

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA SOPORTAR UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA ATENCIÓN PRIMARIA EN SALUD



MARLON HERNÁNDEZ HERRERA

Trabajo de Grado en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Director:

Helder Yesid Castrillón Cobo
PhD. (c) en Ingeniería Telemática

Co-director:

Álvaro Rendón Gallón
Dr. Ing. de Telecomunicación

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Área o Línea: Servicios de eSalud
Popayán, Octubre 2017

Marlon Hernández Herrera

Implementación de una Plataforma Tecnológica para
Soportar una Metodología de Evaluación de Sistemas
de Información en el contexto de la Atención Primaria
en Salud

Trabajo de grado presentado en la Facultad de Ingeniería Electrónica
y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención
del
Título de

Ingeniero en:
Electrónica y Telecomunicaciones

Director:
Helder Yesid Castrillón Cobo
PhD. (c) en Ingeniería Telemática

Co-director:
Álvaro Rendón Gallón
Dr. Ing. de Telecomunicación

Popayán
2017



Agradecimientos

A mis padres, pues les debo todo lo que soy hoy y todo lo que pueda llegar a ser. Gracias padre por enseñarme el valor que tiene el tiempo cuando viene acompañado de libertad, pues contigo siempre tuve la libertad de elegir, y es gracias a tus consejos y disciplina que hoy sé que elegí correctamente. A ti madre gracias, gracias por enseñarme a perseguir mis sueños y a buscar la felicidad con cada decisión que tome. Gracias por enseñarme el valor que tiene un abrazo y una sonrisa. Les agradezco a ambos por el amor y el apoyo que me han dado todos estos años. Les debo cada logro de mi vida. A ti hermana te agradezco por enseñarme el valor de la tolerancia, pues contigo siempre hay que tener mucha. Es broma, te quiero. Hamilton, no estás aquí por retribución, sino porque me enseñaste innumerables cosas durante todos estos años, la más importante de ellas, el valor que tiene tu amistad, y el de una buena charla acompañada de un par de cervezas, claro está. Helder, muchas gracias por guiarme durante todo este tiempo, no sólo como director, sino como amigo. Gracias no sólo por enseñarme cómo terminar esta etapa de mi vida, sino también por enseñarme a afrontar todas esas nuevas etapas que ya vendrán. Finalmente, a todas esas personas que, de una u otra forma hicieron esto posible, gracias.

Marlon Hernández



CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABLAS	V
LISTA DE ACRÓNIMOS	VI
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Estado del arte	5
1.2.1. Uso de Tecnologías de la Información (TI) para la evaluación de SIS. 5	
1.2.2. Brecha tecnológica	9
1.3. Objetivos	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4. Estructura de la monografía	10
CAPÍTULO 2 MARCO CONCEPTUAL	12
2.1. Metodología de evaluación de sistemas de información	12
2.1.1. Evaluación, validación y verificación: definición de conceptos	12
2.1.2. Sistemas de información en salud	13
2.1.3. Metodología, método y métrica	13
2.2. Tecnologías	15
2.2.1. Tecnologías para móviles	15
2.3. Metodología de desarrollo	16
2.3.1. Diseño centrado en el usuario	17
2.3.2. Modelo para la construcción de soluciones (M.C.S)	18
2.4. Conclusiones	19
CAPÍTULO 3 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	20
3.1. Descripción de la implementación de la metodología de evaluación	20
3.2. Contexto de implementación de la metodología	22



3.2.1. Requisitos organizacionales previos a la implementación	23
3.2.2. Requisitos tecnológicos previos a la implementación	24
3.3. Organización de las características de la metodología.....	24
3.3.1. Organización por dimensiones y subDimensiones de MESI-APS.....	25
3.3.2. Organización por MetaCaracterísticas y MacroCaracterísticas de MESI-APS	27
3.4. Métodos de la metodología	29
3.4.1. Validación de requisitos.....	29
3.4.2. Trazadores	29
3.4.3. Tipos de evaluación.....	29
3.5. Definición de requisitos del sistema de captura de datos	30
3.5.1. Requisitos Funcionales.....	30
3.5.2. Requisitos no funcionales.....	31
3.6. Conclusiones	31
CAPÍTULO 4 MODELADO DE LA PLATAFORMA PARA SOPORTAR LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	32
4.1. Modelado del sistema que soporta la metodología de evaluación.....	32
4.1.1. Descripción de los actores.....	32
4.1.2. Diagrama de casos de uso del negocio	33
4.1.3. Diagramas de casos de uso del sistema	34
4.1.4. Diagrama de secuencia	35
4.1.5. Diagramas de Flujo	37
4.1.6. Arquitectura	38
4.1.7. Diagrama de componentes.....	39
4.2. Prototipo Final.....	39
4.2.3. Procedimiento de diseño	40
4.2.4. Implementación del prototipo final	40
4.2.5. Descripción del diseño de interfaz del prototipo final	40
4.3. Conclusiones	49
CAPÍTULO 5 EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE CAPTURA DE DATOS.....	50
5.1. Metodología DESMET	50



5.1.1. Objeto de evaluación.....	51
5.1.2. Tipos de evaluación.....	51
5.1.3. Procedimiento de evaluación.....	52
5.2. Planeación de la evaluación.....	52
5.2.1. Selección del método de evaluación	52
5.2.2. Método de evaluación: Análisis de Características por Estudio de caso	53
5.2.3. Diseño de la evaluación	53
5.2.4. Recursos.....	56
5.2.5. Umbrales y criterios de aceptación	57
5.3. Desarrollo del Estudio de caso	57
5.4. Resultados y análisis	58
5.4.1. Presencia y funcionamiento correcto	58
5.4.2. Funcionalidades adicionales	59
5.4.3. Observaciones y comentarios generales de los usuarios	60
5.4.4. Parámetros de adecuación ISO 9126	61
5.4.5. Adaptabilidad de la metodología de evaluación	62
5.5. Conclusiones	63
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	64
6.1. Conclusiones	64
6.1.1. Conclusiones del marco conceptual	64
6.1.2. Conclusiones de la identificación de componentes de la metodología.....	65
6.1.3. Conclusiones de la implementación del sistema que soporta la metodología.....	65
6.1.4. Conclusiones de la evaluación	66
6.2. Trabajos futuros	66
REFERENCIAS	68



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la Atención Primaria en Salud por Sidney Kark. Basada en (Tollman, 1994).....	3
Figura 2. Descripción gráfica de una metodología (Jytte, 2005).....	15
Figura 3. Proceso ECE del DCU (IDEO, IDE, International, & ICRW, n.d.)	17
Figura 4. Modelo del proceso de desarrollo del M.C.S (Serrano, 2002)	19
Figura 5. Componentes de MESI-APS.....	21
Figura 6. Organización de las características de la metodología.....	25
Figura 7. Dimensiones y subDimensiones de MESI-APS.....	26
Figura 8. MetaCaracterísticas y macroCaracterísticas de MESI-APS	27
Figura 13. Diagrama de caso de uso del negocio	33
Figura 9. Casos de uso Administrador	34
Figura 10. Casos de uso Evaluador	35
Figura 11. Diagrama de secuencia.....	36
Figura 12. Diagrama de flujo manejo de versiones de la metodología	37
Figura 14. Arquitectura del sistema.....	38
Figura 15. Diagrama de componentes	39
Figura 16. Banner con los colores de la aplicación	41
Figura 17. Icono de la aplicación.....	41
Figura 18. Interfaz de inicio de sesión.....	42
Figura 19. Interfaz principal de la aplicación	43
Figura 20. Interfaz de selección de métodos.....	43
Figura 21. Interfaz de selección de sistema de información	44
Figura 22. Interfaz de evaluación	45
Figura 23. Interfaz del método de evaluación dirigida	46
Figura 24. Interfaz del método de Evaluación general.....	46
Figura 25. Interfaz del método de evaluación de procesos	46
Figura 26. Pregunta tipo Likert	47
Figura 27. Preguntas tipo selección múltiple	47
Figura 28. Preguntas tipo porcentaje	48
Figura 29. Preguntas tipo Sí/No	48



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de aceptación para las características simples	57
Tabla 2. Resultados para la presencia y funcionamiento de funcionalidades	59
Tabla 3. Funcionalidades adicionales	60
Tabla 4. Cálculo de parámetros de adecuación ISO 9126	62



LISTA DE ACRÓNIMOS

APOC	Atención Primaria Orientado a la Comunidad
APS	Atención Primaria en Salud
DCU	Diseño Centrado en el Usuario
HCE	Historia Clínica Electrónica
HMN	Health Metrics Network
IMIA	International Medical Informatics Association
M.C.S	Modelo para la construcción de soluciones
OMS	Organización Mundial de la Salud
SGSSS	Sistema General de Seguridad Social en Salud
SIS	Sistemas de Información en Salud
TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
WHO	World Health Organization



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente se considera que la Atención Primaria en Salud (APS) debe estar soportada por tecnología de alto nivel capaz de contribuir al mejoramiento de la salud de la población, o como lo propone la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el Informe sobre la Salud en el Mundo 2008 (OMS, 2009), que los Sistemas de Información en Salud (SIS) deben enfocarse en la atención primaria para contribuir al mejoramiento de la salud de las comunidades por medio de la creación de políticas públicas que permitan la integración de la salud pública y la APS; esta última, definida por la Declaración de Alma-Ata (Organización Mundial de la Salud, 1978) como una estrategia de *asistencia sanitaria esencial* para toda la población, en búsqueda de la salud de todos los individuos definiendo una serie de métodos, principios y políticas integrales, interdisciplinarias e intersectoriales en pro del objetivo principal de la atención primaria de lograr el nivel más alto posible de salud como primer nivel de contacto con la persona promoviendo el uso de nuevas tecnologías, herramientas y sistemas de salud de cabida global capaces de soportar todas y cada una de sus etapas de desarrollo.

De igual manera, en Colombia, se planteó la reforma al sistema nacional de salud con la Ley 1438 de 2011 (Ministerio de Salud, 2011) cuya finalidad es enfocar los servicios prestados por el sistema de sanidad a las estrategias de APS, tal que el sistema de salud pueda garantizar un mayor nivel de bienestar en los usuarios. También plantea que las estrategias de APS deben permitir la acción coordinada de cada uno de los actores del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), las instituciones y la comunidad; y además, que el enfoque de estas debe enmarcarse dentro del contexto político, social, económico y tecnológico de cada región, permitiendo así el mejoramiento de la salud del país. Sin embargo, cumplir con el propósito de estas estrategias requiere de la cooperación de distintos grupos y entidades interdisciplinarias, así como el uso de tecnologías y



sistemas de información de alto nivel que puedan soportar y apoyar cada una de las fases de las estrategias de la APS.

Dada la importancia de los SIS en la implementación de estrategias de APS se encuentra que entre las diferentes definiciones que estos pueden recibir tales como las propuestas por (Winter et al., 2011), (Wager, Lee, & Glaser, 2009), entre otras, la más aceptada es la de la *International Medical Informatics Association* (IMIA) (Giuse & Kuhn, 2003) quien define los SIS como “el conjunto de equipos, recursos humanos, aplicaciones informáticas, procedimientos y políticas dispuestas para gestión de la información de la salud”.

Ahora, si bien se ha mencionado la relevancia de los SIS en la APS, es necesario comprender cómo estos soportan y apoyan cada una de las fases que componen una estrategia de APS. Para ello se debe tener en cuenta que el enfoque de las estrategias de APS se debe adaptar al contexto y las condiciones que demande cada región donde se implementen las estrategias; no obstante, existe un modelo de referencia para el desarrollo de estrategias de APS conocido como Atención Primaria Orientado a la Comunidad (APOC) el cual está orientado a estrategias basadas en atención primaria. Fue el Dr. Sidney Kark quien propuso el modelo APOC como resultado de su trabajo en el centro de salud Pholela (Sudáfrica), donde define el modelo como respuesta a una serie de preguntas, que se pueden encontrar en (Tollman, 1994), respecto al estado de salud de la comunidad, los factores responsables de este, y las decisiones tomadas y por tomar al respecto. Dicho modelo (Figura 1) ha servido como marco de referencia para diferentes autores, pero en esencia el modelo original y los pasos para la implementación de APS se encuentran en (Gofin & Gofin, 2007; Tollman, 1994).

Jaime y Rosa Gofin plantean en (Gofin & Gofin, 2007) que los SIS son una herramienta esencial para el desarrollo e implementación de APOC en sus diferentes fases, de manera que permitan describir a la comunidad en aspectos como la distribución poblacional, su entorno geográfico, el impacto de los servicios de salud que en ellos reside, y demás; del mismo modo, que permitan el almacenamiento y posterior análisis de esta información para las fases posteriores. Sin embargo, este gran potencial de soporte a APOC que se atribuye a los SIS contrasta con el hecho de que éstos fueron pensados para dar solución a problemas de distinta índole tales como facturación y cobro, control sobre los servicios prestados, estadísticas generales sobre el estado de los pacientes, sistemas de historia clínica, entre otros; además estos carecen de interoperabilidad, característica esencial para el intercambio de información a lo largo de las diferentes fases de la APS y asimismo, entre los diferentes sistemas de información. Por lo cual se infiere que estos sistemas de información tienen dificultades para soportar adecuadamente la implementación de estrategias de APS.

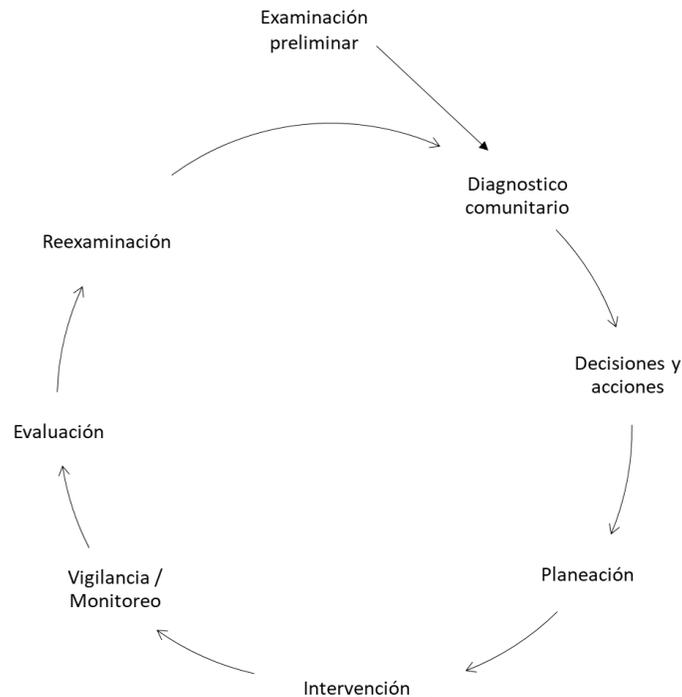


Figura 1. Fases de la Atención Primaria en Salud por Sidney Kark. Basada en (Tollman, 1994)

Además, hay que considerar que los SIS deben cumplir adecuadamente con los objetivos requeridos en las distintas fases de implementación de las estrategias de APS y el enfoque en cada una de estas. Dicho enfoque debe adaptarse a las condiciones y factores específicos de cada región, frente a lo cual los actuales SIS operan fuera del contexto requerido, incumplen con los requerimientos necesarios para soportar la atención, conllevan un uso inadecuado de los recursos, y finalmente no facilitan que se pueda determinar el impacto de una estrategia de APS implementada.

En consecuencia, nace la necesidad de determinar y valorar los problemas y deficiencias que presentan los SIS al momento de soportar la implementación de estrategias de APS, con el fin de proponer medidas para el mejoramiento de los sistemas de información y la elaboración de nuevas utilidades. Para este propósito existen algunas técnicas utilizadas para la evaluación de SIS tales como métodos, metodologías, guías y *frameworks*, los cuales han servido de base para la metodología de evaluación elaborada en la tesis doctoral (Castrillón & Rendón, 2017), que está enfocada específicamente en la valoración del apoyo de los SIS en la implementación de las estrategias de APS, con el fin de identificar las debilidades que aquellos presentan, considerando todas las etapas del ciclo de APS propuesto por el Dr. Kark (Tollman, 1994) y los componentes de un SIS; esta metodología se propone para ser aplicada en la fase de reexaminación del ciclo APS, que tiene como fin el análisis, la revisión de toda la estrategia implementada,



de los recursos y los resultados, con el fin de priorizar y hacer ajustes para la nueva situación de salud.

Por otra parte, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la evaluación de SIS es la eficiencia. Si se realiza un proceso de evaluación corto, como por ejemplo el descrito en (Benavides & Serra, 2003), donde son los autores quienes emiten un juicio cualitativo a los parámetros de calidad propuestos por Klaucke (Teutsch & Churchill, 2000), sean estos: simplicidad, flexibilidad, aceptabilidad, exhaustividad, previsibilidad, representatividad, y puntualidad; se dejan de tener en cuenta otros muchos aspectos importantes dado el enfoque del método en su misma sencillez. Por el contrario, si el método o *framework* a utilizar es exhaustivo y detallado se convierte en una carga para la persona que va a realizar la evaluación, dada la falta de herramientas de Tecnologías de la Información (TI) que faciliten su implementación y hagan de esta labor una tarea cómoda, sencilla y eficaz, sin dejar de lado la eficiencia que pueda proporcionar el método al momento de identificar las deficiencias y problemas de los SIS, permitiendo así definir acciones de mejora. La dificultad de implementar estrategias de este tipo radica en la extensión y complejidad de las mismas, tanto durante el proceso de recolección de datos a través de los diferentes métodos que una metodología de evaluación de esta naturaleza pueda tener, así como el manejo y la persistencia de los mismos. Además de ser engorroso el procedimiento de recolección y almacenamiento de información a través de medios físicos y procesos manuales, las tareas de revisión, comparación y análisis de la información adquirida son también procedimientos que pueden tomar grandes cantidades de tiempo de manera proporcional a la cantidad de datos obtenidos. Finalmente, la elaboración y búsqueda de resultados sufre las consecuencias de un proceso que está sujeto a la inherente probabilidad de error vinculada al factor humano.

Entre los diferentes inconvenientes que se producen dada la carencia de TI que faciliten la implementación de metodologías exhaustivas e íntegras de evaluación de SIS en el contexto de la APS, se pueden resaltar: la complejidad a lo largo del desarrollo de la metodología, dada la gran cantidad de métodos y tareas que estas poseen; el almacenamiento de la información adquirida por procesos manuales en medios físicos, tales como hojas de encuesta, que hace más engorroso su desplazamiento, revisión y posterior análisis; la elaboración de resultados estadísticos acertados se convierte en una tarea compleja y tediosa para los evaluadores, con tendencias al error debido a las grandes cantidades de información; y finalmente, destacar que la muestra ordenada de la información obtenida requiere de trabajo extra para los evaluadores, así como la elaboración y obtención de resultados finales de forma manual puede llegar a tomar meses de acuerdo con el número de métricas, métodos y tareas tomadas en cuenta al momento de evaluar.



Con base en lo anterior y resaltando la necesidad de valorar el aporte que brindan los SIS a la implementación de estrategias en APS, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo brindar soporte tecnológico a la metodología de evaluación de sistemas de información en la atención primaria en salud propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017), permitiendo el correcto desarrollo de la misma, de manera que se facilite su implementación?

