIMULACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DATOS DE TIRO



Desarrollo y Pruebas de Sprint 6

Tabla 26.

HISTORIAS DE USUARIO PARA SPRINT 6

ID	Historia de usuario	Prioridad	Criterio de aceptación
10	Visualizar simulación	Alta	Permitir una sección de configuración para selección de munición, realizar descargas de las sesiones de tiro realizadas.

Sprint Backlog del Sprint 6**Tabla 27.****SPRINT BACKLOG DEL SPRINT 6**

Sprint	Inicio	Duración		
1	20 de mayo del 2020	(semanas)		
		2		
ID	Tarea	Product Backlog	20 al 28 de mayo	29 al 4 de junio
1	Diseño de la interfaz que permita la exportar el reporte de tiro realizada por el usuario con todos los datos calculados para la ejecución de tiro.	10	X	
2	Permitir realizar la consulta de la sesión que desee exportar el usuario	10	X	
3	Generar un reporte de documento tipo PDF realizando la consulta a la base mediante el controlador.	10	X	
4	Solicitar al usuario el uso de espacio y una ubicación donde se descargará el documento.	10	X	
5	Cargar la base de datos SQLite con los tipos de munición (americana, chilena e israelita) para tener disponible en el uso de los cálculos.	10		X
6	Agregar el icono de opciones al costado superior derecho para seleccionar el tipo de munición, Información de la aplicación y la opción de salir de la aplicación.	10		X

Sprint	Inicio	Duración (semanas)	20 al 28 de mayo	29 al 4 de junio
1	20 de mayo del 2020	2		
ID	Tarea	Product Backlog		
7	Presentar una opción para seleccionar el tipo de munición que se utilizará para la sección de tiro.	10		X

Revisión y Seguimiento del Sprint 6

Tabla 28.

TAREAS COMPLETAS DEL SPRINT 6

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes		Número de tareas: 7		
ID	Tarea	Estado	Fecha	Horas
1	Diseño de la interfaz que permita la exportar el reporte de tiro realizada por el usuario con todos los datos calculados para la ejecución de tiro.	Completa	20-21- mayo - 2020	8
2	Permitir realizar la consulta de la sesión que desee exportar el usuario	Completa	22-23- mayo- 2020	8
3	Generar un reporte de documento tipo PDF realizando la consulta a la base mediante el controlador.	Completa	24-26- mayo - 2020	8
4	Solicitar al usuario el uso de espacio y una ubicación donde se descargará el documento.	Completa	27-28 -mayo- 2020	8

Tarea asignada a: Andrés Bárcenes		Número de tareas: 7			
ID	Tarea	Estado	Fecha		Horas
5	Cargar la base de datos SQLite con los tipos de munición (americana, chilena e israelita) para tener disponible en el uso de los cálculos.	Completa	28-30 2020	-mayo-	8
6	Agregar el icono de opciones al costado superior derecho para seleccionar el tipo de munición, Información de la aplicación y la opción de salir de la aplicación	Completa	31-02	-junio-2020	8
7	Presentar una opción para seleccionar el tipo de munición que se utilizará para la sección de tiro.	Completa	02-04	-junio-2020	8

Figura 34.

