

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

**COMPARATIVA DE TRES HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA
UTILIZANDO UNA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE SOFTWARE ISO 25010**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Sistemas
Computacionales

Autor:

Gabriela Elizabeth Carrión Vaca

Director:

Msc. Fausto Alberto Salazar Fierro

Ibarra- Ecuador

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN Y USO DE PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100506526-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Carrión Vaca Gabriela Elizabeth		
DIRECCIÓN:	Otavalo - Cdla. Miravalle		
EMAIL:	gecarrionv@utn.edu.ec		
TELEFONO FIJO:	062-926-452	TELEFONO MÓVIL:	0968244064

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	COMPARATIVA DE TRES HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA UTILIZANDO UNA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE SOFTWARE ISO 25010
AUTOR (ES):	Carrión Vaca Gabriela Elizabeth
FECHA:	22-11-2018
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO

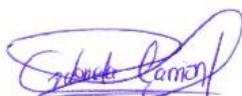
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Sistemas Computacionales
ASESOR/DIRECTOR:	Msc. Fausto Salazar

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de noviembre de 2018.

EL AUTOR:



(Firma).....

Nombre: Gabriela Elizabeth Carrión Vaca

Cédula: 100506526-1

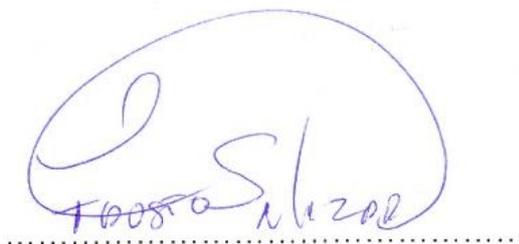
CERTIFICACIÓN DIRECTOR

Ibarra, 22 de noviembre de 2018

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente yo Fausto Salazar certifico que la Srta. Gabriela Elizabeth Carrión Vaca con CI Nro. 100506526-1 ha trabajado en el desarrollo del trabajo de grado **“COMPARATIVA DE TRES HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA UTILIZANDO UNA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE SOFTWARE ISO 25010”**, previo a la obtención del título de ingeniera en sistemas computacionales, realizándolo en su totalidad con interés profesional y responsabilidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



Msc. Fausto Salazar

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico a mis padres Flor y Segundo, quienes fueron mi motivo de superación a lo largo de mi vida universitaria, que con su amor y el brindarme todos los recursos necesarios pude culminar mis estudios.

A mis hermanos Daniel y Karla, que siempre me han apoyado convirtiéndose más que mis hermanos en mis mejores amigos.

A mi novio Santiago que siempre estuvo para brindarme su apoyo y su ayuda incondicional.

Al resto de mi familia que también estuvieron apoyándome y formaron parte de que el cumplimiento de este objetivo se haga realidad.

Gabriela Elizabeth Carrión Vaca

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a Dios, a mis padres, mis hermanos y a la distinguida Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de prepararme profesionalmente y desarrollarme como persona en sus aulas día a día.

Un agradecimiento especial y sincero al Msc. Fausto Salazar director de tesis y Msc. Carpio Pineda, por todas sus recomendaciones y guías durante el proceso de desarrollo de esta investigación que ahora concluye en el presente documento.

A mis docentes, que a lo largo de estos años de estudios me supieron impartir sus conocimientos.

Gabriela Elizabeth Carrión Vaca

Tabla de contenido

AUTORIZACIÓN Y USO DE PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	2
CERTIFICACIÓN DIRECTOR	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTOS	6
Índice de figuras.....	10
Índice de tablas.....	12
Resumen.....	14
Abstract	15
INTRODUCCIÓN	16
▪ Tema	16
▪ Planteamiento del problema.....	16
▪ Objetivos.....	17
▪ Alcance	17
▪ Justificación.....	17
▪ Contexto.....	18
CAPITULO I.....	19
MARCO TEÓRICO	19
1.1. Realidad Aumentada	19
1.1.1. Introducción.....	19
1.1.2. Cronología de la Realidad Aumentada.....	20
1.1.3. Clasificación de la Realidad Aumentada.....	23
1.1.3.1. Reconocimiento de objetos mediante marcadores.....	23
1.1.3.2. Reconocimientos de objetos mediante geolocalización.....	24

1.1.4.	Aplicaciones	25
1.1.4.1.	Turismo	25
1.1.4.2.	Educación	26
1.1.4.3.	Entretenimiento.....	27
1.1.4.4.	Medicina.....	28
1.1.4.5.	Arquitectura	28
1.2.	Tecnología móvil.....	29
1.2.1.	Introducción tecnología móvil.....	29
1.2.2.	Sistemas operativos para móviles existentes en el mercado	30
1.3.	Estándares internacionales.....	35
1.3.1.	Normativas IEEE	35
1.3.2.	Normativas ISO	36
1.3.2.1.	Introducción	36
1.3.2.2.	Historia	37
1.3.2.3.	Clasificación	37
CAPITULO II	39
ELABORACIÓN DEL ESTUDIO COMPARATIVO ISO 25010	39
2.1.	Introducción ISO 25010.....	39
2.2.	Presentación de las herramientas	44
2.2.1.	Wikitude	45
2.2.2.	Vuforia.....	46
2.2.3.	ARToolKit.....	49
2.3.	Análisis comparativo	51
2.3.1.	Definición y análisis de parámetros de comparación.....	51
2.3.2.	Puntajes alcanzados.....	100
2.4.	Interpretación de los resultados obtenidos.....	104

CAPÍTULO III	107
VALIDACIÓN	107
3.1. Validación normativa ISO.....	107
3.2. Pruebas de funcionamiento de los aplicativos.....	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
▪ Análisis de impactos (Ecológicos, Económicos y Tecnológicos)	114
▪ Conclusiones.....	117
▪ Recomendaciones	119
REFERENCIAS	120
ANEXOS	124
ANEXO A: INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LAS TRES APLICACIONES DESARROLLADAS	124
ANEXO C: MATRIZ DE CALIDAD – APLICACIÓN 2 CON WIKITUDE	143
ANEXO D: MATRIZ DE CALIDAD – APLICACIÓN 3 CON ARTOOLKIT	157
ANEXO E: FUNCIONAMIENTO Y MANUAL DE USUARIO DE LAS TRES APLICACIONES.....	171
ANEXO F: CUESTIONARIO	179
ANEXO G: RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS.....	180

Índice de figuras

Figura 1: Árbol de problemas	16
Figura 2. Ejemplo de realidad aumentada con imágenes	20
Figura 3. Ejemplo marcador	24
Figura 4. Ejemplo de un modelo 3D asociado a un marcador	24
Figura 5. Ejemplo geolocalización	25
Figura 6. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en turismo.....	26
Figura 7. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en la educación.	27
Figura 8. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en entretenimiento	27
Figura 9. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en la medicina.....	28
Figura 10. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en la arquitectura	29
Figura 11. Evolución tecnología móvil	30
Figura 12. Evolución IEEE	36
Figura 13. Modelo calidad del producto software definido por la ISO/IEC 25010	40
Figura 14. Modelo de calidad en uso según ISO/IEC 25010	43
Figura 15. Logo WIKITUDE	45
Figura 16. Arquitectura de WIKITUDE	46
Figura 17. Logo VUFORIA.....	47
Figura 18. Arquitectura VUFORIA	49
Figura 19. Logo ARToolKit	49
Figura 20. Arquitectura ARToolKit.....	51
Figura 21. Hoja de preliminares - Datos del software	95
Figura 22. Hoja de preliminares- Nivel importancia de las características y sub características de calidad externa	96
Figura 23. Hoja de preliminares- Nivel importancia de las características y sub características de calidad en uso	96
Figura 24. Esquema de evaluación de calidad externa	98
Figura 25. Esquema de evaluación de calidad en uso.....	98
Figura 26. Esquema de Resultado Final de la evaluación	99
Figura 27. Resumen de los resultados de la evaluación de la aplicación 1 realizada con Vuforia.....	101
Figura 28. Resumen de la Calidad de los dos modelos de calidad aplicados a la aplicación	101

Figura 29. Resumen de los resultados de la evaluación de la aplicación 2 realizada con Wikitude	102
Figura 30. Resumen de la Calidad de los dos modelos de calidad aplicados a la aplicación	102
Figura 31. Resumen de los resultados de la evaluación de la aplicación 3 realizada con ARToolKit	103
Figura 32. Resumen de la Calidad de los dos modelos de calidad aplicados a la aplicación	103
Figura 33. Resumen de valores de las características evaluadas en las tres aplicaciones	106
Figura 34. Dispositivos Físicos de Google Firebase Test Lab.....	110
Figura 35. Dispositivos Virtuales de Google Firebase Test Lab.....	110
Figura 36. Rendimiento App1_Vuforia.....	111
Figura 37. Rendimiento App2_Wikitude	112
Figura 38. Rendimiento App3_ARToolKit	113

Índice de tablas

TABLA 1. Cronología de la Realidad Aumentada.....	20
TABLA 2. Información general sobre el sistema operativo Android.....	31
TABLA 3. Versiones Android.....	31
TABLA 4. Información general sobre el sistema operativo iOS.....	32
TABLA 5. Versiones iOS.....	32
TABLA 6. Información general BlackBerry SO.....	33
TABLA 7. Versiones BlackBerry OS	34
TABLA 8. Información general Windows Phone	35
TABLA 9. Versiones Windows Phone.....	35
TABLA 10. Nivel de importancia.....	51
TABLA 11. Sub características de la Característica 1 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	53
TABLA 12. Sub características de la Característica 2 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	53
TABLA 13. Sub características de la Característica 3 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	54
TABLA 14. Sub características de la Característica 4 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	54
TABLA 15. Sub características de la Característica 5 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	55
TABLA 16. Sub características de la Característica 6 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	55
TABLA 17. Sub características de la Característica 7 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	56
TABLA 18. Sub características de la Característica 8 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación	56
TABLA 19. Sub características de la Característica 3 del Modelo de Calidad en Uso, especificando importancia y criterio de evaluación	57
TABLA 20. Sub características de la Característica 4 del Modelo de Calidad en Uso, especificando importancia y criterio de evaluación	58
TABLA 21. Sub características de la Característica 5 del Modelo de Calidad en Uso, especificando importancia y criterio de evaluación	58
TABLA 22. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Adecuación Funcional. ...	60

TABLA 23. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Fiabilidad.	62
TABLA 24. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Eficiencia en el desempeño.	65
TABLA 25. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Facilidad de Uso.	68
TABLA 26. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Seguridad.	72
TABLA 27. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Compatibilidad.	75
TABLA 28. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Mantenibilidad.	76
TABLA 29. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Portabilidad.	81
TABLA 30. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Efectividad.	85
TABLA 31. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Eficiencia.	86
TABLA 32. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Satisfacción.	88
TABLA 33. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Libertad de Riesgo.	89
TABLA 34. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Cobertura de Contexto.	93
TABLA 35. Niveles de puntuación final para calidad interna, externa y en uso.	94
TABLA 36. Tabla de definición de variables y valores para impacto.	114

Resumen

El presente documento se encuentra conformado por tres capítulos, en el cual se detalla todo el proceso para realizar el Trabajo de Grado: “COMPARATIVA DE TRES HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA UTILIZANDO UNA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE SOFTWARE ISO 25010”.

En la parte de la Introducción se definen el planteamiento del problema, objetivo general y objetivos específicos. También se incluye el alcance que va a tener el estudio realizado junto con la justificación de la realización del mismo.

En el Capítulo 1, se presenta todo el marco teórico, se describen temas como una introducción a la realidad aumentada, su cronología, clasificación, aplicaciones realizadas con esta tecnología, teoría sobre tecnología móvil, estándares internacionales, y otros temas que respaldan de forma teórica el Trabajo de Grado.

En el Capítulo 2, se realiza una introducción a la ISO 25010, la presentación de las herramientas Wikitude, Vuforia y ARToolKit que se utilizaron para el desarrollo de las tres aplicaciones para el estudio comparativo, además de detallar todo el proceso que se realizó para evaluar las aplicaciones de acuerdo a los parámetros de la ISO 25010.

En el Capítulo 3, se detallan los resultados obtenidos luego de aplicar la normativa ISO 25010 a las aplicaciones y se muestra también ciertas pruebas de funcionamiento de las mismas.

Abstract

This document, which goes by the topic: "A COMPARATIVE STUDY OF THREE TOOLS OF INCREASED REALITY USING AN ISO 25010 SOFTWARE MEASUREMENT METHODOLOGY" is composed of three chapters. In the part of the Introduction, are defined the problem statement, general objective and specific objectives. It also includes the scope of the study carried out together with the justification.

In Chapter 1 is presented the entire theoretical framework, describing topics such as an introduction to augmented reality, its chronology, classification, applications made with this technology, mobile technology theory, international standards, and other topics to support this degree work.

In Chapter 2, is presented an introduction to ISO 25010, the presentation of the Wikitude, Vuforia and ARToolKit that were the tools used for the development of the three applications for the comparative study, in order to detail the entire process that was carried out to evaluate the applications according to ISO 25010 parameters. In Chapter 3, the obtained results after applying the ISO 25010 standard to the applications are detailed and certain tests of their functioning are shown.

Victor Padilla
9715496129
Ricardo



INTRODUCCIÓN

▪ Tema

Comparativa de tres herramientas de realidad aumentada utilizando una metodología de medición de software ISO 25010.

▪ Planteamiento del problema

En la actualidad en nuestro país la realidad aumentada es un tema relativamente nuevo, pero a nivel internacional si se ha desarrollado herramientas y se han realizado pocos estudios de comparación de estas distintas herramientas para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada. Estos estudios en nuestro país son casi nulos y basándose en normativas internacionales como la normativa ISO 25010 no existen registros.

Existen algunas herramientas para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada, pero con certeza no se puede definir cuál es la mejor para que la aplicación a desarrollarse sea y cumpla con parámetros de calidad.

Como visión a futuro de esta investigación es la realización de un sistema informático el cual permita una alimentación automática de valores mediante los cuales se realizará una evaluación de parámetros de calidad basados en la normativa ISO 25010 a herramientas u otras aplicaciones de realidad aumentada, con el fin de automatizar la evaluación y obtención de resultados de forma más exacta y rápida.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, se ha podido llegar a definir el problema de la siguiente manera: “existen escasas comparativas con la normativa ISO 25010 aplicadas a herramientas de realidad aumentada”, y a continuación en la figura 1 se detallan las causas y efectos que forman el problema.



Figura 1: Árbol de problemas
Fuente: Propia

▪ **Objetivos**

a. **General:**

Comparar tres herramientas de realidad aumentada utilizando una metodología de medición de software ISO 25010.

b. **Específicos:**

- ✓ Establecer el estado del arte de la ISO 25010
- ✓ Aplicar la metodología ISO 25010 en tres herramientas de realidad aumentada
- ✓ Implementar una aplicación de realidad aumentada con tres herramientas
- ✓ Establecer cuál de las tres herramientas tiene mejor funcionabilidad

▪ **Alcance**

La presente investigación se centra en la realización de una comparativa entre tres herramientas de realidad aumentada con el fin de evaluarlas bajo ciertos parámetros que nos ofrece la normativa ISO 25010.

Primeramente, se realizará la investigación sobre las características y funcionalidades de tres herramientas de realidad aumentada que son: Wikitude, Vuforia, ARToolKit.

En segundo lugar, se realizará una comparación de las tres herramientas mediante la aplicación de la ISO 25010, para lo cual se elaborará un checklist de parámetros que nos proporcionará la normativa antes mencionada, parámetros que dichas herramientas deberían cumplir para garantizar calidad de software. Con los resultados obtenidos se asignará a cada una un valor cuantitativo para posteriormente mediante cálculos obtener como resultado cuál es la mejor herramienta de realidad aumentada.

Por último, se desarrollará una aplicación de realidad aumentada con cada una de las tres herramientas, esto con el propósito de demostrar que herramienta tiene una mejor funcionabilidad de manera real y práctica.

▪ **Justificación**

La constante evolución de hardware como de software ha dado paso a que tecnologías como la realidad aumentada sea posible. Actualmente existe amplia variedad de aplicaciones que usan dicha tecnología, algunas de ellas son gratuitas, y otras tienen opciones de pago dentro de la aplicación. En su gran mayoría estas aplicaciones están ligadas al campo de videojuegos, sin embargo, también hay otras que tienen relación en áreas de salud, turismo, educación y otras ramas de la ciencia.

De igual manera la gran evolución de dispositivos móviles ha permitido que esta tecnología sea integrada en dichos dispositivos, además, el hecho que la mayoría de

personas tienen acceso a un dispositivo inteligente, da como resultado un extenso escenario de posibilidades para que la realidad aumentada sea más accesible.

Existen algunas herramientas para diseñar aplicaciones con realidad aumentada, pero con certeza para un desarrollador no está claro cuál es la mejor para que la aplicación a desarrollarse sea y cumpla con parámetros de calidad.

De esta necesidad de determinar que herramienta es la mejor para que una aplicación cumpla con ciertos parámetros que aseguran calidad del software, nace la realización de un estudio comparativo de tres herramientas de realidad aumentada basándose en un estándar internacional que es la ISO 25010, normativa que proporciona una serie de parámetros que ayudan a asegurar la calidad de software.

Una vez que se haya concluido el estudio comparativo de dichas tres herramientas Wikitude, Vuforia, ARToolKit, aplicando la ISO 25010, se podrá tener un documento con todo el estudio realizado el cual va a ser de ayuda para todas aquellas personas dedicadas al desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada, ya que en dicho documento se va a especificar con que parámetros de calidad cumple cada herramienta estudiada.

▪ **Contexto**

En la zona norte del país no se encontraron estudios realizados referentes a la aplicación de una normativa internacional como la ISO 25010 para la comparación de herramientas de realidad aumentada, sin embargo, dentro de la Universidad Técnica del Norte se encontraron trabajos de titulación relacionados con el tema de realidad aumentada, como la dispuesta por:

Salazar Muñoz, Luis (2017) "Construcción de una aplicación de componentes electrónicos básicos utilizando la realidad aumentada para las niñas, niños y jóvenes de la zona 1 del Ecuador".

Adicionalmente dentro de Latinoamérica se encontró un trabajo de titulación sobre un estudio de herramientas de realidad aumentada, pero ésta investigación no se basa en ninguna normativa internacional.

Ferrada Valeria, Héctor (2014) "Estudio de herramientas de realidad aumentada sobre la plataforma Android".

Cabe recalcar que los trabajos de titulación mencionados son investigaciones de realidad aumentada que se enfocan en el desarrollo de aplicaciones basadas en esta tecnología, mientras que la presente investigación tiene un enfoque hacia la evaluación de herramientas basándose en ciertos parámetros que brinda la normativa ISO 25010 para garantizar calidad del producto.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Realidad Aumentada

1.1.1. Introducción

La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que avanza de una manera sorprendente debido a que es un recurso que en la actualidad es utilizado en varios ámbitos de la sociedad. Existen varias definiciones sobre realidad aumentada que exponen autores como:

Según Julián Pérez Porto y María Merino, consideran que:

“La idea de realidad aumentada, en concreto, se refiere a la inclusión, en tiempo real, de elementos virtuales dentro del universo físico. Utilizando unas gafas u otros dispositivos especiales, una persona puede observar el mundo real con ciertos elementos agregados, que aparecen en sus lentes o pantalla a modo de información digital”. (SignificadoConcepto, 2018)

Otra definición específica que:

“El concepto que se utiliza para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico, directa o indirecta, de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales creando así una realidad mixta en tiempo real. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, debido a que no reemplaza la realidad física, sino que sobrepone datos virtuales al mundo real”. (Dcoy, 2016)

En relación a lo mencionado anteriormente se puede concluir que la realidad aumentada es una tecnología emergente que permite sobreponer información de un mundo virtual en el mundo físico (como se observa en la figura 2), con el fin de mejorar y enriquecer la información percibida por el usuario dentro del entorno habitual. Además, se puede mencionar que dicho término está en auge principalmente en los usuarios más jóvenes debido al gran impacto que ha tenido el videojuego PokemonGo (videojuego que utiliza realidad aumentada) alrededor de todo el mundo.

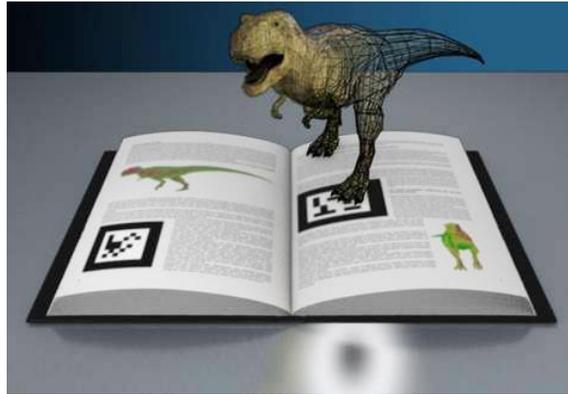


Figura 2. Ejemplo de realidad aumentada con imágenes

Fuente: <http://desarrollandoamerica.org/aplicaciones/cinco-aplicaciones-realidad-aumentada.html>

Existen cinco elementos necesarios para la realidad aumentada y son:

- Pantalla: medio por el cual se visualizará la información disponible en el entorno.
- Cámara: dispositivo físico por el cual se captará la información física para suministrar a la aplicación de realidad aumentada.
- Activador o marcador: elemento que hace funcionar la aplicación de realidad aumentada. Puede ser un marcador, una imagen o un punto de referencia (coordenada de GPS).
- Información digital: información virtual que será sobrepuesta en el mundo real mediante la activación de un marcador.
- Software: aplicación que genera la información virtual e interfaz del usuario.

1.1.2. Cronología de la Realidad Aumentada

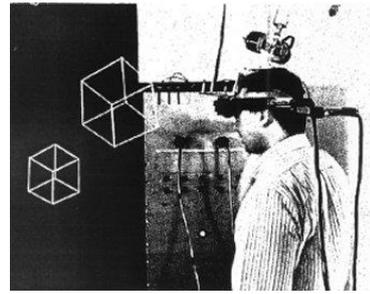
A continuación, en la TABLA 1 se muestra cómo ha evolucionado la realidad aumentada, desde sus inicios hasta las aplicaciones más actuales:

TABLA 1. Cronología de la Realidad Aumentada

AÑO	ACONTECIMIENTO	IMAGEN
1962	Morton Heilig, registra un Sensorama que es un simulador de moto a través de imágenes, sonido, vibración y olfato. Además, en el mismo año fue fabricado un prototipo del simulador.	

1973

Ivan Sutherland crea un casco de realidad virtual el cual propone un camino hacia un mundo virtual.



1985

Myron Krueger construye Videoplace, a través del cual interesados en realidad virtual, por primera vez pudieron interactuar con objetos virtuales.



1990

Jaron Lanier establece la expresión realidad virtual y con ello da paso a la primera actividad comercial relacionado al mundo virtual.



1992

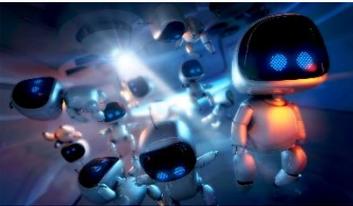
Tom Caudell inventa y propaga el término realidad aumentada.



1995

Gunpei Yokoi, promocionó un producto con realidad aumentada, Nintendo Virtual Boy, el cual duro poco tiempo en el mercado debido a la escasez de juegos.



1999	Hirokazu Kato desarrolla la herramienta ARToolKit en el HitLab y fue presentada en SIGGRAPH en el mismo año.	
2008	AR Wikitude Guía salta a la venta, la cual es una guía que usa realidad aumentada para mostrar referencias de los sitios donde se encuentra el usuario.	
2009	Se diseña el logo oficial de la realidad aumentada con el objetivo de estandarizar el uso de esta tecnología en los diferentes ámbitos de la sociedad.	
2012	Google opta la idea de diseñar unas gafas que creen la primera comercialización de realidad aumentada, su nombre fue Glass.	
2013	PS4 en unión con Sony enseñan el uso de la realidad aumentada con el juego The Playroom.	
2015	Niantic juntamente con Google lanzan Ingress, un juego que usa realidad aumentada y el que mayor éxito ha tenido en el mercado hasta el día de hoy.	

2015	Microsoft oferta HoloLens, sus gafas de realidad aumentada.	
2016	Niantic lanza al mercado Pokémon Go, un juego con realidad aumentada para móviles, el cual consigue un éxito nunca antes visto en dicho género.	
2017	Apple y Google ofertan ARKIT y ARCore, que son sus propios kits de desarrollo con realidad aumentada.	
2017	Google crea y promociona la segunda versión de sus gafas Glass, pero en este caso encaminadas al mundo empresarial.	

Fuente: (Peralta Torres & Peña Alturo, 2015)

1.1.3. Clasificación de la Realidad Aumentada

Existen algunos tipos de realidad aumentada, se diferencian en la forma en que se añade la información digital a la realidad. Cada una tiene ciertas características que las hacen más o menos aptas para cada solución.

1.1.3.1. Reconocimiento de objetos mediante marcadores

En este tipo de aplicaciones los usuarios utilizan uno o más marcadores que son símbolos impresos a blanco y negro (Ver figura 3), en la mayoría de casos son de forma cuadrada y con dibujos sencillos sobre las que se superponen los elementos virtuales.

El contenido virtual surge cuando la aplicación de realidad aumentada asociada reconoce el marcador y activa la experiencia. Para que funcione correctamente, es necesario que el marcador se encuentre en una superficie plana y que el dispositivo mantenga una distancia adecuada. En algunos casos, cuando la cámara deja de apuntar al marcador el contenido virtual desaparece de la pantalla. En otros, el

marcador es utilizado exclusivamente para activar la experiencia y el 3D se mantiene en la pantalla, aunque el dispositivo cambie su posición. (Ferrada Valeria, 2014)

También hay que tener en consideración que el marcador debe ser cotejado con una base de datos, para encontrar una coincidencia de marcadores y que de esa manera la aplicación revele la información asociada (Ver figura 4).

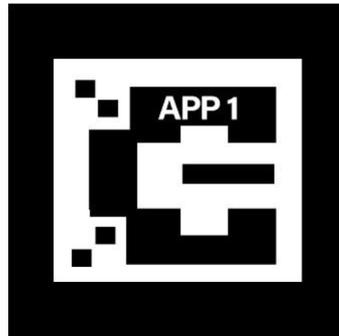


Figura 3. Ejemplo marcador
Fuente: Propia



Figura 4. Ejemplo de un modelo 3D asociado a un marcador
Fuente: Propia

1.1.3.2. Reconocimientos de objetos mediante geolocalización

Las aplicaciones trabajan con la cámara de los dispositivos móviles que cuentan con la función de GPS, brújula y acelerómetro. Estas tres herramientas en conjunto permiten determinar en qué punto del planeta, a qué altura y en qué dirección se encuentra el usuario apuntando la cámara del dispositivo. Cuando está determinado el posicionamiento, el equipo debe recurrir a internet y haciendo uso de algún software proporcionará información de ese punto del planeta, la cual será entregada al usuario a través de la pantalla del dispositivo (ver figura 5). La información que se extrae de internet, se carga en la pantalla y permite ampliar lo que sus ojos pueden ver, y agregar información turística, arqueológica, etc. (Blasco Ugalde, 2017).



Figura 5. Ejemplo geolocalización

Fuente: <https://www.sysbunny.com/mobile-application-development/ar-app-development.php>

1.1.4. Aplicaciones

La realidad aumentada es una tecnología emergente, la cual puede ser aplicada en diferentes ámbitos de la vida cotidiana. Esta tecnología se ha ido extendiendo de manera significativa alrededor de los últimos tiempos debido a la rápida y eficaz adaptación que ha tenido en la mayoría de áreas. Además, la integración del mundo real con el mundo virtual que ha permitido esta tecnología con un dispositivo móvil o una tablet a través de una cámara de video resulta interesante, útil y en muchos casos divertido para el usuario el uso de este tipo de aplicaciones.

1.1.4.1. Turismo

El sector turístico es uno de los ámbitos más beneficiados por la RA debido a que combinada con la utilización de un GPS, una cámara y una conexión a internet se puede promocionar una gran variedad de lugares turísticos alrededor del mundo.

La RA incrementa la satisfacción de la experiencia de los visitantes de una ciudad o punto de interés a través de la combinación de contenido visual o sonoro que proporcione información relevante sobre el punto en el que se encuentran. Además permite realizar la restauración digital de elementos históricos deteriorados tales como edificaciones o esculturas. (Totemcat, 2016)

Las aplicaciones con RA a más de atraer una mayor cantidad de viajeros para visitar los distintos lugares turísticos de un determinado lugar, también ayudan al medio ambiente ya que se cambia las guías, folletos y/o mapas realizados en papel por contenido multimedia que puede ser visualizado en un dispositivo tecnológico.

Algunos ejemplos del uso de la realidad aumentada en el área turística son: interacción con museos, saber dónde se encuentra la persona, conocer los sitios más interesantes o los menos conocidos de una determinada ciudad, y conocer

información acerca de cómo movilizarse por una ciudad como se puede observar en la figura 6. (Cussi, 2014).



Figura 6. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en turismo

Fuente: <http://www.eldiariomontanes.es/v/20111104/cantabria/otras-noticias/realidad-aumentada-llega-santander-20111104.html>

1.1.4.2. Educación

La realidad aumentada en lo referente a educación ha ido cambiando de manera positiva el proceso de enseñanza-aprendizaje. Actualmente existen algunas aplicaciones de realidad aumentada que ayudan al docente a facilitar la enseñanza e incentivar a los estudiantes haciendo más dinámica la clase. La integración de sonidos, videos o animaciones 3D son un excelente material de apoyo para los niños en especial los de menor edad.