1.2. Estado del arte

Las nuevas tecnologías son una herramienta clave para llevar a cabo la implementación de metodologías exhaustivas de evaluación de sistemas de información tanto dentro como fuera del contexto de la salud. Como se pudo apreciar en la sección anterior, existe una serie de inconvenientes causados por la escasez de TI capaces de soportar metodologías de evaluación de SIS. Son muchos los trabajos existentes respecto a la evaluación de SIS con sus diferentes enfoques, y sus diferentes técnicas, métodos, metodologías y *frameworks*. Sin embargo, respecto al uso de TI para este propósito, la documentación es insuficiente y limitada, dado que el enfoque de estos está dirigido a los resultados obtenidos una vez llevado a cabo el proceso evaluativo. Lo que conlleva a proponer una revisión exhaustiva de los procesos, técnicas y métodos formales más utilizados para la evaluación de SIS y las TI utilizadas para soportar y adaptar dichos procesos de evaluación.

El estado del arte está dividido en dos secciones: (i) Uso de Tecnologías de la Información (TI) para la evaluación de SIS. (ii) Brecha tecnológica.

1.2.1. Uso de Tecnologías de la Información (TI) para la evaluación de SIS.

Quizá uno de los estudios más relevantes respecto a la evaluación de SIS a través del uso de diferentes técnicas, métodos, metodologías y *frameworks* es el descrito en (Ahmadian, Salehi Nejad, & Khajouei, 2015) donde los autores buscan la mayor cantidad posible de documentos en inglés y persa referentes a la evaluación de SIS en Irán que fueron indexados en las bases de datos SID, Magiran, Iranmedex, PubMed y Embase desde enero del 2003 hasta junio de 2013, buscando estudiar el impacto de los SIS en Irán y los métodos utilizados para su evaluación. Para ello lograron recolectar 1.103 artículos de los cuales 53 fueron seleccionados como relevantes y revisados por los autores. Este estudio indicó que 28 estudios utilizaron cuestionarios para evaluar el sistema y en 27 estudios, los instrumentos del estudio fueron distribuidos dentro de una población de investigación



implementando grupos focales. En 26 trabajos los investigadores recogieron la información a través de entrevistas, observaciones, evaluación heurística y revisión de documentos y registros. Este estudio resalta la necesidad de la evaluación continua de los sistemas de información en búsqueda de revelar las fortalezas y debilidades de estos. Sin embargo, al revisar las evaluaciones recolectadas ninguna menciona haberse apoyado en alguna herramienta tecnológica software para la completa y total implementación de la metodología de evaluación. Se menciona el uso de cuestionarios impresos, entrevistas escritas, y personal de apoyo para las tareas de observación y revisión documental para los procesos de recolección de datos; además se menciona el uso de hojas de cálculo en Excel para el almacenamiento de los datos, así como su análisis y posterior presentación en forma gráfica como el común denominador de los trabajos revisados. Cabe destacar que el enfoque de estos es el análisis de los resultados y la afectación de los SIS a la salud y los pacientes, mas no es resaltar el proceso de implementación de la metodología o las herramientas tecnológicas utilizadas para ello.

Existen otros trabajos como el descrito en (Rahimi & Vimarlund, 2007), en el cual realizan una revisión de los artículos publicados entre el 2003 y 2006 respecto a la evaluación de SIS en la base de datos de Medline, encontrando 674 artículos al respecto, de los cuales se seleccionaron 61 artículos como relevantes y con enfoque directo en la evaluación de SIS, de los cuales 38 estudios se han realizado en el ámbito hospitalario, 15 estudios en la atención primaria, y 9 estudios en atención domiciliaria, con algunos de los estudios realizados en dos dominios al mismo tiempo (hospital, atención primaria y atención domiciliaria). Este documento se enfoca en realizar un análisis general de los resultados de cada metodología, el dominio en que se implementa cada una de estas, y la evaluación del efecto de las aplicaciones ya sea para los sistemas de soporte de decisiones clínicas o sistemas de registros de pacientes, basados en TI. Al revisar las evaluaciones estudiadas por los autores se encontró que estas no utilizan una técnica o método de implementación de las metodologías de evaluación diferente a las ya mencionadas, sean estas observaciones, entrevistas, revisión documental y grupos focales. Se puede resaltar el Taller Exploratorio HIS-EVAL (Ammenwerth et al., 2004) el cual es un grupo de discusión llevado a cabo por la Universidad de Ciencias de la Salud, Informática médica y Tecnología (University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology - UMIT), Innsbruck, Austria, conformado por científicos europeos que trabajan en la evaluación de los sistemas de información sanitaria, para obtener efectos de correlación mediante la combinación de las tradiciones de investigación de diferentes ámbitos de evaluación, lo que lleva a una nueva dimensión y la colaboración en más investigación sobre la evaluación de los sistemas de información. En trabajos como (Adams, Mann, & Bauchner, 2003; Short, Frischer, & Bashford, 2003; Wang



et al., 2003; Wilcox et al., 2005), los cuales tienen un enfoque directo en la evaluación de sistemas de información en el contexto de la APS, utilizan como método de evaluación entrevistas escritas a los usuarios del sistema, y grupos de discusión donde participan expertos en el tema, para el análisis de datos y la elaboración de resultados, con lo que se hace aún más evidente la carencia de herramientas tecnológicas para llevar a cabo este tipo de procesos.

En (Nguyen, Bellucci, & Nguyen, 2014), al igual que en trabajos anteriores se realiza una revisión de la literatura de las publicaciones en revistas académicas comprendidas entre el 2001 y 2011, en diversas colecciones de publicaciones tales como: Scopus, Embase, Informit, Medline, ProquestHealth and Medical Complete; de los 5208 artículos encontrados se seleccionan 98 como relevantes para el proceso de revisión, este documento informa sobre el análisis de los estudios empíricos anteriores respecto a la implementación de Historia Clínica Electrónica (HCE) utilizando el *framework* de evaluación de sistemas de información de Delone y McLean (DeLone & Mclean, 2003). Tanto este documento como los revisados por los autores realizan los procesos evaluativos a través de cuestionarios, entrevistas tanto individuales como grupales y observación presentando la información recolectada en tablas y hojas de cálculo, para poder realizar el análisis cuantitativo/cualitativo correspondiente. Este documento resalta lo tedioso del proceso dado la falta de apoyo de una aplicación tecnológica capaz de soportar y facilitar el uso de metodologías y frameworks de evaluación de sistemas de información.

Entre los autores más destacados en el tema se encuentra la Dr. Elske Ammenwerth quien cuenta con un gran número de publicaciones respecto a la evaluación de SIS en contextos como atención primaria, atención domiciliaria, área hospitalaria, entre otros, siendo quizá el estudio más relevante el descrito en (de Keizer & Ammenwerth, 2008) donde se destaca la falta de calidad en las evaluaciones de SIS tanto cuantitativas como cualitativas. El estudio se realizó sobre 120 artículos seleccionados de los 1.258 informes encontrados en PubMed publicados desde 1982 hasta el 2005 relacionados con la evaluación de SIS, los cuales fueron medidos con 10 indicadores de calidad, revelando así que a través del tiempo y el auge de la medicina basada en evidencia la calidad en el reporte no ha mejorado. Luego de revisar los artículos estudiados, que se encuentran disponibles en el sitio <http://evaldb.umit.at>, se encontró que ninguno de ellos se enfoca en dar a conocer a profundidad el proceso de implementación de la metodología de evaluación que utiliza, o las herramientas utilizadas para dicho proceso. Dada la antigüedad de los trabajos revisados es evidente que las tecnologías utilizadas no son un aporte para este trabajo, sea el caso de (Kushniruk & Patel, 2004) donde la captura de datos requerida para el proceso evaluativo es soportado por dispositivos VCR y VHS los cuales se encuentran en completa obsolescencia. Sin embargo, es de resaltar la necesidad de implementar



nuevas TI capaces de soportar de manera íntegra los procesos que una metodología de evaluación de esta índole requiere.

Existen otros trabajos como el descrito en (Yusof, 2015) donde se evalúa la implementación de un Sistema de Información de Cuidados Críticos usando como método la observación, la encuesta y la revisión documental de un centro de remisión terciario de Malasia, desde la perspectiva del usuario (enfermeras y médicos), y el personal de gestión de la información, y de tecnología de la información (TI). Luego de 8 meses de operación del sistema de información se evaluaron factores que influyen en la adopción del sistema, así como la implementación del mismo. En este estudio de evaluación se utilizó una estrategia de caso de estudio subjetivista empleando métodos cualitativos. Da a conocer los resultados obtenidos, mostrando los aspectos que influyen en la adopción del sistema de información de acuerdo con la interacción que cada rol evaluado tiene con el Sistema. Respecto a la recolección de información y aplicación del método en el contexto de las TI la autora realiza todo el proceso en conjunto con un grupo de expertos en TI y en salud, apoyándose en personal para la digitalización de los datos en hojas de cálculo que le permite almacenar y ordenar la información. Además, el proceso de análisis de la información también es realizado de forma manual a través del uso de memos analíticos (tales como notas de reflexión y mapas conceptuales) para realizar luego los procesos de análisis narrativo y contextual, dado el enfoque cualitativo del método que se está implementando.

En (Jensen, Kushniruk, & Nohr, 2015) se describe un enfoque metodológico para el uso de simulaciones clínicas en el diseño y evaluación de sistemas de información clínica. El estudio que en este se realiza está basado en experiencias de más de 20 estudios en simulación clínica realizados por ITX-lab en Dinamarca desde el 2010 al 2015. Este documento concluye que la evaluación de SIS se queda corta si solo se ve desde el aspecto cuantitativo y que requiere de un criterio cualitativo, y que es por esta razón que la Simulación clínica es un “poderoso método” cualitativo para la evaluación de los sistemas de información clínica y su impacto en la salud humana. Sin embargo, en el campo tecnológico respecto a la aplicación de la metodología de evaluación tanto cuantitativa como cualitativa, los autores de las evaluaciones no se apoyan en ninguna herramienta basada en TI dado al proceso planteado por la metodología basada en observación, grupos focales, y entrevistas interpersonales respecto al uso de los sistemas de información a lo largo del transcurso de las simulaciones clínicas.

En (Hamborg, Vehse, & Bludau, 2004) presentan un estudio sobre la evaluación de la usabilidad de los sistemas de información hospitalarios por medio de un cuestionario llamado IsoMetrics basado en el estándar internacional ISO 9241 Parte 10. Los cuestionarios se presentaron a los expertos a realizar las evaluaciones en dos formatos, el primero en el clásico lápiz y papel y el segundo



en formato *online*. Los investigadores concluyen que la diferencia de formatos no afectó en las calificaciones dadas por los sujetos, pero así mismo resaltan que el proceso de estudio realizado con los cuestionarios en formato *online* fue más ágil. El uso de este cuestionario *online* también fue utilizado en trabajos como (Ahmadi, Shahmoradi, Barabadi, & Hoseini, 2011), (Leila, Zakiyeh, Eshagh, Hadi, & Rahim, 2013), entre otros, trabajos cuyo enfoque está dado en los resultados obtenidos y el análisis de las evaluaciones más que en el proceso evaluativo. De los documentos anteriormente mencionados cabe destacar el uso de cuestionarios *online* como herramienta tecnológica para el proceso de captura de datos, sin embargo esta herramienta se limita exclusivamente a la presentación del cuestionario de evaluación.

Finalmente, mencionar el trabajo realizado por la Health Metrics Network (HMN) (WHO, 2005) con la herramienta del mismo nombre. El proyecto actualmente se encuentra cerrado por la Organización Mundial de la Salud, sin embargo de acuerdo al registro documental (Melorose, Perroy, & Careas, 2015; WHO; HMN, 2008) esta herramienta se utilizó para determinar el grado de madurez de los sistemas de información nacionales de países en desarrollo, a través del uso de cuestionarios, hojas de cálculo, y un portal web en el cual se podían observar entre otras cosas las políticas de la herramienta, el *framework* y sus indicadores de evaluación.

1.2.2. Brecha tecnológica

De acuerdo a la revisión del estado del arte presentada en la sección anterior, se concluye que existe una brecha en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la implementación de metodologías y *frameworks* formales para la evaluación de SIS. Se ha dejado clara la importancia de la evaluación de los sistemas de información y el arduo trabajo que toma a los evaluadores realizar estos procesos dada la falta de herramientas tecnológicas dispuestas para dicha labor, entre otras razones, debido a que los trabajos revisados no prestan demasiada atención al ámbito tecnológico. En general, estos trabajos son un aporte relevante para el presente proyecto; sin embargo, respecto al uso de las TI para el soporte de metodologías de evaluación de sistemas de información son pocos los aportes al no presentar resultados concretos sobre este tema, dejando una brecha importante en la concepción e implementación de aplicaciones tecnológicas capaces de soportar una metodología de evaluación de SIS, brecha sobre la cual se enmarca la presente investigación.



1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer una plataforma tecnológica que soporte la implementación de la metodología para la evaluación de Sistemas de Información en Salud en el contexto de la Atención Primaria en Salud propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017).

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes de la metodología de evaluación susceptibles de ser soportados en una plataforma tecnológica web/móvil.
- Desarrollar una plataforma web/móvil con base en los resultados obtenidos en el objetivo anterior, que brinde soporte a la metodología de evaluación de SIS en APS de acuerdo con las métricas, métodos, y tareas que en ésta se definen.
- Evaluar la plataforma web/móvil a través de la aplicación de la metodología en un centro de salud de la región.

1.4. Estructura de la monografía

La estructura del presente documento se describe a continuación:

Capítulo 2: este capítulo presenta el marco conceptual sobre el cual está basado el desarrollo del presente trabajo de grado. Se encuentra la definición de conceptos esenciales como: evaluación, sistemas de información, metodología, método y métrica; junto con una descripción genérica de las tecnologías a utilizar y las metodologías utilizadas con el fin de lograr el objetivo de este proyecto.

Capítulo 3: aquí se describe el proceso de implementación de la metodología de evaluación en cuestión, sobre el cual se identifican los componentes a ser adaptados y soportados por la plataforma tecnológica. Obteniendo como resultado una lista de requisitos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la misma.

Capítulo 4: este capítulo describe el proceso de modelado y desarrollo del prototipo de la plataforma tecnológica capaz de soportar la metodología de evaluación que se ha propuesto en este trabajo de grado, teniendo como base lo



expuesto en los capítulos anteriores, la metodología del diseño centrado en el usuario y en el modelo de construcción de soluciones.

Capítulo 5: en este capítulo se presenta el estudio de caso realizado para evaluar el nivel de adaptabilidad de la aplicación desarrollada en este trabajo de grado respecto a la metodología de evaluación en cuestión, con base en la norma ISO 9126 la cual proporciona un esquema de evaluación de calidad de software. También describe el análisis de los resultados obtenidos a lo largo del proceso evaluativo.

Capítulo 6: finalmente, en este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas del desarrollo del trabajo de grado y los trabajos futuros propuestos.



CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

2.1. Metodología de evaluación de sistemas de información

En esta sección se dan a conocer los diferentes términos y conceptos utilizados a lo largo de este documento respecto al uso de una metodología para la evaluación de sistemas de información en el área de la salud.

2.1.1. Evaluación, validación y verificación: definición de conceptos

Los conceptos de evaluación, validación, y verificación se usan a menudo de forma aleatoria en el lenguaje cotidiano y en la literatura. El término evaluación en particular se utiliza de manera colectiva para la evaluación, la validación y la verificación en la cotidianidad. Por lo cual el uso de estos términos en este documento debe ser establecido con claridad.

La **evaluación** se define como el acto de medir características cuantitativas y/o cualitativas para luego ser comparadas con los valores esperados o deseados (Jytte, 2005).

Evaluación de la calidad de un sistema puede comprender, en primer lugar, el acto de realizar mediciones seguido por una comparación de estas cualidades medidas con un marco de referencia dado, llevando a una conclusión de si el sistema se ajustará a su propósito (es decir, la validación).

La evaluación de la tecnología se utiliza a veces cuando el objeto para la evaluación es un dispositivo físico o un sistema. En el área de la salud, implica una evaluación cuidadosa y formal de una tecnología en términos de seguridad, eficacia, efectividad y rentabilidad, así como de su valor social, económico, medioambiental e implicaciones éticas, tanto en términos absolutos como en comparación con otras tecnologías (Brender, 1997).



Por su parte, el concepto de **validación** se define como el acto de comparar las propiedades de un objeto con el objetivo declarado como marco de referencia. Por otro lado, el concepto de **verificación** es descrito como el acto de comprobar las propiedades bien definidas de un objeto respecto a su especificación (Hoppe & Meseguer, 1993).

2.1.2. Sistemas de información en salud

Los Sistemas de Información en Salud (SIS) proporcionan los fundamentos para la toma de decisiones y tienen cuatro funciones principales: Generación de datos; Compilación; Análisis y síntesis; y finalmente, Comunicación y uso. El SIS recopila datos del sector de la salud y otros sectores pertinentes, analiza los datos y asegura su calidad, relevancia y oportunidad en general, y convierte los datos en información para la toma de decisiones relacionadas con la salud (WHO, 2008).

Los SIS han llegado a recibir diferentes definiciones como las propuestas por (Winter et al., 2011), (Wager et al., 2009), entre otras. Sin embargo, en este documento se hará uso de la definición más aceptada dada por la *International Medical Informatics Association* (IMIA) (Giuse & Kuhn, 2003) quien define los SIS como “el conjunto de equipos, recursos humanos, aplicaciones informáticas, procedimientos y políticas dispuestas para gestión de la información de la salud”.

2.1.3. Metodología, método y métrica

Algunos de los conceptos más relevantes dentro de este trabajo de grado son: metodología, método y métrica; por lo cual son descritos a continuación.

2.1.3.1. Método

Es una descripción formal del procedimiento implicado en cómo llevar a cabo una tarea real. Un método se basa en una teoría bien definida e incluye un conjunto de técnicas, herramientas y principios para organizarlo. Un método es caracterizado por su área de aplicación. Los métodos se realizan con la ayuda de una cadena de acciones orientadas a objetivos (sub-tareas), cada una con su filosofía subyacente o su teoría y estrategia, y se llevan a cabo por medio de técnicas herramientas y principios. Cabe resaltar que los métodos pueden llegar a ser malinterpretados si se entienden fuera de su contexto normal, debido a lo abstractos que estos pueden llegar a ser si no son instanciados y adaptados en las condiciones correctas.



2.1.3.2. Métrica

El concepto de métrica en los métodos de evaluación se utiliza como medida concreta, técnica o herramienta, por lo general sólo una fórmula para calcular, o un dispositivo para medir algo. En otras palabras, las métricas son aquellos conceptos que permiten que las medidas sean dadas en un valor concreto. Un ejemplo de esto podría ser una característica medible de un SIS como el tiempo de respuesta.

2.1.3.3. Metodología

El termino metodología significa “La ciencia de los métodos” (Joint Committee For Guides In Metrology, 2012). En términos funcionales se refiere al conocimiento de cómo preparar y utilizar métodos. Expresado en términos estructurales, una metodología consiste en "un conjunto coherente de métodos en el que convergen todas las sub-tareas necesarias para un proyecto determinado". En otras palabras una metodología da respuesta a qué hacer a continuación, cuándo hacer qué, y cómo hacerlo. Además de describir las ideas detrás de tales opciones y las suposiciones.

Un punto esencial en relación con la comprensión estructural de la metodología es que el conjunto de métodos utilizados incluye todas las herramientas necesarias para cumplir una tarea. Por lo tanto, en términos prácticos, una metodología también abarca la estrategia de cómo dividir una tarea en sub-tareas más pequeñas, y cómo elegir y construir una combinación de métodos de tal manera que hagan una coherente totalidad que puede conducir al cumplimiento del objetivo global del proyecto.

Una metodología puede referirse a (o incluir) varios métodos y un método puede tener varias métricas, que por separado pueden entregar diferentes medidas de éxito o características de las áreas problemáticas, como se puede ver en la Figura 2. Para que un método pueda ser llamado utilizable en relación con una metodología dada, su filosofía, teorías y perspectivas deben cumplir con los aspectos de la metodología; las hipótesis y supuestos para su uso y sus áreas de aplicación tienen que ser cumplidos (Jytte, 2005).