HORAS PENDIENTES DE TRABAJO PARA SPRINT 6

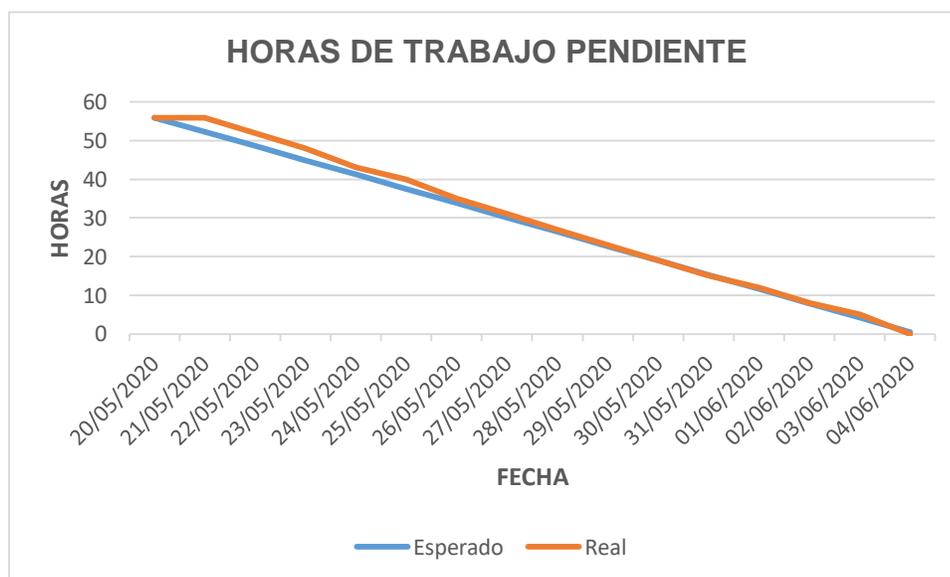
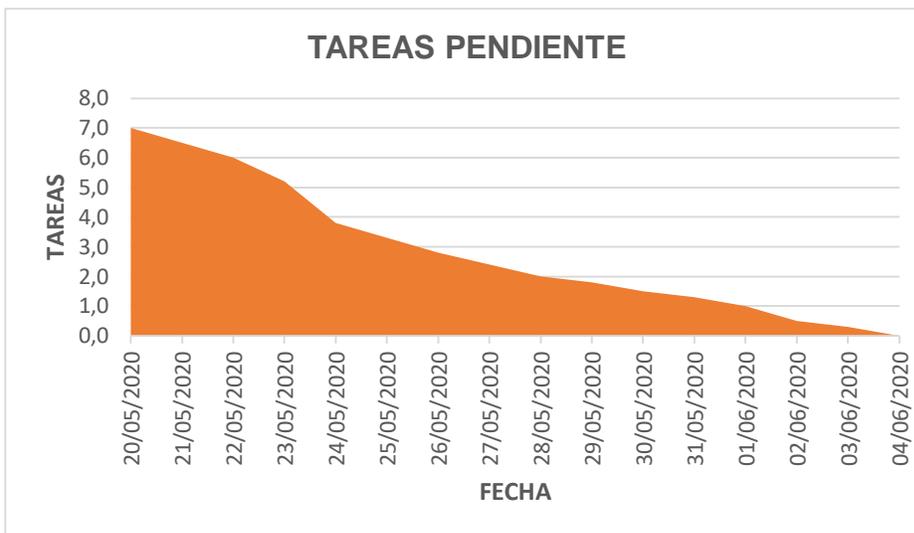


Figura 35.