Algunos ejemplos del uso de realidad aumentada en el área de educación son: libros que incorporan marcadores para que de esa manera los estudiantes entiendan de una manera más explícita el tema que se está tratando en la clase mediante la visualización de modelos 3D; evitar disponer de mapas físicos del mundo, ya que con una aplicación se puede llegar a cualquier lugar que se desee conocer.

En la figura 7, se puede apreciar cuando una determinada aplicación lee una imagen, y proyecta un objeto 3D de un volcán erupcionando que es de gran ayuda en la enseñanza de los estudiantes en el aula de clase.



Figura 7. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en la educación.

Fuente: (Cabero, Leiva, & Moreno, 2016)

1.1.4.3. Entretenimiento

En el área de entretenimiento la realidad aumentada ha tenido mayor impacto en lo referente a videojuegos donde el usuario puede interactuar con el medio real que lo rodea. Un ejemplo muy sonado fue la creación de PokemonGo como se puede apreciar en la figura 8. Además, en este ámbito también se desarrollan aplicaciones que apoyen e impulsen el aprendizaje.



Figura 8. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en entretenimiento

Fuente: <https://peru.com/epic/epic-mobile/pokemon-go-que-mi-smartphone-no-tiene-realidad-aumentada-fotos-noticia-468480>

1.1.4.4. Medicina

Dentro del ámbito de la medicina la realidad aumentada es una gran ayuda para los médicos ya que al ofrecer nuevas formas de visualización de elementos del cuerpo humano nunca antes visto pueden llevar a cabo su trabajo de una mejor manera.

Algunos usos de aplicaciones con realidad aumentada enfocados a la medicina son:

- Formación: conocer partes del cuerpo humano en 3D.
- Visualización de datos clínicos: aplicaciones que mediante ultrasonidos e imágenes de tomografía permiten mejorar diagnósticos y tomar con facilidad la decisión de posibles intervenciones quirúrgicas. (Internovam, 2018)
- Cirugía: al realizar una reconstrucción 3D de estructuras internas del cuerpo humano mediante resonancias previas y sobreponerla en tiempo real sobre el cuerpo físico se logra conseguir operaciones con mayor porcentaje de éxito. (Internovam, 2018)
- Visualización del cuerpo humano y corazón: permite la visualización de los diferentes aparatos, órganos y sistemas a través de una lámina del cuerpo humano y otra lámina del corazón, las cuales actúan como marcadores para generar el escenario de aprendizaje aumentado, un ejemplo se puede visualizar en la figura 9. (Cabero, Leiva, & Moreno, 2016)



Figura 9. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en la medicina

Fuente: <https://www.mindmeister.com/es/904497874/realidad-aumentada>

1.1.4.5. Arquitectura

Dentro de este ámbito la realidad aumentada es un gran apoyo para los profesionales de esta rama gracias a la optimización de tiempo y recursos del diseño de los edificios o construcciones a realizarse. El arquitecto, el usuario cliente o los trabajadores pueden observar cuál sería el resultado final de una obra de manera real, e incluso poder interactuar con la misma haciendo reformas de los espacios de manera práctica. Además, aplicaciones orientadas a esta área permiten representar y

maniobrar modelos virtuales sobreponiéndolos sobre estructuras físicas, por consiguiente, gracias este proceso de superposición digital de los diseños en entornos reales, se evade de tener que producirlos físicamente. (I'MNOVATION, s.f.)

Entre otras aplicaciones de la realidad aumentada enfocadas en arquitectura se tiene:

- Presentar un edificio, casa, urbanización, etc., con todos los detalles constructivos a los clientes, tal como se puede apreciar en la figura 10.
- Mostrar diferentes opciones de acabado sobre un mismo modelo. (Ruiz Torres, 2011)



Figura 10. Ejemplo de realidad aumentada aplicada en la arquitectura

Fuente: <http://terceraversion.com/wp/2016/05/02/arquitectura-digital-la-revolucion-en-las-salas-de-venta/>

1.2. Tecnología móvil

1.2.1. Introducción tecnología móvil

La tecnología móvil tiene mucho tiempo en el mercado facilitando muchas de nuestras actividades diarias, es un medio usado principalmente para la comunicación de voz que no necesita de cableado ya que su funcionamiento es a través de ondas electromagnéticas.

A pesar que la telefonía celular fue ideada únicamente para la voz, la tecnología de hoy en día es capaz de brindar distintos tipos de servicios de comunicación como datos, audio y video con algunas limitaciones. (Cerebrairo, 2011)

La tecnología móvil ha pasado por 5 generaciones distintas, y según docentes investigadores de la Universidad Internacional de Valencia “la G de generación inalámbrica móvil muestra que ha habido un cambio en la naturaleza del sistema, la velocidad, la tecnología y la frecuencia. Cada generación tiene algunos estándares,

capacidades técnicas y nuevas características que la diferencian de la anterior” (Expertos Universidad Internacional de Valencia, 2016).

- Voz analógica. (1G)
- Voz digital. (2G)
- Voz y datos digitales (Internet, correo electrónico, etcétera). (3G)
- Voz y datos digitales a mayor velocidad. (4G)
- Voz y datos digitales a mayor velocidad, rapidez y potencia. Ideal para ser aplicada en IOT (Internet Of Things) (4.5G)

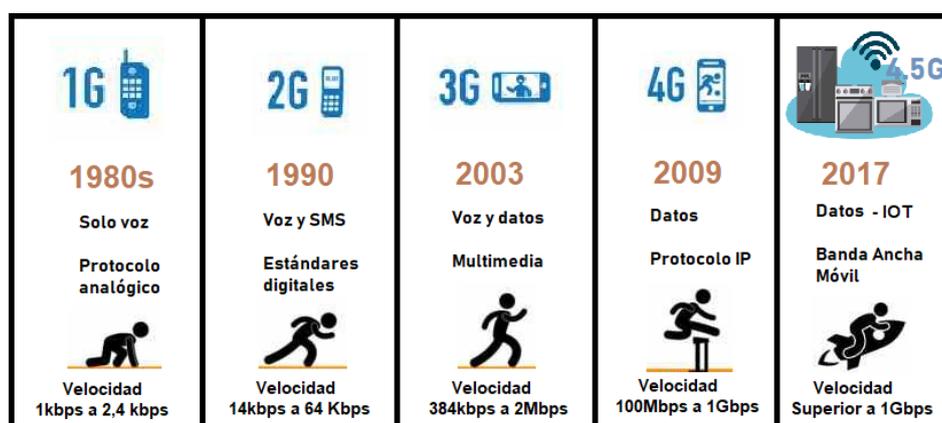


Figura 11. Evolución tecnología móvil

Fuente: Propia

En lo referente a la figura 11, se observa que la tecnología móvil se ha ido desarrollando de manera bastante rápida alrededor de los últimos años, todo con el objetivo de ofrecer al usuario nuevas experiencias que garanticen su satisfacción.

La evolución del teléfono móvil ha permitido disminuir su tamaño y peso, además la adición de otras funcionalidades como juegos, reproducción MP3, correo electrónico, SMS, fotografía y video digital, sistema GPS, navegador Web, hacen del dispositivo móvil un elemento de suma importancia en la vida diaria.

1.2.2. Sistemas operativos para móviles existentes en el mercado

- **Android**

Android es el sistema operativo móvil más utilizado por la mayoría de marcas de dispositivos móviles, una de las razones es que es de código abierto y no requiere de pago de licencias. Está basado en Linux y diseñado específicamente para teléfonos, TV, relojes inteligentes, tablets y en la actualidad se está dirigiendo al mercado de ordenadores portátiles e incluso lo utilizan automóviles inteligentes.

En un inicio el sistema operativo fue desarrollado por Android Inc., hasta que en el año 2005 la pequeña compañía fue adquirida por Google, quien empezó a desarrollar

una plataforma móvil basada en el kernel (núcleo) de Linux, lo cual ofrecía a fabricantes de distintas marcas un sistema flexible y actualizable.

El progreso de Android evolucionó de manera muy positiva, y no tardó en verse en las tiendas el HTC Dream, en el año 2008, el cual sería el primer móvil en hacer uso de esta plataforma operativa. Desde entonces Google ha cumplido con los ofrecimientos relacionadas con Android, el sistema ha llegado a todo tipo de plataformas y se ha ido actualizando constantemente. (Ulmeher, 2017)

En la TABLA 2, se hace referencia a información general del sistema operativo Android, que puede ser de ayuda para un desarrollador.

TABLA 2. Información general sobre el sistema operativo Android

Lenguaje de desarrollo	Java, C/C++
Idiomas	Multilinguaje

Fuente: (Ferrada Valeria, 2014)

El historial de versiones de Android inició con el lanzamiento de Android beta en noviembre de 2007. Desde abril del año 2009, Android ha lanzado sus versiones desarrolladas bajo un alias específico y peculiar, podría decirse bajo un nombre clave que hace alusión a postres conocidos. Un punto curioso aparte en esta lista es el hecho de que dichos apelativos están en orden alfabético. Interesante desarrollo en su apartado de marketing. (Android, 2017)

En la TABLA 3, se observa todas las versiones desarrolladas de este SO.

TABLA 3. Versiones Android

Versión	Año de lanzamiento
Android 1.0 - Apple Pie	Septiembre-2008
Android 1.1 - Banana Bread	Febrero-2009
Android 1.5 - Cupcake	Abril-2009
Android 1.6 – Donut	Septiembre-2009
Android 2.0/2.1 - Eclair	Octubre-2009
Android 2.2 - Froyo	Mayo-2010
Android 2.3 – Gingerbread	Diciembre-2010
Android 3.0/ 3.1/ 3.2 - Honeycomb	Febrero-2011
Android 4.0 - Ice Cream Sandwich	Octubre-2011
Android 4.1 - Jelly Bean	Julio-2012

Android 4.4 - KitKat	Octubre-2013
Android 5.0 – Lollipop	Noviembre-2014
Android 6.0 – Marshmallow	Septiembre-2015
Android 7.0 – Nougat	Junio-2016
Android 8.0 – Oreo	Agosto-2017

Fuente: <https://androidprofeerick.wordpress.com/evolucion-de-android/>

- **Apple iOS**

iOS que en un principio se denominaba iPhone OS, es un sistema operativo desarrollado y comercializado por la empresa Apple Inc., está diseñado de manera exclusiva para dispositivos distribuidos por la misma empresa como: iPhone, iPad, iPod Touch y Apple TV, por lo que no puede ser instalado en ningún dispositivo de otra marca.

Este sistema operativo fue presentado en el año 2007 por el fundador de Apple Steve Jobs, esto conjuntamente con el lanzamiento del primer teléfono de la empresa, el iPhone, cuya principal particularidad es que fue el primer teléfono móvil con pantalla multitouch.

iOS se deriva de Mac OS X, el cual al mismo tiempo está basado en Darwin BSD, y por consiguiente es un sistema operativo Unix. iOS tiene cuatro capas de abstracción: la primera es la capa del núcleo del sistema operativo, la segunda la de "Servicios Principales", la tercera de "Medios" y última de "Cocoa Touch". (Pedrozo Petrazzini, 2012)

En la TABLA 4, se muestra información general del sistema operativo Apple iOS, que puede ser de ayuda para un desarrollador.

TABLA 4. Información general sobre el sistema operativo iOS

Lenguaje de desarrollo	Objective C
Idiomas	Multilenguaje

Fuente: (Ferrada Valeria, 2014)

Desde el lanzamiento de la primera versión del sistema operativo iOS en el año 2007, la empresa ha publicado versiones cada año (ver TABLA 5) con el fin de mejorar la experiencia del usuario.

TABLA 5. Versiones iOS

Versión	Año de lanzamiento
----------------	---------------------------

iOS 1	2007
iOS 2	2008
iOS 3	2009
iOS 4	2010
iOS 5	2011
iOS 6	2012
iOS 7	2013
iOS 8	2014
iOS 9	2015
iOS 10	2016
iOS 11	2017

Fuente: (Gargiulo, 2017)

- **BlackBerry**

BlackBerry OS es un sistema operativo móvil de código cerrado desarrollado por la empresa del mismo nombre BlackBerry, pero antiguamente llamada RIM (Research In Motion), únicamente para dispositivos Blackberry.

La historia de BlackBerry OS a manera de sistema operativo nace en 1999, con la primera aparición de los terminales Handheld, dichos dispositivos inicialmente permitían acceso a cuentas de correo electrónico, navegación web, y conexión a programas de gestión de correo y agenda como Microsoft Exchange, al mismo tiempo de ofrecer los servicios y características propias de un teléfono móvil. (Culturación, 2015). El Kernel de BlackBerry OS está basado en Java y tiene una arquitectura ARM. Además, otra de las principales características de este sistema operativo es la seguridad que ofrece a los usuarios, es muy utilizado por la gran mayoría de profesionales y empresarios debido a la gestión de correo electrónico y agenda.

A continuación, en la TABLA 6, se muestra información general acerca del sistema operativo BlackBerry.

TABLA 6. Información general BlackBerry SO

Lenguaje de desarrollo	Java, C/C++
Idiomas	Multilenguaje

Fuente: (Ferrada Valeria, 2014)

Este sistema operativo móvil ha evolucionado de gran manera desde el año 1999, que fue cuando salió la primera versión de este SO, hasta el año 2013 que fue cuando

se diseñó la última versión del mismo (ver TABLA 7). Cabe recalcar que actualmente ya no existe soporte para este SO.

TABLA 7. Versiones BlackBerry OS

Versión	Año de lanzamiento
RIM OS 1.0	1999
RIM OS 1.0	2000
Blackberry OS 3.0	2002
Blackberry OS 4.0	2003
Blackberry OS 4.1	2006
Blackberry OS 4.2	2007
Blackberry OS 4.3	2007
Blackberry OS 4.5	2008
Blackberry OS 4.6	2008
Blackberry OS 4.7	2008
Blackberry OS 5.0	2009
Blackberry OS 6.0	2010
Blackberry OS 7.0	2011
Blackberry OS 7.1	2011
Blackberry OS 10	2012
Blackberry OS 10.2	2013

Fuente: <https://www.movilcelular.es/blackberry-os/versiones/4>

- **Windows Phone**

Windows Phone es un sistema operativo móvil que fue desarrollado por la empresa Microsoft reemplazando a Windows Mobile. Fue diseñado con una interfaz popular de ventanas completamente nueva, que compone varios de sus servicios propios, como, por ejemplo, OneDrive, Skype y Xbox Live en el sistema operativo; Windows Phone también constituye un mejor tipo de comportamiento y un mayor control sobre las plataformas de hardware que lo ejecutan. (Suárez Caballero, 2016)

Windows Phone tiene sus inicios en 2004 cuando comenzó la tarea de actualización de Windows Mobile, pero el desarrollo progresaba lento y fue anulado. En 2008, se empezó a trabajar en un nuevo sistema operativo móvil y el producto iba a ser lanzado en 2009 como Windows Phone, sin embargo, varios retrasos hicieron que Microsoft desarrollara Windows Mobile 6.5 como un Release provisional, y de

acuerdo a (Venemedia, 2014) finalmente el sistema operativo móvil Windows Phone fue lanzado al mercado en octubre de 2010 en Europa y en noviembre del mismo año en Estados Unidos.

En la TABLA 8, se detalla información general del sistema operativo Windows Phone.

TABLA 8. Información general Windows Phone

Lenguaje de desarrollo	C#, C/C++
Idiomas	Multilinguaje

Fuente: (Ferrada Valeria, 2014)

La primera versión de Windows Phone es Windows Phone 7, el número debido a que la anterior versión en el mercado fue Windows Mobile 6.5. (Venemedia Comunicaciones C.A, 2016). Cabe resaltar y tomar en cuenta que el Windows Phone muestra incompatibilidad con los Windows Mobile anteriores.

TABLA 9. Versiones Windows Phone

Versión	Año de lanzamiento
Windows Phone 7.0	2010
Windows Phone 7.5 Mango	2011
Windows Phone 7.5 Refresh Mango	2012
Windows Phone 7.8	2012
Windows Phone 8.0 Apollo	2012
Windows Phone 8.0 Amber	2013
Windows Phone 8.0 GDR3	2013
Windows Phone 8.1	2014

Fuente: <https://www.movilcelular.es/windows-phone/versiones/5>

1.3. Estándares internacionales

1.3.1. Normativas IEEE

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos o más conocido por sus siglas IEEE, es una institución sin fines de lucro, el cual se ocupa de impulsar la innovación y excelencia tecnológica en bien de la sociedad.

Según estudiantes y miembros de este instituto consideran a la IEEE como “una agrupación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización. Es la mayor asociación internacional formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como

ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, ingenieros en sistemas e ingenieros en telecomunicación” (IEEE Student Branch Complutense, s.f.).

En la figura 12 se puede observar que el Instituto IEEE fue formado por la fusión de dos organizaciones, AIEE (The American Institute of Electrical Engineers) e IRE (Institute of Radio Engineers).



Figura 12. Evolución IEEE

Fuente: http://ewh.ieee.org/sb/el_salvador/uca/historia.html

Este instituto provee normas y estándares que promueven a la sociedad el ser creativos, impulsan el desarrollo y la integración, animan a compartir y aplicar los avances en las diferentes tecnologías de la electrónica, información y ciencias en general.

“Mediante sus actividades de publicación técnica, conferencias y estándares basados en consenso, el IEEE produce más del 30% de la literatura publicada en el mundo sobre ingeniería eléctrica, en computación, telecomunicaciones y tecnología de control, organiza más de 350 grandes conferencias al año en todo el mundo, y posee cerca de 900 estándares activos, con otros 700 más bajo desarrollo” (IEEE-UCA, 2014).

1.3.2. Normativas ISO

1.3.2.1. Introducción

Dentro del ámbito empresarial y en muchos otros existe la necesidad de elaborar y distribuir productos con altos niveles de calidad que puedan asegurar la satisfacción del cliente, para lo cual la aplicación de normas internacionales que garanticen lo dicho es esencial en la elaboración de un producto ya sea éste tecnológico o de cualquier otro tipo.

La normalización actualmente tiene un papel muy importante dentro de la sociedad, puesto que establece, implementa y mejora una serie de reglas o normas que se aplica a distintas actividades económicas y/o industriales, con el objetivo de encontrar soluciones a problemas reales y en muchos casos repetitivos.

Uno de los organismos que se encargan de la Normalización Internacional es la Organización Internacional de Normalización o más conocido por sus siglas en inglés International Organization for Standardization (ISO).

ISO es la mayor organización internacional desarrolladora de normas internacionales, cuyo fin es mejorar las normas de fabricación, comercio y comunicación entre los distintos países.

De acuerdo al portal oficial de la ISO se considera que: “Las normas ISO son documentaciones las cuales detallan requerimientos que podrían ser empleados en varias empresas para garantizar que los productos y/o servicios ofrecidos por dichas organizaciones cumplan con su objetivo. El objetivo que persiguen las normas ISO es asegurar que los productos y/o servicios alcancen la calidad deseada. Para las organizaciones son herramientas que permiten minimizar los costos, puesto que hacen posible la disminución de errores y sobre todo favorecen el incremento de la productividad”. (International Organization for Standardization, 2015)

1.3.2.2. Historia

En octubre de 1945 se reunieron en Londres los 64 delegados de 25 países, con la finalidad de crear una nueva organización de normalización con carácter internacional, creando la International Organization for Standardization (ISO), Organización Internacional de Normalización. La palabra ISO no es un acrónimo de su nombre en inglés, proviene de la raíz griega *ισο* (iso), que significa igual, razón suficiente para que los fundadores de la organización escogieran su nombre para ser utilizado universalmente. (Magaña Herrera, 2014).

De acuerdo al responsable del área de sostenibilidad del departamento de operaciones de Intedya, empresa especializada en la gestión de calidad en organizaciones públicas y privadas, afirma que: la fecha oficial de inicio de actividades de la ISO fue el 27 de febrero de 1947. Desde aquel año, se han creado más de 19.500 normas para todos los sectores de producción, incluidos por supuesto, la industria, el sector salud, alimentario, tecnológico, etc.). (García Regüela, 2016). La organización tiene sede en Ginebra (Suiza) y es en esa ciudad donde se encuentra la Secretaría General de ISO, desde donde se controlan al resto de países. En esta oficina actualmente trabajan cerca de 150 personas a tiempo completo.

1.3.2.3. Clasificación

Hasta el momento existen varias normas ISO, ya que la organización a más de actualizar también crea nuevas normas. Para entender de una mejor manera, estas normas se encuentran clasificadas en diferentes familias o series, con una nomenclatura específica cada una.

- **Gestión de Calidad (serie ISO 9000):**
Estas normas se centran en regularizar los estándares de calidad de productos o servicios que proporcionen empresas ya sean públicas o privadas, sin tomar en cuenta su tamaño o actividad. (ISOTools, 2015)

- **Gestión del medio ambiente (serie ISO 14000):**
Suponen un instrumento muy clarificador y eficaz para que las compañías puedan organizar todas sus actividades dentro de unos parámetros de respeto al entorno, cumpliendo con la legislación vigente y dando respuesta a una mayor concienciación y exigencia de la sociedad. (ISOTools, 2015)

- **Gestión de riesgos y seguridad (norma ISO 22000, OHSAS 18001, ISO 27001, ISO 22301 y otras):**
Estas normas son diseñadas para tratar de evitar o disminuir algunos y distintos riesgos relacionados con amenazas ocasionadas por la actividad empresarial. (ISOTools, 2015)

- **Gestión de responsabilidad social (norma ISO 26000):**
Estas normas se enfocan en colaborar con la empresa para que en todo tiempo haya una conducta transparente y ética, y la cual sea parte inalterable de su modelo general de gestión. (ISOTools, 2015)

CAPITULO II

ELABORACIÓN DEL ESTUDIO COMPARATIVO ISO 25010

2.1. Introducción ISO 25010

Garantizar la calidad de un software es de gran importancia en el mundo actual, debido a ello existen varias normas que proporcionan parámetros que permiten evaluar un software y de esa manera garantizar calidad del mismo. Entre las muchas certificaciones de calidad de software, está la norma ISO / IEC 25010 que proporciona el modelo de calidad a seguir para evaluar un producto software.

El modelo de calidad representa la piedra angular en torno a la cual se establece el sistema para la evaluación de la calidad del producto. En este modelo se determinan las características de calidad que se van a tener en cuenta a la hora de evaluar las propiedades de un componente software determinado. La calidad del software se puede interpretar como el grado en que el producto satisface los requisitos de sus usuarios aportando de esta manera un valor. Son precisamente estos requisitos (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, etc.) los que se encuentran representados en el modelo de calidad, el cual categoriza la calidad del producto en características y subcaracterísticas. (ISO25000, s.f.)

Este estándar internacional define:

a) Un modelo de calidad del producto de software compuesto por ocho características, que se subdividen en sub-características que pueden medirse interna o externamente. Estas sub-características se manifiestan externamente cuando el software se utiliza como parte de un sistema informático, y son el resultado de los atributos internos del software y el comportamiento del sistema informático. (ISO/IEC 25010, 2011)

b) Un modelo de calidad de uso del sistema compuesto por cinco características, que se subdividen en sub-características que se pueden medir cuando un producto se utiliza en un contexto realista de uso. Cuando se usa para especificar o medir el efecto de la calidad del software en un contexto particular de uso, la calidad puede verse influenciada por cualquiera de las ocho características de calidad del producto de software. Aunque la calidad en el uso se describe en el contexto de la calidad del producto de software, ya que es una propiedad de todo el sistema, también se puede usar para evaluar otros componentes del sistema (incluido el hardware, el usuario o el entorno). (ISO/IEC 25010, 2011)

Las ISO/IEC 25010 define dos modelos, la calidad de producto de software y la calidad de uso.

A. MODELO DE CALIDAD DEL PRODUCTO (CALIDAD INTERNA Y EXTERNA)

El modelo de calidad del producto que define la ISO / IEC 25010, está conformado por ocho características de calidad y cada una de ellas se subdivide en otras subcaracterísticas como se puede apreciar en la figura 13.



Figura 13. Modelo calidad del producto software definido por la ISO/IEC 25010

Fuente: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>

Podemos definir a cada una de las características y subcaracterísticas unir la palabra de acuerdo al modelo de calidad de la ISO/IEC 25010, tomadas de (ISO/IEC 25010, 2011, págs. 8-21).

1. Adecuación Funcional: representa la capacidad del producto o sistema software para proporcionar las funciones necesarias para satisfacer al usuario. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- **Completitud funcional:** proporcionar un conjunto de funcionalidades apropiadas para cubrir todas las tareas y objetivos determinados por el usuario.
- **Exactitud funcional:** proporcionar los resultados correctos con el grado necesario de precisión.

2. Fiabilidad: capacidad del producto o sistema software para realizar las funciones específicas cuando se utiliza bajo ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- **Madurez:** satisfacer las necesidades de fiabilidad durante el funcionamiento normal.
- **Disponibilidad:** estar operativo y accesible para su uso cuando se necesite.
- **Tolerancia a Fallos:** operar cuando se presenten fallos.
- **Recuperabilidad:** reestablecer el estado del sistema y recuperar datos que se hayan afectado, en caso de interrupción o fallo.

3. Eficiencia en el Desempeño: capacidad de un producto o sistema software de proporcionar un rendimiento apropiado, respecto a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- **Comportamiento Temporal:** proporcionar los tiempos de respuesta y procesamiento apropiados.
- **Utilización de Recursos:** utilizar las cantidades y tipos de recursos adecuados.
- **Capacidad:** cumplir con los requisitos determinados.

4. Facilidad de Uso: capacidad del producto o sistema software para que sea entendido, aprendido, agrado y usado por el usuario. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- **Capacidad de reconocer su adecuación:** permite entender al usuario si el software es adecuado para sus necesidades.
- **Capacidad para ser entendido:** permite al usuario entender si el software es adecuado para alcanzar sus objetivos determinados.
- **Operatividad:** permite al usuario operar y controlar el software con facilidad.
- **Protección contra errores del usuario:** brindar la protección necesaria contra errores que realizan los usuarios.
- **Estética de la Interfaz del usuario:** capacidad en que la interfaz de usuario llega a satisfacer y agradar al usuario.
- **Accesibilidad técnica:** permitir ser utilizado por usuarios con determinadas discapacidades.

5. Seguridad: capacidad de proteger la información y los datos, de manera que personas o sistemas no autorizados puedan tener acceso para consultas o actualizaciones. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- **Confidencialidad:** proteger la información y el acceso a datos no autorizados, ya sea de manera accidental o intencional.
- **Integridad:** evitar accesos no autorizados a datos o programas de computación.
- **No – repudio:** demostrar que los eventos han ocurrido, de manera que dichos eventos no puedan ser refutados posteriormente.
- **Responsabilidad:** dar seguimiento a las acciones que fueron realizadas por una entidad.
- **Autenticidad:** demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

6. Compatibilidad: capacidad de dos o más sistemas software, para llevar a cabo sus funciones intercambiando información mientras comparten el mismo entorno. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- Co-Existencia: coexistir en un entorno en el cual comparten recursos comunes con otro software independiente.

- Interoperabilidad: capacidad de dos o más sistemas software para intercambiar información y utilizar dicha información.

7. Mantenibilidad: capacidad del sistema software para ser modificado o actualizado debido a necesidades evolutivas y correctivas. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- Modularidad: ser modificado y no afectar a otras funcionalidades del sistema

- Reusabilidad: capacidad de un activo (Información, Software, Hardware, Usuarios) para ser utilizado en más de un sistema o en la construcción de otros activos.

- Capacidad de ser Analizado: facilidad con la que se puede llevar a cabo un análisis del impacto de una determinada modificación en el sistema.

- Capacidad de ser Modificado: permitir que sea modificado sin causar daños o reducir la calidad del producto existente.

- Capacidad de ser Probado: realizar pruebas a un sistema o componente software, para determinar si se han cumplido con los requerimientos establecidos.

8. Portabilidad: capacidad de un sistema o componente software de ser trasladado de un entorno a otro sin que esto afecte la funcionalidad de cada sistema. Contempla las siguientes sub características:

- Adaptabilidad: ser adaptado a distintos entornos.

- Capacidad de ser Instalado: ser fácilmente instalado y/o desinstalado.

- Capacidad de ser Reemplazado: ser utilizado en lugar de otro sistema en el mismo entorno y cumpliendo con el mismo objetivo.

B. MODELO DE CALIDAD EN USO

El modelo de calidad en uso define cinco características que tienen que ver con los resultados de la interacción con un sistema como se puede apreciar en la figura 14: eficacia, eficiencia, satisfacción, ausencia de riesgo, y cobertura de contexto. Está determinado por la calidad del software, hardware, ambiente operativo y características de usuarios, tareas y ambiente social. Todos los factores contribuyen a la calidad en uso del sistema. (Vaca Sierra, 2017)



Figura 14. Modelo de calidad en uso según ISO/IEC 25010

Fuente: (ISO/IEC 25010, 2011, pág. 10)

A continuación, se define a cada una de las características y sub características de acuerdo al modelo de calidad de uso la ISO/IEC 25010, tomadas de (ISO/IEC 25010, 2011, págs. 8-21).

1. Efectividad: capacidad del sistema software para alcanzar los objetivos o necesidades del usuario, al momento de utilizar el sistema.

2. Eficiencia: capacidad del sistema software para alcanzar los objetivos del usuario, utilizando los recursos mínimos.

3. Satisfacción: capacidad del sistema software para satisfacer las diferentes necesidades mínimas de los usuarios al utilizarlo. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- Utilidad: grado en que un usuario es satisfecho cuando logra alcanzar sus objetivos planteados.