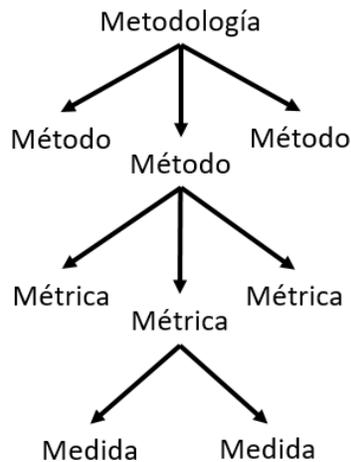


Figura 2. Descripción gráfica de una metodología (Jytte, 2005)

2.2. Tecnologías

En esta sección se presentan las tecnologías que fueron seleccionadas para la implementación de la plataforma que soporta la metodología de evaluación en cuestión.

Para automatizar el proceso de recolección de datos, se ha determinado que el sistema se realizará a través de una aplicación móvil nativa Android, usando el lenguaje de programación java y XML para la interfaz gráfica de usuario. Por otro lado, para el proceso de configuración previa a la implementación de la metodología, el sistema se encuentra soportado en una plataforma Web desarrollada sobre el *framework* de JavaScript AngularJS. Ambas aplicaciones utilizan el formato JSON (JavaScript Object Notation) para la comunicación a la base de datos.

Cabe mencionar que este documento se enfoca en el desarrollo e implementación de la aplicación móvil Android que soportará la captura de datos, ya que a través de esta se pretende dar solución al problema mencionado a lo largo de la sección 1.1.

2.2.1. Tecnologías para móviles

Aquí se describe el tipo de aplicación móvil que fue seleccionada para este trabajo de grado. En el anexo A se puede observar la descripción detallada de cada uno de los tipos de aplicación que se consideraron para la selección de tecnologías y el proceso de selección realizado.



2.2.1.1. Aplicaciones nativas

Son aquellas diseñadas exclusivamente para dispositivos móviles, con tecnologías para sistemas operativos tales como Android, iOS, Windows Phone; siendo estos los más destacados del mercado (IDC, 2017).

Android: Es un sistema operativo basado en el núcleo de Linux, diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como smartphones y tablets (Burnette, 2010).

Android se desarrolla de manera abierta, a diferencia de otros sistemas operativos para dispositivos móviles como iOS o Windows Phone, permitiendo acceder a su código fuente. Las aplicaciones desarrolladas para este sistema operativo utilizan los lenguajes de java y XML (Alliance, 2007; Google, 2017).

2.3. Metodología de desarrollo

Para el presente trabajo de grado se siguió la metodología basada en el método científico adaptado a la ingeniería (ISO, 2010; Salinas, 2011), la cual consta de las siguientes etapas:

- I. Búsqueda de soluciones existentes (revisión de la literatura).
- II. Proponer una solución (DCU).
- III. Construir y desarrollar la mejor solución (DCU).
- IV. Medir, analizar y evaluar.
- V. Concluir y socializar.

Esta metodología inicia con una base conceptual a partir de una revisión de la literatura de trabajos relacionados. Hecho esto, se seleccionan las tecnologías más adecuadas para la adaptación de una metodología de evaluación como lo es la propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017) por medio de una revisión de la literatura respecto a los tipos de tecnologías móviles existentes, para posteriormente comparar y seleccionar la tecnología más adecuada para el desarrollo del presente trabajo de grado. Proceso que se puede evidenciar en el anexo A de este documento. Para la construcción de una solución adecuada, desarrollo y evaluación del prototipo, se adoptaron algunos principios de la metodología de diseño centrado en el usuario (DCU) basada en el estándar ISO 9241 – 210 (Galeano, 2008). Finalmente, cabe destacar que el desarrollo también fue soportado por el modelo de construcción de soluciones (MCS).



2.3.1. Diseño centrado en el usuario

Esta metodología es una aproximación al diseño de productos, principalmente en los que tienen un fuerte componente tecnológico (software y hardware), y aplicaciones que sitúan al usuario en el centro de todo el proceso, teniéndolo en cuenta en todas las fases de diseño, desde su concepción y desarrollo hasta su evaluación. Su objetivo es crear productos útiles y usables para satisfacer las necesidades del usuario teniendo en cuenta sus características.

El proceso de DCU en el usuario empieza con la identificación del problema específico que se requiere resolver y pasar por tres fases principales: escuchar, crear, y entregar. Como se puede evidenciar en la Figura 3. Durante el proceso se pasa de observaciones específicas a síntesis abstractas para más adelante volver a lo más específico mediante el diseño de soluciones concretas.

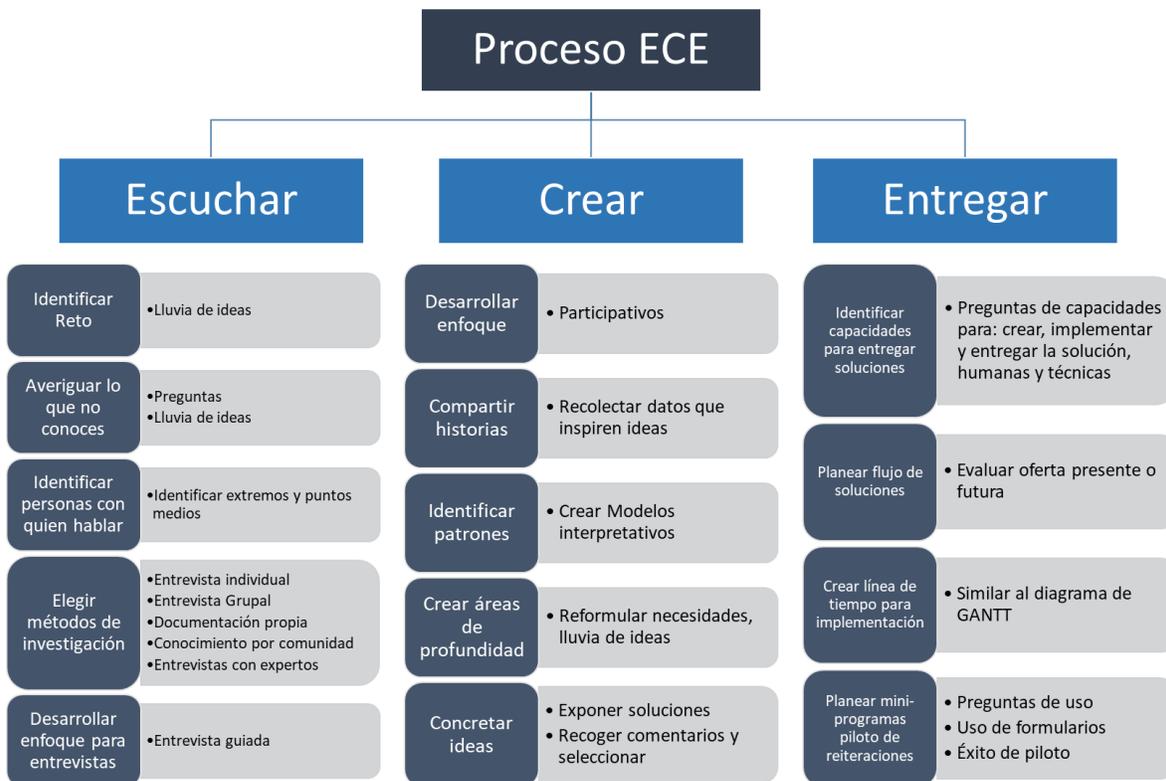


Figura 3. Proceso ECE del DCU (IDEO, IDE, International, & ICRW, n.d.)

Durante la etapa de escuchar, se realizó una recopilación de historias, anécdotas y elementos de inspiración obtenidos a partir de la revisión de la literatura, y de las experiencias de personas involucradas en procesos de evaluación de sistemas de



información realizados por los métodos convencionales. A lo largo de la etapa Crear, se realiza un ejercicio de abstracción de información, a partir de lo encontrado en la etapa anterior, para ponerlo en marcos teóricos, oportunidades, soluciones, y prototipos. Finalmente, la etapa de Entregar es en la cual se empiezan a formular soluciones a través de la planeación de la implementación, lo que ayudar a crear y lanzar nuevas soluciones en el mundo (IDEO et al., n.d.).

La aplicación de esta metodología se puede evidenciar a lo largo de la sección 4.2 donde describe el desarrollo del prototipo final.

2.3.2. Modelo para la construcción de soluciones (M.C.S)

El modelo para la construcción de soluciones o M.C.S es una referencia metodológica esencial para el desarrollo de cualquier proyecto cuyo propósito sea construir una solución de calidad, oportuna y con costos competitivos y que además pretenda contribuir a la creación y enriquecimiento de la base del conocimiento y experiencia institucional (Serrano, 2002).

El M.C.S está constituido por tres macro-componentes: Estructura para Descripción del Sistema, Modelo del Proceso de Desarrollo, Modelo de Organización del Talento. El primero está constituido por los tres modelos propuestos por el M.C.S. para describir los tres niveles de abstracción del sistema/solución. El segundo macro-componente define las fases de referencia y los criterios de transición entre las mismas. El tercero tiene como propósito servir de referencia para organizar el recurso humano con que cuenta cualquier proyecto.

El modelo del proceso de desarrollo propone tres modelos, sean estos: Modelo para el Establecimiento de Responsabilidades, Modelo para la Descripción del Sistema, y el Modelo de Implementación del Sistema, los cuales se evidencian en la Figura 4. Estos modelos son una herramienta de comunicación valiosa en el proceso de definir y describir la solución propuesta para resolver una necesidad planteada. Además cuenta con recomendaciones que sirven como base fundamental para culminar un proyecto con resultados altamente satisfactorios, las cuales son: dirigido por objetivos, iterativo e incremental, guiado por casos de uso, centrado en arquitectura y basado en componentes.

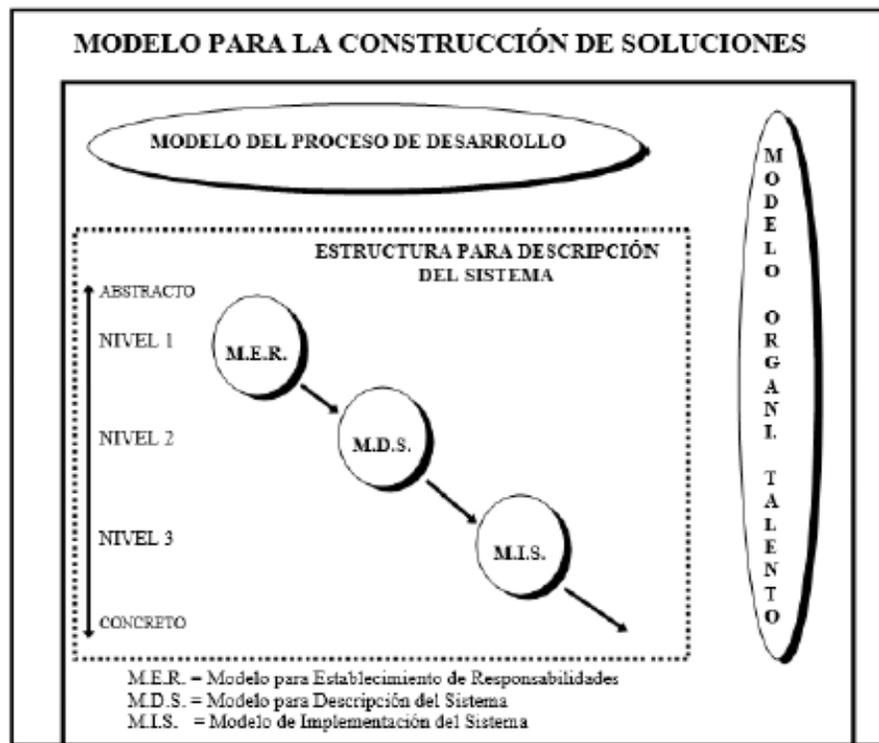


Figura 4. Modelo del proceso de desarrollo del M.C.S (Serrano, 2002)

La adaptación de este modelo se ve aplicada a lo largo del capítulo 4 de este documento.

2.4. Conclusiones

En este capítulo se presentó el marco conceptual sobre el cual se desarrolla este trabajo de grado, dando a conocer la definición de los diferentes términos utilizados a lo largo de este proyecto, como son: evaluación, validación, verificación, SIS, metodología, método y métrica. También son descritas las tecnologías que fueron seleccionadas para la adaptación de la metodología de evaluación de sistemas de información: Aplicaciones móviles nativas en Android para el proceso de captura de datos. Y finalmente da a conocer las metodologías en las cuales se basa el desarrollo de este proyecto y de este documento. Del presente capítulo se desprende el anexo A donde se describen tecnologías tenidas en cuenta y el proceso de selección de las mismas.



CAPÍTULO 3

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En este capítulo se realiza una descripción de la implementación de la metodología propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017), y se realiza una selección de los componentes de esta que serán soportados por una plataforma tecnológica, dando como resultado una lista de requisitos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la misma. Cabe destacar que las imágenes presentadas en este capítulo fueron tomadas de (Castrillón & Rendón, 2017).

3.1. Descripción de la implementación de la metodología de evaluación

Como se mencionó anteriormente, una metodología es un conjunto de métodos cuya combinación coherente de tareas conduce al cumplimiento de un objetivo global. Sin embargo, la metodología de evaluación de sistemas de información en Atención Primaria en Salud, o **MESI-APS** por sus siglas, no se compone únicamente de métodos, sino que también de características y procesos, como se puede ver en la Figura 5. Los métodos son la descripción formal del procedimiento y las herramientas necesarias para llevar a cabo la evaluación de las características de un SIS; las características son aquellas cualidades que, según la metodología, los SIS deben poseer y sobre las cuales se realiza el proceso evaluativo; y finalmente, los procesos son aquellas actividades recomendadas por la ISO 25000 que toma la metodología como base para su desarrollo.

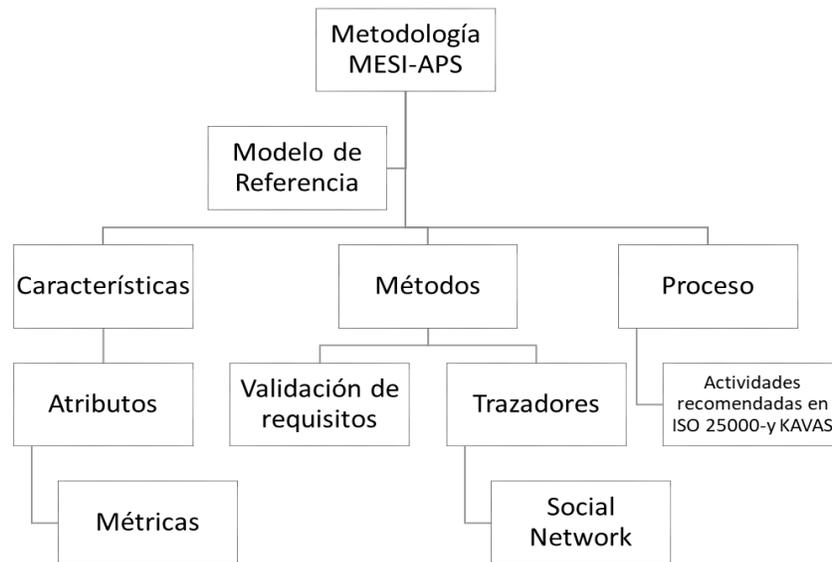


Figura 5. Componentes de MESI-APS

MESI-APS se propone para ser aplicada en la fase de reexaminación del ciclo de APS y tiene como objeto de evaluación los sistemas de información de la estrategia implementada. A esto se le conoce, de acuerdo a la metodología, como proyecto de evaluación o simplemente como **Proyecto**. Cada proyecto que vaya a ser evaluado por la metodología debe tener los datos de identificación de la estrategia, con la siguiente información:

- Nombre del proyecto.
- Fecha y lugar de implementación de la estrategia de APS.
- Organizaciones participantes de la estrategia (Nombre, NIT o identificación del representante legal, nombre y cedula del representante legal, tipo de entidad, fase de la estrategia en la que participa).
- Sistemas de información participantes de la estrategia.

Además, cada proyecto debe tener asociados los usuarios **Evaluadores** de este, y a su vez la información respectiva de cada Evaluador. Es decir:

- Nombres y apellidos.
- Identificación.
- Estudios.
- Correo electrónico.
- Rol del evaluador

Toda esta información debe ser conocida e ingresada a la plataforma tecnológica por un usuario al que la metodología define como **Administrador del proyecto**. Este será el encargado de crear en la plataforma el proyecto de evaluación con la



información ya mencionada y asociar a este los respectivos usuarios evaluadores. El administrador del proyecto será designado por la entidad que desea realizar el proceso evaluativo sobre sus sistemas de información. Finalmente, cabe destacar que a todo este proceso de creación de un proyecto, y tanto el ingreso de la información correspondiente a este como la de sus evaluadores, se le conocerá como '**Configuración del proyecto**'.

Una vez realizado el proceso de configuración, los usuarios evaluadores podrán dar inicio a lo que se conocerá como '**Proceso evaluativo del proyecto**' en donde a través de la plataforma se realizará la captura de datos que permiten medir los atributos correspondientes a las características dispuestas por la metodología para la evaluación de los SIS. Es decir, los datos concernientes a las respuestas de las preguntas dadas por la metodología para llevar a cabo la evaluación de los SIS.

En este orden de ideas, la adaptación de MESI-APS a una plataforma tecnológica se ve dividida en dos partes. La primera será una aplicación web que permita realizar la Configuración del proyecto y la segunda, una aplicación móvil dispuesta para llevar a cabo el Proceso evaluativo y todo lo correspondiente a la captura de datos. Ambas aplicaciones conectadas a un servidor que permita realizar la gestión de una base de datos en donde se almacene la información recolectada y a su vez se encuentre la información correspondiente a la metodología, como lo son sus métodos, características y preguntas.

3.2. Contexto de implementación de la metodología

Como se mencionó en el primer capítulo, el enfoque de las estrategias de APS se debe adaptar al contexto y las condiciones que demande cada región donde se implementen. Por consiguiente, MESI-APS al ser una metodología que se propone ser aplicada en la fase de reexaminación del ciclo APS, y por lo tanto, la plataforma tecnológica que la soportará, se encuentra ligada de forma directa con el contexto donde se implemente la estrategia de APS. Es decir, La implementación de MESI-APS puede ocurrir en un contexto completamente ideal con las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento y ejecución como lo son la presencia de todos los artefactos e información requerida, contar con la disponibilidad de tiempo necesaria para el proceso por parte de los actores involucrados en este, contar con los elementos tecnológicos necesarios capaces de soportar la plataforma tecnológica, una buena conexión a internet, entre otros. Por otro lado, la implementación de la metodología puede llegar a ocurrir bajo un contexto que no cuente con parámetros ideales para llevar a cabo la implementación. Por esta razón, se definen a continuación una serie de requerimientos necesarios para el correcto desarrollo de la metodología, evitando así tener percances o contratiempos a lo largo de la implementación. Una vez se



haya cumplido con dichos requerimientos, es posible llevar a cabo el proceso evaluativo.