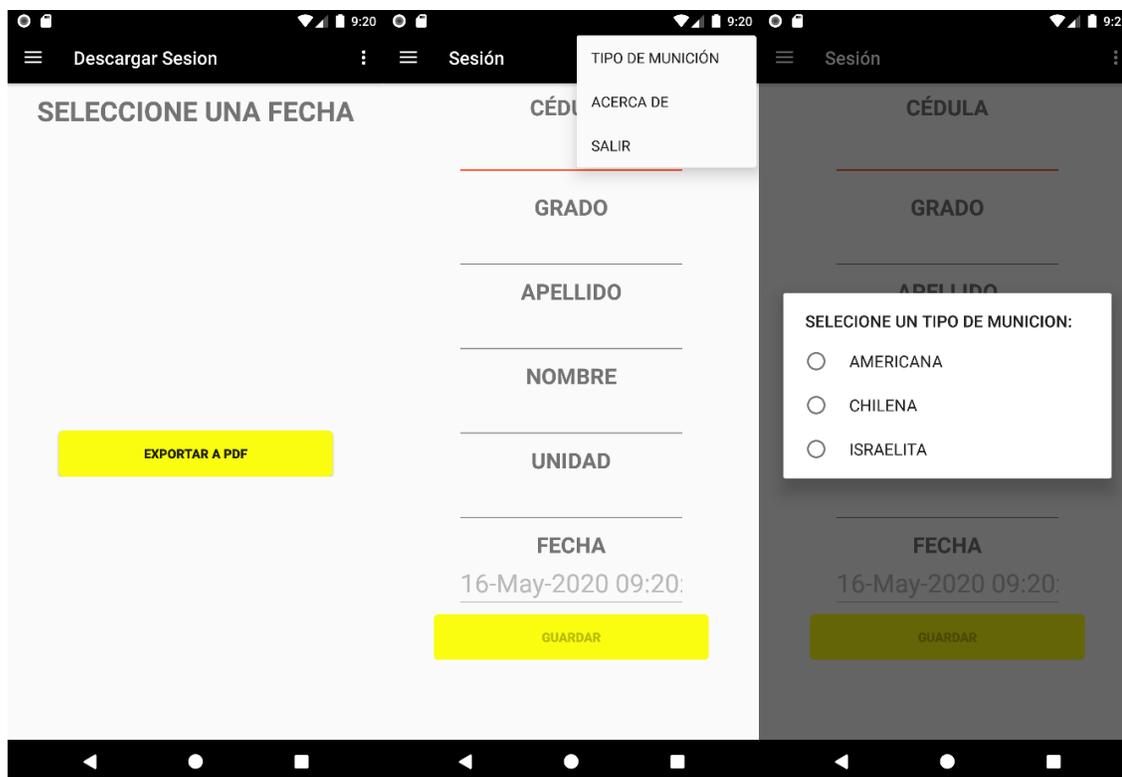
TAREAS PENDIENTES PARA SPRINT 6



Pruebas del Sprint 6

Figura 36.

PRUEBAS DE EXPORTACIÓN DE LA SESIÓN DE TIRO Y CONFIGURACIONES



Capítulo VII

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El método Scrum está basado en velocidad y flexibilidad para mantener un desarrollo de aplicaciones de manera ágil mediante etapas que ponen en primer plano las historias de usuario priorizadas para desarrollar un prototipo en cada Sprint que será mejorado en cada iteración hasta cumplir con las especificaciones del usuario.

El uso del método Scrum garantiza la funcionalidad del producto, debido a que cada Sprint es necesario las pruebas de funcionalidad ya que como producto del Sprint se debe entregar módulos funcionales, esto permite pruebas recurrentes para entregas de producto de calidad que cumplen con los requerimientos del usuario final.

El lenguaje de programación Kotlin es una mezcla acertada de simplicidad y potencia, propone una curva de aprendizaje bastante ligera para programadores provenientes de Java. Su mayor fortaleza radica en ser un lenguaje intuitivo, fácil de leer y comprender.

Al implementar esta aplicación, se ha podido evidenciar que el tiempo necesario para realizar el primer tiro es inferior a dos minutos, en comparación con el método convencional que requiere al menos de veinte minutos para hacerlo.

Recomendaciones

La metodología Scrum permite tener un producto de calidad por las pruebas que se realizan en cada Sprint y que permiten al Product Owner la aprobación de un buen producto en cada Sprint y al usuario le da una conformidad de su futuro producto, pero

también es recomendable la prueba final de integración que no es más que la prueba final de un producto con buena calidad que cumple con las expectativas del usuario.

El lenguaje de programación Kotlin tienen un enfoque funcional y procedural, al igual que los más modernos lenguajes de programación. Además, cuenta con constantes optimizaciones, lo que permite obtener un menor tamaño en las librerías y mejores tiempos de compilación. Finalmente, cabe recalcar que Kotlin maneja de una manera superior los NullPointerException, evitando así que nuestro código tenga errores al manejar los nulos(null).

Bibliografía

Alvarez, C., & Sierra, V. (1998). *Metodología de la investigación científica*. Obtenido de

La investigación científica en la sociedad del conocimiento:

[ecaths1.s3.amazonaws.com/tesis/48107023.UI_LIBRO BASE.pdf](https://ecaths1.s3.amazonaws.com/tesis/48107023.UI_LIBRO%20BASE.pdf)

Angularjs. (2018). Obtenido de <https://angularjs.org/>

Caldwell, R., & Lindberg, D. (2013). *Understanding science how science really works*.

Obtenido de https://undsci.berkeley.edu/article/0_0_0/whatisscience_02

Calidad&Gestión. (27 de 05 de 2019). Obtenido de <http://www.calidad->

[gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html](http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html)

Christensen, C. H. (2002).

Congreso Nacional. (2007). *Ley Orgánica de la Defensa Nacional*. Quito.

Defens, N. (2003). Army Speeds Up Development Of Mortar Fire Control System.

National Defense Magazine .

Emotiv. (2019). *Emotiv*. Obtenido de <https://www.emotiv.com/>

Emotiv-technology. (2019). *The science behind our technology*. Obtenido de <https://www.emotiv.com/our-technology/>

Fernández, S., & Rodríguez, M. (2019). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Obtenido de Estudio de caso para la adopción del paradigma de investigación reproducible en ingeniería de software: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15801/1/T-ESPE-040736.pdf>

Gaby, A. (s.f.). <https://es.slideshare.net/Alejandroslide/alejandro-gabayort-conferencia-19072011>.