4. Libertad de Riesgo: capacidad que tiene un producto o sistema software en reducir el riesgo potencial relacionado con la situación económica, vida humana, salud o medio ambiente.

Esto incluye la salud y seguridad, tanto del usuario y aquellos afectados por el uso, así como las consecuencias materiales o económicas no deseadas.

En este caso, el riesgo es la probabilidad de ocurrencia y las posibles consecuencias negativas cuando se presenta una amenaza determinada.

Contempla las siguientes subcaracterísticas, que permiten establecer el grado en el cual los objetivos podrían estar en riesgo.

- Libertad del riesgo económico.
- Libertad del riesgo de salud y seguridad.
- Libertad del riesgo ambiental.

5. Cobertura de Contexto: capacidad de un producto o sistema software para ser utilizado con efectividad, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción en ámbitos de uso que fueron definidos. Contempla las siguientes subcaracterísticas:

- Integridad de Contexto: ser utilizado en los ámbitos de uso definidos.
- Flexibilidad: ser utilizado fuera de los ámbitos de uso que fueron definidos inicialmente.

Medidas internas, externas y calidad en uso

Las definiciones se dan para cada característica de calidad y las sub-características del software que influyen en la característica de calidad. Para cada característica y subcaracterística, la capacidad del software está determinada por un conjunto de atributos internos que se pueden medir. Ejemplos de medidas internas se dan en ISO / IEC 9126-3 (para ser reemplazado por ISO / IEC 25022). Las características y sub-características se pueden medir externamente en la medida en que el sistema que contiene el software proporciona la capacidad. Los ejemplos de medidas externas se dan en ISO / IEC 9126-2 (para ser reemplazado por ISO / IEC 25023). (ISO/IEC 25010, 2011)

A criterio personal, al aplicar medidas de calidad interna en un determinado software nos enfocamos específicamente en el proceso de creación que tiene el mismo antes de ponerlo en producción, tales como, en el código, arquitectura, definición de requerimientos, etc., es decir todas aquellos aspectos que el programador puede apreciar como bueno o malo; un ejemplo puede ser si la lógica de programación es la indicada y a futuro permitirá realizar un mantenimiento o agregar nuevas funcionalidades sin realizar un cambio radical a la codificación.

Por otro lado, al aplicar medidas de calidad externa en un determinado software, se evalúa aspectos cuando éste ya está finalizado y en ejecución, es decir características que se pueden evaluar durante la etapa de pruebas como por ejemplo: su usabilidad, si tiene una buena interfaz, es fácil de entender, que tan amigable es el software para el usuario y si cumple con las funciones requeridas por el mismo.

Finalmente., al hablar de calidad en uso nos referimos al software ya en ejecución, es decir, se realiza la evaluación cuando éste se encuentra en uso en un ambiente real, y de esa manera ir determinando que experiencia ha tenido el usuario con el uso del software desarrollado.

2.2. Presentación de las herramientas

Para desarrollar cualquier tipo de aplicación es necesario descargar un SDK y/o un IDE de programación, debido a esto a continuación se tratará sobre algunas herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles con realidad aumentada.

Un Software Development Kit o más conocido por sus siglas SDK, es un conjunto de instrumentos de programación específica de un lenguaje que permite a un programador desarrollar aplicaciones para una plataforma determinada. Un SDK básico incluye un compilador, documentación acerca del lenguaje y la sintaxis, e instrucciones de instalación. Los más sofisticados también incluyen editor, un depurador, un módulo de diseño de interfaz visual, y las API's de lenguajes. (Ferrada Valeria, 2014)

Un IDE es un entorno de programación que ayuda a trabajar de una forma más amigable y fácil, es un software que contiene un “paquete” de todo lo que se necesita para el desarrollo de alguna aplicación o sistema, dentro de sus características está en contener un editor de código, un compilador, un depurador, y un constructor de interfaz gráfica, adicionalmente estos pueden trabajar con un lenguaje de programación específico o con más de uno. (Ormeño Rojas, 2012)

2.2.1. Wikitude

Wikitude es un SDK que permite desarrollar aplicaciones de realidad aumentada ya sea para Android y/o IOS como principales plataformas, y adicionalmente permite desarrollar mediante una extensión Cordova, Unity, entre otras. (Cruz, 2017) Este SDK no es de paga para proyectos no comerciales, sin embargo, también existe versiones de paga. En la figura 15 se puede apreciar el logo oficial de este SDK.



Figura 15. Logo WIKITUDE

Fuente: https://c1.staticflickr.com/9/8677/16496700877_38eb36e7e2_b.jpg

La SDK de Wikitude soporta geolocalización, reconocimiento de imágenes 2D y 3D, reconocimiento de objetos reales mediante su escaneo, reconocimiento en la nube, etc. Pero una de las características esenciales que hace especial a este SDK es que permite utilizar tecnologías web (HTML, JavaScript, CSS) para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada y además se actualizó en las últimas versiones para brindar un soporte Nativo para Android y/o IOS aunque su principal fuerte está en las tecnologías web como se mencionó anteriormente; lo que significa que no se tiene que manejar complejos eventos desde Android si no algo más intuitivo como lo son las tecnologías web del lado del cliente. (Cruz, 2017)

Arquitectura

Wikitude posee una arquitectura basada en servicio, se puede desarrollar de manera propia mediante un navegador en el portal propio de Wikitude o desarrollar para distintas plataformas como Android o iOS mediante su SDK, como se puede apreciar en la Figura 16, esta arquitectura genera una capa denominada “ARchitect Engine” que es la encargada de conectar el mundo real con el dispositivo que por ende contiene el mundo virtual que se va a sobreponer al físico. Toda esta infraestructura se levanta sobre el sistema operativo nativo en el cual se está trabajando.

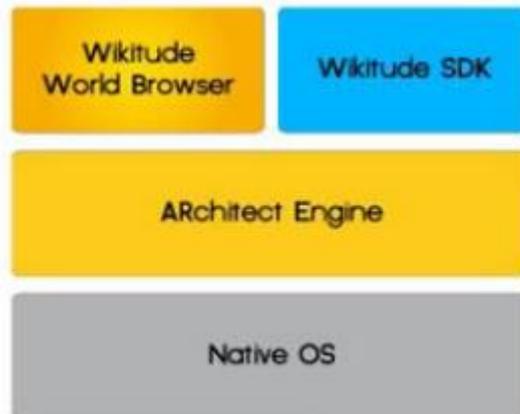


Figura 16. Arquitectura de WIKITUDE

Fuente: (Ferrada Valeria, 2014)

2.2.2. Vuforia

Vuforia, desarrollado en un principio por la empresa Qualcomm y en la actualidad adquirido por PTC, está en su séptima versión. Su SDK está en constante evolución y es compatible para Android, iOS, UWP y Unity. Vuforia no es de código abierto, sin embargo, el rango de precio es moderado, y no hay costo inicial para desarrollo o educación. (Megali, 2016)

De acuerdo a su sitio oficial definen a Vuforia como: “una plataforma de software para Android y iOS que permite a su aplicación ver imágenes desde una base de datos de objetivos Vuforia en el dispositivo o en la nube. Cuando se reconoce un objetivo, su aplicación genera experiencias de AR”. (Vuforia, s.f.). En la figura 17 se muestra el logo oficial de esta herramienta.



Figura 17. Logo VUFORIA

Fuente: https://www.tractica.com/wp-content/uploads/2015/08/vuf_hrz_rgb_grd_pos_dscr.png

Este SDK para el desarrollo de aplicaciones móviles con realidad aumentada permite lo siguiente:

- Uso de coordenadas del mundo: Cualquier clase de objeto puede ser exhibido usando alguna referencia arbitraria, ignorando obstáculos reales, pero considerando la ubicación obtenida en el mundo. El objeto puede estar fuera de la vista y continuar "existiendo" en la misma posición. Éste es un sistema similar al utilizado por Pokémon GO. (Megali, 2016)
- Reconocer targets (objetivos): Vuforia puede buscar imágenes específicas como "targets". VuMarks, por ejemplo, una imagen del estilo de código QR altamente reconocida por el sistema, puede ser usada como puntos ancla o referencias para cualquier clase de objeto proyectado en el mundo. Una revista pudiera ser "expandida" con éste recurso, con páginas que incluyan fabulosas interacciones como videos, audios, etc. (Megali, 2016)
- Reconociendo objetos simples: objetos simples como cuadros y cilindros pueden ser reconocidos y usados como puntos ancla. Éste método es útil para reconocer paquetes y hacerlos interactivos. (Megali, 2016)
- Buscando palabras: palabras en idioma inglés también pueden ser comprendidas por Vuforia. El sistema puede buscar palabras específicas y dirigir alguna interacción en ellas. Esto podría ser útil para herramientas de aprendizaje para niños o para traducción de lenguaje. (Megali, 2016)
- Reconociendo el terreno del mundo: Una de las características más poderosas disponibles en Vuforia es la capacidad de reconocer el mundo como es. Vuforia le permite al usuario escanear su ambiente y puede hacer algún proceso para interpretar el mundo al crear una visión de computadora en 3D del mundo real y sus objetos. (Megali, 2016)

Arquitectura

De acuerdo a (Cruz, 2014): una aplicación realizada por Vuforia está compuesta por los siguientes elementos:

- Cámara para capturar una imagen y ser procesada por el Tracker.
- Base de datos es creada utilizando el Target Manage, ya sea la base de datos local o en la nube, almacena una colección de Targets para ser reconocidos por el Tracker.
- Target que son utilizadas por el rastreador (Tracker) para reconocer un objeto del mundo real, estos targets pueden ser de diferentes tipos, como Image Targets tales como fotos, páginas de revista, poster, tarjetas, etc.; o pueden ser Word Targets como elementos textuales que representen palabras simples o compuestas, las cuales son reconocidas ya sea por palabras enteras o por caracteres.
- Tracker, analiza la imagen de la cámara y detecta objetos del mundo real a través de los frame de la cámara con el fin de encontrar coincidencias en la base de datos.

Como se puede observar en la figura 18, en lo referente a la arquitectura de Vuforia el dispositivo captura una imagen mediante la cámara, para que luego el SDK de Vuforia cree un frame (una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes) de la escena capturada y convierte la imagen capturada por la cámara a una diferente resolución para ser correctamente tratada por el Tracker. A continuación, a través del Tracker se analiza la imagen y busca coincidencias en la base de datos, la cual está compuesta por algunos targets. Por último, lo que hace la aplicación es renderizar algún contenido virtual como: imágenes, modelos, videos, etc., en la pantalla del dispositivo y de esa manera crear una realidad mixta a través de la combinación de elementos virtuales con los elementos reales, o proceso conocido como realidad aumentada. (Cruz, 2014)

Vuforia SDK

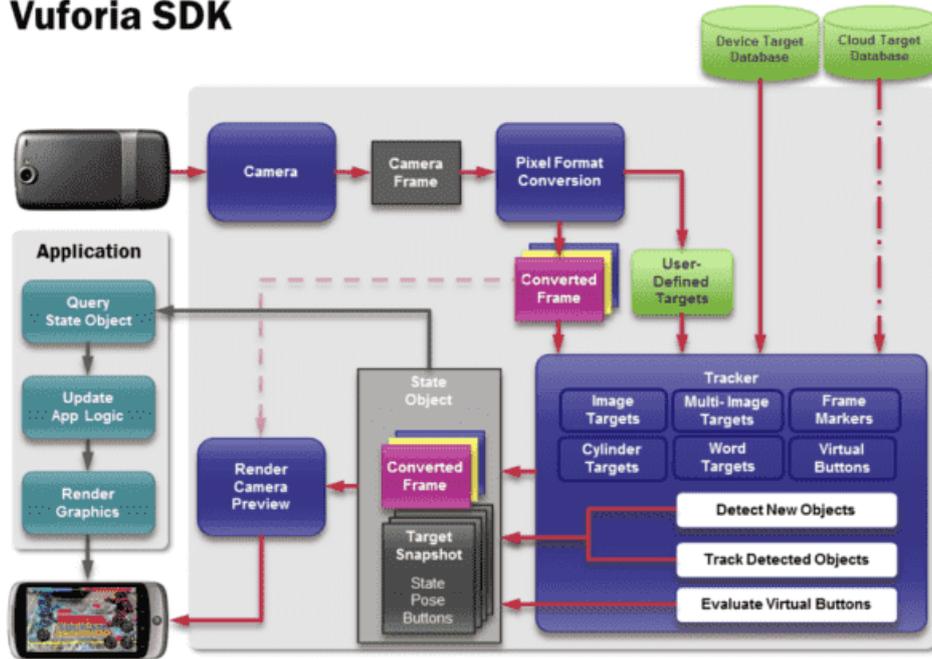


Figura 18. Arquitectura VUFORIA

Fuente: (Cruz, 2014)

2.2.3. ARToolkit

ARToolkit es una colección de librerías para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, para ello proporciona una serie de funciones para la captura de vídeo y para la búsqueda de ciertos patrones, en las imágenes capturadas, mediante técnicas de visión por computador. También proporciona una serie de ejemplos y utilidades de gran ayuda al programador que quiera realizar este tipo de aplicaciones. (Ibáñez Herrero)

Esta colección es gratuita, la documentación desarrollada es bastante limitada, y existen ejemplos muy pobres. La figura 19 que se encuentra a continuación, muestra el logo oficial de esta herramienta.



Figura 19. Logo ARToolkit

Fuente: <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-c673bae05e81a81c5346236a8dee1f7c>

Algunas de las características más destacables son:

- Tracking de una cámara. ARToolKit en su versión básica soporta de forma nativa el tracking de una cámara, aunque puede utilizarse para tracking multicámara (si el programador se hace cargo de calcular el histórico de percepciones). La biblioteca soporta gran variedad de modelos de cámaras y modelos de color. (González Morcillo, Vallejo Fernández, Albusac Jiménez, & Castro Sánchez, 2013)
- Marcadores. Emplea métodos de tracking de superficies planas de 6 grados de libertad. Estas marcas pueden ser personalizadas, siempre que el patrón no sea simétrico en alguno de sus ejes. (González Morcillo, Vallejo Fernández, Albusac Jiménez, & Castro Sánchez, 2013)
- Rápido y Multiplataforma. Funciona en gran variedad de sistemas operativos (Linux, Mac, Windows, IRIX, SGI...), y ha sido portado a multitud de dispositivos portátiles y smartphones (Andorid, iPhone, PDAs...). (González Morcillo, Vallejo Fernández, Albusac Jiménez, & Castro Sánchez, 2013)
- Comunidad Activa. A través de los foros y listas de correo se pueden resolver problemas particulares de uso de la biblioteca. (González Morcillo, Vallejo Fernández, Albusac Jiménez, & Castro Sánchez, 2013)
- Licencia libre. Esto permite utilizar, modificar y distribuir programas realizados con ARToolKit bajo la licencia GPL v2. (González Morcillo, Vallejo Fernández, Albusac Jiménez, & Castro Sánchez, 2013)

Arquitectura

Como se puede observar en la figura 20, en la arquitectura de una aplicación desarrollada con ARToolKit se tiene como base un sistema operativo que contenga un controlador gráfico 3D y un controlador de video, sobre eso se tiene una capa que contiene librerías externas a ARToolKit tales como OpenGL, Standard API, GLUT, Video Library, en una capa superior se tiene el proceso que realiza ARToolKit con las imágenes o marcadores, es decir las captura y compara con las imágenes o marcadores que se tiene almacenados, en caso de coincidir el objeto virtual se renderiza sobre el marcador y se muestra la imagen aumentada resultante, y por último se tiene funcionando la aplicación combinando el mundo físico con el virtual.

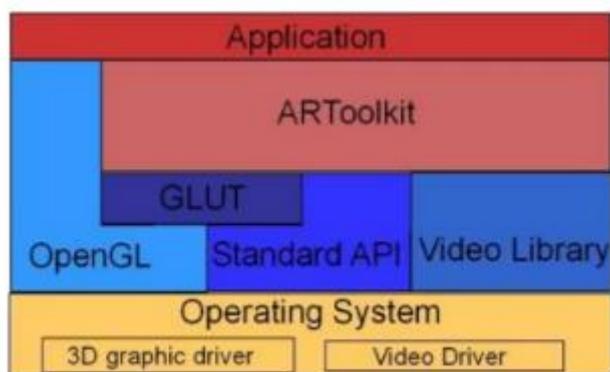


Figura 20. Arquitectura ARToolkit

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/iniciacinaartoolkit-130126081240-phpapp02/95/iniciacin-a-artoolkit-22-638.jpg?cb=1359253515>

2.3. Análisis comparativo

2.3.1. Definición y análisis de parámetros de comparación

La ISO/IEC 25010 proporciona define dos modelos, uno que es para la calidad de producto de software y otro que es para la calidad de uso, cada uno de estos modelos define ciertas características que al ser aplicadas en un producto software garantizan la calidad del mismo. En el presente estudio estas características se los toma como métricas para evaluar tres aplicaciones móviles que se desarrollarán con tres diferentes herramientas de RA.

Las aplicaciones móviles que se van a realizar con las tres herramientas se elaborarán en la plataforma de desarrollo Unity 3D, constarán de una temática referente a lagunas de la provincia de Imbabura, en estas se evaluarán tres aspectos de funcionabilidad tales como: lectura de un marcador y proyección de un objeto 3D, lectura de una imagen y proyección de un video, proyección de un objeto 3D mediante la utilización del GPS.

Tomando en cuenta el trabajo que se desarrollará, se definen lo siguiente:

- **Nivel de importancia**

En la tabla 10 se especifica que representa cada nivel de importancia aplicados a las características y subcaracterísticas a evaluarse:

TABLA 10. Nivel de importancia

Nivel de importancia	Nomenclatura	Descripción
Alta	A	El nivel de importancia de la característica y sub característica obliga a realizar las mediciones.

Media	M	El nivel de importancia de la característica y sub característica indica que se sujeta a criterio del evaluador.
Baja	B	El nivel de importancia de la característica y sub característica indica que no es necesaria la medición.
No Aplica	N/A	Significa que no se puede medir o aplicar.

Fuente: (Chávez, 2011)

- **Ponderación de características y subcaracterísticas de calidad**

Con el objetivo de señalar los resultados cuantitativos calculados en la evaluación del producto software, se va a establecer una ponderación a las características y sub características de calidad externa y en uso, dependiendo del nivel de importancia que se asignó a cada una. Se debe tomar en cuenta que las ponderaciones concedidas son de criterio del/a evaluador/a y depende también del tipo de software que se está evaluando; adicionalmente, las ponderaciones a asignarse serán únicamente para las características y subcaracterísticas de calidad que son aplicadas, y su sumatoria debe ser de 100%.

- **Definición de métricas a evaluar**

A continuación, se detalla las métricas que se van a evaluar en las aplicaciones, la importancia que se le dio a cada una, y el criterio personal por el cual se evaluará cada métrica.

Primero desde la TABLA 11 hasta la 18, se tiene como métricas que medirán la calidad externa de las tres aplicaciones, las características y subcaracterísticas del modelo de calidad externa para la evaluación de productos software definidas en la ISO/IEC 25010:

Característica 1 (C1P): Adecuación funcional

Nivel de importancia C1P: Alta

Criterio para evaluar C1P: Es necesario verificar que el aplicativo cumpla con todas las funciones para las cuales fue desarrollado.

TABLA 11. Sub características de la Característica 1 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C1P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Compleitud funcional	Alta	La aplicación debe cumplir con las especificaciones del usuario final.
Exactitud funcional	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: Propia

Característica (C2P): Fiabilidad

Nivel de importancia C2P: Alta

Criterio para evaluar C2P: El aplicativo debe mantener el mismo nivel de respuesta a las peticiones del usuario en cuanto a tiempo y eficiencia.

TABLA 12. Sub características de la Característica 2 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C2P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Madurez	Media	La aplicación debe proporcionar al usuario la confianza de cumplir con todas las funcionalidades para las que fue desarrollada.
Disponibilidad	NO APLICA	NO APLICA
Tolerancia a fallos	Alta	El principal componente de uso para que funcione la aplicación es la cámara del dispositivo móvil y en caso de fallo esta no cumpliría con las funciones para las cuales fue desarrollada.
Recuperabilidad	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: Propia

Característica 3 (C3P): Eficiencia de desempeño

Nivel de importancia: Media

Criterio para evaluar: se necesita medir el desempeño del aplicativo en relación a la cantidad de recursos utilizados.

TABLA 13. Sub características de la Característica 3 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C3P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Comportamiento del tiempo	Media	Los tiempos de respuesta de la aplicación deben estar acorde de los establecidos en el banco de pruebas.
Utilización de recursos	Media	La aplicación no debe colapsar debido a falta de recursos del dispositivo
Capacidad	Alta	Se debe tener claro las condiciones extremas en las cuales el aplicativo dejaría de funcionar.

Fuente: Propia

Característica 4 (C4P): Usabilidad

Nivel de importancia C4P: Media

Criterio para evaluar C4P: Es indispensable que el aplicativo sea de fácil uso por parte del usuario final.

TABLA 14. Sub características de la Característica 4 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C4P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Capacidad de reconocer su adecuación	Alta	La aplicación debe cumplir todos los requerimientos del usuario final y así lograr su satisfacción y uso por parte del mismo.
Capacidad para ser entendido	Media	El usuario debe familiarizarse con todas las funcionalidades de la aplicación con la finalidad de realizar un uso adecuado y eficiente de la misma.
Operatividad	Alta	La aplicación debe tener un flujo entre interfaces intuitivo y bastante sencillo de entender.
Protección contra errores del usuario	NO APLICA	NO APLICA

Estética de la Interfaz del usuario	Media	La interfaz gráfica de la aplicación no debe interferir en las funcionalidades de la misma.
Accesibilidad técnica	Baja	Personas con discapacidad visual no pueden utilizar la aplicación.

Fuente: Propia

Característica 5 (C5P): Seguridad

Nivel de importancia C5P: No Aplica

Criterio para evaluar C5P: En la aplicación no existen datos que sean procesados ni transmisión de información de un dispositivo a otro.

TABLA 15. Sub características de la Característica 5 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C5P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Confidencialidad	NO APLICA	NO APLICA
Integridad	NO APLICA	NO APLICA
No repudio	NO APLICA	NO APLICA
Responsabilidad	NO APLICA	NO APLICA
Autenticidad	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: Propia

Característica 6 (C6P): Compatibilidad

Nivel de importancia C6P: Baja

Criterio para evaluar C6P: Se requiere que una aplicación cumpla con los estándares de compatibilidad que dicta la ISO 25010.

TABLA 16. Sub características de la Característica 6 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C6P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Co – existencia	Alta	La aplicación nunca debe ser objeto de fallo de otra aplicación que quiera utilizar el mismo recurso
Interoperatividad	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: Propia

Característica 7 (C7P): Mantenibilidad

Nivel de importancia C7P: Media

Criterio para evaluar C7P: Al realizar un cambio o actualización en la aplicación el esfuerzo del desarrollador debe ser mínimo.

TABLA 17. Sub características de la Característica 7 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C7P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Capacidad de ser analizado	Media	Al realizar una modificación en la aplicación, cualquier falla que se presente en el resto del mismo debe ser fácil de identificar y solucionar.
Capacidad de ser modificado	Media	Al realizar un cambio o actualización en una parte del aplicativo no debe implicar daños o fallas en el rendimiento del mismo.
Capacidad de ser probado	Baja	En las aplicaciones móviles los criterios de evaluación se reducen a pruebas alfa y beta.

Fuente: Propia

Característica 8 (C8P): Portabilidad

Nivel de importancia C8P: Media

Criterio para evaluar C8P: La aplicación al instalarse en diferentes dispositivos debe funcionar de la misma manera.

TABLA 18. Sub características de la Característica 8 del Modelo de Calidad Externa, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C8P	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Adaptabilidad	Alta	La aplicación se debe adaptar y funcionar de forma correcta en cualquier dispositivo móvil con versión de Android compatible
Capacidad de ser Instalado	Media	La aplicación debe permitir ser instalada en todos los dispositivos

		compatibles que es a partir del API 19 de Android 4.4 (KITKAT)
Capacidad de ser Reemplazado	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: Propia

A continuación, se tiene las características y subcaracterísticas del modelo de calidad de uso (incluyendo la TABLA 19,20,21) para evaluar productos software definidas en la ISO/IEC 25010, que serán las métricas que medirán la calidad de uso de las tres aplicaciones móviles:

Característica 1 (C1U): Efectividad

Nivel de importancia C1U: Alta

Criterio para evaluar C1U: La aplicación debe cumplir con precisión las tres funcionalidades establecidas por el usuario al inicio del desarrollo.

Característica 2 (C2U): Eficiencia

Nivel de importancia C2U: Alta

Criterio para evaluar C2U: La aplicación debe cumplir con las funcionalidades determinadas por el usuario sin afectar el rendimiento del dispositivo.

Característica 3 (C3U): Satisfacción

Nivel de importancia C3U: Alta

Criterio para evaluar C3U: La aplicación debe cumplir con todos los requisitos de funcionalidad establecidos por el usuario por más mínimo que este sea.

TABLA 19. Sub características de la Característica 3 del Modelo de Calidad en Uso, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C3U	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Utilidad	Alta	La aplicación debe cumplir exitosamente todas las especificaciones dictadas por el usuario final.

Fuente: Propia

Característica 4 (C4U): Libertad de riesgo

Nivel de importancia C4U: No Aplica

Criterio para evaluar C4U: No está en peligro ni la vida, ni salud del usuario, ni existe daño del medio ambiente con el uso de la aplicación.

TABLA 20. Sub características de la Característica 4 del Modelo de Calidad en Uso, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C4U	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Libertad del riesgo económico	NO APLICA	NO APLICA
Libertad del riesgo de salud y seguridad	NO APLICA	NO APLICA
Libertad del riesgo ambiental	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: Propia

Característica 5 (C5U): Cobertura de contexto

Nivel de importancia C5U: Baja

Criterio para evaluar C5U: La aplicación debe funcionar de manera correcta aun fuera de los parámetros de configuración establecidos al inicio del desarrollo.

TABLA 21. Sub características de la Característica 5 del Modelo de Calidad en Uso, especificando importancia y criterio de evaluación

Sub características C5U	Nivel Importancia	Criterio para evaluar
Complejidad de Contexto	Alta	La aplicación debe funcionar sin ningún inconveniente en dispositivos que cumplen con las configuraciones iniciales de la app, tales como la misma resolución de pantalla, poseer una cámara, giroscopio, GPS, etc.
Flexibilidad	Baja	La aplicación al ser instalada en dispositivos que no cumplen con los requisitos de uso, el usuario debe atenerse a fallos en las funcionalidades de la misma.

Fuente: Propia

Todos los aspectos que se deben tomar en cuenta para evaluar cada una de las características y sub características de calidad externa mencionadas anteriormente a las aplicaciones desarrolladas, se las presenta detalladamente en las tablas desde la 22 hasta la 29.