3.2.1. Requisitos organizacionales previos a la implementación

Se deben cumplir con los siguientes aspectos organizacionales para poder llevar a cabo la implementación:

- ✓ Documento de definición de la estrategia de APS implementada que permita a los actores participantes del proceso conocer bajo que parámetros se realizó tanto la planeación de la estrategia como su implementación.
- ✓ Políticas tomadas en cuenta a lo largo de la implementación de la estrategia tanto a nivel local como regional y nacional.
- ✓ Documento de indicadores de cumplimiento de metas y objetivos propuestos por la estrategia que permitan visualizar cuan eficiente fue esta ante los problemas atacados y si cumplió con el propósito para el cual fue implementada.
- ✓ Información de entidades y personas que hicieron parte de la estrategia implementada, además del cargo y las funciones que estas desempeñaron.
- ✓ Disponibilidad de la información y documentación requerida para la implementación de la estrategia, al igual que la obtenida a lo largo de esta.
- ✓ Contar con la disponibilidad de las personas involucradas a lo largo de la implementación de la estrategia, tanto desde el área de la salud como organizacional y tecnológico, para el momento en que se requiera de su aporte a lo largo del proceso evaluativo.

Cabe añadir que cuando se habla de “disponibilidad de la información” se hace referencia a que la información necesaria para el proceso evaluativo debe estar presente en el momento en que se vaya a hacer uso de esta; por tal razón se recomienda que sea en este punto del proceso evaluativo donde se realicen las solicitudes y respectivos procedimientos para la adquisición de dicha información, de ser necesario. Además, dado lo delicada que puede llegar a ser gran parte de esta información, se debe tener registro del consentimiento informado por parte de los propietarios de dicha información al momento de facilitarla para el proceso de evaluación.



3.2.2. Requisitos tecnológicos previos a la implementación

Se debe cumplir con los siguientes requisitos tecnológicos para que a partir de este momento la implementación de la metodología pueda desarrollarse con total fluidez y se puedan obtener así resultados de calidad.

- ✓ Informe de los diferentes softwares utilizados para soportar la estrategia, las funciones de estos y la fase de la implementación en la cual estos fueron participes.
- ✓ Un ordenador con conexión a internet capaz de soportar la aplicación web sobre la cual se realiza el proceso de configuración del proyecto a evaluar.
- ✓ Un dispositivo móvil por evaluador, que cuente con el sistema operativo Android 4.4.0 o superior, capaz de correr la aplicación mediante la cual se realiza el proceso de evaluación.
- ✓ Los dispositivos móviles deben contar con la aplicación mediante la cual se realizará el proceso de captura de datos respecto a la valoración de SIS por parte de los evaluadores, la cual a su vez requiere de conexión a internet para el proceso de inicio de sesión, descarga de cuestionarios una única vez (o en caso de actualización) e igualmente para subir las respuestas de los cuestionarios una vez hayan sido resueltos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se puede resaltar el hecho de que el proceso de configuración del proyecto soportado por la aplicación web requiere estrictamente una conexión a internet, sin embargo, la aplicación móvil sólo precisa de una conexión a internet para el proceso de inicio de sesión de los usuarios, descargar o actualizar los cuestionarios de valoración de los SIS, y para subir la información de los cuestionarios resueltos a la base de datos del sistema; lo cual indica que el proceso de resolución de los cuestionarios no requiere de una conexión a internet una vez se tengan estos en la memoria interna del dispositivo móvil, brindando así la posibilidad de realizar dicho proceso en zonas con difícil acceso a una conexión a internet como lo son algunas de las zonas rurales del país.

3.3. Organización de las características de la metodología

Los autores de MESI-APS definen una serie de características, las cuales se pueden encontrar en (Castrillón & Rendón, 2017), que los SIS deben poseer para cumplir adecuadamente con los objetivos requeridos en las distintas fases de implementación de las estrategias de APS y el enfoque en cada una de estas. La

definición de las características se realizó en las primeras etapas de construcción de la metodología, las cuales, en una posterior etapa de organización de esta, se referencian como atributos medibles. A cada característica, a nivel organizacional, le corresponde un atributo de la evaluación, y para medir un atributo se le define una métrica o un grupo de métricas, y para calificar dicho atributo se le crea una pregunta, como se ve en la Figura 6.

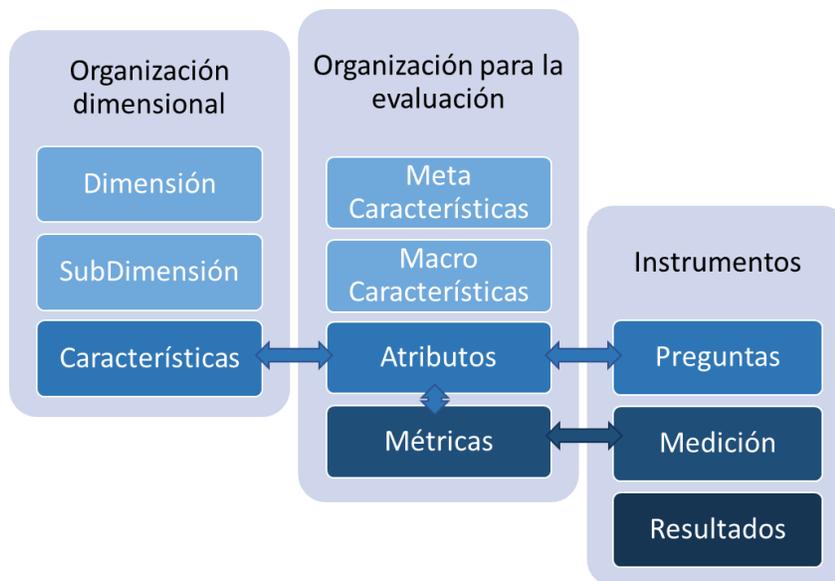


Figura 6. Organización de las características de la metodología

Estas características se pueden organizar de dos maneras: la primera es la organización por dimensiones y subDimensiones de MESI-APS, y la segunda es la organización por MetaCaracterísticas y MacroCaracterísticas de MESI-APS; organizaciones que serán descritas a continuación.

3.3.1. Organización por dimensiones y subDimensiones de MESI-APS

La primera organización se realiza de acuerdo a las dimensiones y subDimensiones de MESI-APS mostradas en la Figura 7, donde son estas las que permiten definir los roles que se requieren para llevar a cabo el Proceso evaluativo. Es decir, los posibles roles que pueden tomar los Evaluadores.

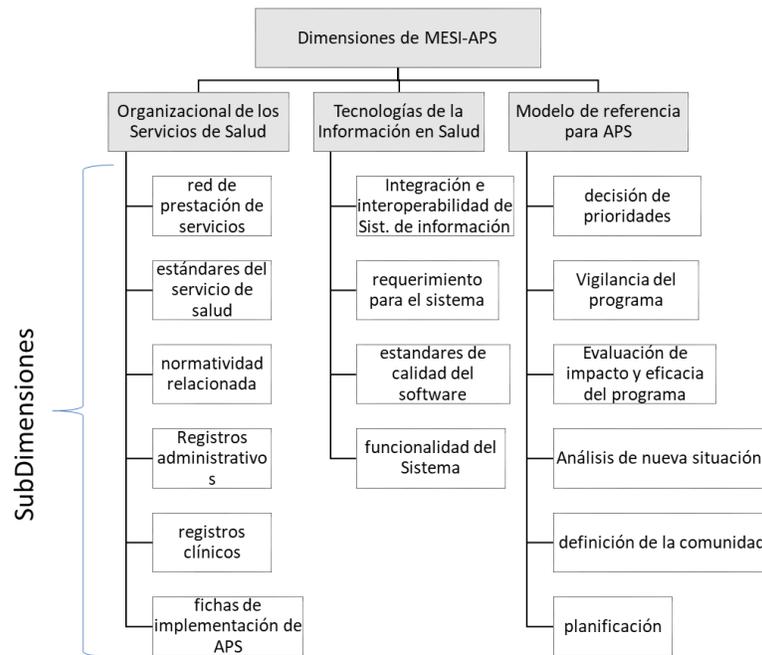


Figura 7. Dimensiones y subDimensiones de MESI-APS

A continuación, se dan a conocer los roles que define MESI-APS y el posible perfil que debería poseer cada uno de estos:

- **Experto en tecnologías de información en Salud:** Profesional con conocimiento en el uso y aplicación de las TIC en salud y salud pública.
- **Experto en salud pública y APS:** Profesional con conocimiento en el tema de políticas de salud pública, manejo de recursos y procesos de implementación de estrategias de APS.
- **Experto en servicios de Salud:** Profesional de la salud quien a lo largo del proceso tiene relación directa con las personas/pacientes que son partícipes de la estrategia de APS.

Estos roles permiten realizar un filtro a las preguntas de MESI-APS, permitiendo así que las preguntas que sean presentadas al evaluador correspondan con el perfil de este. La aplicación encargada de la recolección de los datos deberá ser capaz de soportar el filtro de preguntas de acuerdo con el rol del evaluador. Para ello se propone la autenticación de los evaluadores en dicha aplicación por medio de un correo electrónico y una contraseña.



3.3.2. Organización por MetaCaracterísticas y MacroCaracterísticas de MESI-APS

Por otro lado, la segunda organización se realiza de acuerdo con las MetaCaracterísticas y macroCaracterísticas de MESI-APS mostradas en la Figura 8, donde cada MacroCaracterística cuenta con una serie de atributos.

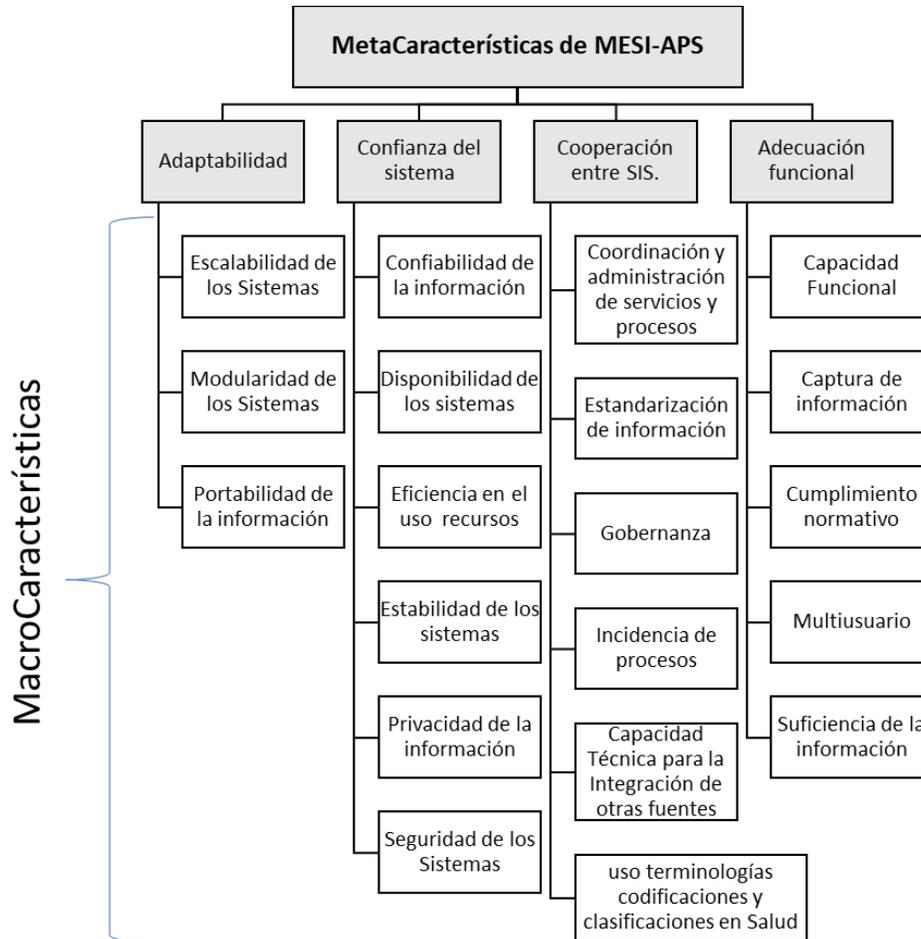


Figura 8. MetaCaracterísticas y macroCaracterísticas de MESI-APS

Por ejemplo, la macroCaracterística 'captura de información' tiene los siguientes atributos:

- Captura de información familiar
- Captura de información alergias
- Captura de historia clínica personal



- Captura de información del flujo de atención
- Captura de información de la actividad realizada en la intervención
- Captura de información resultados de laboratorio
- Captura de información medicación
- Captura de información vacunación
- Captura de información observaciones clínicas
- Captura de información de la interpretación
- Captura de información interés de la comunidad
- Captura de información georreferenciada

A cada atributo le corresponde una métrica y por lo tanto una pregunta. Como ejemplo, para “Captura de información familiar” corresponde la métrica “porcentaje de captura de información familiar”; la respuesta a la pregunta asociada es de selección múltiple y para este caso las opciones de selección son: descripción de los habitantes, condiciones de la vivienda, servicios públicos, calidad del agua, alimentación familiar, manejo de aguas, y convivencia. La métrica se mide con el porcentaje de opciones seleccionadas. De modo similar, los demás atributos cuentan con su respectiva pregunta, definida para medir la métrica correspondiente.

Así pues, MESI-APS define los siguientes tipos de pregunta:

- **Preguntas tipo Likert:** Este tipo de preguntas permiten saber en qué grado una persona está de acuerdo o en desacuerdo frente a un enunciado. Para ello se le presenta al usuario un elemento de tipo Likert de cinco puntos que permita medir el grado positivo como neutral y negativo de cada enunciado en función del criterio subjetivo del evaluado.
- **Preguntas tipo selección múltiple:** En esta forma de evaluación se le solicita al evaluador seleccionar una o varias de las opciones de una lista de respuestas de acuerdo a su criterio respecto a un enunciado.
- **Preguntas tipo porcentaje:** Aquí se le presenta al usuario una característica, la cual evaluará mediante un valor numérico entre cero y cien (0-100) respecto a un enunciado o pregunta.
- **Preguntas tipo Sí/No:** En este tipo de pregunta el usuario podrá elegir una única respuesta frente a una pregunta cerrada previamente formulada.

La aplicación encargada de la recolección de los datos deberá ser capaz de soportar cada uno de los tipos de pregunta mencionados.



3.4. Métodos de la metodología

Como se vio anteriormente, MESI-APS cuenta con diferentes características, las cuales no pueden ser evaluadas todas del mismo modo, ya que algunas requieren de una revisión más exhaustiva que otras. De aquí que la metodología cuente con dos métodos dispuestos para esta tarea descritos a continuación.

3.4.1. Validación de requisitos

El método de validación de requisitos está basado en encuestas y es utilizado para identificar la capacidad funcional de los sistemas de información. Este método permite medir características o atributos de calidad o relacionados con requisitos no funcionales del sistema general de la estrategia, así como de un sistema de información específico utilizado en alguna de las fases de la estrategia de APS.

3.4.2. Trazadores

Este método está basado en la entrevista y la observación, y es ideal para evaluar procesos entre organizaciones. A través de este se realiza una evaluación de la colaboración entre las organizaciones que participaron de la estrategia de APS, lo que se conoce como Interoperabilidad Organizacional. Finalmente, permite identificar fallas en los artefactos y la información utilizada, así como la obtenida a lo largo de la estrategia de APS.

3.4.3. Tipos de evaluación

Con base en la descripción realizada a los métodos pertenecientes a la metodología, la plataforma de captura de datos deberá contar con tres secciones: La primera para la adaptación del método de Trazadores donde se encuentren todas las preguntas relacionadas con Interoperabilidad Organizacional que se llamará '**Evaluación de Procesos**'; la segunda sección contará con todas aquellas preguntas del método de validación de requisitos que estén dirigidas al sistema general de la estrategia y será conocida como '**Evaluación General**'; y finalmente una tercera sección donde se encuentren todas aquellas preguntas del método de validación de requisitos dirigidas a un sistema de información específico conocida como '**Evaluación Dirigida**'.



3.5. Definición de requisitos del sistema de captura de datos

En esta sección se presenta una lista de requisitos funcionales y otra de requisitos no funcionales sobre la cual se sienta la base para el desarrollo, implementación y evaluación del sistema móvil de captura de datos.

3.5.1. Requisitos Funcionales

La definición de estos requisitos toma como base lo expuesto hasta el momento en este documento.

- Autenticación mediante correo electrónico y contraseña.
- Listar los proyectos asociados al usuario a los cuales se les realizará el proceso de evaluación.
- Listar los proyectos que estén asociados al usuario y a los cuales este ya les realizó el proceso de evaluación.
- Ver información detallada de un proyecto independientemente de si este ha sido o no evaluado.
- Permitir iniciar el proceso evaluativo de un proyecto seleccionado.
- Una vez seleccionado un proyecto, el usuario deberá poder visualizar los tres tipos de evaluación mencionados en la sección 3.4.3.
- Permitir la selección de un tipo de evaluación para dar inicio a la implementación de este.
- Independientemente del tipo de evaluación seleccionado, permitir la visualización del texto correspondiente a la pregunta o enunciado.
- Implementación de los 4 tipos de pregunta mencionados en la sección 3.3.2 con las características correspondientes para cada uno.
- En la sección de **Evaluación de procesos:**
 - ❖ Permitir la selección de la organización responsable del proceso.
 - ❖ Permitir la selección de la organización receptora de la información resultante de dicho proceso.
 - ❖ Visualización de las organizaciones seleccionadas.
- En la sección de **Evaluación general:**
 - ❖ Permitir la selección de un sistema de información.
 - ❖ Permitir la selección de la opción 'ninguno' en la lista de sistemas de información.
 - ❖ Visualización del sistema de información seleccionado.
- En la sección de **Evaluación dirigida:**
 - ❖ Listar los sistemas de información asociados al proyecto.



- ❖ Permitir la selección de un sistema de información.
- ❖ Visualización del sistema de información seleccionado.
- Almacenamiento de las respuestas ingresadas en la memoria interna del dispositivo móvil, guardando el proceso del usuario incluso después de cerrar la aplicación.
- Permitir enviar las respuestas almacenadas al servidor.
- A excepción del proceso de autenticación y una vez se haya realizado este, las demás características anteriormente listadas deben funcionar sin ningún inconveniente cuando el dispositivo se encuentre sin conexión a internet.

3.5.2. Requisitos no funcionales

De igual manera que los requisitos anteriores, la definición de los requisitos no funcionales toma como base lo expuesto hasta el momento en este documento.

- Permitir el uso de la aplicación en varios idiomas (inglés y español).
- La aplicación móvil debe permitir su uso en varias versiones de Android, versiones superiores a 4.4 Kitkat, hasta 5.0 Lollipop (última versión estable al momento de elaborar este trabajo de grado).
- La aplicación debe ocupar la menor cantidad espacio en la memoria del dispositivo.

3.6. Conclusiones

En este capítulo se realizó una descripción de la implementación de la metodología propuesta en (Castrillón & Rendón, 2016), dando como resultado la distribución de la plataforma tecnológica que la soportará en dos aplicaciones. La primera correspondiente a una aplicación web encargada de la Configuración del proyecto y la segunda, una aplicación móvil dispuesta para llevar a cabo el Proceso evaluativo y todo lo correspondiente a la captura de datos. Ambas aplicaciones conectadas a un servidor que permita realizar la gestión de una base de datos en donde se almacene la información recolectada y a su vez se encuentre la información correspondiente a la metodología.

Además, se realiza una lista de requisitos previos a la implementación necesarios para llevar a cabo una correcta ejecución del proceso evaluativo. Finalmente, se presenta una lista de requisitos tanto funcionales como no funcionales, resultado del proceso de identificación de componentes de la metodología de evaluación que permitirán enmarcar el desarrollo de la aplicación móvil.