García, M. (s.f.). *Historia de Android*. Obtenido de <http://www.brandemia.org/la-historia-del-logo-de-android>

Gómez, V. (s.f.). *Instinto Binario*. Obtenido de <https://instintobinario.com/scrum-la-metodologia-agil-mas-usada/>.

Guerrero, J. (2011). *Ingeniería Biomédica*. España: Universidad de Valencia.

Gutiérrez, J., Cantillo, J., Cariño, R., & Elías, D. (2013). Los sistemas de interfaz cerebro-computadora: una herramienta para apoyar la rehabilitación de pacientes con discapacidad motora. *Investigación en Discapacidad*, 62 - 69.

Hernández, Á. (2014). *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Obtenido de Desarrollo e implementación de una interfaz de comunicación que permita la interacción entre un usuario y las señales emitidas por sus ondas cerebrales usando un dispositivo de EEG de neurosky para controlar periféricos

electrónicos.: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1636/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-19.pdf>

Hughes, J. (2008). *Epilepsy & Behavior*. Obtenido de Gamma, fast, and ultrafast waves of the brain: Their relationships with epilepsy and behavior:

[https://www.epilepsybehavior.com/article/S1525-5050\(08\)00012-7/fulltext](https://www.epilepsybehavior.com/article/S1525-5050(08)00012-7/fulltext)

Luca, D. D. (s.f.). *Kotlin*. Obtenido de <https://damiandeluca.com.ar/android-kotlin>

Martínez, M., & Trout, G. (2006). Conceptos básicos de electroencefalografía. *Duazuary*, Vol. 3, 18 - 23.

Merchán, D. (2011). *Wikimedia commons*. Obtenido de Arquitectura BCI:

http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_Cerebro_Computadora

Muradas, Y. (s.f.). *SQLite para Android: La herramienta definitiva*. Obtenido de

<https://openwebinars.net/blog/sqlite-para-android-la-herramienta-definitiva/>

muse. (2018). *muse*. Obtenido de <https://choosemuse.com/es/>

MySQL. (2019). Obtenido de <https://www.mysql.com/>

Nácher, V., Ledberg, A., Deco, G., & Romo, R. (2013). *PNAS*. Obtenido de Coherent delta-band oscillations between cortical areas correlate with decision making:

<https://www.pnas.org/content/pnas/110/37/15085.full.pdf>

NeuroSky. (2019). *NeuroSky. Body and mind. Quantified*. Obtenido de

<http://neurosky.com/>

Nureibis, C., & Muñoz, H. (2014). *Universidad Autonoma de Madrid*. Obtenido de

Estudio de Técnicas de análisis y clasificación de señales EEG en el contexto de Sistemas BCI (Brain Computer Interface):

https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/660477/henriquez_munnoz_claudia_nureibis_tfm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ponce, J. (2014). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; Implementación de una Interface Cerebro – Computador para la detección de posición con la ayuda de las señales EEG*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8059/1/AC-ET-ESPE-047748.pdf>

Press, S. (2019). *¿Como combatir?* Obtenido de *¿Qué son los estresores?*: <https://estres.comocombatir.com/que-son-los-estresores.html>

Publishing, N. (2015). Engineer's Toolbox: Advanced sensors supercharge Army portable mortar systems. *Design*, 22.

Robles, F. (2018). *Lifeder.com*. Obtenido de Los 15 tipos de investigación científica y sus características: <https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/>

Tanuj. (2019). Trends of Mortar Fire Control Computer Market Size Reviewed with MAS Zengrange Ltd,ARDEC,Picatinny,SDT SUSTAV,General Dynamics Mission Systems,Denel Land Systems. *New Daily Herald*, 23, 4-5.

Terrestre, C. G. (1995). *Diccionario Militar*. Quito.

Terrestre, D. d. (2007). *Manual del centro director de tiro*. Quito.

Terrestre, D. d. (2007). *MANUAL DEL CENTRO DIRECTOR DE TIRO*. Quito.

Terrestre, D. d. (2017). *Manual del centro director de tiro* (Vol. 22).

Velazquez, L. (2016). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Universidad de Guayaquil:

<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4720/4/Anexo%205.pdf>

Velez, J. (s.f.). *Cultura informática*. Obtenido de <https://culturainformatica.co/ya-llego-android-studio-3-0-en-su-version-estable-con-soporte-para-kotlin/>

Villamor, F. (2014). *Notas de software*. Obtenido de Información sobre desarrollo de software en español: <http://notasdesoftware.com/2014/06/trabajando-con-mindwave-mobile.html>