- **Definición de métricas de calidad externa y en uso**

Métricas de calidad externa

TABLA 22. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Adecuación Funcional.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	Interna/Externa	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Exactitud funcional	Exactitud	Interna/Externa	¿Cuánto del estándar requerido de exactitud se cumple?	Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos de datos implementados	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Precisión computacional	Interna/Externa	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados inexactos?	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A = Número de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$.	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 16-17)

TABLA 23. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Fiabilidad.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Madurez	Eliminación de errores	Interna/Externa	¿Cuántos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallas detectadas en las pruebas	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Cobertura de pruebas	Interna/Externa	¿Cuántos casos de prueba requeridos han sido ejecutados durante la etapa de pruebas?	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba y el número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Tiempo medio entre fallos	Externa	¿Cuál es la frecuencia en que el sistema falla en la operación?	Tomar el tiempo de operación y contar el número total de fallas detectadas actualmente	$X = A/T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de operación Donde $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Disponibilidad	Tiempo de servicio	Externa	¿Cuál es el tiempo de servicio del sistema que proporciona realmente?	Tomar el tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente y tomar el tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional	$X = A/B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	$X = \text{Tiempo} / \text{Tiempo}$ A = Tiempo B = Tiempo
	Tiempo medio de inactividad	Externa	¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema está inactivo después de que ocurre un fallo?	Tomar el tiempo total de inactividad y contar el número de fallos observados	$X = A/T$ A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor	$X = \text{Contable} / \text{Tiempo}$ A = Contable T = Tiempo
Tolerancia a fallos	Prevención de fallas	Externa	¿Cuántas fallas iniciales estuvieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de ocurrencia de fallas serias y críticas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y el número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	$X = A/B$ A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	$X = \text{Contable} / \text{Contable}$ A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Redundancia	Interna/Externa	¿Cuántos tipos de componentes/sistemas del son instalados de forma redundante para evitar un fallo en el sistema?	Contar el número total de tipos de componentes y el número de tipos de componentes instalados de forma redundante	$X = A / B$ A= Número componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Amulación de operación incorrecta	Interna	¿Cuántas funciones son implementadas con capacidad de anular operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas que evitan fallas críticas y serias causadas por operaciones incorrectas y contar el número operaciones incorrectas presentadas	$X = A/B$ A = Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 0 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo promedio que toma el sistema en recuperarse completamente después un fallo?	Tomar el tiempo que le tomó al sistema en recuperarse y contar el número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$.	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 24-26)

TABLA 24. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Eficiencia en el desempeño.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea?	Tomar el tiempo desde que se envía la petición hasta obtener la respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$.	X = Tiempo - Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Tiempo de espera	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo desde que se envía una instrucción, para que inicie un trabajo, hasta que lo completa?	Tomar el tiempo cuando se inicia un trabajo y el tiempo en completar el trabajo	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$.	X = Tiempo - Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Rendimiento	Interna/Externa	¿Cuántas tareas pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo
Utilización de recursos	Líneas de código	Interna	¿Cuántas líneas de código existen por cada función implementada?	Contar el número de líneas de código (sin tomar en cuenta espacios ni comentarios) que existen en una determinada función	$X = A$ A = Número de líneas de código	$1 \leq X \leq 50$ El más cercano a 1 es el mejor. Donde el peor caso es ≥ 50 líneas de código	X = Contable A = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Utilización de CPU	Interna/Externa	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?	Tomar el tiempo de operación y la cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea	$X = B - A$ A = La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 0 es lo mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$.	X = Tiempo - Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Utilización de la memoria	Interna/Externa	¿Cuánto espacio de memoria es usado para realizar una tarea dada?	Medir la cantidad total de espacios de memoria y la cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea	$X = B - A$ A = Cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea B = Cantidad total de espacios de memoria Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Tamaño - Tamaño A = Tamaño B = Tamaño
	Utilización de los dispositivos de E/S	Interna/Externa	¿Cuánto tiempo los dispositivos de E/S utilizan para realizar una tarea?	Tomar el tiempo de operación y el tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea	$X = B - A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Tiempo - Tiempo A = Tiempo B = Tiempo

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Capacidad	Número de peticiones online	Interna/Externa	¿Cuántas peticiones online pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número máximo de peticiones online procesadas y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A= Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$.	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo
	Número de accesos simultáneos	Interna/Externa	¿Cuántos usuarios pueden acceder al sistema simultáneamente en un cierto tiempo?	Contar el número máximo de accesos simultáneos y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo
	Sistema de transmisión de ancho de banda	Externa	¿Cuánto es el valor límite absoluto de transmisión necesaria para cumplir con las funciones?	Contar la cantidad máxima de transmisión de datos y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A= Cantidad máxima de transmisión de datos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X = Tamaño / Tiempo A = Tamaño T = Tiempo

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 18-20)

TABLA 25. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Facilidad de Uso.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) son descritas como entendibles en la descripción del producto?	Contar el número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto y contar el número total de funciones (o tipos de funciones)	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Capacidad de demostración	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones tienen la capacidad de demostración?	Contar el número de funciones implementadas con capacidad de demostración y contar el número total de funciones que requieren capacidad de demostración	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Capacidad para ser entendido	Funciones evidentes	Interna	¿Qué cantidad de funciones del producto son evidentes al usuario?	Contar el número de funciones que son evidentes al usuario y comparar con el número total de funciones.	$X = A / B$ A= Número de funciones (o tipo de funciones) evidentes al usuario B = Número total de	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
					funciones (o tipo de funciones) Dónde: $B > 0$		B = Contable
	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones están descritas correctamente en la documentación del usuario o ayuda en línea?	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones implementadas	$X = A / B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Operatividad	Recuperabilidad de error operacional	Interna	¿Qué cantidad de funciones pueden tolerar errores de usuario?	Contar el número de funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios y el número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia.	$X = A / B$ A= Número de funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Claridad del mensaje	Interna/Externa	¿Qué cantidad de mensajes son auto explicativo?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y el número total de mensajes implementados	$X = A / B$ A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Consistencia operacional	Interna/Externa	¿Cuántas operaciones similares pueden llevarse a cabo consecuentemente?	Contar el número de operaciones que se comportan de manera incoherente y el número total de operaciones que se comportan de forma normal	$X = A / B$ A= Número de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Posibilidad de personalización	Interna/Externa	¿Cuántas funciones y procedimientos operacionales puede un usuario modificar para su conveniencia?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación y el número de funciones que requieran la capacidad de personalización	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Protección contra errores del usuario	Interna/Externa	¿Qué cantidad de ítems de entrada son validados?	Contar el número de ítems de entrada que son validados y el número de ítems que necesitan ser validados	$X = A/B$ A= Número de ítems de entrada que son validados B = Número de ítems que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Prevención del uso incorrecto	Interna/Externa	¿Cuántas funciones tienen la capacidad de evitar operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto y el número total de operaciones iniciales incorrectas	$X = A/B$ A = Número de operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	Interna/Externa	¿Qué cantidad de los elementos de la interfaz de usuario pueden ser personalizados en apariencia?	Contar el número de tipos de elementos de interfaz que pueden ser personalizados y contar el número total de tipos de elementos de interfaz	$X = A/B$ A = Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	Interna/Externa	¿A qué cantidad de funciones puede acceder un usuario con discapacidades físicas?	Contar el número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad y contar el número total de funciones implementadas	$X = A/B$ A = Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 21-24)

TABLA 26. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Seguridad.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	Interna/Externa	¿Qué tan controlable son los accesos al sistema?	Contar el número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados y el número de tipos de operaciones ilegales en la especificación	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Encriptación de datos	Interna/Externa	¿Qué tan correctamente es la implementación de encriptación / descriptación de datos de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de elementos de datos encriptados/ descriptados correctamente y el número de elementos de datos que requiere el encriptación/descriptación	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encriptados/ descriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere el encriptación/descriptación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Integridad	Prevención de corrupción de datos	Interna/Externa	¿Hasta qué punto se puede prevenir la corrupción de datos?	Contar el número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad y el número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
No repudio	Utilización de firma digital	Interna/Externa	¿Qué proporción de eventos que requieran no - repudio se procesan utilizando la firma digital?	Contar el número de eventos procesados usando firma digital y el número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	Interna/Externa	¿Qué tan completa es la pista de auditoría en relación al acceso de los usuarios al sistema y a los datos?	Contar el número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema y el número de accesos ocurridos en la realidad	$X = A / B$ A = Número de accesos ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Autenticidad	Métodos de autenticación	Interna/Externa	¿Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o recurso?	Contar el número de métodos de autenticación previstos	$X = A$ $A =$ Número de métodos de autenticación previstos	$X \geq 0$ Donde X es mayor a 0, siendo X el mejor igual o mayor a 2	X = Contable A = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 26-28)

TABLA 27. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Compatibilidad.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Co-existencia	Co-Existencia disponible	Interna/Externa	¿Qué tan adaptable es el sistema en compartir su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir y el número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia	$X = A/B$ A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir B = Número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	Interna/Externa	¿Qué tan correctamente se ha implementado los protocolos de interfaz externa?	Contar el número de interfaces implementadas con otros sistemas y el número total de interfaces externas	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Capacidad de intercambiar de datos	Interna/Externa	¿Qué tan exacto es el intercambio de datos entre el sistema otros sistemas de enlace?	Contar el número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema y el número total de datos que se intercambiarán	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiarán Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 20-21)

TABLA 28. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Mantenibilidad.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Modularidad	Capacidad de condensación	Interna	¿Qué tan fuerte es la relación entre los componentes del sistema?	Contar el número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes y el número total de componentes específicos	$X = A / B$ A = Número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes B = Número total de componentes específicos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Acoplamiento de clases	Interna	¿Qué tan fuerte es la relación entre una función del sistema con otras clases implementadas?	Contar el número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$X = A$ A = Número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$1 \leq X \leq 4$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable A = Contable
Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	Interna	¿Cuántos elementos pueden ser reutilizados?	Contar el número de elementos reutilizados y el número total de elementos de la biblioteca reutilizable	$X = A / B$ A = Número de elementos reutilizados B = Número total de elementos de la biblioteca reutilizable Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	Interna/Externa	¿Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo?	Contar el número de datos realmente grabadas durante la operación y el número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación	$X = A / B$ A = Número de datos realmente grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Diagnóstico de funciones suficientes	Interna/Externa	¿Hasta qué punto las funciones de diagnóstico están preparadas o hasta qué punto funcionan para el análisis causal?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas y contar el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclométrica	Interna	¿Cuál es la complejidad estructural de un código fuente?	Contar las instrucciones condicionales, bucles, salidas de métodos y cláusulas AND y OR dentro de los condicionales.	$X = A+1$ A = Número de instrucciones condicionales que tiene una función	$1 \leq X < 15$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable A = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Profundidad de herencia	Interna	¿Qué tan profunda es la jerarquía de la herencia de las clases involucradas en una determinada función?	Contar las jerarquías empleadas en una determinada función o método.	$X = A$ A = Número de jerarquías empleadas para una determinada función.	$0 \leq X \leq 4$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable A = Contable
	Grado de localización de corrección de impacto	Interna/Externa	¿Hasta qué punto los problemas causados pueden tener como consecuencia un mantenimiento ?	Contar el número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo y contar el número de fallas resultas	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Complejidad de modificación	Externa	¿Con qué facilidad el desarrollador puede modificar el software para resolver problemas?	Tomar el tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar y contar el número de modificaciones	$X = A/T$ A = Número de modificaciones T = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Índice de éxito de modificación	Externa	¿Hasta qué punto puede el sistema ser operado sin fallas después del mantenimiento ?	Contar el número de problemas dentro de un determinado periodo antes de mantenimiento y contar el número de problemas en el mismo periodo después del mantenimiento	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado periodo antes de mantenimiento B = Número de problemas en el mismo periodo después del mantenimiento Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Capacidad de ser probado	Complejidad funcional de funciones de pruebas	Interna	¿Son las funciones de prueba, completas y fáciles de implementar?	Contar el número de funciones de prueba implementadas y contar el número de funciones de prueba requeridas	$X = A/B$ A = Número de funciones de prueba implementadas B = Número de funciones de prueba requeridas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Capacidad de prueba autónoma	Interna	¿Qué tan independiente es el software al ser probado?	Contar el número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas y contar el número total de pruebas dependientes con otros sistemas	$X = A/B$ A = Número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas B = Número total de pruebas dependientes con otros sistemas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Capacidad de reinicio de pruebas	Externa	¿Con qué facilidad se puede llevar a cabo las pruebas nuevamente después del mantenimiento ?	Contar el número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas y contar el número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 28-30)

TABLA 29. Métricas de Calidad Interna/Externa – Característica: Portabilidad.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno hardware?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Adaptabilidad en entorno de software	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno del sistema software?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Adaptabilidad en entorno empresarial	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno operacional?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Capacidad de ser Instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación	Externa	¿Cuánto tiempo es requerido para realizar una instalación?	Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Facilidad de instalación	Externa	¿Puede fácilmente el usuario o el desarrollador instalar el software en un entorno operacional?	Contar el número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia y contar el número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	$X = A/B$ A = Número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	Interna/Externa	¿Cuán consistente es el nuevo componente con la interfaz de usuario existente?	Contar el número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario y contar el número de nuevas funciones	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula / Variables	Valor esperado	Tipo de medida
	Inclusividad funcional	Externa	¿Pueden fácilmente las funciones ser utilizadas después de ser cambiadas a por otras similares?	Contar el número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios y contar el número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Uso continuo de datos	Externa	¿Pueden los datos fácilmente ser utilizados después de reemplazar el software por otro similar?	Contar el número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado y contar el número de datos que son continuamente reutilizables por el software a ser reemplazado	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25023, 2016, págs. 30-32)

A continuación, se presenta detalladamente en las tablas 30 hasta la 34, los aspectos que se deben tomar en cuenta para evaluar cada una de las características y sub características de calidad en uso antes mencionadas a las aplicaciones desarrolladas.

Métricas de calidad en uso

TABLA 30. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Efectividad.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
Efectividad	Complejidad de la tarea	Uso	¿Qué cantidad de tareas son completadas correctamente?	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Efectividad de la tarea	Uso	¿Qué cantidad de los objetivos de la tarea se realiza completamente?	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados por la tarea. B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Frecuencia de error	Uso	¿Cuál es la frecuencia de los errores cometidos por el usuario en comparación con lo planeado?	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25022, 2016, pág. 14)

TABLA 31. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Eficiencia.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
Eficiencia	Tiempo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	$X = A/B$ A= Tiempo actual B = Tiempo planeado Dónde: $A > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Tiempo relativo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo necesita un usuario normal en completar una tarea en comparación con un experto?	Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa una tarea un usuario experto	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto B = Tiempo que completa una tarea un usuario normal Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Eficiencia de la tarea	Uso	¿Qué tan eficientes son los usuarios?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el tiempo de la tarea	$X = A/T$ A = Número de tareas efectivas T = Tiempo de la tarea Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	X = Contable/ Tiempo A = Contable T = Tiempo
	Eficiencia relativa de la tarea	Uso	¿Qué tan eficiente es un usuario comparado con lo planeado?	Contar el número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario y contar el número de tareas eficientes planeadas	$X = A/B$ A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable/ Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
					planeadas Dónde: $B > 0$		
	Productividad económica	Uso	¿Qué tan rentable es el usuario?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el costo total de las tareas	$X = A/B$ A = Número de tareas efectivas B = Numero de tareas totales Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Porcentaje productivo	Uso	¿Cuál es el porcentaje de tiempo que el usuario realiza acciones de productividad?	Tomar el tiempo de productividad y el tiempo de la tarea	$X = A/B$ A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Numero relativo de acciones del usuario	Uso	¿Cuál es el número de acciones mínimas necesarias que realizan los usuarios?	Contar el número de acciones realizadas por los usuarios y contar el número de acciones necesarias actualmente	$X = A/B$ A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25022, 2016, págs. 14-15)

TABLA 32. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Satisfacción.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
Utilidad	Nivel de satisfacción	Uso	¿Qué tan satisfecho está el usuario?	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	$X = A/B$ A= Número de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Uso discrecional de las funciones	Uso	¿Qué porcentaje de los usuarios optan por utilizar las funciones sistema?	Observación de uso	$X = A/B$ A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Porcentaje de quejas de los clientes	Uso	¿Cuál es el porcentaje de quejas realizadas por los clientes?	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25022, 2016, pág. 16)

TABLA 33. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Libertad de Riesgo.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
Libertad del riesgo económico	Retorno de la Inversión (ROI)	Uso	¿Cuál es el retorno de la inversión?	Consultar los beneficios obtenidos y el capital invertido	$X = A/B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Tiempo para lograr el retorno de la inversión	Uso	¿El retorno de la inversión es logrado en un tiempo aceptable?	Tomar el tiempo para lograr el ROI y tomar el tiempo aceptable para lograr el ROI	$X = A/B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Rendimiento relativo de negocios	Uso	¿Qué tan comparable es el rendimiento del negocio con otras empresas de primera clase en la industria o en la misma empresa	Consultar el monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa y el monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación	$X = B/A$ A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $B \leq A$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $B > A$ será considerado como el mejor caso	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
	Balanced Score Card	Uso	Los beneficios de la inversión en IT evaluados utilizando los Balanced Score Card para cumplir los objetivos	Consultar el resultado del BSC y el BSC planeado	$X = A/B$ A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Tiempo de entrega	Uso	¿Cuál es el tiempo de entrega para cumplir los con objetivos?	Consultar el tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas y el tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas	$X = A/B$ A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo
	Ganancias para cada cliente	Uso	Las ganancias de cada cliente al cumplir con sus objetivos	Consultar los ingresos reales de un cliente y los ingresos planeados de un cliente	$X = A/B$ A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el mejor caso	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
	Errores con consecuencias económicas	Uso	La frecuencia de errores humanos o del sistema con consecuencias económicas	Contar el número de errores con consecuencias económicas y contar número total de situaciones de uso	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Corrupción del software	Uso	La frecuencia de corrupción del software resultado de errores humanos o del sistema	Contar el número de ocurrencias de corrupción del software y contar número total de situaciones de uso.	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Uso	La frecuencia de problemas de salud entre los usuarios del producto	Contar el número de usuarios que notificaron problemas de salud y contar el número total de usuarios	$X = A/B$ A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
	Impacto en la salud y seguridad del usuario	Uso	El impacto en la salud y la seguridad en los usuarios del producto	Contar el número de personas afectadas, tomar el tiempo y el grado de importancia	$X = A/T$ A = Número de personas afectadas T = Tiempo	$0 \leq X \leq 5$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Tiempo A = Contable T = Tiempo

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
	Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	Uso	La incidencia de riesgo para las personas afectadas por el uso del sistema	Contar el número de personas puestas en peligro y contar el número total de personas potencialmente afectadas por el sistema	$X = A/B$ A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	Uso	El impacto ambiental de la elaboración y el uso del sistema	Estimar el impacto ambiental y el impacto ambiental aceptable	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25022, 2016, págs. 17-19)

TABLA 34. Métricas de Calidad en Uso – Característica: Cobertura de Contexto.

Subcaracterística	Métrica	Fase ciclo de vida	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida
Complejidad de Contexto	Complejidad de Contexto	Uso	Porcentaje en que el producto puede utilizarse con facilidad en contextos de uso	Contar el número de contextos con la facilidad de uso inaceptable y el número total de distintos contextos de uso	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B = Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable
Flexibilidad	Función flexible del diseño.	Uso	Grado en que el producto puede adaptarse para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios	Contar el número de características diseñadas con completa flexibilidad y contar el número total de características de diseño	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B = Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable

Fuente: (ISO/IEC 25022, 2016, págs. 19-20)

- **Definición de niveles de puntuación final para calidad externa y calidad en uso**

Para analizar las puntuaciones finales obtenidas una vez evaluadas cada una de las características de calidad externa y calidad en uso, se utilizará la escala de medición que se presenta en la tabla 35, cuyos valores van a determinar los resultados obtenidos por cada aplicación software.

TABLA 35. Niveles de puntuación final para calidad interna, externa y en uso.

Escala de medición	Niveles de puntuación	Grado de satisfacción
8,76 – 10,00	Cumple con requisitos	Muy satisfactorio
5,10 - 8,75	Aceptable	Satisfactorio
2,76 – 5,00	Mínimamente aceptable	Insatisfactorio
0,00 - 2,75	Inaceptable	Insatisfactorio

Fuente: (ISO/IEC 25040, 2011)

- **Matriz de calidad**

Para continuar con la evaluación de las aplicaciones se ha visto necesario utilizar una matriz, la cual se encargará de realizar el análisis de calidad del producto software, lo cual permitirá al evaluador/a evaluar de una manera sistemática y precisa, con el fin de obtener datos mucho más concisos.

A. Preliminares

Antes de aplicar las métricas de calidad externa y en uso, se tiene una hoja de preliminares (figura 21, 22, 23) donde el evaluador/a debe señalar datos informativos del producto software tales como quien está a cargo y que tipo de producto es. Adicionalmente se debe establecer un nivel de importancia y una ponderación para cada característica y sub característica, de acuerdo a las tablas citadas anteriormente.

MATRIZ DE CALIDAD DE SOFTWARE		
1. DATOS INFORMATIVOS:		
Fecha:		
Institución:		
Nombre del Software:		
OBJETIVOS GENERALES DEL SOFTWARE		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SOFTWARE		
PARTICIPANTES		
Cargo	Nombre	Unidad
2. TIPO DE PRODUCTO SOFTWARE		
Producto	Clasificación de producto	Selección
Página Web (PW)	Estática	
	Animada	
	Dinámica	
	Portal Web	
	Tienda Virtual o Comercio Electrónico	
	Página Web con Gestor de Contenido	
	Página Web 2.0	
Base de Datos (BDD)	BDD jerárquica	
	BDD de red	
	BDD transaccional	
	BDD relacional	
	BDD multidimensional	

Figura 21. Hoja de preliminares - Datos del software
Fuente: (Vaca Sierra, 2017)

4. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA				
Nombre	Nivel de Importancia		%	
C1 - Adecuación Funcional				
C2 - Fiabilidad				
C3 - Eficiencia en el desempeño				
C4 - Facilidad de Uso				
C5 - Seguridad				
C6 - Compatibilidad				
C7 - Mantenibilidad				
C8 - Portabilidad				
Total			0%	

6. SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA					
Total Característica	Característica	Subcaracterística	Nivel Importancia	%	Total Característica
0%	C1 - Adecuación Funcional	Complejidad funcional			0%
		Exactitud funcional			
0%	C2 - Fiabilidad	Madurez			0%
		Disponibilidad			
		Tolerancia a fallos			
		Recuperabilidad			
0%	C3 - Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo			0%
		Utilización de recursos			
		Capacidad			
0%	C4 - Facilidad de Uso	Capacidad de reconocer su adecuación			0%
		Capacidad para ser entendido			
		Operatividad			
		Protección contra errores del usuario			
		Estética de la Interfaz del usuario			
0%		Accesibilidad técnica			0%
		Confidencialidad			
		Integridad			

Figura 22. Hoja de preliminares- Nivel importancia de las características y sub características de calidad externa
Fuente: (Vaca Sierra, 2017)

7. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO				
Nombre	Nivel de Importancia		%	
C1 - Efectividad				
C2 - Eficiencia				
C3 - Satisfacción				
C4 - Libertad de Riesgo				
C5 - Cobertura de contexto				
Total			0%	

8. SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO				
Característica	Subcaracterística	Nivel de Importancia	%	Total Característica
C1 - Efectividad	Efectividad			0%
C2 - Eficiencia	Eficiencia			0%
C3 - Satisfacción	Utilidad			0%
C4 - Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico			0%
	Libertad del riesgo de salud y seguridad			
	Libertad del riesgo ambiental			
C5 - Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto			0%
	Flexibilidad			

Figura 23. Hoja de preliminares- Nivel importancia de las características y sub características de calidad en uso
Fuente: (Vaca Sierra, 2017)

B. Componentes: Calidad externa y calidad en uso

Esta matriz contiene componentes que están consignados a métricas de calidad externa y calidad en uso, los cuales detallan las métricas que

define la norma que se está aplicando (expuestas en la sección de definición de calidad externa y en uso)

Los dos componentes utilizan el mismo esquema (que se muestran en la figura 24 y 25), con los siguientes campos:

- a. Característica: se refiere al nombre de característica a evaluar.
- b. Sub característica: se refiere al nombre de la sub característica a evaluar.
- c. Métrica: aspectos específicos a evaluar de una determinada sub característica.
- d. Propósito-métrica: muestra cual es el objetivo de medición de la métrica.
- e. Método de aplicación: demuestra el procedimiento a realizarse para evaluar la métrica.
- f. Fase ciclo de vida de calidad del producto: especifica si la métrica a evaluar corresponde a etapa interna, externa, interna/externa o en uso.
- g. Fórmula / Variables: muestra la fórmula para evaluar la métrica y variables que intervienen en la fórmula.
- h. Peor caso: tiene que ver con el valor mínimo luego de utilizar la fórmula.
- i. Valor deseado: describe al valor máximo luego de aplicar la fórmula.
- j. Aplica: este campo muestra si la métrica va a ser aplicada o no.
- k. Variables: se ingresa valores de variables A, B o T.
- l. Valor obtenido: valor X que se obtiene automáticamente luego de aplicar la respectiva fórmula.
- m. Valor Métrica / 10: valor de la métrica calculado sobre 10 luego de emplear la fórmula.
- n. Final Sub característica: promedio de los valores alcanzados de las métricas que son parte de la sub característica multiplicado por el porcentaje asignado a la sub característica.
- o. Total Característica: sumatoria de los valores finales de las sub características que forman parte de la característica.
- p. Final Característica: producto de la columna "Total Característica" por el porcentaje de importancia establecido a cada característica.
- q. Calidad Externa del Sistema: describe la sumatoria de valores finales de las características de calidad.

EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA																		
Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peso caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T	X					
Adecuación Funcional	Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	1	0							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
	Exactitud funcional	Exactitud	¿Debido al estándar requerido de exactitud se cumple?	Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos de datos implementados	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	0	1							0	#DIV/0!	#DIV/0!	
		Precisión operacional	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados incorrectos?	Contar el número de cálculos incorrectos encontrados y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A = Número de cálculos incorrectos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	>=10seg	0seg						0,00				
	Eliminación de errores		¿Cuántos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallos corregidos en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallos detectados en las pruebas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallos corregidos en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallos detectados en las pruebas Dónde: $B > 0$	0	1										
¿Cuántos casos			Contar el número de casos de pruebas realizadas en un	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizadas en un													

Figura 24. Esquema de evaluación de calidad externa
Fuente: (Vaca Sierra, 2017)

EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO																		
Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peso caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X					
Efectividad	Efectividad	Complejidad de la tarea	¿Qué cantidad de tareas son completadas correctamente?	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas	Uso	$X = A/B$ A = Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	0	1										
		Efectividad de la tarea	¿Qué cantidad de los objetivos de la tarea se realiza completamente?	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea	Uso	$X = A/B$ A = Cantidad de objetivos completados por la tarea. B = Cantidad de objetivos planeados que se realizó la tarea.	0	1							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
		Frecuencia de error	¿Cuál es la frecuencia de los errores cometidos por el usuario en comparación con lo planeado?	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas planeadas	Uso	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas planeadas Dónde: $B > 0$	1	0										
	Tiempo relativo de la tarea	Tiempo de la tarea	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo actual B = Tiempo planeado	A>B	Si A<=B el más cercano a 0 es lo mejor.						0,00				
¿Cuánto tiempo necesita un usuario normal en completar una tarea en		Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa la tarea un usuario experto	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario normal B = Tiempo que	0	1												

Figura 25. Esquema de evaluación de calidad en uso
Fuente: (Vaca Sierra, 2017)

C. Resultado final de calidad

Una vez aplicado las métricas de evaluación de los dos componentes antes mencionados a las aplicaciones, la última hoja de la matriz de calidad muestra los resultados obtenidos de la evaluación (ver figura 26), y constan de los siguientes campos:

- Componente: muestra el nombre de los diferentes tipos de calidad del producto software (externa y en uso)
- Calidad del Componente: corresponde al resultado parcial de calidad del sistema de cada componente puntuado sobre 10 puntos.
- Nivel de puntuación: nivel de puntuación final que tendría el producto software luego de concluido su análisis en base a la tabla 35 (referente a los niveles de puntuación final para calidad interna, externa y en uso).

- d. Grado de satisfacción: grado de satisfacción que poseería el producto software posterior a su análisis de acuerdo a la tabla 35 (referente a los niveles de puntuación final para calidad interna, externa y en uso).

EVALUACIÓN DE CALIDAD TOTAL DEL PRODUCTO DE SOFTWARE			
0			
Componente	Calidad del Componente	Nivel de Puntuación	Grado de Satisfacción
Externa			
Uso			
Total			

Figura 26. Esquema de Resultado Final de la evaluación
Fuente: (Vaca Sierra, 2017)

▪ **Procedimiento para aplicar la matriz de calidad**

Para aplicar la matriz de calidad el evaluador/a debe seguir los siguientes pasos:

1. Hoja Preliminares

- a. Ingresar datos informativos del software.
- b. Especificar el tipo de producto de software que se va a evaluar.
- c. Establecer el nivel de importancia y el porcentaje de cada una de las características y sub características de calidad externa y en uso que se van a evaluar.

2. Hoja de Calidad Externa y Calidad en Uso

- a. Seleccionar en la columna “Aplica”, Si o No dependiendo la métrica.
- b. Ingresar los valores de A, B o T tomando en cuenta la tabla de fórmulas de cada una de las métricas.
- c. El valor obtenido de X es un cálculo automático, resultado de aplicar la fórmula correspondiente a las variables ingresadas.
- d. Una vez aplicada las fórmulas y obtener un resultado, automáticamente se calcularán las siguientes cinco columnas: Valor Métrica / 10, Final Sub característica, Total Característica, Final Característica, Calidad Parcial del Sistema.

3. Hoja de Resultado Final

En esta parte se mostrarán los resultados finales obtenidos del análisis de calidad del producto software de acuerdo a la tabla de Definición de niveles de puntuación final de calidad externa y en uso, mencionada anteriormente, y de esta manera determinar el nivel de importancia, porcentaje de importancia y valor parcial y total de calidad de cada una de las características y sub características aplicadas al

producto software. Adicionalmente se mostrará la calidad total, nivel de puntuación y grado de satisfacción de todo el producto software.

2.3.2. Puntajes alcanzados

Una vez desarrolladas las tres aplicaciones de realidad amentada se las instaló en un dispositivo móvil HUAWEI P9 y en una tablet Samsung Galaxy Tab 2 para las respectivas pruebas, y seguidamente se procedió a aplicar la matriz de calidad, para ello se ingresó datos informativos de cada una de las aplicaciones, luego se definió un porcentaje de importancia de cada una de las características y sub características que se iban a evaluar tanto del modelo de calidad externa como el de calidad en uso.

A continuación, se empezó a llenar el esquema de calidad externa donde se tiene las métricas a evaluar por cada característica y sub característica del modelo de calidad, dicho esquema consta de algunos componentes (detallados en la sección de Componentes: Calidad externa y calidad en uso) de los cuales los únicos valores que deben ser ingresados por el evaluador/a son las variables A, B y en algunos casos T, los cuales se obtienen después de una serie de pruebas que se realizan a las aplicaciones en el dispositivo móvil, todos los demás componentes se calculan automáticamente.

Luego, se llenó el esquema de calidad en uso y de igual manera el evaluador/a solo ingresa los valores de las variables A, B y T, debido a que los demás componentes se calculan automáticamente.

Una vez que se completó la evaluación de cada una de las tres aplicaciones, se tiene una hoja de Microsoft Excel de resultados que muestra detalladamente un resumen de todos los valores que se obtuvieron en relación a las características que se evaluaron en los dos modelos de calidad externa y en uso, además se resume la calidad, puntuación y grado de satisfacción de cada uno de los modelos de calidad que se evaluaron.

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

- **Aplicación 1 desarrollada con Vuforia**

Luego de realizar una serie de pruebas, medir tiempos, y aplicar la matriz de calidad a la aplicación que se realizó en Unity 3D con Vuforia, se alcanzaron los resultados siguientes:

Primeramente, en la figura 27 se tiene un resumen del nivel y porcentaje de importancia que se asignó a cada una de las características que se evaluaron, la calificación final que se consiguió por cada una de ellas, el valor de la calidad total obtenido de cada uno de los dos modelos que se aplicaron y por último la calidad total de la aplicación.