CAPÍTULO 4

MODELADO DE LA PLATAFORMA PARA SOPORTAR LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En este capítulo se dan a conocer los procesos llevados a cabo para la descripción del sistema móvil teniendo en cuenta la metodología seleccionada. Inicialmente se presenta el modelado y construcción del sistema que soportará MESI-APS, cuya implementación fue descrita en el capítulo anterior, para luego realizar una descripción del prototipo final obtenido como resultado del proceso de construcción y la aplicación de la metodología de desarrollo seleccionada.

4.1. Modelado del sistema que soporta la metodología de evaluación

En esta sección se presentan los diagramas que modelan el sistema capaz de soportar la metodología, teniendo en cuenta el Modelo de Desarrollo del MCS como se mencionó anteriormente.

4.1.1. Descripción de los actores

Los actores del sistema son identificados después de realizar un análisis a la descripción de la implementación de MESE-APS presentada en la sección 3.1, estos son descritos a continuación:

Evaluador: Corresponde a la persona encargada de dar respuesta a las diferentes preguntas dadas por la metodología a través de la aplicación móvil. El evaluador puede ocupar uno de los diferentes roles descritos en la sección 3.3.1 acotando de esta manera las preguntas que le son presentadas por la aplicación.

Administrador: Es la persona encargada de realizar la configuración del proyecto descrita en la sección 3.1, así como de velar por el cumplimiento de los requisitos

previos definidos en las secciones 3.2.1 y 3.2.2. Permitiendo así, que el proceso de evaluación que se realiza a través de la aplicación móvil pueda ejecutarse de manera correcta por los evaluadores.

4.1.2. Diagrama de casos de uso del negocio

En la Figura 9 se observa el funcionamiento del sistema a través de los casos de uso del negocio, los cuales son descritos a continuación.

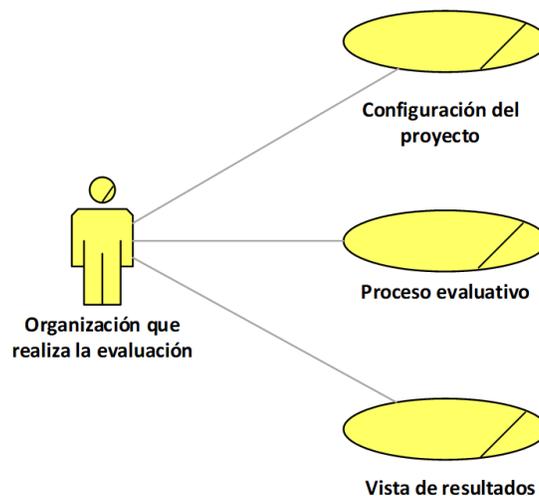


Figura 9. Diagrama de caso de uso del negocio

4.1.2.1. Descripción de casos de uso del negocio

A continuación se describen los casos de uso vistos anteriormente en la Figura 9:

- **Configuración del proyecto:** La organización que realiza la evaluación procede a realizar la configuración del proyecto a través de la interfaz web, que como se mencionó anteriormente permite a la organización realizar la designación de los roles correspondientes a los usuarios que serán evaluadores y realizar la creación del proyecto ingresando los datos necesario para poder llevar a cabo el proceso evaluativo.
- **Proceso evaluativo:** Este proceso es llevado a cabo una vez se realice la configuración del proyecto. Aquí se da respuesta a las preguntas de la metodología por los usuarios evaluadores, que fueron designados por la organización, a través de la interfaz móvil.



- **Vista de resultados:** Una vez concluido el caso anterior la organización puede observar los resultados obtenidos por medio de gráficas mostradas en la interfaz web.

4.1.3. Diagramas de casos de uso del sistema

Teniendo en cuenta los actores identificados y de acuerdo a los lineamientos de la metodología seguida para el desarrollo de este documento se realizaron los casos de uso del sistema como se observa en la Figura 10 y en la Figura 11.

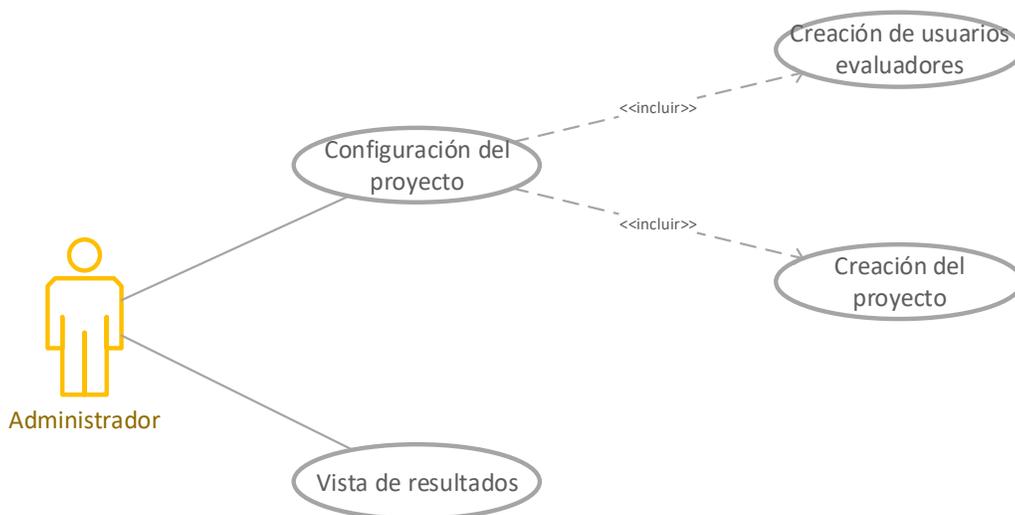


Figura 10. Casos de uso Administrador

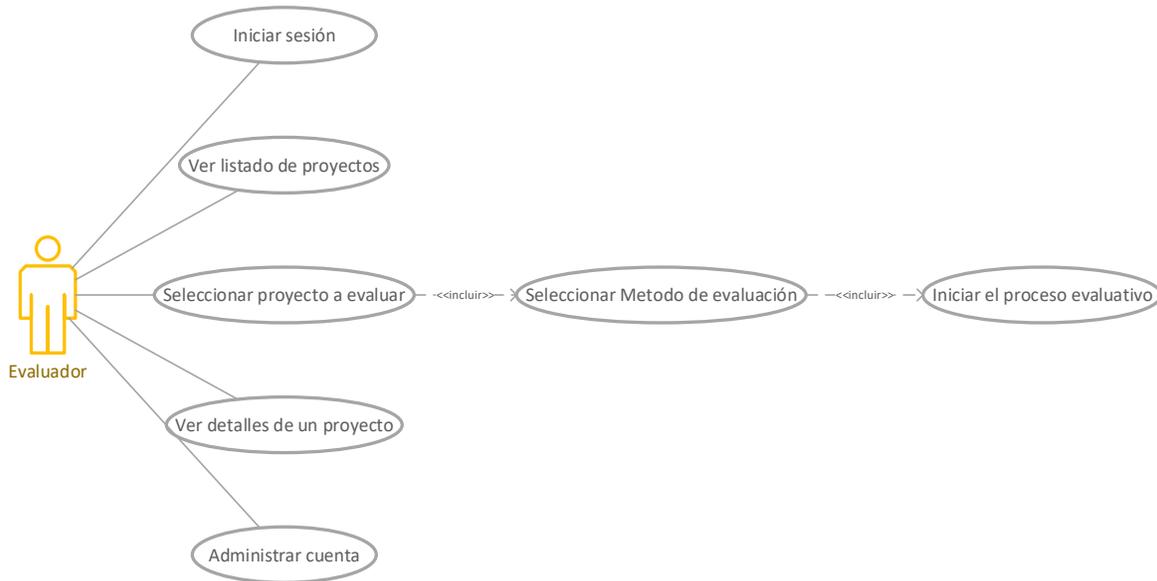


Figura 11. Casos de uso Evaluador

La aplicación móvil permite al evaluador iniciar sesión, ver el listado de proyectos tanto pendientes de ser evaluados como aquellos que ya han sido evaluados por completo, seleccionar un proyecto y una vez hecho esto, seleccionar una de las tres secciones descritas en la sección 3.4 de este documento (evaluación de procesos, evaluación general y evaluación dirigida) y dar inicio al proceso de captura de datos dando respuesta a los diferentes tipos de pregunta descritos en la sección 3.3.2. Además, permite ver los detalles del proyecto ingresados en la configuración de este, realizada previamente por el administrador.

La descripción de cada caso de uso extendido, se encuentra en el anexo B. En este se puede encontrar quien inicia cada caso de uso, sus requisitos previos y precondiciones, flujo, poscondiciones, flujos alternativos y flujo de excepciones.

4.1.4. Diagrama de secuencia

En el siguiente diagrama (Figura 12) se describe el funcionamiento del sistema de acuerdo con los casos de uso mencionados en la sección anterior.

En este se describe el funcionamiento del sistema para el caso en el que un evaluador, una vez realizado el proceso de configuración del proyecto, ingresa a la aplicación móvil y esta descarga los datos de la metodología que son requeridos para poder llevar a cabo la recolección de datos del proceso evaluativo. Una vez hecho esto, el usuario procede a seleccionar el proyecto a evaluar, selecciona el tipo de evaluación (de procesos, general o dirigida), ingresa las respuestas a las



preguntas de la metodología, y finalmente, envía estas respuestas a la base de datos.

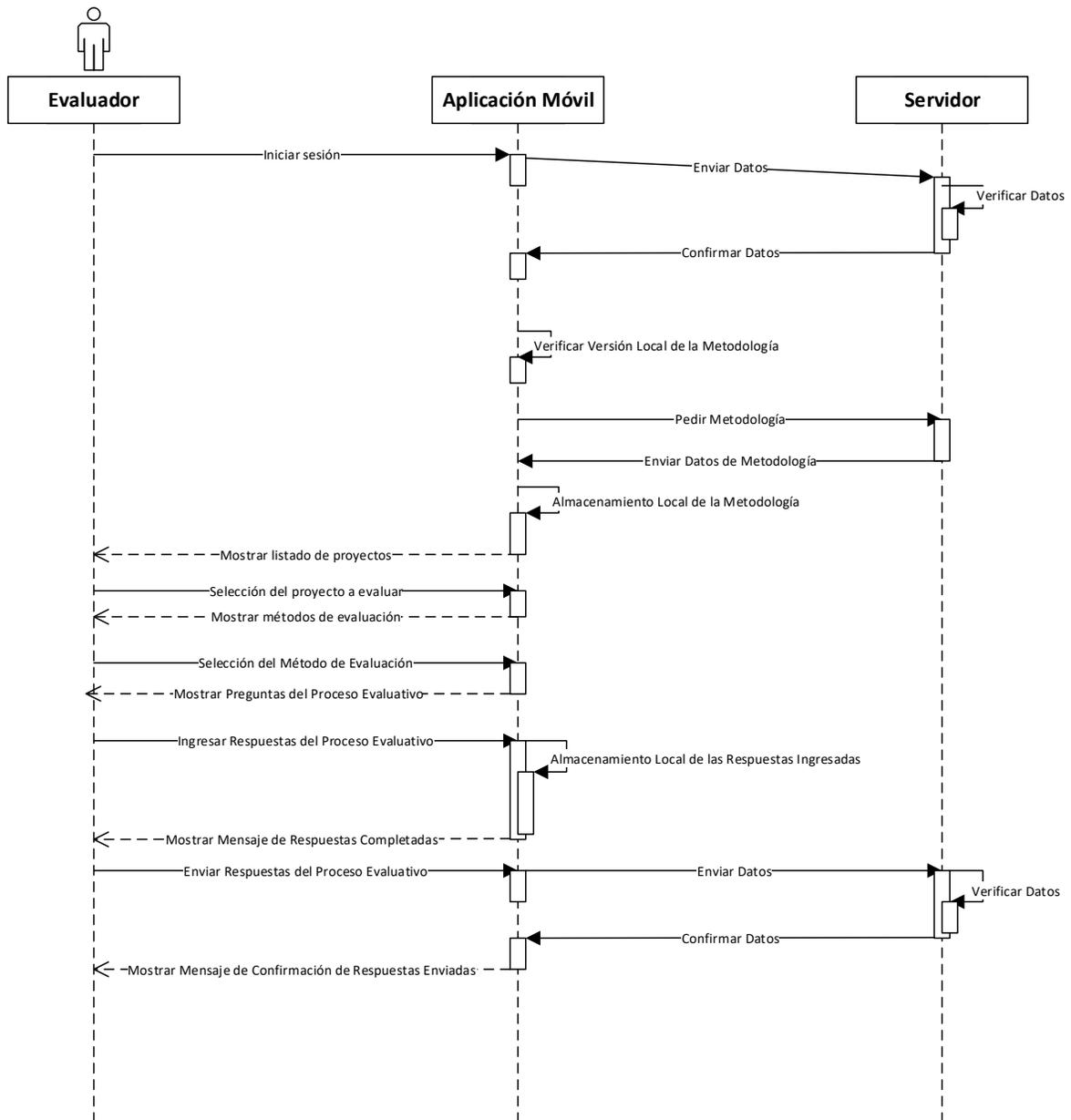


Figura 12. Diagrama de secuencia



4.1.5. Diagramas de Flujo

Para describir el flujo general del sistema se realizaron 3 diagramas de flujo que muestran el proceso de configuración previa; el manejo de versiones de la metodología en la base de datos local de la aplicación móvil; y el flujo del proceso evaluativo una vez se selecciona un proyecto a ser evaluado.

El diagrama presentado en la Figura 13 muestra como la aplicación móvil puede trabajar sin conexión siempre y cuando cuente con datos locales descargados previamente. Además, el manejo de versiones de la metodología le permite a la aplicación saber si se realizó, o no, un cambio en los datos de MESI-APS que se encuentren en la base de datos remota.

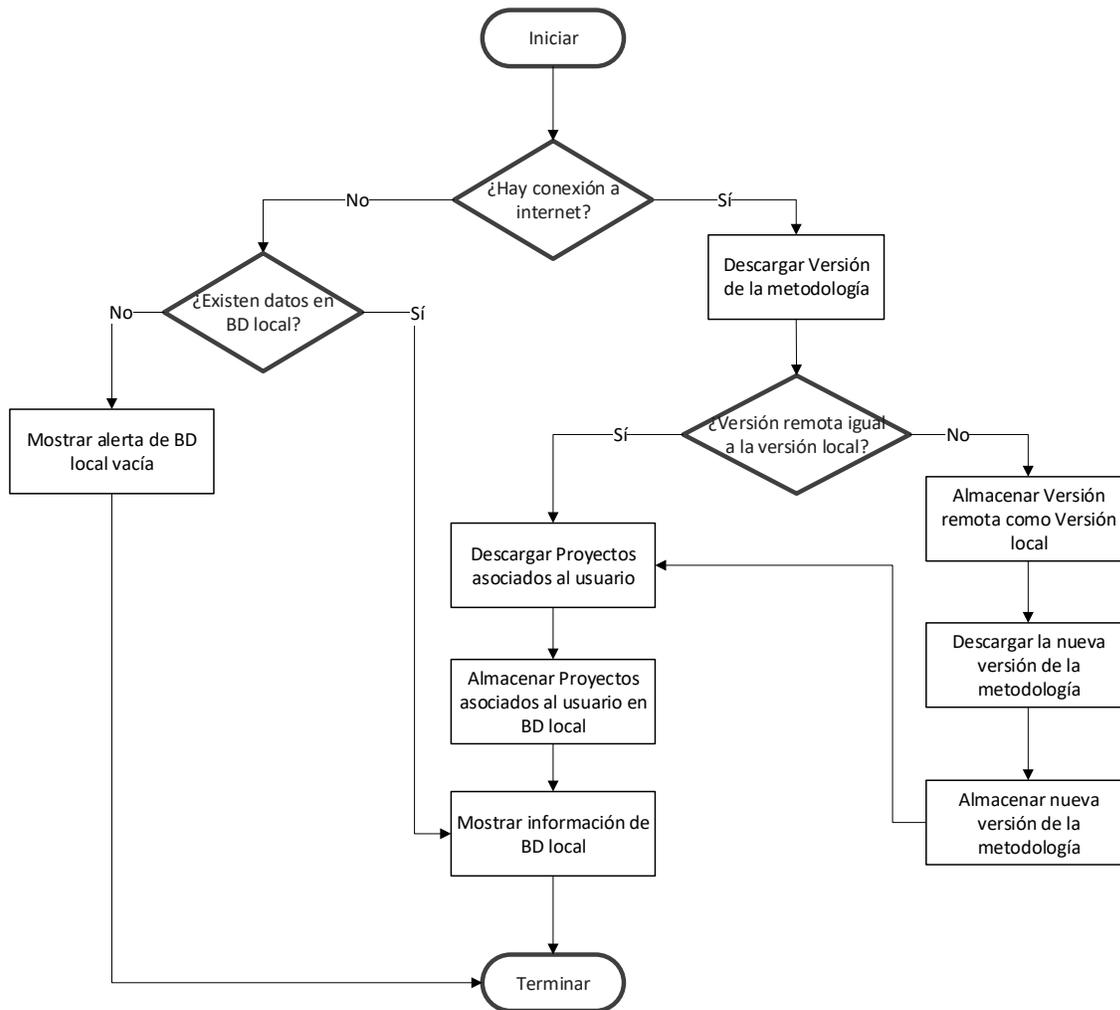


Figura 13. Diagrama de flujo manejo de versiones de la metodología

Los diagramas de flujo del proceso de configuración previa y el flujo del proceso evaluativo una vez se selecciona un proyecto a ser evaluado, se pueden observar en el anexo B.

4.1.6. Arquitectura

A continuación se da a conocer la arquitectura del sistema en la Figura 14.

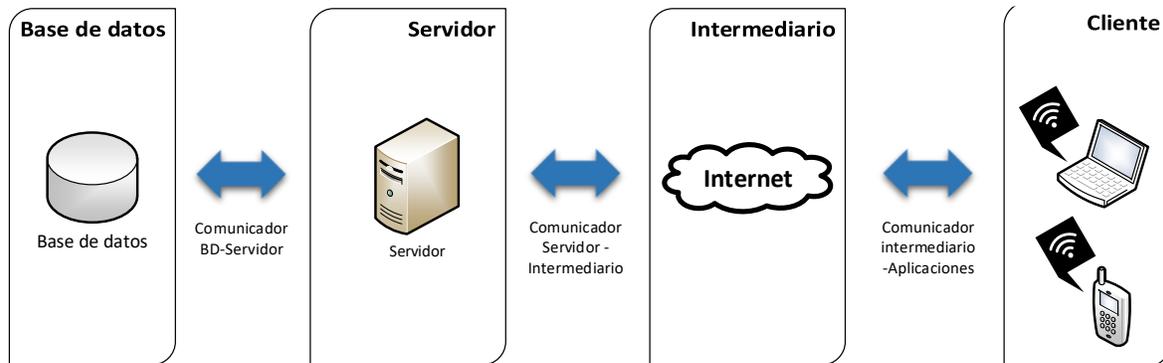


Figura 14. Arquitectura del sistema

4.1.6.1. Descripción de la arquitectura

Base de datos: Aquí se encuentra la información correspondiente a la metodología, los métodos utilizados, las preguntas y sus tipos de pregunta. Además se encuentra también la información de los proyectos ingresados por los administradores y su respectiva configuración; es decir, la información requerida del proyecto, como el lugar en el cual fue llevado a cabo, la fecha, etc., así como la información de los evaluadores del proyecto. Finalmente, aquí se encuentra almacenada también toda la información correspondiente a las respuestas ingresadas por los evaluadores asociadas a un usuario, un proyecto y la pregunta a la que dicha respuesta corresponde.

Servidor: Gestiona la base de datos y realiza el CRUD (Create Read Update Delete) de la misma; permitiendo además el acceso simultaneo de usuarios tanto web como móvil. Además, coordina la sincronización de los datos ingresados fuera de línea (respuestas almacenadas en la memoria del dispositivo móvil) con la base de datos central.

Intermediario: Canal de comunicación entre los diferentes dispositivos del lado del Cliente y el Servidor, permitiendo que la información obtenida a través de la configuración del proyecto sea almacenada en la Base de Datos, así como la información que se encuentra en la memoria interna del dispositivo móvil. Esta comunicación está soportada por el protocolo TCP/IP.



Cliente: Es quien realiza las peticiones por medio del intermediario al servidor y una vez obtiene una respuesta por parte de este último, convierte estos datos en información entendible para el usuario, y se la presenta a través de una interfaz gráfica. Para este caso tenemos dos tipos de cliente, el cliente web encargado de la configuración del proyecto, y el cliente móvil encargado del proceso evaluativo del proyecto.

4.1.7. Diagrama de componentes

En la Figura 15 se observa la perspectiva física del sistema que cuenta con los nodos y componentes principales de este y cómo se comunican entre ellos. La descripción de cada nodo se encuentra en la sección 4.1.6.1. La comunicación entre los nodos esta soportada bajo el protocolo TCP/IP y utiliza los formatos JSON desde el lado del cliente. Con este formato llega la información al servidor donde por medio de JavaScript se lee para luego a través de SQL realizar acción y posterior gestión de la base de datos.

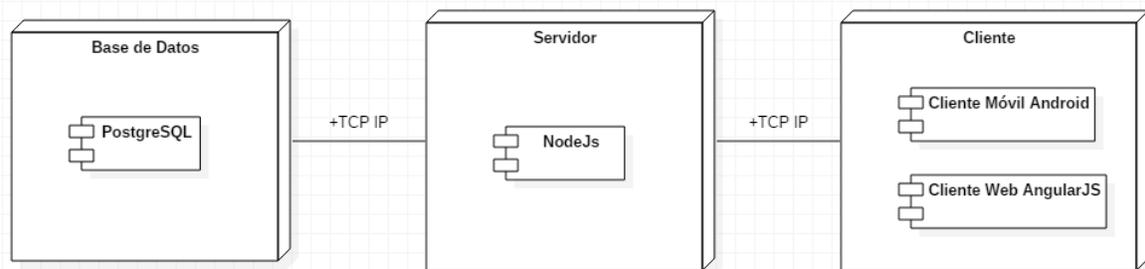


Figura 15. Diagrama de componentes

4.2. Prototipo Final

Ya que el énfasis del presente trabajo de grado va dirigido a la aplicación encargada de la captura de datos con la cual se pretende dar solución al problema mencionado en la sección 1.1 de este documento, en sección se describe cómo se realizó el procedimiento de diseño e implementación del prototipo de la aplicación móvil que soporta el proceso evaluativo de la metodología MESI-APS descrito en la sección 3.1. La presentación del prototipo de la aplicación WEB se encuentra en el anexo B debido a que la implementación de esta se puede resumir en la captura de datos de la configuración del proyecto, descrita también en la sección 3.1.

El modelado del sistema presentado a lo largo de la sección 4.1 fue la base para el desarrollo de un prototipo capaz de soportar la metodología de evaluación de



sistemas de información en el contexto de la APS propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017).

4.2.3. Procedimiento de diseño

Para el diseño del prototipo se siguieron los pasos de la metodología DCU que fue descrita en la sección 2.3.1. Este procedimiento se inició con la columna Escuchar, donde se realizó una lluvia de ideas para identificar lo que no se conocía y tener un diseño preliminar. Se realizaron charlas con profesionales de la salud expertos en el área de la APS, así como expertos en TIC y en salud pública. Posteriormente en la columna Crear, se concentraron las ideas y se eligió una posible solución, para finalmente en la columna Entregar realizar una descripción de la solución implementada. La información detallada de este procedimiento se encuentra en el anexo B, donde se evidencia el desarrollo de cada una de las etapas de la metodología DCU.

4.2.4. Implementación del prototipo final

Como se mencionó en el capítulo 3, la plataforma capaz de soportar la fase de captura de datos de MESI-APS debe cumplir con la lista de requisitos definidos en la sección 3.5. Por otro lado, como se explicó anteriormente, el prototipo será implementado como una aplicación móvil nativa para sistemas operativos Android. Por lo cual, la aplicación se desarrolla en el IDE Android Studio utilizando los lenguajes de programación Java y XML. La conexión a la base de datos se realiza por medio del formato JSON (JavaScript Object Notation), almacenando los datos de la metodología, de los proyectos, los datos de los usuarios y actualizando según corresponda las respuestas ingresadas por los evaluadores.

4.2.5. Descripción del diseño de interfaz del prototipo final

4.2.5.1. Selección de colores

Los colores seleccionados para la aplicación fueron azul, rojo y blanco como se menciona en la etapa de Escuchar del procedimiento de diseño del anexo B.



Figura 16. Banner con los colores de la aplicación

4.2.5.2. Icono

El icono de la aplicación fue realizado pensando en el proceso de evaluación y la resolución de las preguntas que se encuentran en la metodología. Por esta razón se diseñó una libreta con una lista de chequeo, como se ve en la Figura 17, la cual hace referencia a los procesos clásicos de evaluación de sistemas de información.



Figura 17. Icono de la aplicación

4.2.5.3. Interfaces

Las interfaces fueron diseñadas para que de forma intuitiva dieran a entender al usuario el procedimiento de evaluación y la manera en que se resuelven las preguntas. Estas fueron validadas en la segunda etapa del procedimiento de diseño mencionado en la sección 4.2.3. El prototipo consta de las siguientes interfaces:

- ❖ **Inicio de sesión:** Esta es la primera interfaz que es presentada al usuario una vez entra a la aplicación (Figura 18). Aquí se puede apreciar el nombre de la aplicación junto a su logo, seguido por los campos y el botón que le permiten al



usuario ingresar sus credenciales e iniciar de sesión. No existe una interfaz de registro ya que todo este procedimiento se realiza en la parte de configuración de proyecto desde la interfaz web.



Figura 18. Interfaz de inicio de sesión

- ❖ **Home:** Es la interfaz principal de la aplicación. Aquí se le presentan al usuario los proyectos que tiene asociados. Como se puede ver en la Figura 19, cuenta con dos pestañas en la parte superior, una indicándole al evaluador los proyectos que tiene pendientes por evaluar y otra con la lista de proyectos cuyo proceso de evaluación ha sido concluido. En cada uno de los ítems de los proyectos se encuentran dos botones, el primero le permite al usuario ver los detalles del proyecto seleccionado y el segundo lo lleva a la vista de selección de uno de los tres tipos de evaluación descritos en la sección 3.4.

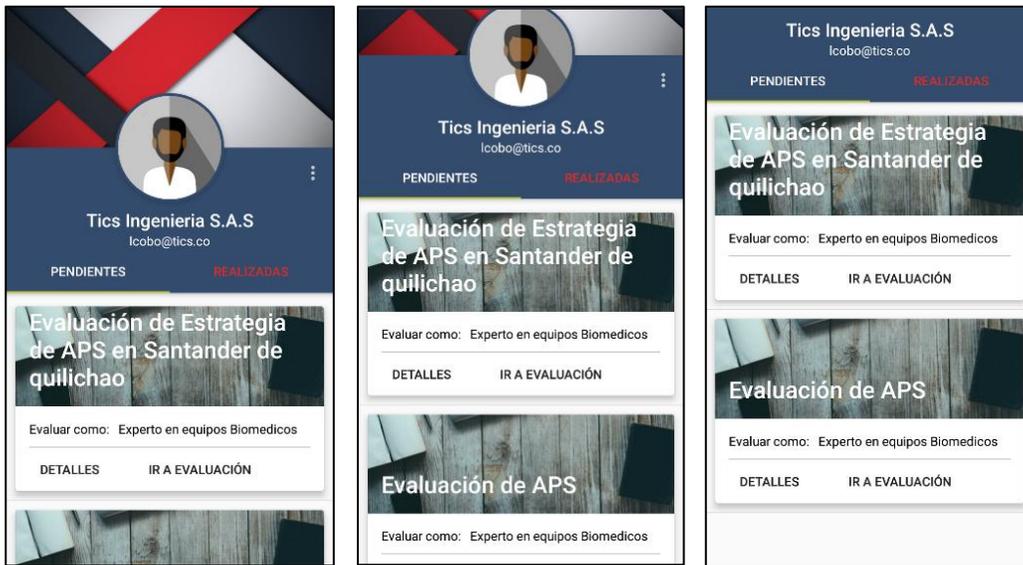


Figura 19. Interfaz principal de la aplicación

- ❖ **Selección del tipo de evaluación:** Una vez el usuario llegue a esta interfaz por medio del botón 'Ir a evaluación', le son presentados los 3 posibles tipos de evaluación de un proyecto que fueron descritos en la sección 3.4, como se puede ver en la Figura 20. Es aquí donde se da inicio al proceso de evaluación de acuerdo con el método escogido por el usuario.



Figura 20. Interfaz de selección de métodos



- ❖ **Selección de un sistema de información:** Si se selecciona la opción de 'Evaluación Dirigida' se le presenta la interfaz mostrada en la Figura 21 al usuario donde puede seleccionar uno de los sistemas de información que participaron de la estrategia de APS los cuales también fueron ingresados y asociados al proyecto al cual pertenecen durante la configuración del proyecto.



Figura 21. Interfaz de selección de sistema de información

- ❖ **Interfaz de evaluación:** Una vez seleccionado uno de los dos primeros tipos de evaluación o un sistema de información como se mostró anteriormente, se le es presentada al usuario la interfaz mediante la cual se realizará todo el proceso de resolución de preguntas de la metodología. Aquí, cada uno de los tipos de pregunta, mencionados en la sección 3.3.2, cuenta con una forma de ingreso de datos de respuesta acorde a su tipo, los cuales son descritos más adelante. Cada una de las interfaces de pregunta cuenta con un circulo en la esquina superior derecha que estando de color rojo indica que la pregunta aún no ha sido respondida y se torna de color verde una vez todos los datos de respuesta hayan sido ingresados, como se ve en la Figura 22.

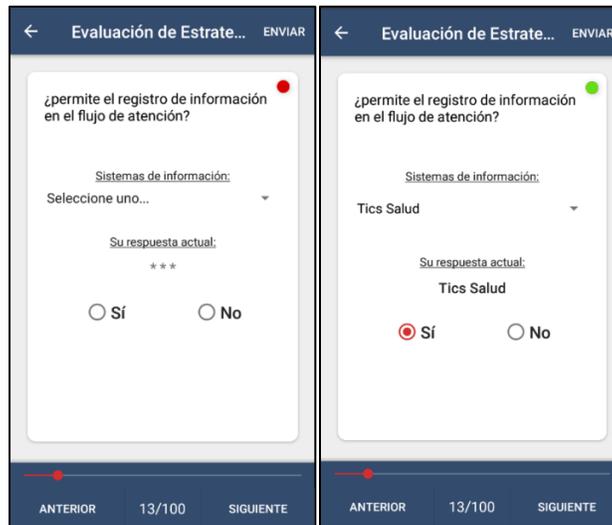


Figura 22. Interfaz de evaluación

La presentación de estos datos de respuesta al usuario evaluador varía de acuerdo al tipo de evaluación seleccionada. Es decir, dentro de la sección de 'Evaluación dirigida' y una vez seleccionado el sistema de información, únicamente son presentados al usuario la pregunta y su tipo de ingreso de datos de respuesta correspondiente al tipo de pregunta (Figura 23); por otro lado, en la sección de 'Evaluación General' además de la información anterior, también se le presenta al evaluador la posibilidad de seleccionar un sistema de información (Figura 24). Y finalmente, en la sección de 'Evaluación de Procesos' en lugar de la lista de sistemas de información, se presentan al usuario dos listas de selección con los nombres de las organizaciones participantes de la estrategia de APS; una indicando la organización responsable del proceso y la otra indicando la organización receptora de la información resultante de dicho proceso (Figura 25). Además, en esta última sección el usuario cuenta con la posibilidad de acceder a una serie de imágenes, por medio de un botón en la parte superior, las cuales fueron tomadas de (Castrillón & Rendón, 2017) y describen el proceso correspondiente al enunciado que se encuentre en pantalla.



← Tics Salud ENVIAR

¿el sistema utilizado se compone de forma modular, de forma que pueda utilizarse arbitrariamente de acuerdo a las necesidades?

Sí No

ANTERIOR 7/25 SIGUIENTE

← Evaluación de Estrate... ENVIAR

¿uso de datos estandarizados?

Sistemas de información:
Seleccione uno...

Su respuesta actual:
Dinamica General Hospitalaria

Característica:
registro de numérico

Respuesta
45

ANTERIOR 87/100 SIGUIENTE

Figura 23. Interfaz del método de evaluación dirigida Figura 24. Interfaz del método de Evaluación general

← [Proceso] ENVIAR

[Atención a la Familia] Identifique que los procesos administrativos/ organizacionales se están llevando a cabo por las organizaciones para soportar el intercambio de información necesaria.

Organización responsable del proceso:
Seleccione uno...

Organización receptora de la información:
Seleccione uno...

Su respuesta actual:

Seleccione una o varias opciones:

- Asignación de responsables
- Capacitación de líderes en actualizaciones y tendencias tecnológicas y de gestión relacionada con intercambio
- Vigilancia y aseguramiento del proceso bajo normas regionales y/o nacionales
- Consiliación de perfiles profesionales

ANTERIOR 3/42 SIGUIENTE

Figura 25. Interfaz del método de evaluación de procesos

- ❖ **Preguntas tipo Likert:** Preguntas cuyo enfoque o tipo de información recolectada está representada por un elemento de tipo Likert de cinco puntos como se mencionó en la sección 3.3.2. En la Figura 26 se puede ver como dicho elemento está representado por una línea horizontal de estrellas que una vez seleccionado el valor de la respuesta se tornan de color azul. Estas

preguntas brindan al usuario la posibilidad de valorar un sistema de información respecto a la pregunta realizada.

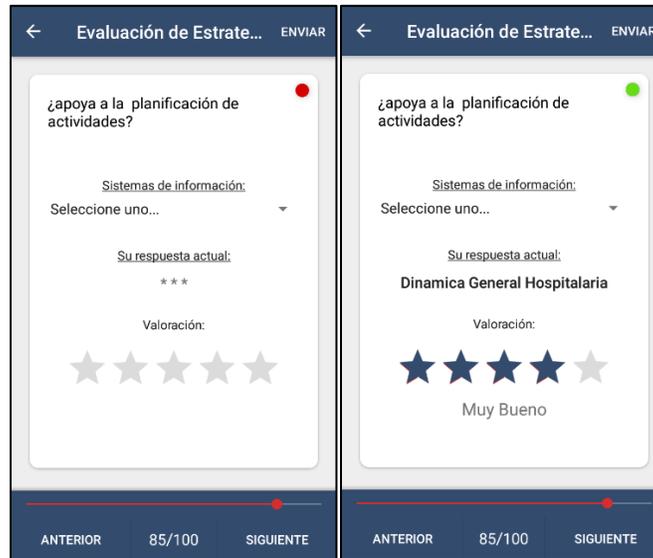


Figura 26. Pregunta tipo Likert

- ❖ **Preguntas tipo selección múltiple:** Estas preguntas brindan al usuario la posibilidad de seleccionar como respuesta una o varias opciones de una lista que varían de acuerdo con la pregunta y al tipo de evaluación seleccionada. Como se ve en la Figura 27.

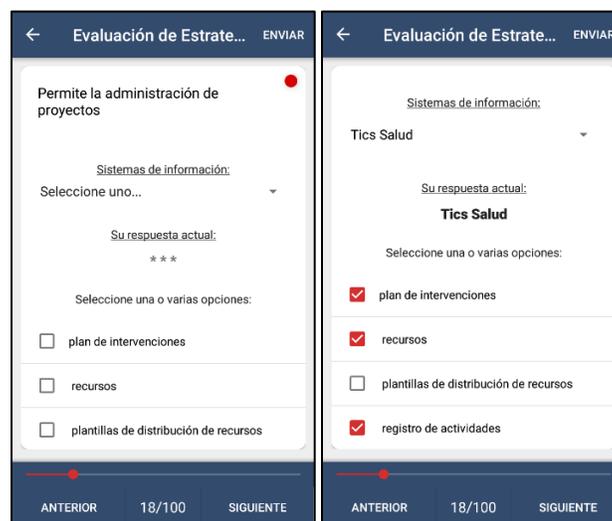


Figura 27. Preguntas tipo selección múltiple



- ❖ **Preguntas tipo porcentaje:** Aquí el usuario cuenta con la posibilidad de ingresar un valor numérico entre cero y cien (0-100) que le permite valorar a manera de porcentaje una característica respecto a un sistema de información seleccionado. Como se ve en la Figura 28.

Figure 28 shows two screenshots of a mobile application interface for a percentage-based question. The left screenshot displays the question: "¿El Sistema de información entrega resultado, indicadores y reportes de la implementación?". Below the question, there is a dropdown menu for "Sistemas de información" with "Tics Salud" selected. A text input field labeled "Respuesta" contains the value "55". The right screenshot shows the same question with the answer "55" displayed on a progress bar. Below the progress bar is a numeric keypad with buttons for "1", "2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "0", and "Realiz.". The progress bar shows a red dot at the 55% mark.

Figura 28. Preguntas tipo porcentaje

- ❖ **Preguntas tipo Sí/No:** Aquí los usuarios tienen la posibilidad de responder de manera afirmativa o negativa respecto a la pregunta realizada y el sistema de información seleccionado. Como se ve en la Figura 29.

Figure 29 shows two screenshots of a mobile application interface for a Yes/No question. The left screenshot displays the question: "¿El sistema de información involucra los datos necesarios para evaluar la calidad de la atención?". Below the question, there is a dropdown menu for "Sistemas de información" with "Tics Salud" selected. Two radio buttons are present: "Sí" and "No". The right screenshot shows the same question with the "Sí" radio button selected. The progress bar at the bottom of both screenshots is at the 1/100 mark.

Figura 29. Preguntas tipo Sí/No



4.3. Conclusiones

Este capítulo presentó el modelado del prototipo del sistema capaz de adaptar la metodología de evaluación de sistemas de información en la atención primaria en salud propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017), el cual se realiza por medio de casos de uso, diagramas de secuencia, diagramas de flujo, y diagramas de componentes. Además se ilustra y se describe la arquitectura de referencia para el sistema.

Se muestra también el procedimiento de diseño e implementación del sistema capaz de soportar la metodología de evaluación MESI-APS, seguido de una descripción detallada del prototipo final de la aplicación encargada de la captura de datos del proceso evaluativo. Para complementar la información aquí descrita, este capítulo se soporta en el anexo B de este trabajo, donde se encuentran los casos de uso extendidos, los cuales contemplan la descripción del diagrama de casos de uso mostrados en la Figura 11, todos los diagramas de flujo que describen el funcionamiento general del sistema, el diseño e implementación de la aplicación web desarrollada y los pasos realizados en el procedimiento ECE de la metodología DCU.



CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE CAPTURA DE DATOS

En este capítulo se presentan los procesos que fueron llevados a cabo para la evaluación de la aplicación móvil MESI-App en la prueba piloto de la metodología de evaluación realizada en Santander de Quilichao, siguiendo los lineamientos de la metodología DESMET (Kitchenham, Linkman, & Law, 1997). Para este propósito, en primer lugar, se describen los conceptos más importantes de la metodología mencionada, los tipos de evaluación y las opciones de métodos de evaluación disponibles en ésta, para así poder realizar una selección formal del método de evaluación a seguir; una vez realizada la selección del método, se presenta una descripción del mismo y posteriormente la planeación de la evaluación. Finalmente, son presentados los resultados de la evaluación aplicada al sistema móvil de captura de datos, MESI-App.