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA Y EN USO							
	Características	Valor Parcial Total (/10)	Nivel de Importancia	Porcentaje de Importancia	Valor Final	Calidad Parcial del Sistema (/10)	Calidad Total del Sistema (/10)
CALIDAD EXTERNA	Adecuación Funcional	10,00	Alta	25%	2,50	7,81	8,49
	Fiabilidad	5,47	Alta	20%	1,09		
	Eficiencia en el desempeño	8,66	Media	15%	1,30		
	Facilidad de Uso	6,00	Media	15%	0,90		
	Seguridad	0,00	No Aplica	0%	0,00		
	Compatibilidad	10,00	Baja	5%	0,50		
	Mantenibilidad	5,17	Media	10%	0,52		
Portabilidad	10,00	Media	10%	1,00			
CALIDAD EN USO	Efectividad	10,00	Alta	30%	3,00	9,16	8,49
	Eficiencia	7,20	Alta	30%	2,16		
	Satisfacción	10,00	Alta	30%	3,00		
	Libertad de Riesgo	0,00	No Aplica	0%	0,00		
	Cobertura de contexto	10,00	Baja	10%	1,00		

Figura 27. Resumen de los resultados de la evaluación de la aplicación 1 realizada con Vuforia
Fuente: Propia

A continuación, en la figura 28 se detalla los valores de calidad obtenidos de los dos modelos aplicados a la aplicación “App1_Vuforia” con los siguientes resultados:

EVALUACIÓN DE CALIDAD TOTAL DEL PRODUCTO DE SOFTWARE			
App1_Vuforia			
Componente	Calidad del Componente	Nivel de Puntuación	Grado de Satisfacción
Externa	7,81	Aceptable	Satisfactorio
Uso	9,16	Cumple con los requisitos	Muy satisfactorio
Total	8,49	Aceptable	Satisfactorio

Figura 28. Resumen de la Calidad de los dos modelos de calidad aplicados a la aplicación
Fuente: Propia

Como resultado se tiene que después de un análisis de todos los parámetros de evaluación, la aplicación desarrollada con Vuforia en cuanto a Calidad Externa adquiere una calificación de “7,81”, con un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”; mientras que en lo referente a Calidad en Uso obtiene una calificación de “9,16”, con un nivel de puntuación “Cumple con los requisitos”, y un grado de satisfacción “Muy satisfactorio”.

Como Calidad Total de la aplicación se obtiene una calificación de “8,49”, un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”.

- **Aplicación 2 desarrollada con Wikitude**

Después de un análisis y realización de una serie de pruebas, medición de tiempos, y aplicación de la matriz de calidad a la aplicación que se realizó en Unity 3D con Wikitude, se obtuvieron los resultados siguientes:

Primero, en la figura 29 se tiene un resumen del nivel y porcentaje de importancia que se asignó a cada una de las características que se evaluaron, la calificación final que se consiguió por cada una de ellas, el valor de la calidad total obtenido de cada uno de los dos modelos que se aplicaron y por último la calidad total de la aplicación.

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA Y EN USO							
	Características	Valor Parcial Total (/10)	Nivel de Importancia	Porcentaje de Importancia	Valor Final	Calidad Parcial del Sistema (/10)	Calidad Total del Sistema (/10)
CALIDAD EXTERNA	Adecuación Funcional	6,67	Alta	25%	1,67	6,95	7,18
	Fiabilidad	5,72	Alta	20%	1,14		
	Eficiencia en el desempeño	8,69	Media	15%	1,30		
	Facilidad de Uso	5,50	Media	15%	0,83		
	Seguridad	0,00	No Aplica	0%	0,00		
	Compatibilidad	10,00	Baja	5%	0,50		
	Mantenibilidad	5,17	Media	10%	0,52		
	Portabilidad	10,00	Media	10%	1,00		
CALIDAD EN USO	Efectividad	8,89	Alta	30%	2,67	7,40	7,18
	Eficiencia	6,14	Alta	30%	1,84		
	Satisfacción	6,31	Alta	30%	1,89		
	Libertad de Riesgo	0,00	No Aplica	0%	0,00		
	Cobertura de contexto	10,00	Baja	10%	1,00		

Figura 29. Resumen de los resultados de la evaluación de la aplicación 2 realizada con Wikitude
Fuente: Propia

Seguidamente, en la figura 30 se detalla los valores de calidad obtenidos de los dos modelos aplicados a la aplicación “App2_Wikitude” con los siguientes resultados:

EVALUACIÓN DE CALIDAD TOTAL DEL PRODUCTO DE SOFTWARE			
App2_Wikitude			
Componente	Calidad del Componente	Nivel de Puntuación	Grado de Satisfacción
Externa	6,95	Aceptable	Satisfactorio
Uso	7,40	Aceptable	Satisfactorio
Total	7,18	Aceptable	Satisfactorio

Figura 30. Resumen de la Calidad de los dos modelos de calidad aplicados a la aplicación
Fuente: Propia

Como resultado se tiene que después de un análisis de todos los parámetros de evaluación, la aplicación desarrollada con Wikitude en cuanto a Calidad Externa adquiere una calificación de “6,95”, con un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”; mientras que en lo referente a Calidad en Uso obtiene una calificación de “7,40”, con un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”.

Como Calidad Total de la aplicación 2 se obtiene una calificación de “7,18”, un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”.

▪ **Aplicación 3 desarrollada con ARToolKit**

Posteriormente a la realización de una serie de pruebas, medición de tiempos, y aplicación de la matriz de calidad a la aplicación que se realizó en Unity 3D con ARToolKit, se alcanzaron los siguientes resultados:

Inicialmente, en la figura 31 se tiene un resumen del nivel y porcentaje de importancia que se asignó a cada una de las características que se evaluaron, la calificación final que se consiguió por cada una de ellas, el valor de la calidad total obtenido de cada uno de los dos modelos que se aplicaron y por último la calidad total de la aplicación.

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA Y EN USO							
	Características	Valor Parcial Total (/10)	Nivel de Importancia	Porcentaje de Importancia	Valor Final	Calidad Parcial del Sistema (/10)	Calidad Total del Sistema (/10)
CALIDAD EXTERNA	Adecuación Funcional	6,67	Alta	25%	1,67	6,64	6,56
	Fiabilidad	6,72	Alta	20%	1,34		
	Eficiencia en el desempeño	8,58	Media	15%	1,29		
	Facilidad de Uso	5,50	Media	15%	0,83		
	Seguridad	0,00	No Aplica	0%	0,00		
	Compatibilidad	0,00	Baja	5%	0,00		
	Mantenibilidad	5,17	Media	10%	0,52		
	Portabilidad	10,00	Media	10%	1,00		
CALIDAD EN USO	Efectividad	7,78	Alta	30%	2,33	6,49	6,56
	Eficiencia	6,13	Alta	30%	1,84		
	Satisfacción	4,39	Alta	30%	1,32		
	Libertad de Riesgo	0,00	No Aplica	0%	0,00		
	Cobertura de contexto	10,00	Baja	10%	1,00		

Figura 31. Resumen de los resultados de la evaluación de la aplicación 3 realizada con ARToolKit
Fuente: Propia

Por último, en la figura 32 se detalla los valores de calidad obtenidos de los dos modelos aplicados a la aplicación “App3_ARToolKit” con los siguientes resultados:

EVALUACIÓN DE CALIDAD TOTAL DEL PRODUCTO DE SOFTWARE			
App3_ARToolKit			
Componente	Calidad del Componente	Nivel de Puntuación	Grado de Satisfacción
Externa	6,64	Aceptable	Satisfactorio
Uso	6,49	Aceptable	Satisfactorio
Total	6,56	Aceptable	Satisfactorio

Figura 32. Resumen de la Calidad de los dos modelos de calidad aplicados a la aplicación
Fuente: Propia

Como resultado se tiene que después de un análisis de todos los parámetros de evaluación, la aplicación desarrollada con ARToolKit en cuanto a Calidad Externa adquiere una calificación de “6,64”, con un nivel

de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”; mientras que en lo referente a Calidad en Uso obtiene una calificación de “6,49”, con un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”.

Como Calidad Total de la aplicación 3 se obtiene una calificación de “6,56”, un nivel de puntuación “Aceptable”, y un grado de satisfacción “Satisfactorio”.

2.4. Interpretación de los resultados obtenidos

Luego de realizar comparaciones entre los resultados de las evaluaciones de las aplicaciones realizadas con las tres herramientas de realidad aumentada en estudio, se puede notar diferencia de puntuación entre dichas herramientas, la mejor puntuada es Vuforia, y supera a las otras dos básicamente porque es la única que cumple con las tres funcionalidades definidas como requisitos al inicio del desarrollo. El requisito que no cumplen Wikitude y ARToolKit es la de geolocalización, esto debido que el SDK de ambas herramientas no soporta esta función para Unity 3D.

Después de efectuar el estudio se define como mejor herramienta para desarrollar aplicaciones con realidad aumentada a Vuforia, debido a que en nivel de calidad es la que mayor puntuación tiene y mejor cumple los requerimientos del usuario, además su SDK permite crear aplicaciones que utilicen reconocimiento de imágenes o marcadores, y además permite la utilización de GPS, que es una función que las otras herramientas en estudio no lo hicieron, además para educación existe licencia sin pago y existe bastante documentación.

En segundo lugar, se encuentra Wikitude, que tiene algunas similitudes con la herramienta que se encuentra en primer lugar, pero obtuvo una puntuación más baja debido a que la aplicación no proporciona todas las funcionalidades requeridas por el usuario, en este caso la utilización de GPS. También se recomienda desarrollar aplicaciones con este SDK para aplicaciones que no necesiten geolocalización, ya que existe información disponible y es de software libre.

En tercer lugar, se encuentra ARToolKit, que tiene un nivel de calidad más bajo que las anteriores, debido a que tampoco cumple con la función de GPS, y además muchas de las funciones que utiliza este SDK se encuentran obsoletas o ya no existe soporte para las mismas.

A continuación, en la Figura 33, se resume los valores finales obtenidos por cada característica evaluada y el valor que representa para la calidad total de cada uno de los modelos.

El valor de la calidad total de la aplicación es el promedio de los dos puntajes obtenidos de calidad externa y en uso, valores que ya se mencionaron en la sección de puntajes alcanzados.

	Características	Nivel de Importancia para las 3 APP	Porcentaje de Importancia para las 3 APP	Valor Parcial Total (/10) App1_Vuforia	Valor Final App1_Vuforia	Calidad Parcial del Sistema (/10) App1_Vuforia	Valor Final App2_Wikitudo	Valor Parcial Total (/10) App2_Wikitudo	Calidad Parcial del Sistema (/10) App2_Wikitudo	Valor Parcial Total (/10) App3_ARToolKit	Valor Parcial Total (/10) App3_ARToolKit	Calidad Parcial del Sistema (/10) App3_ARToolKit
CALIDAD EXTERNA	Adecuación Funcional	Alta	25%	10,00	2,50	7,81	6,67	1,67	6,95	6,67	1,67	6,64
	Fiabilidad	Alta	20%	5,47	1,09		5,72	1,14		6,72	1,34	
	Eficiencia en el desempeño	Media	15%	8,66	1,30		8,69	1,30		8,58	1,29	
	Facilidad de Uso	Media	15%	6,00	0,90		5,50	0,83		5,50	0,83	
	Seguridad	No Aplica	0%	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
	Compatibilidad	Baja	5%	10,00	0,50		10,00	0,50		0,00	0,00	
	Mantenibilidad	Media	10%	5,17	0,52		5,17	0,52		5,17	0,52	
	Portabilidad	Media	10%	10,00	1,00		10,00	1,00		10,00	1,00	
CALIDAD EN USO	Efectividad	Alta	30%	10,00	3,00	9,16	8,89	2,67	7,40	7,78	2,33	6,49
	Eficiencia	Alta	30%	7,20	2,16		6,14	1,84		6,13	1,84	
	Satisfacción	Alta	30%	10,00	3,00		6,31	1,89		4,39	1,32	
	Libertad de Riesgo	No Aplica	0%	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
	Cobertura de contexto	Baja	10%	10,00	1,00		10,00	1,00		10,00	1,00	

Figura 33. Resumen de valores de las características evaluadas en las tres aplicaciones
Fuente: Propia

CAPÍTULO III

VALIDACIÓN

3.1. Validación normativa ISO

Una vez concluido el análisis de las tres aplicaciones, y verificado los resultados obtenidos se muestra que la aplicación 1 realizada con Vuforia es la que mayor alto puntaje tiene en cuanto a calidad, es decir es la que cumple satisfactoriamente con la mayor cantidad de parámetros que brinda la norma ISO/IEC 25010.

De acuerdo a la Figura 32, sobre los resultados de cada una de las características evaluadas en las aplicaciones se puede deducir lo siguiente:

- La herramienta Vuforia cumple con un 78,1 % de las métricas que definen la norma ISO/IEC 25010 en el modelo de calidad externa del producto software, y un 91,6 % de las métricas del modelo de calidad en uso, que define la misma norma.
- La herramienta Wikitude cumple con un 69,5 % de las métricas que definen la norma ISO/IEC 25010 en el modelo de calidad externa del producto software, y un 74 % de las métricas del modelo de calidad en uso, que define la misma norma.
- La herramienta ARToolKit cumple con un 66,4 % de las métricas que definen la norma ISO/IEC 25010 en el modelo de calidad externa del producto software, y un 64,9 % de las métricas del modelo de calidad en uso, que define la misma norma.

3.2. Pruebas de funcionamiento de los aplicativos

Para las pruebas de funcionamiento de las tres aplicaciones móviles a parte de las realizadas manualmente, se utilizó también la plataforma Firebase de Google, la cual provee una serie de herramientas que permiten realizar pruebas a nuestras aplicaciones en una gran variedad de dispositivos alojados en un centro de datos de Google.

En este caso se utilizó la herramienta Firebase Test Lab, que es una infraestructura de prueba de apps basada en la nube. Con una sola operación, se puede probar la app para Android o iOS en una amplia variedad de dispositivos y configuraciones, y ver los resultados (que incluyen registros, videos y capturas de pantalla) en Firebase console. (Firebase, 2018)

Esta herramienta permite realizar algunos tipos de pruebas, en este caso se utilizó la prueba Robo, debido a que proporciona información acerca del funcionamiento de la aplicación.

Robo es una herramienta de pruebas integrada en Firebase Test Lab para Android, examina la estructura de la IU de la aplicación, explora metódicamente y simula automáticamente las actividades de un usuario. Además, imita las mismas actividades del usuario en el mismo orden que cuando la usa para probar una app en una configuración del dispositivo específica con la misma configuración. Esto permite usar la prueba Robo para validar soluciones de errores y probar regresiones de una forma que no es posible cuando se ejecutan pruebas con Exerciser Monkey de la IU/aplicación. (Firebase, 2018)

La prueba Robo captura los archivos de registro, guarda una serie de capturas de pantalla con anotaciones y crea un video a partir de estas para mostrar las operaciones que realizó el usuario simulado. Estos registros, capturas de pantalla y videos pueden ayudar a determinar la causa raíz de los bloqueos de la app y también pueden ayudar a encontrar errores en la IU de la app. (Firebase, 2018)

En la Figura 34 y 35 se muestra algunos de los tipos de dispositivos físicos y virtuales que se pueden utilizar para la realización de las diferentes pruebas, así como también el nivel de API que se puede elegir en cada dispositivo a utilizar.

Dispositivos físicos

Nexus 7 (2013) ASUS

19 21

Pixel 2 Google

26 27 28

Huawei Mate 9 HUAWEI

24

LG G3 LG

19

LG K4 (LG-X230) LG Electronics

23

Moto G Play (4th Gen) XT1607 Motorola

23

Moto G4 Plus Motorola

23

Nexus 6 Motorola

21 22 23

Razer Phone Razer

25

Galaxy J1 ace SM-J111M Samsung

22

Galaxy J7 (SM-J710MN) Samsung

23

Galaxy S6 Samsung 

22 23

Galaxy S7 Samsung

23 24

Galaxy Tab 3 Samsung

19

Xperia Z2 Sony

21

Galaxy A5 2017 samsung

24

Samsung Galaxy S9+ (US) samsung

26

Pixel Google

25 26 27 28

HTC One (M8) HTC

19

Huawei P8 lite HUAWEI

21

Nexus 5 LG

21 23

LG G6 LGUS997 LGE

24

Moto G4 Motorola

23

Moto X Motorola

19

OnePlus One OnePlus

22

SH-04H SHARP

23

Galaxy J2 Prime SM-G532M Samsung

23

Galaxy Note 3 Duos Samsung

19

Galaxy S6 Edge Samsung 

22

Galaxy S7 edge Samsung

23

Samsung Galaxy S3 Samsung

18

Xperia Z3 Sony

21

Samsung Galaxy S9 (US) samsung

26

Figura 34. Dispositivos Físicos de Google Firebase Test Lab
Fuente: Propia



Figura 35. Dispositivos Virtuales de Google Firebase Test Lab
Fuente: Propia

▪ **App1_Vuforia**

Esta aplicación se evaluó en un dispositivo móvil HUAWEI P9 modelo eva-109 con API 23 (Android 6.0).

El tiempo de duración de la prueba realizada fue 5 minutos con 26 segundos.

- Tiempo de instalación: 25,8 seg
- Tiempo de demora en aparecer la pantalla inicial de la APP: 497 ms
- Rendimiento:

En la figura 36 se puede apreciar el rendimiento del dispositivo, en cuanto a uso de CPU se puede observar que la aplicación no supera el 30% del total del mismo, se considera que los picos más altos son cuando se carga la escena de cargar un video o la utilización del GPS. En cuanto a memoria gráfica el uso máximo es de 55fps lo que significa que existe una demora leve entre la solicitud de una escena y la presentación de la misma, pero esto no afecta el funcionamiento de la aplicación. Referente al uso de memoria se observa que en la prueba Robo el uso es de 222852KiB, que representa 0,23GB, lo cual significa que no habría fallos ni colapsos producidos por la falta

de memoria RAM del dispositivo. Por último, en cuanto a uso de red los picos más altos se pueden observar en los primeros segundos de uso, al arrancar la aplicación hasta cargar el menú principal.

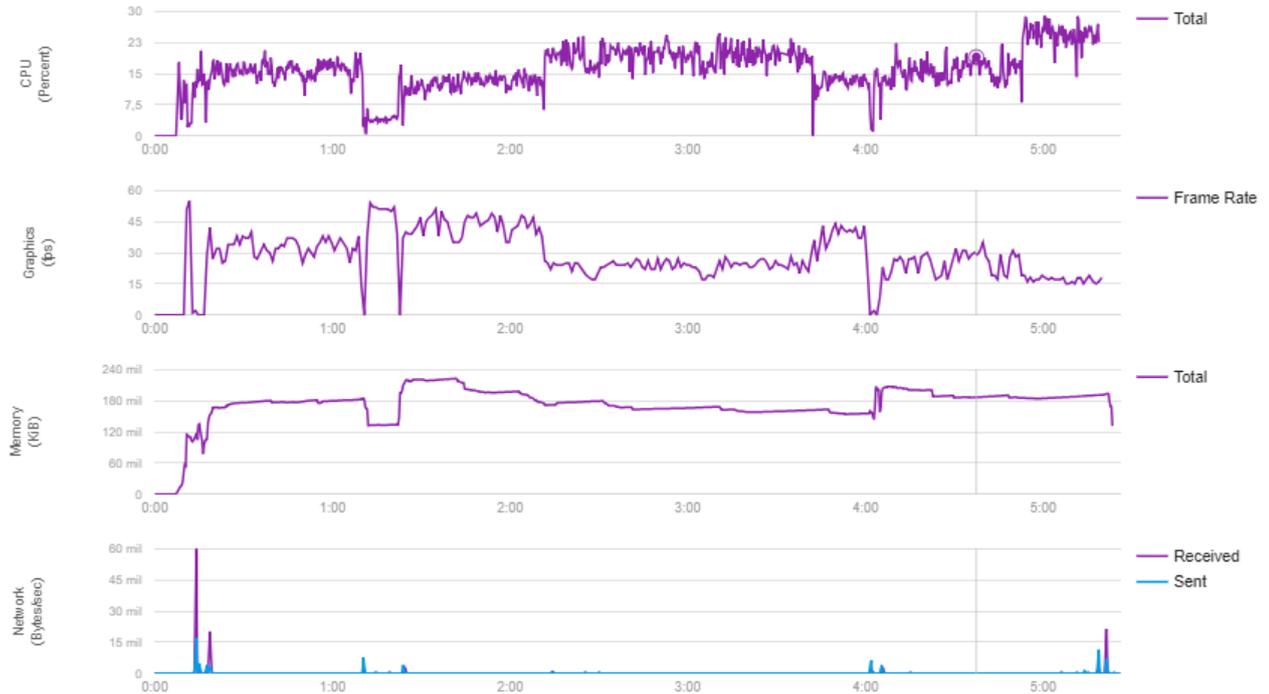


Figura 36. Rendimiento App1_Vuforia
Fuente: Propia

▪ **App2_Wikitude**

Esta aplicación se evaluó en un dispositivo móvil HUAWEI P9 modelo eva-109 con API 23 (Android 6.0).

El tiempo de duración de la prueba realizada fue 5 minutos con 44 segundos.

- Tiempo de instalación: 9,6 seg
- Tiempo de demora en aparecer la pantalla inicial de la APP: 670 ms
- Rendimiento:

En la figura 37 se puede apreciar el rendimiento del dispositivo, en cuanto a uso de CPU se puede observar que la aplicación supera en cantidad mínima el 30% del total del mismo, se considera que los picos más altos son cuando se carga la escena de cargar un video. En cuanto a memoria gráfica el uso máximo es de 60fps lo que significa que existe una pequeña demora entre la solicitud de una escena y la presentación de la misma, pero no afectando el funcionamiento de la aplicación. Referente al uso de memoria se

observa que en la prueba Robo el uso es de 439769KiB, que representa 0,45GB, lo cual significa que no habría fallos ni colapsos producidos por la falta de memoria RAM del dispositivo. Por último, en cuanto a uso de red existen algunos picos medianamente altos, se puede observar algunos flujos de información mientras la aplicación se encuentra en uso desde que arranca hasta cargar la última escena.

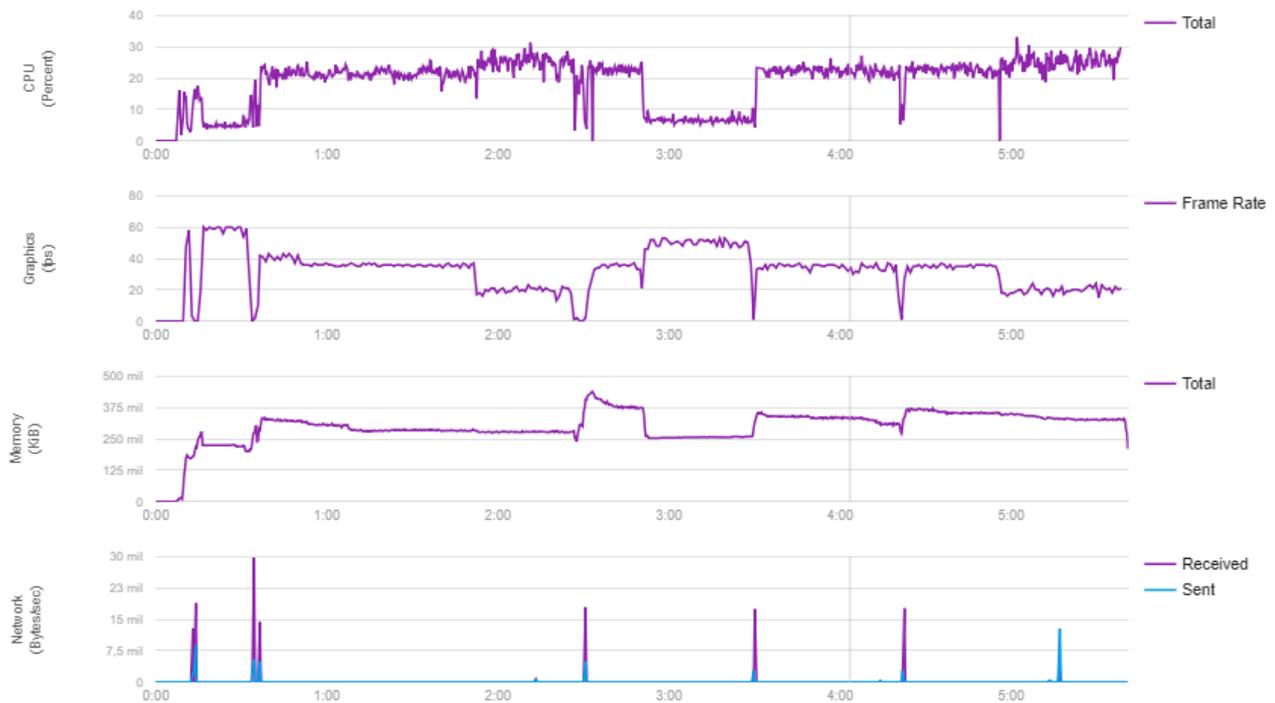


Figura 37. Rendimiento App2_Wikitude
Fuente: Propia

- **App3_ARToolKit**

Esta aplicación se evaluó en un dispositivo móvil Nexus 7 con API 21, ya que la herramienta Firebase Test Lab no proporciona información de rendimiento ni ningún dato de una aplicación si se utiliza un dispositivo ya sea físico o virtual con un nivel de API menor a 21. En este caso la aplicación desarrollada con ARToolKit fue diseñada solo para dispositivos con nivel de API igual a 19, esto debido a que este SDK es antiguo, tiene funciones obsoletas y únicamente permite desarrollar para dispositivos con este nivel de Android.

El tiempo de duración de la prueba realizada fue 49 segundos.

- Tiempo de instalación: 28,2 seg

- Tiempo de demora en aparecer la pantalla inicial de la APP: 1s 67ms.
- Rendimiento:

En la figura 38 se puede apreciar el rendimiento del dispositivo, en cuanto a uso de CPU se puede observar que la aplicación casi alcanza el 40% del total del mismo, se considera que los picos más altos son cuando se carga la escena de proyección del objeto 3D y la de cargar un video. En cuanto a memoria gráfica el uso máximo es de 17fps lo que significa que el dispositivo puede colapsar debido a la falta de memoria gráfica. Referente al uso de memoria se observa que en la prueba Robo el uso es de 82872KiB, que representa 0,084GB, esto debido a que la prueba se la está realizando en un nivel de API diferente a la que fue diseñada. Por último, en cuanto a uso de red existen picos de flujo de información únicamente después de haberse arrancado la aplicación y presentar la primera escena.

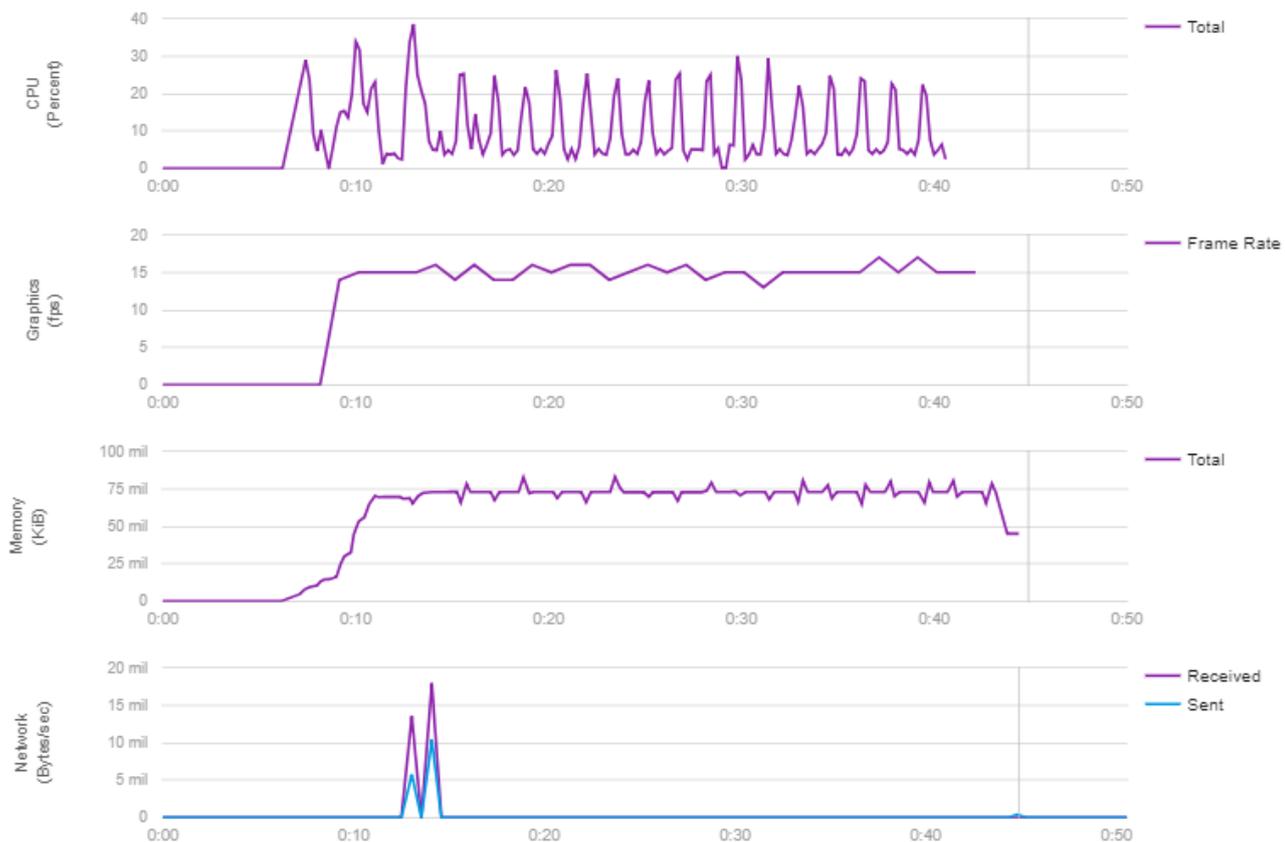


Figura 38. Rendimiento App3_ARToolKit
Fuente: Propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

▪ Análisis de impactos (Ecológicos, Económicos y Tecnológicos)

En el presente trabajo se ha visto oportuno realizar un análisis de impactos en distintas áreas como: ecológico, económico y tecnológico, para lo cual se han establecido algunas variables con el fin de realizar una evaluación un tanto más sistemática y poder determinar si el trabajo influirá de manera positiva o negativa en los mencionados aspectos.