5.1. Metodología DESMET

El proyecto DESMET fue parcialmente financiado por el Ministerio de Industria y Comercio del Reino Unido, cuyo objetivo era desarrollar y probar un método para la evaluación de procesos o herramientas software (Kitchenham et al., 1997). Esta metodología propone nueve métodos para llevar a cabo la evaluación. Debe hacerse un proceso de selección para poder definir el método que más se ajuste a las necesidades del proyecto, esto quiere decir, que no siempre un método es el más apropiado para llevar a cabo la evaluación. Los siete aspectos que son tenidos en cuenta para la selección formal del método de evaluación son:

- El contexto de evaluación.
- La naturaleza del impacto esperado al utilizar el método/herramienta.
- La naturaleza del objeto a ser evaluado.
- El alcance del impacto del método.
- La madurez del método.



- La curva de aprendizaje asociada con el método.
- La capacidad de medición de la organización para realizar la evaluación.

5.1.1. Objeto de evaluación

El objeto de evaluación de este trabajo corresponde a la evaluación del soporte ofrecido por la herramienta desarrollada en la aplicación de la metodología MESI-APS. Es así como se tuvo en cuenta las recomendaciones de DESMET (Kitchenham et al., 1997), el cual puede ser usado por desarrolladores de software, en fase experimental o en instituciones académicas, por lo que se considera que esta metodología es apropiada para llevar a cabo la evaluación de la aplicación móvil desarrollada. También es señalado que DESMET permite evaluar tres tipos de conceptos:

- Un método genérico, relacionado con algún aspecto del desarrollo de software (por ejemplo, el diseño estructurado)
- Un método específico, relacionado con algún aspecto del desarrollo de software.
- Una herramienta, que es entendida como una aplicación software que soporta una actividad definida.

5.1.2. Tipos de evaluación

La metodología DESMET propone tres tipos de evaluación descritos a continuación:

- **Evaluación Cuantitativa u Objetiva:** su propósito es establecer efectos medibles relativos al uso de un método o herramienta. Se basan en la suposición de que es posible identificar algunas propiedades medibles en un producto software. Existen tres formas para organizar las evaluaciones de este tipo: los experimentos formales, los estudios de caso y las encuestas.
- **Evaluación Cualitativa o Subjetiva:** su objetivo es establecer qué tanto se ajusta un método o herramienta a las necesidades y a la cultura de una organización. Para llevar a cabo este tipo de evaluación, DESMET hace uso de cuatro posibles opciones: análisis de características, estudio de caso, experimento formal o encuesta.
- **Evaluación Híbrida:** Involucra elementos de los dos tipos anteriores, de forma que pueden obtenerse análisis objetivos y subjetivos. Para esta evaluación se pueden encontrar los métodos de análisis de efectos cualitativos y *benchmarking*.



En síntesis, los nueve métodos de evaluación son, de acuerdo con los tres tipos presentados, los siguientes: Experimento cuantitativo, Estudio de caso cuantitativo, Encuesta cuantitativa, Análisis de características por proyección, Análisis de características por estudio de caso, Análisis de características por experimento, Análisis de características por encuesta, Análisis de efectos, *Benchmarking*.

5.1.3. Procedimiento de evaluación

Además de los tres tipos de evaluación ya mencionados, DESMET hace distinción entre las formas de organizar las evaluaciones de la siguiente manera:

- **Experimento formal:** A varias personas se les solicita realizar una determinada acción (o un conjunto de acciones), usando distintos métodos o herramientas que están bajo investigación. A cada herramienta o método en estudio, le es asignado un grupo distinto de personas, con el fin de que los resultados sean imparciales. Al final del proceso se debe llevar a cabo un análisis estadístico.
- **Estudio de caso:** El método o herramienta bajo estudio es implementado o puesto en marcha en un proyecto real, con los procedimientos tradicionales de la organización que lleva a cabo la evaluación.
- **Encuesta:** A varias personas u organizaciones que han probado el método o herramienta objeto de análisis, se les solicita entregar información u opiniones sobre dicho objeto. Esta información debe ser analizada posteriormente con técnicas estadísticas.

5.2. Planeación de la evaluación

5.2.1. Selección del método de evaluación

Para la selección del método de evaluación más apropiado, se tuvieron en cuenta los conceptos presentados anteriormente. DESMET cuenta con una tabla guía (Kitchenham et al., 1997) mediante la cual se puede realizar el proceso de selección del método más adecuado para la evaluación. En esta se encuentran los nueve posibles métodos de evaluación, y para cada uno de estos son presentadas algunas condiciones que favorecen la implementación de dicho método, teniendo en cuenta que el número de posibles condiciones favorables no es el mismo para



cada uno de los casos. Se procede a determinar si las condiciones favorecen o no al método respecto al contexto del presente trabajo de grado y finalmente, el método seleccionado es el que tenga un mayor porcentaje de condiciones favorables presentes. Los resultados de este proceso se encuentran en el anexo C.

Allí se observa que los métodos cuantitativos no son los más apropiados para llevar a cabo la evaluación del sistema móvil, esto debido a que el objetivo de la evaluación es recolectar información sobre la funcionalidad del sistema, pero sin tener en cuenta algunas características ajenas al proyecto. Es por esto que los métodos cuantitativos presentan el menor porcentaje de presencia de consideraciones favorables en la tabla C1 del anexo C. En resumen, se puede afirmar que los métodos cuantitativos son más apropiados para hacer un análisis numérico sobre algunas variables que son importantes en otro tipo de proyectos, pero que en este trabajo de grado no se encuentran dentro del rango de acción. Debido a que los métodos híbridos cuentan con algunas características de los métodos cuantitativos, éstos tampoco constituyen la mejor opción para realizar la evaluación, tal como se evidencia en los porcentajes de la tabla.

De igual manera, se observa como los métodos cualitativos tienen, en general, un mayor porcentaje de condiciones favorables respecto a los demás. Dentro de los posibles métodos cualitativos, es el método de Análisis de Características por Estudio de caso el de mayor porcentaje de condiciones favorables presentes en el contexto de este trabajo de grado, siendo este del cien por ciento, razón por la cual es el método seleccionado para llevar a cabo el proceso evaluativo.

5.2.2. Método de evaluación: Análisis de Características por Estudio de caso

El estudio de caso se define como una herramienta metodológica de investigación en cualquier área del conocimiento, su información se obtiene de fuentes cualitativas y cuantitativas tales como entrevistas directas, observación directa, observación de los participantes, etc. Con lo cual es posible realizar un proceso de análisis inductivo de datos cualitativos (Martínez Carazo, 2006).

Una de las ventajas que este método posee es que permite medir y registrar la conducta de los participantes de la situación estudiada.

5.2.3. Diseño de la evaluación

A continuación, son presentadas las funcionalidades a evaluar que permitan determinar el grado de calidad del producto software y estas a su vez el nivel de adaptabilidad de la aplicación móvil frente a la metodología de evaluación. Dichas funcionalidades fueron seleccionadas con base en la lista de requisitos funcionales



y no funcionales que el sistema desarrollado debe cumplir, presentados en la sección 3.5, la cual fue obtenida a partir del planteamiento del problema y una revisión detallada del estado del arte sobre el presente tema. Asimismo, se dan a conocer los instrumentos utilizados a lo largo del proceso evaluativo los cuales permiten el correcto desarrollo del mismo.

5.2.3.1. Selección de las funcionalidades a evaluar

La selección de las funcionalidades a evaluar se realizó teniendo en cuenta la lista de requisitos funcionales y no funcionales que el sistema desarrollado debe cumplir, presentados en la sección 3.5, la cual fue obtenida a partir del planteamiento del problema, y una revisión exhaustiva del estado del arte del presente proyecto. Con la evaluación de esta lista de funcionalidades se podrá determinar el soporte de la App desarrollada en la aplicación de la metodología MESI-APS.

Para poder realizar una evaluación aún más completa, también son tenidos en cuenta los diagramas presentados a lo largo de la sección 4.1 para la selección de las funcionalidades a ser evaluadas. La lista de funcionalidades seleccionadas puede ser vista a continuación:

- Autenticación (mediante correo electrónico y contraseña).
- Listar proyectos a los cuales se les va a realizar la evaluación.
- Listar proyectos a los que ya se les realizó la evaluación.
- Ver información detallada de un proyecto seleccionado.
- Dar inicio al proceso evaluativo.
- Listar los diferentes métodos de evaluación de la metodología.
- Selección de un método de evaluación para dar inicio a la implementación de éste.
- Visualización del texto correspondiente a la pregunta.
- Distinción de los 4 tipos de pregunta posibles (Escala de Likert, Selección múltiple, Sí/No, Numérica).
- En Generales: Listar los sistemas de información pertenecientes al actual proyecto.
- En Generales: Visualización del sistema seleccionado como respuesta.
- En Evaluación dirigida: Vista de los diferentes sistemas de información correspondientes al proyecto.
- En Evaluación dirigida: Visualización del sistema de información en cuestión en la barra del título.
- Almacenamiento de las respuestas ingresadas de forma local, guardando el progreso del usuario incluso después de cerrar la aplicación.
- Envío de las respuestas ingresadas al servidor.



- Funcionamiento de todas las características anteriores, a excepción de la autenticación, de manera local (sin conexión a internet).

De la lista presentada anteriormente se puede apreciar que son omitidos algunos requisitos no funcionales, como los relacionados con el soporte para versiones de Android, soporte a idiomas, y propiedades como el espacio ocupado en memoria, y rendimiento de la aplicación. Esto debido a que el estudio de caso se encuentra bajo el contexto de la APS y los usuarios partícipes de este, pueden pertenecer a diferentes áreas del conocimiento, las cuales no deben estar, precisamente, enmarcadas dentro del campo tecnológico.

5.2.3.2. Instrumentos utilizados

Para llevar a cabo el estudio de caso mediante el cual se va a evaluar la aplicación móvil de la plataforma tecnológica se utilizan las encuestas por cuestionarios y la observación directa estructurada, todo aplicado en una misma sesión, debido a que, como se mencionó anteriormente, en un estudio de caso los datos se obtienen de diferentes fuentes, aplicando distintos instrumentos para la recolección de la información.

A continuación, se describen cada uno de los instrumentos utilizados:

- **Observación directa estructurada:** La observación comprende el registro de los patrones de conducta de personas, objetos y sucesos de forma sistemática para obtener información del fenómeno de interés. La observación directa estructurada es aquella en la que el investigador define con claridad los comportamientos que van a observarse y los métodos con los que se medirán y además se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar (J. Ferrer, 2010).
- **Encuesta por cuestionario:** Una encuesta es una técnica cuantitativa que consiste en una investigación realizada sobre una muestra de sujetos, con el fin de conseguir mediciones sobre una gran cantidad de características objetivas y subjetivas de la población. El cuestionario de encuesta es un instrumento de recolección de datos que define las variables objeto de observación e investigación, por ello las preguntas de un cuestionario constituyen los indicadores de la encuesta (GestioPolis, 2002).

El desarrollo del cuestionario se realizó en dos secciones. En la primera sección se indaga sobre la presencia y el correcto desempeño de las funcionalidades listadas anteriormente, de forma que por cada una de estas se tienen dos preguntas asociadas: Una pregunta respecto a la presencia de la funcionalidad en



la aplicación móvil, y otra sobre el correcto funcionamiento de la misma; ambas con opciones de respuesta Sí/No. Este tipo de preguntas son clasificadas según DESMET como característica simple. En la segunda sección se encuentran dos preguntas que buscan recopilar información sobre el tipo de características adicionales (que no se encuentran dentro de los objetivos de este trabajo) que puedan mejorar el sistema, de manera que esta información sea valiosa para trabajos futuros. Este cuestionario se puede visualizar en el anexo D junto con el formato de 'Consentimiento informado' que se presenta a los evaluadores antes de realizar la encuesta mediante el cual es explicado el proyecto y las condiciones de su participación en la evaluación del sistema.

Los anteriores conceptos son abarcados por la sesión de aplicación del estudio de caso para la evaluación de la aplicación móvil de la plataforma tecnológica, con el fin de obtener toda la información necesaria para lograr resultados consistentes, los cuales serán posteriormente analizados para obtener conclusiones relevantes para este trabajo de grado.

5.2.4. Recursos

Para el desarrollo del estudio de caso se tuvieron en cuenta los siguientes recursos humanos: la población objetivo, y las personas responsables de aplicar la prueba.

La población objetivo son personas que desean realizar una evaluación de un sistema de información en el contexto de la APS a través de un dispositivo móvil, sin distinción de edad, género, etnia, limitaciones físicas y/o médicas; pero que sin embargo cumplan con el perfil de al menos uno de los roles mencionados en la sección 3.3.1.

El número de participantes de la sesión es de 10 personas, especificado así con base en la definición del estudio de caso, las recomendaciones de la norma ISO/IEC 9126 y la metodología de DCU.

La persona responsable de aplicar y dirigir la sesión, será el estudiante de pregrado Marlon Hernández Herrera, responsable del desarrollo del presente trabajo de grado. El proceso se lleva a cabo bajo la dirección del PhD(c) Helder Yesid Castrillón Cobo, quien orientó la creación de la sesión donde se aplica en estudio de caso definido.

Los recursos materiales y de tipo software utilizados para la aplicación de la sesión de prueba se listan a continuación:

- Celular con sistema operativo Android 4.4.0 o superior.
- Computador portátil.



- Conexión a internet para los dispositivos mencionados.
- Consentimiento informado y cuestionario impresos.

5.2.5. Umbrales y criterios de aceptación

Para poder determinar si una herramienta específica cumple o no con los requerimientos preestablecidos, el uso del análisis de características por encuesta es ideal (Kitchenham et al., 1997). Para realizar este proceso de manera simple es necesario determinar ciertos criterios numéricos, de forma que al obtener un análisis estadístico de los resultados, sea sencillo determinar si es posible dar por aceptada o aprobada una funcionalidad. Para las preguntas simples (respuesta tipo SÍ/NO) son fijados los siguientes criterios de aceptación:

Tipo de pregunta	Criterio de aceptación
Presencia de la característica	%Sí \geq 80%
Funcionamiento correcto	%Sí \geq 80%

Tabla 1. Criterios de aceptación para las características simples

Para las preguntas abiertas, donde es la persona encuestada quien realiza una descripción de posibles nuevas características y comentarios, no son fijados criterios de aceptación numéricos debido a que este tipo de respuestas son subjetivas y dependen del contexto y planteamientos cualitativos de la persona encuestada.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, cualquier funcionalidad que posea una frecuencia absoluta de presencia o funcionamiento por debajo del 80% es inaceptable.

5.3. Desarrollo del Estudio de caso

Para llevar a cabo el estudio de caso se realiza el siguiente procedimiento:

- Se contacta con la entidad interesada en implementar la metodología MESI-APS y se define el usuario administrador y las diez personas evaluadoras que cumplan con al menos uno de los perfiles definidos en la sección 3.3.1.
- Debido a que la evaluación de la aplicación móvil es presencial, se define con anterioridad al proceso evaluativo un horario de disponibilidad con los usuarios evaluadores y el administrador a través de cualquier medio de comunicación como correo electrónico, teléfono, entre otros.



- Una vez se realice el encuentro con la persona evaluadora en el lugar y hora previamente acordados, se da una breve explicación del proyecto, es decir, el presente trabajo de grado. En caso de que existan preguntas al respecto, estas son tratadas de forma inmediata.
- En primera instancia, es presentado el formato de consentimiento informado a la persona evaluadora, con el cual se le da a conocer el objetivo del proyecto, el objetivo de la prueba y las condiciones de su participación en la evaluación del sistema.
- Una vez aceptado y firmado el formato de consentimiento informado, el sistema es puesto en funcionamiento y como primera medida el administrador realiza el proceso de configuración del proyecto a ser evaluado a través de la interfaz web y se crean las credenciales (usuario o correo electrónico y contraseña) con las cuales los evaluadores podrán tener acceso a la aplicación móvil. Paso seguido, se instala la aplicación móvil en el teléfono de cada evaluador y se da inicio al proceso de evaluación de un sistema de información en el contexto de la APS a través de esta.
- Después de observar el funcionamiento de la aplicación móvil Android y todas sus características, el evaluador recibe una copia del cuestionario a través del cual se evalúa la aplicación móvil. Una vez finalizado el cuestionario se da por terminada la evaluación.

5.4. Resultados y análisis

En esta sección se dan conocer los resultados obtenidos en cada una de las características seleccionadas para la evaluación: presencia de funcionalidades, funcionamiento correcto y el análisis de las preguntas abiertas.

5.4.1. Presencia y funcionamiento correcto

En la siguiente tabla se da a conocer el porcentaje de presencia de funcionalidad analizada, calculado como una frecuencia relativa, y el porcentaje de evaluadores que consideran que las características presentadas en la evaluación funcionan correctamente, de igual manera calculado como frecuencia relativa.



Funcionalidad	Presencia			Funcionamiento correcto		
	Sí	No	%	Sí	No	%
Autenticación	10	0	100	10	0	100
Lista de proyectos a evaluar	10	0	100	10	0	100
Lista de proyecto evaluados	10	0	100	10	0	100
Ver detalles de un proyecto	10	0	100	10	0	100
Inicio del proceso evaluativo	10	0	100	10	0	100
Lista de métodos de evaluación	10	0	100	10	0	100
Selección método de evaluación	10	0	100	10	0	100
Visualización de preguntas	10	0	100	10	0	100
Distinción tipos de preguntas	10	0	100	10	0	100
Generales: Lista de SIS	10	0	100	10	0	100
Generales: Visualización SIS respuesta	10	0	100	10	0	100
Eval. Dirigida: Lista de SIS del proyecto	10	0	100	10	0	100
Eval. Dirigida: Lista de SIS del proyecto	10	0	100	10	0	100
Persistencia de los datos	10	0	100	10	0	100
Envío de respuestas al servidor	10	0	100	10	0	100
Funcionamiento offline	10	0	100	10	0	100

Tabla 2. Resultados para la presencia y funcionamiento de funcionalidades

En la tabla anterior es posible ver con claridad que para todas las funcionalidades evaluadas por los usuarios se cumple el criterio de aceptación con el máximo porcentaje posible. Esto quiere decir que todos los usuarios que hicieron uso de la aplicación móvil consideraron que todas las funcionalidades estaban presentes, además de presentar un amplio cumplimiento respecto al funcionamiento de las mismas. Este resultado representa un nivel de aceptación positivo frente a la adaptación y uso de la metodología de evaluación a través de la aplicación móvil. Cabe resaltar que el 100% de los usuarios que hicieron uso de la aplicación consideraron como correcto el funcionamiento de la misma obteniendo así el máximo puntaje posible. Con base en estos resultados, es posible afirmar que la adaptación realizada a la metodología de evaluación, además de funcionar correctamente y cumplir con la lista de requisitos, tiene un alto nivel de aceptación por los usuarios.

5.4.2. Funcionalidades adicionales

La siguiente tabla muestra las características adicionales que pueden implementarse a futuro en el proyecto por recomendación de los usuarios luego de hacer uso de la aplicación móvil.