En la tabla 36 se ha seleccionado un rango de niveles de impactos positivos y negativos.

TABLA 36. Tabla de definición de variables y valores para impacto

Valor	Impacto
-3	Impacto alto Negativo
-2	Impacto medio Negativo
-1	Impacto bajo Negativo
0	No hay Impacto
1	Impacto bajo Positivo
2	Impacto medio Positivo
3	Impacto alto Positivo

Fuente: Propia

Luego de determinar las variables, se crea una matriz para cada uno de los aspectos que se van a evaluar, en dicha matriz de manera horizontal se coloca el nivel de impacto, mientras que de manera vertical se establece una serie de indicadores que detallarán información específica del área analizada.

En cada indicador se asignará un valor dependiendo del nivel de impacto que contenga, además dentro de la matriz se podrá visualizar una sumatoria de los niveles de impacto, dicho valor será dividido para el número de indicadores en cada una de las matrices dando como resultado un valor numérico el cual será considerado como el nivel de impacto del área.

- **Impactos ecológicos**

Nivel de Impacto \ Indicador	-3	-2	-1	0	1	2	3	Total
Reducción del uso de papel							X	3
Mejora del medio Ambiente						X		2
Total						2	3	5

Suma del valor de impacto ambiental = 5/2

Total del nivel de impacto ambiental = 2,5

Nivel de Impacto ambiental = Impacto medio positivo

Con respecto al impacto ecológico se considera que el estudio realizado si lo tiene, ya que la comparativa se puede visualizar de manea digital sin necesidad de impresión y así evitar en gran manera el uso de papel. Por otro lado, en cuanto al indicador de mejora del medio ambiente no tiene un impacto tan positivo debido a que al utilizar un dispositivo digital para visualizar la comparativa, éste necesita que la batería esté cargada, lo que resulta no tan beneficioso para el ambiente el uso constante de energía eléctrica.

- **Impactos económicos**

Nivel de Impacto \ Indicador	-3	-2	-1	0	1	2	3	Total
Generación de empleo						X		2
Incremento productividad							X	3
Total						2	3	5

Suma del valor de impacto económico: 5/3

Total del nivel de impacto económico: 2,5

Nivel de Impacto económico: Medio positivo

El impacto económico es muy importante dentro de la realización de un trabajo, en este caso el estudio comparativo que se realizó permite conocer características novedosas sobre la realidad aumentada lo que da lugar a que empresas opten por la utilización de esta tecnología en diferentes emprendimientos que generen plazas de trabajo, además brinda al programador la seguridad de elegir la herramienta más óptima y adecuada para el desarrollo de una determinada aplicación de realidad aumentada, lo que da como resultado mejora en la productividad.

- **Impactos tecnológicos**

Nivel de Impacto / Indicador	-3	-2	-1	0	1	2	3	Total
Uso de nueva tecnología							X	3
Transferencia tecnológica							X	3
Total							6	6

Suma del valor de impacto tecnológico: 6/2

Total del nivel de impacto tecnológico: 3

Nivel de Impacto tecnológico: Alto positivo

El impacto tecnológico es un aspecto muy importante en la actualidad, y para la realización del estudio se empleó el uso de una tecnología que con el paso del tiempo ha ido evolucionando de manera positiva, pero que en nuestro país no ha sido ampliamente desarrollada.

▪ Conclusiones

De las tres herramientas que se utilizaron para el estudio comparativo se determina que el mejor SDK para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada con Unity 3D es Vuforia ya que obtuvo el valor de 8.49/10 en cuanto a calidad total en los modelos de calidad externa y en uso evaluados, frente a 7.18/10 de Wikitude, y 6.56/10 de ARToolKit.

Wikitude es un SDK también robusto para desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, pero éste no proporciona variedad de herramientas de funcionalidad para una aplicación del tipo que se realizó con Unity 3D para el estudio comparativo realizado, en este caso la función no realizada fue la proyección de un objeto 3D mediante la utilización del GPS.

ARToolKit es un SDK para desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, del cual actualmente no existe mucha información, específicamente su página oficial ya no existe, en foros la última publicación de soporte para realizar una aplicación es de hace aproximadamente dos años y medio, y adicionalmente no existen ni ejemplos que ayuden a un programador sin experiencia a desarrollar una aplicación con este SDK. Además, únicamente permite utilizar objetos 3D propios del SDK, y como marcadores solo imágenes a blanco y negro. Adicionalmente en lo referente al nivel de API (versión Android) de la app, permite desarrollar hasta un máximo nivel de 19.

La aplicación de la matriz de calidad que muestra los modelos de calidad en uso y externa de la normativa internacional ISO 25010 para evaluar los productos software desarrollados para la realización de la comparativa permitieron mostrar de manera detallada el nivel de calidad que tienen las tres aplicaciones en cada uno de los aspectos o métricas que define cada uno de los modelos de calidad de la ISO.

Referente al rendimiento que se obtuvo de las tres aplicaciones desarrolladas con las herramientas, se considera que la diseñada con el SDK de Wikitude utiliza mayor cantidad de recursos, tales como: mayor cantidad de porcentaje de CPU, mayor uso de memoria gráfica, mayor capacidad de memoria RAM, y tiene mayor cantidad de flujos de datos.

Para definir el nivel de importancia que se asignó a cada característica y subcaracterística de los dos modelos de calidad que se evaluaron, se realizó un

análisis minucioso de cada una de ellas, interpretando de manera clara y objetiva el propósito de la métrica y el método de aplicación de la misma, y tomando en cuenta esos aspectos y además el tipo de aplicaciones que se iban a desarrollar se definió si era o no necesario evaluar dicha métrica.

La herramienta Firebase de Google es una plataforma de gran ayuda a la hora de evaluar el rendimiento de cualquier aplicación móvil, en este caso proporcionó información detallada acerca del funcionamiento de la aplicación, datos importantes que debían ser evaluados en las tres aplicaciones tales como uso de CPU, uso de memoria gráfica, uso de memoria RAM y uso de red.

▪ **Recomendaciones**

Para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada con Unity 3D, se recomienda utilizar el SDK de Vuforia ya que cumple con altos niveles de calidad y proporciona variedad de herramientas de funcionalidad tales como proyección de un objeto 3D, mediante la lectura de un marcador, proyección de video a través de la lectura de una imagen, y la utilización del GPS para proyectar un objeto 3D, entre otras.

Evitar utilizar la herramienta ARToolKit debido a que este SDK es demasiado antiguo y actualmente no existe información ni soporte que puedan ayudar a un programador a desarrollar una aplicación móvil.

Aplicar los modelos de calidad que proporciona la ISO 25010, ya que la aplicación de un estándar internacional en un producto software garantiza la calidad del mismo y por consiguiente la satisfacción del usuario final.

Para el uso de aplicaciones de realidad aumentada, es recomendable utilizar un dispositivo móvil con memoria RAM mayor a 2GB, para de esa manera evitar fallos en el rendimiento del mismo, como: el dispositivo se ponga en pantalla negra, la aplicación se cierre automáticamente, la pantalla de la aplicación se quede congelada y no responda.

Usar la herramienta Firebase de Google ya que proporciona información detallada acerca del funcionamiento de una aplicación móvil, son valores que un desarrollador debe conocer sobre su app y que manualmente no podría obtener, esto es importante ya que muchos de esos datos que muestra la herramienta el desarrollador los podría optimizar.

REFERENCIAS

- Android. (30 de Mayo de 2017). *Actualizar Android*. Recuperado el 4 de Junio de 2018, de Actualizar Android: <https://www.actualizar-android.com/versiones/>
- Blasco Ugalde, M. (2017). *Realidad aumentada como herramienta en Educación primaria para abordar el concepto de densidad*. Universidad de La Rioja, Logroño.
- Cabero, A. J., Leiva, J. J., & Moreno, N. M. (2016). *Aplicaciones móviles, herramientas*. Ediciones Octaedro, S.L.
- Cerebrairo. (2011). *Inteligencia móvil*. Recuperado el 10 de Julio de 2018, de Inteligencia móvil: <http://inteligencia-movil.com/empresa.html>
- Chávez, M. M. (1 de Marzo de 2011). *SlideShare*. Recuperado el 10 de Julio de 2018, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/SCSF2011/012-variables-medicion>
- Cruz, A. (14 de Enero de 2014). *DesarrolloLibre*. Recuperado el 10 de Julio de 2018, de DesarrolloLibre: <http://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.W0V8DNJKjIU>
- Cruz, A. (13 de Marzo de 2017). *DesarrolloLibre*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de DesarrolloLibre: <http://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-wikitude#.WzEZk6dKjIU>
- Culturación. (2 de Septiembre de 2015). *Culturación*. Recuperado el 6 de Junio de 2018, de Culturación: <http://culturacion.com/blackberry-sistema-operativo-movil-de-rim/>
- Cussi, V. (26 de Octubre de 2014). *LA REALIDAD AUMENTADA Y EL TURISMO INTELIGENTE*. Recuperado el 16 de Abril de 2018, de LA REALIDAD AUMENTADA Y EL TURISMO INTELIGENTE: <https://touristear.com/la-realidad-aumentada/>
- Dcoy, G. (18 de Octubre de 2016). *Prezi*. Recuperado el 3 de Junio de 2018, de Prezi: <https://blogginzenith.zenithmedia.es/que-es-y-como-funciona-la-realidad-aumentada-diccionario/>
- Expertos Universidad Internacional de Valencia. (12 de Octubre de 2016). *Universidad Internacional de Valencia*. Recuperado el 2 de Mayo de 2018, de Universidad Internacional de Valencia: <https://www.universidadviu.es/evolucion-la-red-comunicacion-movil-del-1g-al-5g/>

- Ferrada Valeria, H. P. (2014). *ESTUDIO DE HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA SOBRE LA PLATAFORMA ANDROID*. Universidad del Bío-Bío, Chillán.
- Firestore, G. (14 de Junio de 2018). *Firestore*. Recuperado el 24 de Julio de 2018, de Firestore: <https://firebase.google.com/docs/test-lab/>
- Firestore, G. (25 de Mayo de 2018). *Firestore*. Recuperado el 24 de Julio de 2018, de Firestore: <https://firebase.google.com/docs/test-lab/robo-ux-test?hl=es-419>
- García Regüela, A. (23 de Septiembre de 2016). *Intedya*. Recuperado el 7 de Junio de 2018, de Intedya: <http://www.intedya.com/internacional/intedya-noticias.php?id=1589#submenuhome>
- Gargiulo, G. (2017). *Swift Latino*. Recuperado el 5 de Junio de 2018, de Swift Latino: https://swiftlatino.com/ios/#iOS_versiones_La_historia_y_evolucion_de_iOS_desde_sus_inicios
- González Morcillo, C., Vallejo Fernández, D., Albusac Jiménez, J. A., & Castro Sánchez, J. J. (2013). Realidad Aumentada Un enfoque práctico con ArToolKit y Blender. En C. González Morcillo, D. Vallejo Fernández, J. A. Albusac Jiménez, & J. J. Castro Sánchez, *Realidad Aumentada Un enfoque práctico con ArToolKit y Blender* (págs. 15-26). Ciudad Real: Bubok Publishing S.L.
- I'MNOVATION. (s.f.). *I'MNOVATION #hub*. Recuperado el 17 de Abril de 2018, de I'MNOVATION #hub: <https://www.imnovation-hub.com/es/construccion/arquitectura-y-realidad-aumentada-nuevos-aliados/>
- Ibáñez Herrero, M. (s.f.). *Realidad Aumentada: ARToolKit para animación de personajes*. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Informática de Sistemas y Computadores, Valencia. Obtenido de Realidad Aumentada: ARToolKit para animación de personajes.
- IEEE Student Branch Complutense. (s.f.). *IEEE Student Branch Complutense. Sitio Web*. Recuperado el 7 de Mayo de 2018, de IEEE Student Branch Complutense. Sitio Web: <https://ieeesbc.wordpress.com/%C2%BFque-es-la-ieee/>
- IEEE-UCA. (30 de Abril de 2014). *IEEE - Rama Estudiantil El Salvador*. Recuperado el 16 de Octubre de 2018, de IEEE - Rama Estudiantil El Salvador: http://ewh.ieee.org/sb/el_salvador/uca/historia.html
- International Organization for Standardization. (Abril de 2015). *Software ISO*. Recuperado el 22 de Mayo de 2018, de Software ISO: <https://www.isotools.org/normas/>

- Internovam. (24 de Enero de 2018). *Blog de Internovam*. Recuperado el 12 de Mayo de 2018, de Blog de Internovam: <http://internovam.com/blog/realidad-aumentada-en-medicina/>
- ISO/IEC 25010. (2011). *ISO/IEC 25010. NTE INEN-ISO/IEC 25010*. Suiza: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 25022. (2016). «*Quality in Use Measures,*» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use*. Suiza: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 25023. (2016). «*Use of System and software product quality Measures,*» de *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality,*. Suiza: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 25040. (2011). *Modelo de referencia de evaluación y guía. Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Evaluation process*. Suiza: ISO.
- ISO25000. (s.f.). *ISO 25000 CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE*. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de ISO 25000 CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- ISOTools. (19 de Marzo de 2015). *ISOTools*. Recuperado el 7 de Junio de 2018, de ISOTools: <https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>
- Magaña Herrera, P. P. (2014). *NORMALIZACION Y NORMAS ISO*. Santiago de Cali.
- Megali, T. (12 de Septiembre de 2016). *Code Envato Tuts+*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de Code Envato Tuts+: <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/introducing-augmented-reality-with-vuforia--cms-27160>
- Ormeño Rojas, N. (21 de Febrero de 2012). *Mi bitácora informática*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de Mi bitácora informática: <http://ormeno-nicolas.blogspot.com/2012/02/que-es-un-ide.html>
- Pedrozo Petrazzini, G. O. (2012). *Sistemas Operativos en Dispositivos*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, Corrientes.
- Peralta Torres, N. D., & Peña Alturo, L. F. (24 de Septiembre de 2015). *Informática 2015*. Recuperado el 19 de Abril de 2018, de Informática 2015: <http://informaticanatalau.weebly.com/42/cronologia-realidad-aumentada>

Ruiz Torres, D. (2011). REALIDAD AUMENTADA, EDUCACIÓN Y MUSEOS. *ICONO* 14, 2, 212-226.

SignificadoConcepto. (25 de Enero de 2018). *Significado Concepto*. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de Significado Concepto: <https://significadoconcepto.com/realidad-aumentada/>

Suárez Caballero, R. (21 de Noviembre de 2016). *IEMD*. Recuperado el 6 de Junio de 2018, de IEMD: <https://iemd.com/windows-phone/que-es-windows-phone>

Totemcat. (1 de Junio de 2016). *Totemcat MATERIA WORK'brand*. Recuperado el 15 de Abril de 2018, de Totemcat MATERIA WORK'brand: <http://totemcat.com/usos-y-aplicaciones-de-la-realidad-aumentada/>

Ulmehar, J. M. (11 de Septiembre de 2017). *Blog de tecnología e información*. Recuperado el 4 de Junio de 2018, de Blog de tecnología e información: <https://www.ibertronica.es/blog/tutoriales/android-sistema-operativo/>

Vaca Sierra, T. N. (2017). *MODELO DE CALIDAD DE SOFTWARE APLICADO AL MÓDULO DE TALENTO HUMANO DEL SISTEMA INFORMÁTICO INTEGRADO UNIVERSITARIO – UTN*". Ibarra.

Venemedia. (16 de Diciembre de 2014). *ConceptoDefinicion.De*. Recuperado el 6 de Junio de 2018, de ConceptoDefinicion.De: <http://conceptodefinicion.de/windows-phone/>

Venemedia Comunicaciones C.A. (17 de 10 de 2016). *Concepto de - Definición de*. Obtenido de Concepto de - Definición de: <https://conceptodefinicion.de/windows-phone/>

Vuforia. (s.f.). *Vuforia*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de Vuforia: <https://www.vuforia.com/>

ANEXOS

ANEXO A: INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LAS TRES APLICACIONES DESARROLLADAS

MATRIZ DE CALIDAD DE SOFTWARE		
1. DATOS INFORMATIVOS:		
Fecha:	14/7/2018	
Institución:	Ninguna	
Nombre del Software:	App1_Vuforia/ App2_Wikitude/ App3_ARToolKit	
OBJETIVOS GENERALES DEL SOFTWARE		
Promocionar la laguna de San Pablo como destino turístico en la provincia de Imbabura mediante la utilización de una tecnología diferente como la realidad aumentada.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SOFTWARE		
<p>1. Mostrar el modelo de la laguna de San Pablo mediante la lectura de un marcador.</p> <p>2. Reproducir un video de la laguna mediante la lectura de una imagen relacionada al sitio.</p> <p>3. Georeferenciar un objeto 3D con la ayuda del GPS del dispositivo móvil.</p>		
PARTICIPANTES		
Cargo	Nombre	Unidad
Desarrolladora	Gabriela Elizabeth Carrión Vaca	

2. TIPO DE PRODUCTO SOFTWARE		
Producto	Clasificación de producto	Selección
Página Web (PW)	Estática	
	Animada	
	Dinámica	
	Portal Web	
	Tienda Virtual o Comercio Electrónico	
	Página Web con Gestor de Contenido	
	Página Web 2.0	
Base de Datos (BDD)	BDD jerárquica	
	BDD de red	
	BDD transaccional	
	BDD relacional	
	BDD multidimensional	
	BDD orientado a objetos	
	BDD documental	
BDD deductiva		
Software de Aplicación (SA)	SA de productividad (editores de texto)	
	SA de entretenimiento (videojuegos)	
	SA de negocios (ERP)	
	SA de educación (programas interactivos de aprendizaje)	X
	SA de tecnología (control de sistemas, médicas, etc.)	

4. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA		
Nombre	Nivel de Importancia	%
C1 - Adecuación Funcional	Alta	25%
C2 - Fiabilidad	Alta	20%
C3 - Eficiencia en el desempeño	Media	15%
C4 - Facilidad de Uso	Media	15%
C5 - Seguridad	No Aplica	0%
C6 - Compatibilidad	Baja	5%
C7 - Mantenibilidad	Media	10%
C8 - Portabilidad	Media	10%
Total		100%

6. SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA				
Característica	Subcaracterística	Nivel Importancia	%	Total Característica
C1 - Adecuación Funcional	Complejidad funcional	Alta	100%	100%
	Exactitud funcional	No Aplica	0%	
C2 - Fiabilidad	Madurez	Media	35%	100%
	Disponibilidad	No Aplica	0%	
	Tolerancia a fallos	Alta	65%	
	Recuperabilidad	No Aplica	0%	
C3 - Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Media	25%	100%
	Utilización de recursos	Media	30%	
	Capacidad	Alta	45%	
C4 - Facilidad de Uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Alta	30%	100%
	Capacidad para ser entendido	Media	20%	
	Operatividad	Alta	25%	
	Protección contra errores del usuario	No Aplica	0%	
	Estética de la Interfaz del usuario	Media	15%	
	Accesibilidad técnica	Baja	10%	
C5 - Seguridad	Confidencialidad	No Aplica	0%	0%
	Integridad	No Aplica	0%	
	No repudio	No Aplica	0%	
	Responsabilidad	No Aplica	0%	
	Autenticidad	No Aplica	0%	
C6 - Compatibilidad	Co - existencia	Alta	100%	100%
	Interoperatividad	No Aplica	0%	
C7 - Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Media	35%	100%
	Capacidad de ser modificado	Media	40%	
	Capacidad de ser probado	Baja	25%	
C8 - Portabilidad	Adaptabilidad	Alta	65%	100%
	Capacidad de ser Instalado	Media	35%	
	Capacidad de ser Reemplazado	No Aplica	0%	

7. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO		
Nombre	Nivel de Importancia	%
C1 - Efectividad	Alta	30%
C2 - Eficiencia	Alta	30%
C3 - Satisfacción	Alta	30%
C4 - Libertad de Riesgo	No Aplica	0%
C5 - Cobertura de contexto	Baja	10%
Total		100%

8. SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO				
Característica	Subcaracterística	Nivel de Importancia	%	Total Característica
C1 - Efectividad	Efectividad	Alta	100%	100%
C2 - Eficiencia	Eficiencia	Alta	100%	100%
C3 - Satisfacción	Utilidad	Alta	100%	100%
C4 - Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	No Aplica	0%	0%
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	No Aplica	0%	
	Libertad del riesgo ambiental	No Aplica	0%	
C5 - Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto	Alta	70%	100%
	Flexibilidad	Baja	30%	

ANEXO B: MATRIZ DE CALIDAD – APLICACIÓN 1 CON VUFORIA

		EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA																
Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
Adecuación Funcional	Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00	10	10,00	2,50	
	Exactitud funcional	Exactitud	¿Cuánto del estándar requerido de exactitud se cumple?	Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos de datos implementados	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	0	1	No									
		Precisión computacional	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados inexactos?	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación	Internal/Externa	$X = A/T$ A = Número de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	≥ 10 seg	0seg	No				0,00					
	Eliminación de errores	¿Cuantos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallas detectadas en las pruebas	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	6,00	6,00		1,00	10,00					

Característico	Subcaracterístico	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterístico	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
Fiabilidad	Madurez	Cobertura de pruebas	¿Cuántos casos de prueba requeridos han sido ejecutados durante la etapa de pruebas?	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba y el número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	0	1	Si	9,00	10,00	0,90	9,00	2,22	5,47	1,09		
		Tiempo medio entre fallos	¿Cuál es la frecuencia en que el sistema falla en la operación?	Tomar el tiempo de operación y contar el número total de fallas detectadas actualmente	Externa	$X = A/T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de operación Dónde $T > 0$	$>=15$ seg	0seg	No				0,00					
	Disponibilidad	Tiempo de servicio	¿Cuál es el tiempo de servicio del sistema que proporciona realmente?	Tomar el tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente y tomar el tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional	Externa	$X = A/B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional Dónde: $B > 0$	0	1	No									
		Tiempo medio de inactividad	¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema está inactivo después de que	Tomar el tiempo total de inactividad y contar el número de fallos observados	Externa	$X = A/T$ A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	$>=10$ min	0min	No			x	x					

Característico	Subcaracterístico	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apli	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos	¿Cuántas fallas iniciales estuvieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de ocurrencia de fallas serias y críticas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y el número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados	Externa	$X = A/B$ A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	0	1	Si	2,00	4,00		0,50	5,00	3,25			
		Redundancia	¿Cuántos tipos de componentes/sistemas son instalados de forma redundante para evitar un fallo en el	Contar el número total de tipos de componentes y el número de tipos de componentes instalados de forma redundante	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	¿Cuáles el tiempo promedio que toma el sistema en recuperarse completamente después un fallo?	Tomar el tiempo que le tomó al sistema en recuperarse y contar el número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación	Internal/Externa	$X = A/T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	$>=10min$	0min	No				0,00					
	Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	¿Cuáles el tiempo estimado para completar una tarea?	Tomar el tiempo desde que se envía la petición hasta obtener la respuesta	Internal/Externa	$X = B - A$ A = Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	$>15seg$	1seg	Si	1,26	1,86		0,60	9,40	1,20			
		Tiempo de espera	¿Cuáles el tiempo desde que se envía una instrucción, para que inicie un trabajo, hasta que lo completa?	Tomar el tiempo cuando se inicia un trabajo y el tiempo en completar el trabajo	Internal/Externa	$X = B - A$ A = Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	$>15seg$	15seg	Si	5,49	6,74		1,25					
		Rendimiento	¿Cuántas tareas pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo	Internal/Externa	$X = A/T$ A = Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	0	$>=10seg$	Si	2,00		10,00	0,20	0,20				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apl.	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
Eficiencia en el desempeño	Utilización de recursos	Utilización de CPU	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?	Tomar el tiempo de operación y la cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea	Internal/Externa	$X = B - A$ A = La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	$\geq 1\text{min}$	0	Si	5,12	5,25		0,13	9,87	2,96	8,66	1,30	
		Utilización de la memoria	¿Cuánto espacio de memoria es usado para realizar una tarea dada?	Medir la cantidad total de espacios de memoria y la cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea	Internal/Externa	$X = B - A$ A = Cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea B = Cantidad total de espacios de memoria Dónde: $B > 0$	≥ 10	0	Si	0,23	4,00		3,77					
		Utilización de los dispositivos de E/S	¿Cuánto tiempo los dispositivos de E/S utilizan para realizar una tarea?	Tomar el tiempo de operación y el tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea	Internal/Externa	$X = B - A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	$\geq 15\text{seg}$	0	Si	4,80	5,25		0,45					
	Capacidad	Número de peticiones online	¿Cuántas peticiones online pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número máximo de peticiones online procesadas y tomar el tiempo de operación	Internal/Externa	$X = A/T$ A = Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0min	$\geq 10\text{min}$	No						4,50			
		Número de accesos simultáneos	¿Cuántos usuarios pueden acceder al sistema simultáneamente en un cierto tiempo?	Contar el número máximo de accesos simultáneos y tomar el tiempo de operación	Internal/Externa	$X = A/T$ A = Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0seg	$\geq 10\text{seg}$	No									
			Sistema de transmisión de ancho de banda	¿Cuánto es el valor límite absoluto de transmisión necesaria para cumplir con las funciones?	Contar la cantidad máxima de transmisión de datos y tomar el tiempo de operación	Externa	$X = A/T$ A = Cantidad máxima de transmisión de datos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0seg	$\geq 10\text{seg}$	Si	59887,00		325,00	184,27	10,00			

Característico	Subcaracterístico	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterístico	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
Facilidad de Uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) son descritas como entendibles en la descripción del producto?	Contar el número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto y contar el número total de funciones (o tipos de funciones)	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00	1,00	10,00	3	6,00	0,90		
		Capacidad de demostración	¿Qué cantidad de funciones tienen la capacidad de demostración?	Contar el número de funciones implementadas con capacidad de demostración y contar el número total de funciones que requieren capacidad de demostración	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración	0	1	Si	3,00	3,00	1,00	10,00					
	Capacidad para ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	¿Qué cantidad de funciones están descritas correctamente en la documentación del usuario o ayuda en línea?	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones implementadas	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00	1,00	10,00	2,00				
	Operatividad	Claridad del mensaje	¿Qué cantidad de mensajes son auto explicativo?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y el número total de mensajes implementados	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	0	1	No									0,00
		Consistencia operacional	¿Cuántas operaciones similares pueden llevarse a cabo consecuentemente?	Contar el número de operaciones que se comportan de manera incoherente y el número total de operaciones que se comportan de forma normal	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal	1	0	No									
		Posibilidad de personalización	¿Cuántas funciones y procedimientos operacionales puede un usuario modificar para su conveniencia?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación y el número de funciones que requieren la capacidad de personalización	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieren la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00	0,00	0,00					

Característico	Subcaracterístico	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterístico	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas.	¿Qué cantidad de ítems de entrada son validados?	Contar el número de ítems de entrada que son validados y el número de ítems que necesitan ser validados	Internal/Externa	$X = A/B$ A= Número de ítems de entrada que son validados B = Número de ítems que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	0	1	No							7,81			
	Prevención del uso incorrecto	¿Cuántas funciones tienen la capacidad de evitar operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto y el número total de operaciones iniciales incorrectas	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	0	1	No										
	Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	¿Qué cantidad de los elementos de la interfaz de usuario pueden ser personalizados en apariencia?	Contar el número de tipos de elementos de interfaz que pueden ser personalizados y contar el número total de tipos de elementos de interfaz	Internal/Externa	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	¿A qué cantidad de funciones puede acceder un usuario con discapacidades físicas?	Contar el número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad y contar el número total de funciones implementadas	Internal/Externa	$X = A/B$ A= Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00	1,00	10,00	1,00				
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	¿Qué tan controlable son los accesos al sistema?	Contar el número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados y el número de tipos de operaciones ilegales en la especificación	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	0	1	No										
	Encriptación de datos	¿Qué tan correctamente es la implementación de encriptación / desencriptación de datos de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de elementos de datos encriptados/ desencriptados correctamente y el número de elementos de datos que requiere el encriptación/desencriptación	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos encriptados/ desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere el encriptación/ desencriptación Dónde: $B > 0$	0	1	No										

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peso caso	Valor Desiderado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema			
										A	B	T									
Seguridad	Integridad	Prevención de corrupción de datos	¿Hasta qué punto se puede prevenir la corrupción de datos?	Contar el número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad y el número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	1	0	No							0,00	0,00				
	No repudio	Utilización de firma digital	¿Qué proporción de eventos que requieran no - repudio se procesan utilizando la firma digital?	Contar el número de eventos procesados usando firma digital y el número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	0	1	No												
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	¿Qué tan completa es la pista de auditoría en relación al acceso de los usuarios al sistema y a los datos?	Contar el número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema y el número de accesos ocurridos en la realidad	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de accesos ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	0	1	No												
	Autenticidad	Métodos de autenticación	¿Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o	Contar el número de métodos de autenticación previstos	Interna/Externa	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	0	>2	No				0,00	0,00							
Compatibilidad	Co - existencia	Co - Existencia disponible	¿Qué tan adaptable es el sistema en compartir su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir y el número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir B = Número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia Dónde: $B > 0$	0	1	Si	1,00	1,00	1,00	10,00	10,00							
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	¿Qué tan correctamente se ha implementado los protocolos de interfaz externa?	Contar el número de interfaces implementadas con otros sistemas y el número total de interfaces externas	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	0	1	No												
		Capacidad de intercambiar de datos	¿Qué tan exacto es el intercambio de datos entre el sistema otros sistemas de enlace?	Contar el número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema y el número total de datos que se intercambiarán	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiarán Dónde: $B > 0$	0	1	No												

Característico	Subcaracterístico	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseario	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterístico	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa de Sistema
										A	B	T						
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	¿Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo?	Contar el número de datos realmente grabados durante la operación y el número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de datos realmente grabados durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	0	1	No						0	5,17	0,52	
		Diagnóstico de funciones suficientes	¿Hasta qué punto las funciones de diagnóstico están preparadas o hasta qué punto funcionan para el análisis causal?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas y contar el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00	0,00	0,00					
	Capacidad de ser modificado	Grado de localización de corrección de impacto	¿Hasta qué punto los problemas causados pueden tener como consecuencia un mantenimiento	Contar el número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo y contar el número de fallas resultas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	3,00	3,00	1,00	0,00					
		Complejidad de modificación	¿Con qué facilidad el desarrollador puede modificar el software para resolver problemas?	Tomar el tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar y contar el número de modificaciones	Externa	$X = A/T$ A = Número de modificaciones T = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	0 min	>=1día	Si	5,00		1,00	5,00	10,00	2,67			
		Índice de éxito de modificación	¿Hasta qué punto puede el sistema ser operado sin fallas después del mantenimiento ?	Contar el número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento y contar el número de problemas en el mismo período después del mantenimiento	Externa	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento B = Número de problemas en el mismo período después del mantenimiento Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	1,00	0,00	10,00					
	Capacidad de ser probado	Capacidad de reinicio de pruebas	¿Con qué facilidad se puede llevar a cabo las pruebas nuevamente después del mantenimiento ?	Contar el número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas y contar el número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	Externa	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	1,00	1,00	1,00	10,00	2,50				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
									A	B	T						
	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00	6,50			
		Adaptabilidad en entorno de software	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00				
		Adaptabilidad en entorno empresarial	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00				
	Eficiencia en el tiempo de instalación	Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema	Externa	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	≥ 10 min	0min	Si	0,00		0,43	0,00	10,00					

Característico	Subcaracterístico	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterístico	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema	
									A	B	T							
Portabilidad	Capacidad de ser Instalado	Facilidad de instalación	Contar el número de casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia y contar el número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	Externa	$X = A/B$ A = Número de casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00	10,00	3,5	10,00	1,00		
	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	Contar el número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario y contar el número de nuevas funciones	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	1	0	No										
		Inclusividad funcional	Contar el número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios y contar el número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado	Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	0	1	No										
		Uso continuo de datos	Contar el número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado y contar el número de datos que son continuamente reutilizables por el software a ser reemplazado	Externa	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado Dónde: $B > 0$	0	1	No										

EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO																	
Características	Subcaracterísticas	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad de Uso del Sistema
									A	B	T	X					
Efectividad	Efectividad	Compleitud de la tarea	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas	Uso	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B= Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00	10,00	10,00	3,00	
		Efectividad de la tarea	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea	Uso	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados por la tarea. B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	0	1	Si	1	1		1,00	10,00				
		Frecuencia de error	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas	Uso	$X = A/B$ A= Número de errores cometidos por los usuarios B= Número de tareas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0	3		0,00	10,00				
		Tiempo de la tarea	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	Uso	$X = A/B$ A= Tiempo actual B= Tiempo planeado Dónde: $A > 0$	$A > B$	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	Si	2,86	5		0,57	4,28				
		Tiempo relativo de la tarea	Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa una tarea un usuario experto	Uso	$X = A/B$ A= Tiempo que completa una tarea un usuario experto B= Tiempo que completa una tarea un usuario normal Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,69	5,01		0,74	7,37				
		Eficiencia de la tarea	Contar el número de tareas efectivas y tomar el tiempo de la tarea	Uso	$X = A/T$ A= Número de tareas efectivas T= Tiempo de la tarea Dónde: $T > 0$	$> 10\text{min}$	0min	Si	1		2,15	0,47	5,35				

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad de Uso del Sistema
									A	B	T	X					
Eficiencia	Eficiencia	Eficiencia relativa de la tarea	Contar el número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario y contar el número de tareas eficientes planeadas	Uso	X = A/B A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes planeadas Dónde: B > 0	0	1	Si	3	3		1,00	10,00	7,20	7,20	2,16	
		Productividad económica	Contar el número de tareas efectivas y tomar el costo total de las tareas	Uso	X = A/B A = Número de tareas efectivas B = Numero de tareas totales Dónde: B > 0	0	1	Si	3	3		1,00	10,00				
		Porcentaje productivo	Tomar el tiempo de productividad y el tiempo de la tarea	Uso	X = A/B A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad. Dónde: B > 0	A>B	Si A<=B el más cercano a 0 es lo mejor.	Si	3,28	5		0,66	3,44				
		Número relativo de acciones del usuario	Contar el número de acciones realizadas por los usuarios y contar el número de acciones necesarias actualmente	Uso	X = A/B A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: B > 0	0	1	Si	3	3		1,00	10,00				
		Nivel de satisfacción	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	Uso	X = A/B A = Número de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: B > 0	0	1	Si	5	5		1,00	10,00				

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad de Uso del Sistema
									A	B	T	X	Métrica / 10				
Satisfacción	Utilidad	Uso discrecional de las funciones	Observación de uso	Uso	X = A/B A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados Dónde: B > 0	0	1	Si	3	3		1,00	10,00	10,00	10,00	3,00	
		Porcentaje de quejas de los clientes	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	Uso	X = A/B A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: B > 0	1	0	Si	0	8		0,00	10,00				
		Retorno de la Inversión (ROI)	Consultar los beneficios obtenidos y el capital invertido	Uso	X = A/B A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados. Dónde: B > 0	0	1	No									9,16
		Tiempo para lograr el retorno de la inversión	Tomar el tiempo para lograr el ROI y tomar el tiempo aceptable para lograr el ROI	Uso	A= Tiempo real para lograr el ROI B= Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: B > 0	A>B	Si A<=B el más cercano a 0 es lo mejor.	No				FALSO	x				
		Rendimiento relativo de negocios	Consultar el monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa y el monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación	Uso	X = B/A A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: B > 0	0	Si B<=A el más cercano a 1 es lo mejor. Si B>A será considerado como el mejor caso	No					#¡VALOR!				
		Balanced Score Card	Consultar el resultado del BSC y el BSC planeado	Uso	X = A/B A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: B > 0	0	1	No									

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenid	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad de Uso del Sistema	
									A	B	T	X						
Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	Tiempo de entrega	Consultar el tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas y el tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas	Uso	X = A/B A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas Dónde: B > 0	A > B	Si A <= B el más cercano a 0 es lo mejor.	No				FALSO	0,00	0,00	0,00			
		Ganancias para cada cliente	Consultar los ingresos reales de un cliente y los ingresos planeados de un cliente	Uso	X = A/B A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: B > 0	0	Si A <= B el más cercano a 1 es lo mejor. Si A > B será considerado como el mejor caso	No				FALSO	0,00					
		Errores con consecuencias económicas	Contar el número de errores con consecuencias económicas y contar número total de situaciones de uso	Uso	X = A/B A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: B > 0	1	0	No										
		Corrupción del software	Contar el número de ocurrencias de corrupción del software y contar número total de situaciones de uso.	Uso	X = A/B A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: B > 0	1	0	No										
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	Contar el número de usuarios que notificaron problemas de salud y contar el número total de usuarios	Uso	X = A/B A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: B > 0	1	0	No										
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	Contar el número de personas afectadas, tomar el tiempo y el grado de importancia	Uso	X = A/T A = Número de personas afectadas T = Tiempo	>=5	0	No					FALSO					x

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
									A	B	T	X					
		Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	Contar el número de personas puestas en peligro y contar el número total de personas potencialmente afectadas por el sistema	Uso	$X = A/B$ A= Número de personas puestas en peligro B= Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	1	0	No									
	Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	Estimar el impacto ambiental y el impacto ambiental aceptable	Uso	$X = A/B$ A= Impacto ambiental aceptable B= Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No				x					
Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto	Complejidad de Contexto	Contar el número de contextos con la facilidad de uso inaceptable y el número total de distintos contextos de uso	Uso	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B= Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0	1		0,00	10,00	7	10,00	1,00	
	Flexibilidad	Función flexible del diseño.	Contar el número de características diseñadas con completa flexibilidad y contar el número total de características de diseño	Uso	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B= Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00	3			

ANEXO C: MATRIZ DE CALIDAD – APLICACIÓN 2 CON WIKITUDE

EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA																				
Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema		
										A	B	T								
Adecuación Funcional	Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	1	0	Si	1,00	3,00		0,33	6,67	6,66666667	6,67	1,67			
	Exactitud funcional	Exactitud	¿Cuánto del estándar requerido de exactitud se cumple?	Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos de datos implementados	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	0	1	No											
		Precisión computacional	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados inexactos?	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A = Número de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	>=10seg	0seg	No					0,00						
Madurez		Eliminación de errores	¿Cuántos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallas detectadas en las pruebas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	6,00	7,00		0,86	8,57	1,82					
		Cobertura de pruebas	¿Cuántos casos de prueba requeridos han sido ejecutados durante la etapa de pruebas?	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba y el número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	0	1	Si	7,00	10,00		0,70	7,00						

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Apl.	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Fiabilidad		Tiempo medio entre fallos	¿Cuál es la frecuencia en que el sistema falla en la operación?	Tomar el tiempo de operación y contar el número total de fallos detectados actualmente	Externa	$X = A/T$ A = Número total de fallos detectados actualmente T = Tiempo de operación Donde $T > 0$	>=15seg	0seg	No				0,00		5,72	1,14		
	Disponibilidad	Tiempo de servicio	¿Cuál es el tiempo de servicio del sistema que se proporciona realmente?	Tomar el tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente y tomar el tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional	Externa	$X = A/B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional Dónde: $B > 0$	0	1	No									
		Tiempo medio de inactividad	¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema está inactivo después de que ocurre un fallo?	Tomar el tiempo total de inactividad y contar el número de fallos observados	Externa	$X = A/T$ A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	>=10min	0min	No			x	x					
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos	¿Cuántas fallas iniciales estuvieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de ocurrencia de fallas serias y críticas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y el número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	Externa	$X = A/B$ A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	5,00		0,60	6,00				3,9
		Redundancia	¿Cuántos tipos de componentes/sistemas son instalados de forma redundante para evitar un fallo en el sistema?	Contar el número total de tipos de componentes y el número de tipos de componentes instalados de forma redundante	Internal/Externa	$X = A/B$ A = Número componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	¿Cuál es el tiempo promedio que toma el sistema en recuperarse completamente después un fallo?	Tomar el tiempo que le tomó al sistema en recuperarse y contar el número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación	Internal/Externa	$X = A/T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	>=10min	0min	No					0,00				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema						
										A	B	T												
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea?	Tomar el tiempo desde que se envía la petición hasta obtener la respuesta	Interna/Externa	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	>15seg	1seg	Si	1,33	1,80		0,47	9,53	1,22	8,69	1,30							
		Tiempo de espera	¿Cuál es el tiempo desde que se envía una instrucción, para que inicie un	Tomar el tiempo cuando se inicia un trabajo y el tiempo en completar el trabajo	Interna/Externa	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	>15seg	15seg	Si	6,63	8,32		1,69											
		Rendimiento	¿Cuántas tareas pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo	Interna/Externa	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	0	>=10seg	Si	2,00		10,00	0,20	0,20										
	Utilización de recursos	Utilización de CPU	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?	Tomar el tiempo de operación y la cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea	Interna/Externa	$X = B - A$ A= La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	>=1min	0	Si	5,32	5,42		0,10	9,90	2,97				8,69	1,30				
		Utilización de la memoria	¿Cuánto espacio de memoria es usado para realizar una tarea dada?	Medir la cantidad total de espacios de memoria y la cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea	Interna/Externa	$X = B - A$ A = Cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea B = Cantidad total de espacios de memoria Dónde: $B > 0$	>=10	0	Si	0,45	4,00		3,55											
		Utilización de los dispositivos de E/S	¿Cuánto tiempo los dispositivos de E/S utilizan para realizar una tarea?	Tomar el tiempo de operación y el tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea	Interna/Externa	$X = B - A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	>=15seg	0	Si	5,13	5,42		0,29											
	Capacidad	Número de peticiones online	¿Cuántas peticiones online pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número máximo de peticiones online procesadas y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A= Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0min	>=10min	No						4,50							8,69	1,30	
		Número de accesos simultáneos	¿Cuántos usuarios pueden acceder al sistema simultáneamente en un cierto tiempo?	Contar el número máximo de accesos simultáneos y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0seg	>=10seg	No															

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apli	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
		Sistema de transmisión de ancho de banda	¿Cuánto es el valor límite absoluto de transmisión necesaria para cumplir con las funciones?	Contar la cantidad máxima de transmisión de datos y tomar el tiempo de operación	Externa	$X = A/T$ A= Cantidad máxima de transmisión de datos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0seg	>=10seg	Si	29737,00		342,00	86,95	10,00				
	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) son descritas como entendibles en la descripción del producto?	Contar el número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto y contar el número total de funciones (o tipos de funciones)	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00	10,00	2,5			
		Capacidad de demostración	¿Qué cantidad de funciones tienen la capacidad de demostración?	Contar el número de funciones implementadas con capacidad de demostración y contar el número total de funciones que requieren capacidad de demostración	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2,00	3,00		0,67	6,67				
	Capacidad para ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	¿Qué cantidad de funciones están descritas correctamente en la documentación del usuario o ayuda en línea?	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones implementadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00	10,00	2,00			
		Claridad del mensaje	¿Qué cantidad de mensajes son auto explicativo?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y el número total de mensajes implementados	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	0	1	NO									

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido X	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Facilidad de Uso	Operatividad	Consistencia operacional	¿Cuántas operaciones similares pueden llevarse a cabo consecuentemente?	Contar el número de operaciones que se comportan de manera incoherente y el número total de operaciones que se comportan de forma normal	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	1	0	No					0,00	5,50	0,83	6,95	
		Posibilidad de personalización	¿Cuántas funciones y procedimientos operacionales puede un usuario modificar para su conveniencia?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizados durante la operación y el número de funciones que requieran la capacidad de personalización	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizados durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00	0,00	0,00					
	Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas.	¿Qué cantidad de ítems de entrada son validados?	Contar el número de ítems de entrada que son validados y el número de ítems que necesitan ser validados	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de ítems de entrada que son validados B = Número de ítems que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	0	1	No									
		Prevención del uso incorrecto	¿Cuántas funciones tienen la capacidad de evitar operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto y el número total de operaciones iniciales incorrectas	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	¿Qué cantidad de los elementos de la interfaz de usuario pueden ser personalizados en apariencia?	Contar el número de tipos de elementos de interfaz que pueden ser personalizados y contar el número total de tipos de elementos de interfaz	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	0	1	No									
Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	¿A qué cantidad de funciones puede acceder un usuario con discapacidades físicas?	Contar el número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad y contar el número total de funciones implementadas	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00	1,00	10,00	1,00					

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apli	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrico	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Seguridad	Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	¿Qué tan controlable son los accesos al sistema?	Contar el número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados y el número de tipos de operaciones ilegales en la especificación	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	0	1	No						0,00	0,00		
		Encryptación de datos	¿Qué tan correctamente es la implementación de encryptación / decryptación de datos de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de elementos de datos encryptados/ decryptados correctamente y el número de elementos de datos que requiere el encryptación/decryptación	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encryptados/ decryptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere el encryptación/ decryptación Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Integridad	Prevención de corrupción de datos	¿Hasta qué punto se puede prevenir la corrupción de datos?	Contar el número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad y el número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	1	0	No									
	No repudio	Utilización de firma digital	¿Qué proporción de eventos que requieran no - repudio se procesan utilizando la firma digital?	Contar el número de eventos procesados usando firma digital y el número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	¿Qué tan completa es la pista de auditoría en relación al acceso de los usuarios al sistema y a los datos?	Contar el número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema y el número de accesos ocurridos en la realidad	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de accesos ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Autenticidad	Métodos de autenticación	¿Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o	Contar el número de métodos de autenticación previstos	Interna/Externa	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	0	>=2	No			0,00	0,00					

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apli	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Compatibilidad	Co-existencia	Co - Existencia disponible	¿Qué tan adaptable es el sistema en compartir su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir y el número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir B = Número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia Dónde: $B > 0$	0	1	Si	1,00	1,00		10,00	10,00				
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	¿Qué tan correctamente se ha implementado los protocolos de interfaz externa?	Contar el número de interfaces implementadas con otros sistemas y el número total de interfaces externas	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	0	1	No							10,00	0,50	
		Capacidad de intercambiar de datos	¿Qué tan exacto es el intercambio de datos entre el sistema otros sistemas de enlace?	Contar el número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema y el número total de datos que se intercambiarán	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiarán Dónde: $B > 0$	0	1	No									
Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	¿Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo?	Contar el número de datos realmente grabadas durante la operación y el número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de datos realmente grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	0	1	No						0				
	Diagnóstico de funciones suficientes	¿Hasta qué punto las funciones de diagnóstico están preparadas o hasta qué punto funcionan para el análisis causal?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas y contar el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00		0,00	0,00					

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apl.	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Mantenibilidad	Capacidad de ser modificado	Grado de localización de corrección de impacto	¿Hasta qué punto los problemas causados pueden tener como consecuencia un mantenimiento?	Contar el número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo y contar el número de fallas resultas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	4,00	4,00		1,00	0,00	2,67	5,17	0,52	
		Complejidad de modificación	¿Con qué facilidad el desarrollador puede modificar el software para resolver problemas?	Tomar el tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar y contar el número de modificaciones	Externa	$X = A/T$ A = Número de modificaciones T = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	0 min	>= 1 día	Si	3,00		1,00	3,00	10,00				
		Índice de éxito de modificación	¿Hasta qué punto puede el sistema ser operado sin fallas después del mantenimiento?	Contar el número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento y contar el número de problemas en el mismo período después del mantenimiento	Externa	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento B = Número de problemas en el mismo período después del mantenimiento Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	1,00		0,00	10,00				
	Capacidad de ser probado	Capacidad de reinicio de pruebas	¿Con qué facilidad se puede llevar a cabo las pruebas nuevamente después del mantenimiento?	Contar el número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas y contar el número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	Externa	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	1,00	1,00		1,00	10,00				
Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno de software	Adaptabilidad en entorno hardware	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno hardware?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00	6,50			
		Adaptabilidad en entorno de software	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno del sistema software?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Portabilidad	Capacidad de ser Instalado	Adaptabilidad en entorno empresarial	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno operacional?	Contar el número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00	0,00	10,00	3,5	10,00	1,00		
		Eficiencia en el tiempo de instalación	¿Cuánto tiempo es requerido para realizar una instalación?	Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema	Externa	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	>=10min	0min	Si	0,00		0,16	0,00					10,00
		Facilidad de instalación	¿Puede fácilmente el usuario o el desarrollador instalar el software en un entorno operacional?	Contar el número de casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia y contar el número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	Externa	$X = A/B$ A = Número de casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00					10,00
	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	¿Cuán consistente es el nuevo componente con la interfaz de usuario existente?	Contar el número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario y contar el número de nuevas funciones	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	1	0	No									
			Inclusividad funcional	¿Pueden fácilmente las funciones ser utilizadas después de ser cambiadas a por otras similares?	Contar el número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios y contar el número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado	Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	0	1	No								
		Uso continuo de datos	¿Pueden los datos fácilmente ser utilizados después de reemplazar el software por otro similar?	Contar el número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado y contar el número de datos que son continuamente reutilizables por el software a ser reemplazado	Externa	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado Dónde: $B > 0$	0	1	No									

EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO																			
Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peso caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema	
										A	B	T	X						
Efectividad	Efectividad	Compleitud de la tarea	¿Qué cantidad de tareas son completadas correctamente?	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas	Uso	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2	3		0,67	6,67	8,89	8,89	2,67		
		Efectividad de la tarea	¿Qué cantidad de los objetivos de la tarea se realiza completamente?	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea	Uso	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados por la tarea. B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	0	1	Si	1	1		1,00	10,00					
		Frecuencia de error	¿Cuál es la frecuencia de los errores cometidos por el usuario en comparación con lo planeado?	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas	Uso	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0	3		0,00	10,00					
Eficiencia	Eficiencia	Tiempo de la tarea	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	Uso	$X = A/B$ A= Tiempo actual B = Tiempo planeado Dónde: $A > 0$	$A > B$	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	Si	3,18	5		0,64	3,64	6,14	6,14	1,84		
		Tiempo relativo de la tarea	¿Cuánto tiempo necesita un usuario normal en completar una tarea en comparación con un experto?	Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa una tarea un usuario experto	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto B = Tiempo que completa una tarea un usuario normal Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,25	8,53		0,38	3,81					
		Eficiencia de la tarea	¿Qué tan eficientes son los usuarios?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el tiempo de la tarea	Uso	$X = A/T$ A = Número de tareas efectivas T = Tiempo de la tarea Dónde: $T > 0$	$> 10\text{min}$	0min	Si	1		2,18		0,46					5,41
		Eficiencia relativa de la tarea	¿Qué tan eficiente es un usuario comparado con lo planeado?	Contar el número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario y contar el número de tareas eficientes planeadas	Uso	$X = A/B$ A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes planeadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00					

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peso caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X					
Satisfacción	Utilidad	Productividad económica	¿Qué tan rentable es el usuario?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el costo total de las tareas	Uso	$X = A/B$ A = Número de tareas efectivas B = Número de tareas totales Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2	3		0,67	6,67	6,31	6,31	1,89	
		Porcentaje productivo	¿Cuál es el porcentaje de tiempo que el usuario realiza acciones de productividad?	Tomar el tiempo de productividad y el tiempo de la tarea	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad. Dónde: $B > 0$	A>B	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	Si	3,28	5		0,66	3,44				
		Número relativo de acciones del usuario	¿Cuál es el número de acciones mínimas necesarias que realizan los usuarios?	Contar el número de acciones realizadas por los usuarios y contar el número de acciones necesarias actualmente	Uso	$X = A/B$ A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00				
	Nivel de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario?	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	Uso	$X = A/B$ A= Número de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	5		0,60	6,00					
	Uso discrecional de las funciones	¿Qué porcentaje de los usuarios optan por utilizar las funciones sistema?	Observación de uso	Uso	$X = A/B$ A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2	3		0,67	6,67					
	Porcentaje de quejas de los clientes	¿Cuál es el porcentaje de quejas realizadas por los clientes?	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	Uso	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	1	0	Si	3	8		0,38	6,25					

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X	Métrica / 10				
Libertad del riesgo económico		Retorno de la Inversión (ROI)	¿Cuál es el retorno de la inversión?	Consultar los beneficios obtenidos y el capital invertido	Uso	$X = A/B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados. Dónde: $B > 0$	0	1	No									7,40
		Tiempo para lograr el retorno de la inversión	¿El retorno de la inversión es logrado en un tiempo aceptable?	Tomar el tiempo para lograr el ROI y tomar el tiempo aceptable para lograr el ROI	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No			FALSO	x					
		Rendimiento relativo de negocios	¿Qué tan comparable es el rendimiento del negocio con otras empresas de primera clase en la industria o en la misma empresa	Consultar el monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa y el monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación	Uso	$X = B/A$ A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $B > 0$	0	Si $B < A$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $B > A$ será considerado como el mejor caso	No				#¡VALOR!					
		Balanced Score Card	Los beneficios de la inversión en IT evaluados utilizando los Balanced Score Card para cumplir los objetivos	Consultar el resultado del BSC y el BSC planeado	Uso	$X = A/B$ A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: $B > 0$	0	1	No									
		Tiempo de entrega	¿Cuál es el tiempo de entrega para cumplir los con objetivos?	Consultar el tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas y el tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No			FALSO	0,00					

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peso caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido X	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T						
Libertad de Riesgo		Ganancias para cada cliente	Las ganancias de cada cliente al cumplir con sus objetivos	Consultar los ingresos reales de un cliente y los ingresos planeados de un cliente	Uso	$X = A/B$ A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: $B > 0$	0	Si $A < B$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el mejor caso	No				FALSO	0,00	0,00	0,00		
		Errores con consecuencias económicas	La frecuencia de errores humanos o del sistema con consecuencias económicas	Contar el número de errores con consecuencias económicas y contar número total de situaciones de uso	Uso	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	1	0	No									
		Corrupción del software	La frecuencia de corrupción del software resultado de errores humanos o del sistema	Contar el número de ocurrencias de corrupción del software y contar número total de situaciones de uso.	Uso	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	1	0	No									
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	La frecuencia de problemas de salud entre los usuarios del producto	Contar el número de usuarios que notificaron problemas de salud y contar el número total de usuarios	Uso	$X = A/B$ A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: $B > 0$	1	0	No									
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	El impacto en la salud y la seguridad en los usuarios del producto	Contar el número de personas afectadas, tomar el tiempo y el grado de importancia	Uso	$X = A/T$ A = Número de personas afectadas T = Tiempo	>=5	0	No				FALSO	*				
		Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	La incidencia de riesgo para las personas afectadas por el uso del sistema	Contar el número de personas puestas en peligro y contar el número total de personas potencialmente afectadas por el sistema	Uso	$X = A/B$ A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	1	0	No									
		Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	El impacto ambiental de la elaboración y el uso del sistema	Estimar el impacto ambiental y el impacto ambiental aceptable	Uso	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	A>B	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No				*				

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X					
Cobertura de contexto	Compleitud de Contexto	Compleitud de Contexto	Porcentaje en que el producto puede utilizarse con facilidad en contextos de uso	Contar el número de contextos con la facilidad de uso inaceptable y el número total de distintos contextos de uso	Uso	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B= Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0	1		0,00	10,00	7	10,00	1,00	
	Flexibilidad	Función flexible del diseño.	Grado en que el producto puede adaptarse para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios	Contar el número de características diseñadas con completa flexibilidad y contar el número total de características de diseño	Uso	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B= Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00	3			

ANEXO D: MATRIZ DE CALIDAD – APLICACIÓN 3 CON ARTOOLKIT

EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA																				
Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Apli.	Variables			Valor Obtenido X	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema		
										A	B	T								
Adecuación Funcional	Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	1	0	Si	1,00	3,00		0,33	6,67	6,66666667	6,67	1,67			
	Exactitud funcional	Exactitud	¿Cuánto del estándar requerido de exactitud se cumple?	Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos de datos implementados	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	0	1	No											
		Precisión computacional	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados inexactos?	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A = Número de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	>=10seg	0seg	No					0,00						
Madurez	Eliminación de errores		¿Cuántos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallas detectadas en las pruebas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	10,00	12,00		0,83	8,33	1,85					
		Cobertura de pruebas	¿Cuántos casos de prueba requeridos han sido ejecutados durante la etapa de pruebas?	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba y el número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	0	1	Si	6,00	8,00		0,75	7,50						
		Tiempo medio entre fallos	¿Cuál es la frecuencia en que el sistema falla en la operación?	Tomar el tiempo de operación y contar el número total de fallas detectadas actualmente	Externa	$X = A/T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de operación Donde $T > 0$	>=15seg	0seg	No					0,00						

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Fiabilidad	Disponibilidad	Tiempo de servicio	¿Cuál es el tiempo de servicio del sistema que proporciona realmente?	Tomar el tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente y tomar el tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional	Externa	$X = A/B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional Dónde: $B > 0$	0	1	No						4,875	6,72	1,34	
		Tiempo medio de inactividad	¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema está inactivo después de que ocurre un fallo?	Tomar el tiempo total de inactividad y contar el número de fallos observados	Externa	$X = A/T$ A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	>=10min	0min	No			*	*					
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallas	¿Cuántas fallas iniciales ocurrieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de ocurrencia de fallas serias y críticas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y el número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	Externa	$X = A/B$ A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	4,00		0,75	7,50				
		Redundancia	¿Cuántos tipos de componentes/sistemas son instalados de forma redundante para evitar un fallo en el sistema?	Contar el número total de tipos de componentes y el número de tipos de componentes instalados de forma redundante	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	¿Cuál es el tiempo promedio que toma el sistema en recuperarse completamente después un fallo?	Tomar el tiempo que le tomó al sistema en recuperarse y contar el número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación	Interna/Externa	$X = A/T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	>=10min	0min	No					0,00				
		Tiempo de respuesta	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea?	Tomar el tiempo desde que se envía la petición hasta obtener la respuesta	Interna/Externa	$X = B - A$ A = Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	>15seg	1seg	Si	1,76	2,97		1,21	8,79				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Tiempo de espera	¿Cuál es el tiempo desde que se envía una instrucción, para que inicie un	Tomar el tiempo cuando se inicia un trabajo y el tiempo en completar el trabajo	Interna/Externa	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	>15seg	15seg	Si	3,40	11,03		1,63		1,12	8,58	1,29	
		Rendimiento	¿Cuántas tareas pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo	Interna/Externa	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	0	>=10seg	Si	2,00		10,00	0,20	0,20				
	Utilización de recursos	Utilización de CPU	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?	Tomar el tiempo de operación y la cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea	Interna/Externa	$X = B - A$ A= La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	>= Imin	0	Si	0,35	0,49		0,14	9,86	2,96			
		Utilización de la memoria	¿Cuánto espacio de memoria es usado para realizar una tarea dada?	Medir la cantidad total de espacios de memoria y la cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea	Interna/Externa	$X = B - A$ A = Cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea B = Cantidad total de espacios de memoria Dónde: $B > 0$	>=10	0	Si	0,08	4,00		3,92					
		Utilización de los dispositivos de E/S	¿Cuánto tiempo los dispositivos de E/S utilizan para realizar una tarea?	Tomar el tiempo de operación y el tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea	Interna/Externa	$X = B - A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	>=15seg	0	Si	0,05	0,49		0,44					
	Capacidad	Número de peticiones online	¿Cuántas peticiones online pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número máximo de peticiones online procesadas y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A= Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0min	>=10min	No						4,50			
		Número de accesos simultáneos	¿Cuántos usuarios pueden acceder al sistema simultáneamente en un cierto tiempo?	Contar el número máximo de accesos simultáneos y tomar el tiempo de operación	Interna/Externa	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0seg	>=10seg	No									
		Sistema de transmisión de ancho de banda	¿Cuánto es el valor límite absoluto de transmisión necesaria para cumplir con las funciones?	Contar la cantidad máxima de transmisión de datos y tomar el tiempo de operación	Externa	$X = A/T$ A= Cantidad máxima de transmisión de datos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	0seg	>=10seg	Si	17931,00		49,00	365,94	10,00				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Facilidad de Uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) son descritas como entendibles en la descripción del producto?	Contar el número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto y contar el número total de funciones (o tipos de funciones)	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00	10,00	2,5	5,50	0,83	
		Capacidad de demostración	¿Qué cantidad de funciones tienen la capacidad de demostración?	Contar el número de funciones implementadas con capacidad de demostración y contar el número total de funciones que requieren capacidad de demostración	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2,00	3,00		0,67	6,67				
	Capacidad para ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	¿Qué cantidad de funciones están descritas correctamente en la documentación del usuario o ayuda en línea?	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones implementadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00	10,00	2,00			
	Operatividad	Claridad del mensaje	¿Qué cantidad de mensajes son auto explicativo?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y el número total de mensajes implementados	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	0	1	No						0,00			
		Consistencia operacional	¿Cuántas operaciones similares pueden llevarse a cabo consecuentemente?	Contar el número de operaciones que se comportan de manera incoherente y el número total de operaciones que se comportan de forma normal	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	1	0	No									
		Posibilidad de personalización	¿Cuántas funciones y procedimientos operacionales puede un usuario modificar para su conveniencia?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación y el número de funciones que requieran la capacidad de personalización	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00		0,00	0,00				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido X	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas.	¿Qué cantidad de ítems de entrada son validados?	Contar el número de ítems de entrada que son validados y el número de ítems que necesitan ser validados	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de ítems de entrada que son validados B = Número de ítems que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	0	1	No							6,64			
	Prevención del uso incorrecto	¿Cuántas funciones tienen la capacidad de evitar operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto y el número total de operaciones iniciales incorrectas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	0	1	No										
	Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	¿Qué cantidad de los elementos de la interfaz de usuario pueden ser personalizados en apariencia?	Contar el número de tipos de elementos de interfaz que pueden ser personalizados y contar el número total de tipos de elementos de interfaz	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	¿A qué cantidad de funciones puede acceder un usuario con discapacidades físicas?	Contar el número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad y contar el número total de funciones implementadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00	1,00	10,00	1,00				
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	¿Qué tan controlable son los accesos al sistema?	Contar el número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados y el número de tipos de operaciones ilegales en la especificación	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	0	1	No										
	Encriptación de datos	¿Qué tan correctamente es la implementación de encriptación / desencriptación de datos de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de elementos de datos encriptados/ desencriptados correctamente y el número de elementos de datos que requiere el encriptación/desencriptación	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos encriptados/ desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere el encriptación/ desencriptación Dónde: $B > 0$	0	1	No										

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido X	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Seguridad	Integridad	Prevención de corrupción de datos	¿Hasta qué punto se puede prevenir la corrupción de datos?	Contar el número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad y el número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	1	0	No							0,00	0,00	
	No repudio	Utilización de firma digital	¿Qué proporción de eventos que requieran no - repudio se procesan utilizando la firma digital?	Contar el número de eventos procesados usando firma digital y el número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	¿Qué tan completa es la pista de auditoría en relación al acceso de los usuarios al sistema y a los datos?	Contar el número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema y el número de accesos ocurridos en la realidad	Interna/Externa	$X = A / B$ A = Número de accesos ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	0	1	No									
	Autenticidad	Métodos de autenticación	¿Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o	Contar el número de métodos de autenticación previstos	Interna/Externa	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	0	>=2	No				0,00	0,00				
Compatibilidad	Co - existencia	Co - Existencia disponible	¿Qué tan adaptable es el sistema en su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir y el número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir B = Número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00			
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	¿Qué tan correctamente se ha implementado los protocolos de interfaz externa?	Contar el número de interfaces implementadas con otros sistemas y el número total de interfaces externas	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	0	1	No							0,00	0,00	
		Capacidad de intercambiar de datos	¿Qué tan exacto es el intercambio de datos entre el sistema otros sistemas de enlace?	Contar el número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema y el número total de datos que se intercambiarán	Interna/Externa	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiarán Dónde: $B > 0$	0	1	No									

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apli	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	¿Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo?	Contar el número de datos realmente grabados durante la operación y el número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de datos realmente grabados durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	0	1	No					0	5,17	0,52		
		Diagnóstico de funciones suficientes	¿Hasta qué punto las funciones de diagnóstico están preparadas o hasta qué punto funcionan para el análisis causal?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas y contar el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	0	1	Si	0,00	1,00	0,00	0,00					
	Capacidad de ser modificado	Grado de localización de corrección de impacto	¿Hasta qué punto los problemas causados pueden tener como consecuencia un mantenimiento?	Contar el número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo y contar el número de fallas resueltas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	2,00	2,00	1,00	0,00					
		Complejidad de modificación	¿Con qué facilidad el desarrollador puede modificar el software para resolver problemas?	Tomar el tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar y contar el número de modificaciones	Externa	$X = A/T$ A = Número de modificaciones T = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	0 min	>= 1 día	Si	2,00		1,00	2,00	10,00				2,67
		Índice de éxito de modificación	¿Hasta qué punto puede el sistema ser operado sin fallas después del mantenimiento?	Contar el número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento y contar el número de problemas en el mismo período después del mantenimiento	Externa	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento B = Número de problemas en el mismo período después del mantenimiento Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	1,00	0,00	10,00					
	Capacidad de ser probado	Capacidad de reinicio de pruebas	¿Con qué facilidad se puede llevar a cabo las pruebas nuevamente después del mantenimiento?	Contar el número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas y contar el número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	Externa	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	1,00	1,00	1,00	10,00	2,50				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Aplicación	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno hardware?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00	6,50	10,00	1,00	
		Adaptabilidad en entorno de software	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno del sistema software?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00				
		Adaptabilidad en entorno empresarial	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno operacional?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0,00	3,00		0,00	10,00				
	Capacidad de ser Instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación	¿Cuánto tiempo es requerido para realizar una instalación?	Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema	Externa	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	>= 10min	0min	Si	0,00		0,47	0,00	10,00	3,5	10,00	1,00	
		Facilidad de instalación	¿Puede fácilmente el usuario o el desarrollador instalar el software en un entorno operacional?	Contar el número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia y contar el número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	Externa	$X = A/B$ A = Número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,00	3,00		1,00	10,00				

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida de calidad del producto	Fórmula / Variable	Peor caso	Valor Deseado	Apli	Variables			Valor Obtenido X	Valor Métrica 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Externa del Sistema
										A	B	T						
Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	¿Cuán consistente es el nuevo componente con la interfaz de usuario existente?	Contar el número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario y contar el número de nuevas funciones	Interna/Externa	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	1	0	No										
	Inclusividad funcional	¿Pueden fácilmente las funciones ser utilizadas después de ser cambiadas a por otras similares?	Contar el número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios y contar el número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado	Externa	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	0	1	No										
	Uso continuo de datos	¿Pueden los datos fácilmente ser utilizados después de reemplazar el software por otro similar?	Contar el número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado y contar el número de datos que son continuamente reutilizables por el software a ser reemplazado	Externa	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado Dónde: $B > 0$	0	1	No										

EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO																		
Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X					
Efectividad	Efectividad	Compleitud de la tarea	¿Qué cantidad de tareas son completadas correctamente?	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas	Uso	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B= Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2	3		0,67	6,67	7,78	7,78	2,33	
		Efectividad de la tarea	¿Qué cantidad de los objetivos de la tarea se realiza completamente?	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea	Uso	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados por la tarea. B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	0	1	Si	1	1		1,00	10,00				
		Frecuencia de error	¿Cuál es la frecuencia de los errores cometidos por el usuario en comparación con lo planeado?	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas	Uso	$X = A/B$ A= Número de errores cometidos por los usuarios B= Número de tareas Dónde: $B > 0$	1	0	Si	1	3		0,33	6,67				
Eficiencia	Eficiencia	Tiempo de la tarea	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	Uso	$X = A/B$ A= Tiempo actual B = Tiempo planeado Dónde: $A > 0$	A>B	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	Si	4,76	5		0,95	0,48	6,13	6,13	1,84	
		Tiempo relativo de la tarea	¿Cuánto tiempo necesita un usuario normal en completar una tarea en comparación con un experto?	Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa una tarea un usuario experto	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto B = Tiempo que completa una tarea un usuario normal Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3,17	4,8		0,66	6,60				
		Eficiencia de la tarea	¿Qué tan eficientes son los usuarios?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el tiempo de la tarea	Uso	$X = A/T$ A = Número de tareas efectivas T = Tiempo de la tarea Dónde: $T > 0$	> 10min	0min	Si	1		2,2	0,45	5,45				
		Eficiencia relativa de la tarea	¿Qué tan eficiente es un usuario comparado con lo planeado?	Contar el número de tareas realizadas por un usuario ordinario y contar el número de tareas eficientes planeadas	Uso	$X = A/B$ A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes planeadas Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00				

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T						
Satisfacción		Productividad económica	¿Qué tan rentable es el usuario?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el costo total de las tareas	Uso	$X = A/B$ A = Número de tareas efectivas B = Número de tareas totales Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2	3		0,67	6,67	4,39	4,39	1,32	
		Porcentaje productivo	¿Cuál es el porcentaje de tiempo que el usuario realiza acciones de productividad?	Tomar el tiempo de productividad y el tiempo de la tarea	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad. Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A < B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	Si	5,26	8,37		0,63	3,72				
		Número relativo de acciones del usuario	¿Cuál es el número de acciones mínimas necesarias que realizan los usuarios?	Contar el número de acciones realizadas por los usuarios y contar el número de acciones necesarias actualmente	Uso	$X = A/B$ A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00				
	Nivel de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario?	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	Uso	$X = A/B$ A= Número de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: $B > 0$	0	1	Si	2	5		0,40	4,00					
	Uso discrecional de las funciones	¿Qué porcentaje de los usuarios optan por utilizar las funciones sistema?	Observación de uso	Uso	$X = A/B$ A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados	0	1	Si	2	3		0,67	6,67					
	Porcentaje de quejas de los clientes	¿Cuál es el porcentaje de quejas realizadas por los clientes?	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	Uso	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	1	0	Si	6	8		0,75	2,50					

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T						
Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	Retorno de la Inversión (ROI)	¿Cuál es el retorno de la inversión?	Consultar los beneficios obtenidos y el capital invertido	Uso	$X = A/B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados. Dónde: $B > 0$	0	1	No						0,00	0,00	6,49	
		Tiempo para lograr el retorno de la inversión	¿El retorno de la inversión es logrado en un tiempo aceptable?	Tomar el tiempo para lograr el ROI y tomar el tiempo aceptable para lograr el ROI	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No			FALSO	x					
		Rendimiento relativo de negocios	¿Qué tan comparable es el rendimiento del negocio con otras empresas de primera clase en la industria o en la misma empresa	Consultar el monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa y el monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación	Uso	$X = B/A$ A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $B > 0$	0	Si $B \leq A$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $B > A$ será considerado como el mejor caso	No				#¡VALOR!					
		Balanced Score Card	Los beneficios de la inversión en IT evaluados utilizando los Balanced Score Card para cumplir los objetivos	Consultar el resultado del BSC y el BSC planeado	Uso	$X = A/B$ A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: $B > 0$	0	1	No									
		Tiempo de entrega	¿Cuál es el tiempo de entrega para cumplir los con objetivos?	Consultar el tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas y el tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas	Uso	$X = A/B$ A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No			FALSO	0,00					
		Ganancias para cada cliente	Las ganancias de cada cliente al cumplir con sus objetivos	Consultar los ingresos reales de un cliente y los ingresos planeados de un cliente	Uso	$X = A/B$ A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: $B > 0$	0	Si $A \leq B$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el mejor caso	No			FALSO	0,00					
		Errores con consecuencias económicas	La frecuencia de errores humanos o del sistema con consecuencias económicas	Contar el número de errores con consecuencias económicas y contar número total de situaciones de uso	Uso	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	1	0	No									

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenid	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X					
		Corrupción del software	La frecuencia de corrupción del software resultado de errores humanos o del sistema	Contar el número de ocurrencias de corrupción del software y contar número total de situaciones de uso.	Uso	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	1	0	No									
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	La frecuencia de problemas de salud entre los usuarios del producto	Contar el número de usuarios que notificaron problemas de salud y contar el número total de usuarios	Uso	$X = A/B$ A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: $B > 0$	1	0	No									
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	El impacto en la salud y la seguridad en los usuarios del producto	Contar el número de personas afectadas, tomar el tiempo y el grado de importancia	Uso	$X = A/T$ A = Número de personas afectadas T = Tiempo	$>=5$	0	No			FALSO	*					
		Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	La incidencia de riesgo para las personas afectadas por el uso del sistema	Contar el número de personas puestas en peligro y contar el número total de personas potencialmente afectadas por el sistema	Uso	$X = A/B$ A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	1	0	No									
	Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	El impacto ambiental de la elaboración y el uso del sistema	Estimar el impacto ambiental y el impacto ambiental aceptable	Uso	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	$A > B$	Si $A <= B$ el más cercano a 0 es lo mejor.	No				*					

Características	Subcaracterísticas	Métrica	Propósito-métrica	Método de aplicación	Fase ciclo de vida calidad del producto	Fórmula / Variables	Peor caso	Valor Deseado	Aplica	Variables			Valor Obtenido	Valor Métrica / 10	Final Subcaracterística	Total Característica	Final Característica	Calidad Uso del Sistema
										A	B	T	X					
Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto	Complejidad de Contexto	Porcentaje en que el producto puede utilizarse con facilidad en contextos de uso	Contar el número de contextos con la facilidad de uso inaceptable y el número total de distintos contextos de uso	Uso	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B= Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	1	0	Si	0	1		0,00	10,00	7	10,00	1,00	
	Flexibilidad	Función flexible del diseño.	Grado en que el producto puede adaptarse para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios	Contar el número de características diseñadas con completa flexibilidad y contar el número total de características de diseño	Uso	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B= Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	0	1	Si	3	3		1,00	10,00	3			

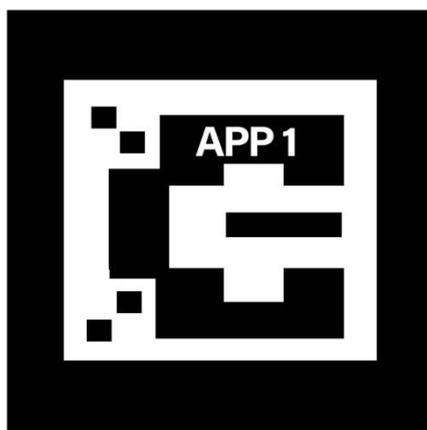
ANEXO E: FUNCIONAMIENTO Y MANUAL DE USUARIO DE LAS TRES APLICACIONES

A continuación, se detalla cada uno de los pasos que se debe seguir para utilizar las aplicaciones realizadas con las tres herramientas de realidad aumentada que tiene como temática la laguna de San pablo de la provincia de Imbabura.

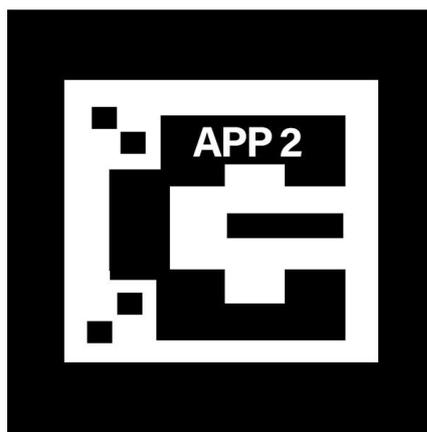
Se centra en tres funcionalidades: leer un marcador y proyectar un modelo 3D de la laguna, leer una imagen y proyectar un video, y proyectar el modelo 3D de la laguna mediante la utilización del GPS.

Los marcadores que se van a utilizar para las tres aplicaciones son los siguientes:

Marcador para proyectar el modelo 3D de la laguna con Vuforia:



Marcador para proyectar el modelo 3D de la laguna con Wikitude:



Marcador para proyectar el modelo 3D de la laguna con ARToolKit:

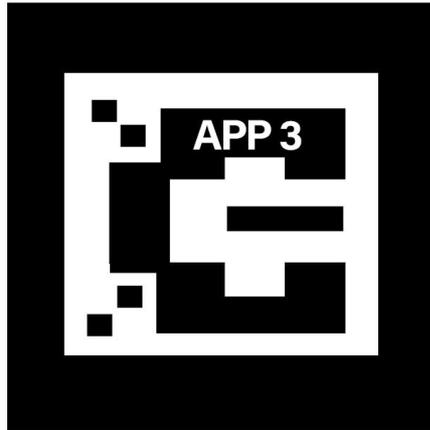


Imagen para proyectar un video de la laguna en las aplicaciones de Vuforia y Wikitude:



Imagen para proyectar un video de la laguna en la aplicación de ARToolKit:



VUFORIA

1. Una vez instalada la aplicación en el dispositivo móvil, se procede a abrirla, la primera vez se debe permitir accesos a la cámara y GPS, y luego como primera vista se tiene el menú de funcionalidades de la misma.



2. Al dar clic sobre el primer botón "Objeto 3D", se abrirá la cámara del dispositivo para leer el marcador y sobreponer un modelo 3D de la laguna de San Pablo.



3. Al dar clic sobre el segundo botón "Video", se abrirá la cámara del dispositivo para leer la imagen y proyectar un video de la laguna de San Pablo.



4. Al dar clic sobre el tercer botón "GPS", se abrirá la cámara del dispositivo para buscar y ubicar el modelo 3D de la laguna de San Pablo.



WIKITUDE

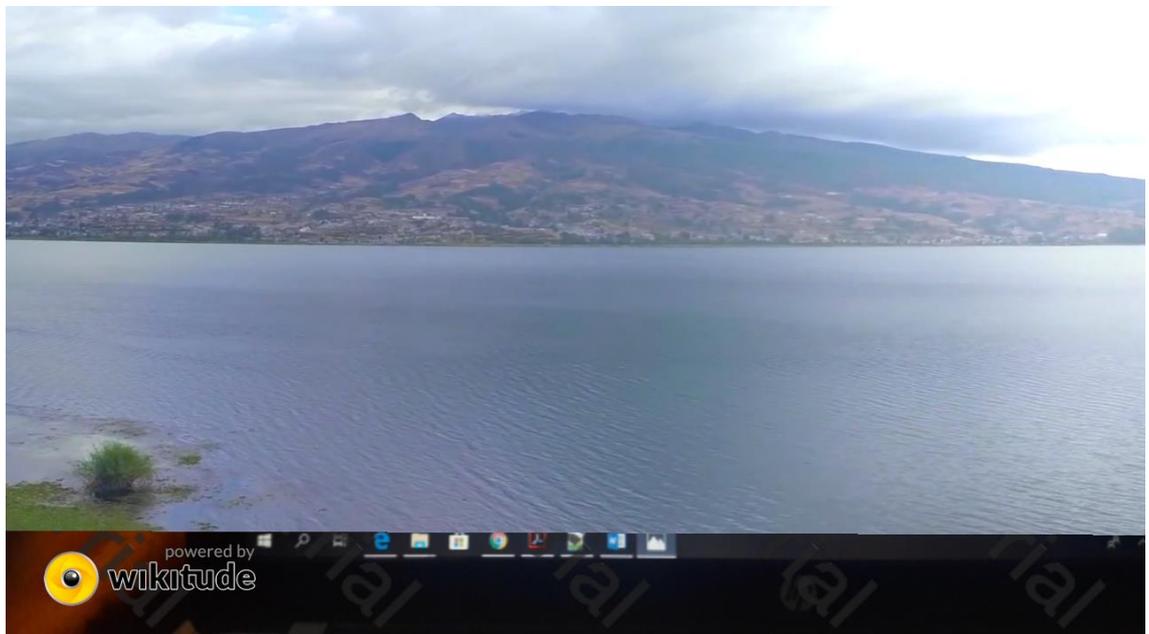
1. Una vez instalada la aplicación en el dispositivo móvil, se procede a abrirla, la primera vez hay que permitir ciertos accesos como a la cámara y GPS, y luego como primera vista se tiene el menú de funcionalidades de la misma.



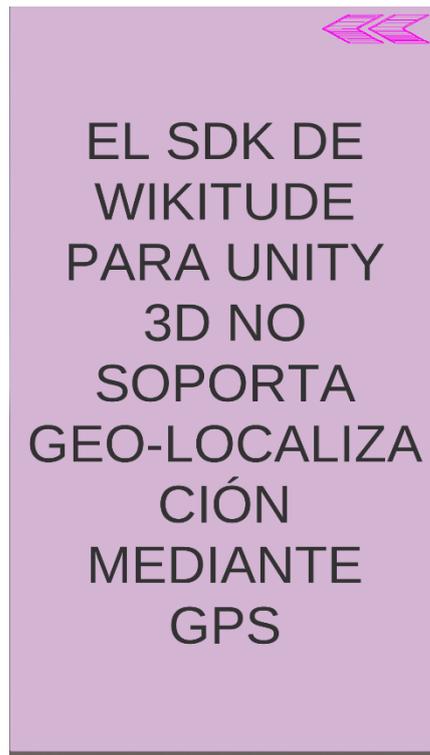
2. Al dar clic sobre el primer botón “Objeto 3D”, se abrirá la cámara del dispositivo para leer el marcador y sobreponer un modelo 3D de la laguna de San Pablo.



3. Al dar clic sobre el segundo botón “Video”, se abrirá la cámara del dispositivo para leer la imagen y proyectar un video de la laguna de San Pablo.



4. Al dar clic sobre el tercer botón “GPS”, se abrirá una pantalla que mostrará un mensaje que dice que Wiktitude no soporta geolocalización.

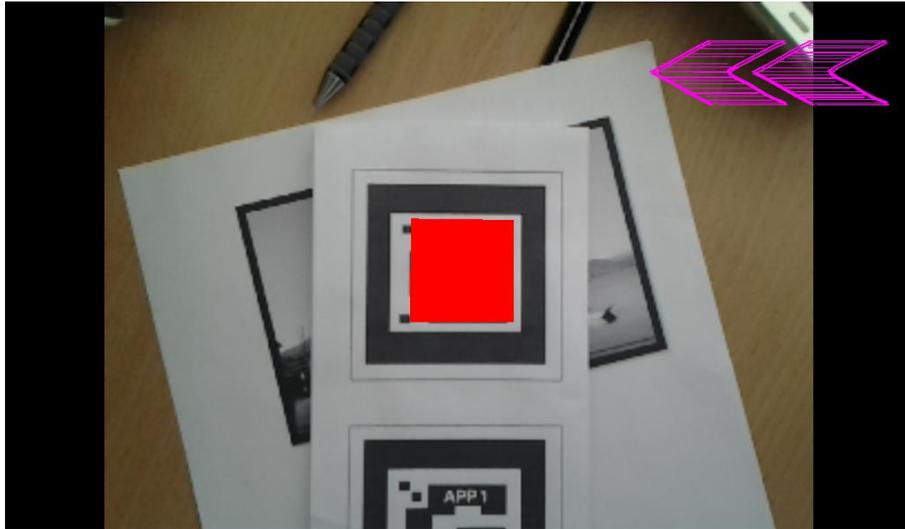


ARTOOLKIT

1. Una vez instalada la aplicación en el dispositivo móvil, se procede a abrirla, en la primera vez hay que permitir ciertos accesos como a la cámara y GPS, y luego como primera vista se tiene el menú de funcionalidades de la misma.



2. Al dar clic sobre el primer botón "Objeto 3D", se abrirá la cámara del dispositivo para leer el marcador y sobreponer un modelo 3D.



3. Al dar clic sobre el segundo botón "Video", se abrirá la cámara del dispositivo para leer la imagen y proyectar un video de la laguna de San Pablo.



4. Al dar clic sobre el tercer botón "GPS", se abrirá una pantalla que mostrará un mensaje que dice que Wikitude no soporta geolocalización.



ANEXO F: CUESTIONARIO

A continuación, se muestran las preguntas del cuestionario aplicados a 8 usuarios diferentes para cada aplicación, con el fin de medir el grado de satisfacción del mismo.

1. ¿La aplicación cumple todos los requisitos establecidos al inicio del desarrollo?
 - a. Totalmente De acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
2. ¿El tiempo de ejecución de las tareas de la aplicación es el esperado?
 - a. Totalmente De acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
3. ¿La aplicación mantiene una interfaz agradable?
 - a. Totalmente De acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
4. ¿Cree usted que la aplicación es entendible?
 - a. Totalmente De acuerdo

- b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
5. ¿La aplicación satisface sus necesidades?
- a. Totalmente De acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo

ANEXO G: RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS

Para determinar la satisfacción del usuario se utilizó la escala de Likert. A continuación, se detalla los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a 8 usuarios que probaron la aplicación.

VUFORIA

1. ¿La aplicación cumple todos los requisitos establecidos al inicio del desarrollo?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	7
● De acuerdo	1
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



2. ¿El tiempo de ejecución de las tareas de la aplicación es el esperado?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	3
● De acuerdo	5
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



3. ¿La aplicación mantiene una interfaz agradable?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	4
● De acuerdo	4
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



4. ¿Cree usted que la aplicación es entendible?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	5
● De acuerdo	3
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



5. ¿La aplicación satisface sus necesidades?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	6
● De acuerdo	2
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0

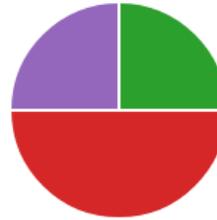


WIKITUDE

1. ¿La aplicación cumple todos los requisitos establecidos al inicio del desarrollo?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	0
● De acuerdo	0
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2
● En desacuerdo	4
● Totalmente en desacuerdo	2



2. ¿El tiempo de ejecución de las tareas de la aplicación es el esperado?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	6
● De acuerdo	2
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



3. ¿La aplicación mantiene una interfaz agradable?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	5
● De acuerdo	3
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



4. ¿Cree usted que la aplicación es entendible?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	7
● De acuerdo	1
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



5. ¿La aplicación satisface sus necesidades?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	0
● De acuerdo	1
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2
● En desacuerdo	5
● Totalmente en desacuerdo	0

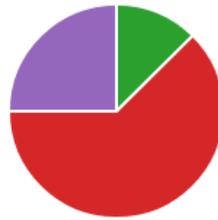


ARTOOLKIT

1. ¿La aplicación cumple todos los requisitos establecidos al inicio del desarrollo?

[Más detalles](#)

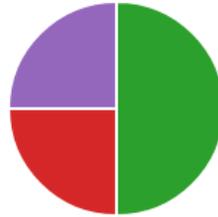
● Totalmente De acuerdo	0
● De acuerdo	0
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1
● En desacuerdo	5
● Totalmente en desacuerdo	2



2. ¿El tiempo de ejecución de las tareas de la aplicación es el esperado?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	0
● De acuerdo	0
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4
● En desacuerdo	2
● Totalmente en desacuerdo	2



3. ¿La aplicación mantiene una interfaz agradable?

[Más detalles](#)

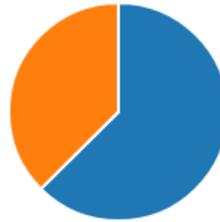
● Totalmente De acuerdo	5
● De acuerdo	3
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



4. ¿Cree usted que la aplicación es entendible?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	5
● De acuerdo	3
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0
● En desacuerdo	0
● Totalmente en desacuerdo	0



5. ¿La aplicación satisface sus necesidades?

[Más detalles](#)

● Totalmente De acuerdo	0
● De acuerdo	0
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1
● En desacuerdo	5
● Totalmente en desacuerdo	2