Característica adicional	Usuarios	Porcentaje (%)
Personalización de los datos de usuario desde la aplicación móvil.	4	40%
Implementación de la personalización de la imagen de perfil	4	40%

Tabla 3. Funcionalidades adicionales

En la tabla anterior se observa que el 40% de los usuarios desea adicionar la personalización de sus datos y poder la imagen de perfil a través de la aplicación móvil. Esta característica se considera de valor agregado por lo cual no afecta directamente el objetivo general de este proyecto de soportar una metodología de evaluación de sistemas de información en el contexto de la APS, sin embargo, al ver el porcentaje de usuarios que mencionaron querer la adición de esta característica se puede deducir que la presencia de esta podría generar mayor comodidad y aceptación al momento de usar la aplicación móvil como herramienta al momento de evaluar un sistema de información.

Para este caso, no se tiene una característica por adicionar que destaque por un elevado nivel de relevancia, o que afecten directamente al objetivo del proyecto, lo cual concuerda con el nivel de aceptación y adaptabilidad de la metodología de evaluación debido a que las funcionalidades ya implementadas son consideradas altamente relevantes y logran satisfacer el propósito de este proyecto.

5.4.3. Observaciones y comentarios generales de los usuarios

En esta parte de la evaluación, seis de los diez evaluadores de la aplicación móvil dejaron esta sección en blanco (esta respuesta era opcional), 3 de los usuarios utilizaron esta sección para escribir mensajes sobre la importancia y las ventajas del proyecto respecto a la implementación de metodologías de evaluación de la forma convencional. El usuario restante utilizó esta sección para sugerir la implementación de la plataforma en el sistema operativo iOS. A continuación, son presentados los comentarios realizados al sistema por parte de los evaluadores seguidos de su respectivo análisis.

Comentario 1: “Esta aplicación facilita mucho responder las encuestas y bien aplicada por las entidades de salud podría ahorrar mucho tiempo al momento de evaluar los sistemas de información”.

Análisis: Este comentario refuerza el cumplimiento del objetivo del aplicativo, sin embargo una de las limitaciones de este tipo de proyectos en la falta de participación por parte de las entidades de salud en procesos evaluativos dado el desconocimiento de herramientas de este tipo.



Comentario 2: “Importante aporte para los procesos evaluativos, sobre todo en países como Colombia donde hay zonas rurales con difícil acceso a internet”.

Análisis: Aquí se apoya el aporte realizado al implementar la característica de funcionamiento *offline* o fuera de línea pensada para brindar la posibilidad de realizar el proceso de captura de datos en zonas de difícil acceso a internet.

Comentario 3: “La aplicación MesiApp como herramienta es excelente, porque permite agilizar los procesos evaluativos y manejar la información de forma digital”.

Análisis: El evaluador resalta la reducción de tiempo que da la aplicación móvil al proceso evaluativo y la comodidad que el manejo de datos de forma digital brinda al proceso, lo que reafirma el cumplimiento del objetivo del proyecto.

Comentario 4: “Excelente trabajo. Considerar la posibilidad de implementarse en celulares iPhone”.

Análisis: El uso de dispositivos Android fue seleccionado por los motivos mencionados en la sección 2.2. Sin embargo, como trabajo futuro se plantea implementar la plataforma tecnológica en diferentes sistemas operativos.

5.4.4. Parámetros de adecuación ISO 9126

Como se mencionó anteriormente la ISO 9126 es una familia de estándares para la evaluación de la calidad de productos software. Con la información obtenida a través del estudio de caso es posible calcular algunas métricas planteadas en 9126-2: Software Engineering – Product Quality Part 2 - External Metrics (ISO, 2003). Usando los datos obtenidos es posible analizar los parámetros: Completitud de la Implementación Funcional, Cobertura de Implementación Funcional y Estabilidad de la Especificación Funcional.

Métrica	Propósito	Formula	Interpretación
Completitud de Implementación Funcional	Determinar qué tan completa es la implementación realizada, de acuerdo con los requisitos planteados.	$X = 1 - (A/B)$ $X = 1 - (0/16) = 1.$ A: Número de funcionalidades no presentes B: Número total de funcionalidades	Entre más cercano a 1 es mejor. En este caso se obtiene el mejor resultado posible, para determinar las funcionalidades faltantes se usa el criterio de aceptación.



Cobertura de Implementación Funcional	Determinar número de funcionalidades que han sido correctamente implementadas, de acuerdo con los requisitos.	$X = A/B$ $X = 16/16 = 1$ A: Número de funcionalidades que están correctamente implementadas. B: Número total de funcionalidades	Entre más cercano a 1 es mejor. Se obtiene el mejor resultado posible. El número de funcionalidades correctas se determina con el criterio de aceptación, tabla 1.
Estabilidad de Especificación Funcional	Determinar el número de funcionalidades que fueron cambiadas después de implementar el sistema.	$X = 1 - (A/B)$ $X = 1 - (1/16) = 0,937.$ A: Número de funcionalidades que cambiaron B: Número total de funcionalidades en los requisitos	Entre más cercano a 1 es mejor. Una funcionalidad (envío de respuestas al servidor) fue cambiada después de la evaluación del sistema. Al tenerse un buen valor, se considera que el sistema es estable.

Tabla 4. Cálculo de parámetros de adecuación ISO 9126

De la tabla presentada anteriormente se puede deducir que los valores obtenidos en los tres parámetros seleccionados son altamente aceptables.

5.4.5. Adaptabilidad de la metodología de evaluación

Como se mencionó anteriormente, para llevar a cabo la adaptación tecnológica de una metodología de evaluación de sistemas de información, se deben seleccionar los componentes de la metodología a ser implementados por la plataforma tecnológica, y a partir de estos definir una serie de requisitos que sirvan de base para el desarrollo de dicha plataforma. Es decir, que para poder realizar la adaptación de MESI-APS (Castrillón & Rendón, 2017) a una plataforma tecnológica, esta última debe cumplir con los requisitos establecidos en la sección 3.5, permitiéndole contar con los componentes descritos a lo largo del capítulo 3.

Ya que la selección de funcionalidades que fueron evaluadas en el presente capítulo se realizó teniendo en cuenta dicha lista de requisitos funcionales y no funcionales, se puede afirmar que si la plataforma tecnológica cuenta con las funcionalidades listadas en la sección 5.2.3.1, esta estará contando con los requisitos necesarios para llevar a cabo la adaptación tecnológica de la metodología de evaluación propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017). Dicho esto, y al ver que los resultados del proceso de evaluación mostrados en la sección 5.4



fueron altamente satisfactorios frente a la presencia de funcionalidades y correcto funcionamiento de las mismas, y que además el análisis de las respuestas a las preguntas abiertas reafirmo el cumplimiento del objetivo del proyecto, se concluye que la plataforma tecnológica desarrollada en el presente trabajo de grado adapta de manera correcta la metodología de evaluación propuesta en (Castrillón & Rendón, 2017) conocida como MESI-APS.

5.5. Conclusiones

En este capítulo se realizó la descripción del proceso de evaluación de la aplicación móvil de captura de datos que pretende soportar la metodología MESI-APS siguiendo los lineamientos de la metodología DESMET, mediante la cual se realizó el proceso de selección formal del método de evaluación, dentro de un grupo de métodos posibles, de acuerdo con el contexto del presente proyecto. Se realizó un estudio de caso para evaluar el prototipo del sistema y posteriormente se realiza un análisis de los resultados obtenidos. Este capítulo se soporta en los anexos C y D donde se encuentran el proceso de selección del método de evaluación para el prototipo y el protocolo seguido para llevar a cabo la evaluación, respectivamente.

Los resultados son considerados en términos generales como satisfactorios, obteniendo un 100% en los aspectos de presencia y funcionamiento correcto de las características seleccionadas e implementadas en la aplicación móvil. Las preguntas abiertas permitieron recopilar información sobre características adicionales para mejorar el sistema y comentarios hechos por los usuarios frente al uso de esta, que brindan unos resultados positivos en análisis de esta índole. Además, este último tipo de preguntas permitieron corroborar el cumplimiento del propósito del proyecto de facilitar la implementación de una metodología de evaluación de sistemas de información en el contexto de la APS que contara con métodos, métricas y tareas complejas y de larga duración, frente al uso de técnicas convencionales de evaluación.



CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas a partir del trabajo de grado presentado en este documento, junto con algunos posibles trabajos futuros propuestos con base en los resultados alcanzados.

6.1. Conclusiones

6.1.1. Conclusiones del marco conceptual

- Los sistemas de información utilizados para la implementación de estrategias de APS operan en su mayoría fuera del contexto requerido e incumplen con los requerimientos necesarios para soportar la atención, lo que conlleva a un uso inadecuado de los recursos, y no permiten determinar de manera sencilla el impacto de una estrategia de APS implementada.
- Con el objetivo de determinar y valorar los problemas y deficiencias que presentan los SIS al momento de soportar la implementación de estrategias de APS, surge la metodología de evaluación MESI-APS la cual considera todas las etapas del ciclo de APS propuesto por el Dr. Kark (Tollman, 1994) y los componentes de un SIS.
- De acuerdo con la búsqueda bibliográfica realizada, la dificultad de implementación de metodologías de evaluación exhaustivas, como MESI-APS, radica en la extensión y complejidad de las mismas, tanto durante el proceso de recolección de datos como en el manejo, persistencia y posterior análisis de los mismos.
- A la fecha de realización de la investigación, no se encontró una herramienta tecnológica que permita soportar la implementación de una metodología o *framework* formal para la evaluación de SIS que haciendo uso de las TIC



permita facilitar el proceso de recolección y almacenamiento de datos, dejando una clara brecha de investigación en esta área.

- El uso de dispositivos móviles inteligentes es muy apto para soportar la implementación de metodologías de evaluación como MESI-APS, pues brindan la portabilidad y sencillez que los procesos de recolección de datos requieren, además de contar con la posibilidad de almacenar los datos de forma digital y fuera de línea, lo que facilita su movilidad y posterior análisis.

6.1.2. Conclusiones de la identificación de componentes de la metodología

- Para llevar a cabo la implementación de una plataforma tecnológica capaz de soportar una metodología de evaluación como lo es MESI-APS, se deben tener en cuenta la estructura y el contexto de implementación de la metodología. Logrando así, que la plataforma se pueda utilizar en los diferentes escenarios donde esta sea requerida.
- De igual manera, se deben tener en cuenta los métodos que conforman la metodología y la organización interna de esta, ya que la plataforma debe poder implementar dichos métodos y componentes tanto relevantes como necesarios para cumplir con el objetivo de la metodología.
- La definición de requisitos tanto funcionales como no funcionales sobre los cuales se sienta la base para el desarrollo, implementación y evaluación del sistema móvil de captura de datos, debe realizarse teniendo en cuenta la arquitectura de la metodología, el contexto de implementación, la organización de sus características y la descripción de sus métodos.

6.1.3. Conclusiones de la implementación del sistema que soporta la metodología

- La división de la plataforma tecnológica en dos aplicaciones: una para la configuración de los proyectos a evaluar y otra para la realización del proceso evaluativo de los proyectos; permitió la corrección temprana de errores y la implementación de mejoras, ya que cada funcionalidad podía ser validada de forma rápida dada la arquitectura del sistema.
- A pesar de la falta de documentación respecto al uso de tecnologías para la adaptación de metodologías de evaluación, el sistema al ser diseñado metodológicamente con base en modelos de referencia de diseño,



implementación y evaluación como DCU, MCS e ISO garantiza la entrega de resultados competentes y de calidad.

6.1.4. Conclusiones de la evaluación

- La utilización de la metodología DESMET permitió escoger un método de evaluación dentro de un grupo de hasta nueve posibilidades y enmarcar dicha selección dentro del contexto del presente proyecto. El método de evaluación seleccionado y llevado a cabo fue el análisis de características por estudio de caso, proceso del cual hicieron parte 10 profesionales con conocimiento en el uso de las TIC, salud pública y procesos de implementación de estrategias de APS.
- El 100% de los profesionales evaluadores consideró que la totalidad de funcionalidades definidas se encontraban en el sistema y que estas funcionaban correctamente, logrando así, superar los criterios de aceptación y cumplir con el objetivo de implementar una herramienta tecnológica que facilite la captura, almacenamiento, movilidad y posterior procesamiento y análisis de los datos obtenidos en una evaluación de sistemas de información en el contexto de la APS.
- La evaluación permitió establecer que la adaptación realizada, además de funcionar correctamente y cumplir con la lista de requisitos, tiene un alto nivel de aceptación por parte de los usuarios, lo que representa una respuesta positiva respecto al uso de tecnologías móviles al momento de implementar metodologías de evaluación como MESI-APS, frente a la utilización de herramientas convencionales como hojas de encuesta y otros medios físicos.

6.2. Trabajos futuros

- Construir un sistema capaz de analizar los datos recolectados que incluya un algoritmo de recomendaciones que permita a las organizaciones facilitar la toma de decisiones sobre sus sistemas de información.
- implementar la aplicación móvil de recolección de datos en el sistema operativo iOS.
- Permitir la edición de la información personal, así como la posibilidad de agregar y editar una imagen personalizada a través de la aplicación móvil



que brinde un mayor nivel de familiaridad y aceptación de esta por parte de los usuarios.



REFERENCIAS

- Adams, W. G., Mann, A. M., & Bauchner, H. (2003). Use of an Electronic Medical Record Improves the Quality of Urban Pediatric Primary Care. *PEDIATRICS*, 111(3), 626–632. <http://doi.org/10.1542/peds.111.3.626>
- Ahmadi, M., Shahmoradi, L., Barabadi, M., & Hoseini, F. (2011). Usability Evaluation of Hospital Information Systems Based on IsoMetric 9241, 13(4), 226–233. Retrieved from <http://en.journals.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=244372>
- Ahmadian, L., Salehi Nejad, S., & Khajouei, R. (2015). Evaluation methods used on health information systems (HISs) in Iran and the effects of HISs on Iranian healthcare: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 84(6), 444–453. <http://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.02.002>
- Alliance, O. H. (2007). Industry Leaders Announce Open Platform for Mobile Devices. Retrieved July 2, 2017, from http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html
- Ammenwerth, E., Brender, J., Nykänen, P., Prokosch, H. U., Rigby, M., & Talmon, J. (2004). Visions and strategies to improve evaluation of health information systems: Reflections and lessons based on the HIS-EVAL workshop in Innsbruck. *International Journal of Medical Informatics*, 73(6), 479–491. <http://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2004.04.004>
- Benavides, F. G., & Serra, C. (2003). Evaluación de la calidad del sistema de información sobre lesiones por accidentes de trabajo en España * QUALITY ASSESSMENT OF THE SYSTEM OF INFORMATION ON LABOUR, 6(1), 26–30.
- Brender, J. (1997). *Methodology for Assessment of Medical IT-Based Systems: In an Organisational Context (Studies in Health Technology and Informatics, Vol. 42)*. IOS Press. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=c9LpCnG_bZMC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Burnette, E. (2010). *Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform*. North (Vol. 1163). Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17628579>
- Castrillón, H., & Rendón, A. (2017). Aproximación metodológica para la evaluación de Sistemas de Información en Atención Primaria en Salud. (Tesis Doctoral) Facultad de Ingeniería Electronica Y Telecomunicaciones. Universidad Del Cauca.



- de Keizer, N. F., & Ammenwerth, E. (2008). The quality of evidence in health informatics: How did the quality of healthcare IT evaluation publications develop from 1982 to 2005? *International Journal of Medical Informatics*, 77(1), 41–49. <http://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2006.11.009>
- DeLone, W. H., & Mclean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems / Spring*, 19(4), 9–30. <http://doi.org/10.1073/pnas.0914199107>
- Galeano, R. (2008). Diseño centrado en el usuario. REVISTA Q, vol. 2. Retrieved from [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion_persona_ordenador/Interaccion_persona_ordenador_\(Modulo_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion_persona_ordenador/Interaccion_persona_ordenador_(Modulo_3).pdf)
- GestioPolis. (2002). La encuesta, el cuestionario y los tipos de preguntas. Retrieved March 5, 2017, from <https://www.gestiopolis.com/encuesta-cuestionario-y-tipos-de-preguntas/>
- Giuse, D. A., & Kuhn, K. A. (2003). Health information systems challenges: the Heidelberg conference and the future. *International Journal of Medical Informatics*, 69(2-3), 105–14. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12810116>
- Gofin, J., & Gofin, R. (2007). Atención primaria orientada a la comunidad: un modelo de salud pública en la atención primaria. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 21, 177–185. <http://doi.org/10.1590/S1020-49892007000200012>
- Google. (2017). Android Developers. Retrieved February 2, 2016, from <https://developer.android.com/index.html>
- Hamborg, K.-C., Vehse, B., & Bludau, H.-B. (2004). Questionnaire Based Usability Evaluation of Hospital Information Systems. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 7(1), 21–30.
- Hoppe, T., & Meseguer, P. (1993). VVT Terminology: A Proposal. *IEEE Expert-Intelligent Systems and Their Applications*, 8(3), 48–55. <http://doi.org/10.1109/64.215222>
- IDC. (2017). IDC: Smartphone OS Market Share 2016, 2015. Retrieved July 3, 2017, from <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>
- IDEO, IDE, International, H., & ICRW. (n.d.). Diseño centrado en las personas, 83.
- ISO. (2003). ISO/IEC TR 9126-2:2003 - Software engineering -- Product quality -- Part 2: External metrics. Retrieved October 7, 2017, from <https://www.iso.org/standard/22750.html>
- ISO. (2010). ISO 9241-210:2010(en), Ergonomics of human-system interaction —



- Part 210: Human-centred design for interactive systems. Retrieved March 7, 2016, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>
- J. Ferrer. (2010). Metodología de da investigación: Técnicas de la investigación. Retrieved March 5, 2017, from <http://metodologia02.blogspot.com.co/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>
- Jensen, S., Kushniruk, A. W., & Nohr, C. (2015). Clinical simulation: A method for development and evaluation of clinical information systems. *Journal of Biomedical Informatics*, 54, 65–76. <http://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.02.002>
- Joint Committee For Guides In Metrology. (2012). Vocabulaire international de métrologie. *VIM3: International Vocabulary of Metrology*, 3(third), 104. [http://doi.org/10.1016/0263-2241\(85\)90006-5](http://doi.org/10.1016/0263-2241(85)90006-5)
- Jytte, B. (2005). *Handbook of Evaluation Methods for Health Informatics. Healthcare Informatics Research*.
- Kitchenham, B., Linkman, S., & Law, D. (1997). DESMET: A methodology for evaluating software engineering methods and tools. *Computing and Control Engineering*, 8(3), 120–126. <http://doi.org/10.1049/ccej:19970304>
- Kushniruk, A. W., & Patel, V. L. (2004). Cognitive and usability engineering methods for the evaluation of clinical information systems. *Journal of Biomedical Informatics*, 37(1), 56–76. <http://doi.org/10.1016/j.jbi.2004.01.003>
- Leila, G. N., Zakiyeh, P., Eshagh, S., Hadi, G., & Rahim, S. (2013). EVALUATION OF HOSPITAL INFORMATION SYSTEMS IN UNIVERSITY HOSPITALS OF TABRIZ UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES: NURSES PERSPECTIVES, 10(230), 1–11. Retrieved from <http://en.journals.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=335886>
- Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, 40, 165 – 193.
- Melorse, J., Perroy, R., & Careas, S. (2015). Strengthening Country Health information systems: Assessment and Monitoring tool. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio de Salud, C. (2011). Atención primaria en salud - ley 1438. Retrieved February 16, 2016, from <http://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Atencion-primaria-en-salud.aspx>
- Nguyen, L., Bellucci, E., & Nguyen, L. T. (2014). Electronic health records implementation: An evaluation of information system impact and contingency factors. *International Journal of Medical Informatics*, 83(11), 779–796. <http://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.06.011>
- OMS. (2009). La atención primaria de salud, más necesaria que nunca. *Revista*



Cubana de Salud Publica, 35(4), 29–30. <http://doi.org/10.1590/S0864-34662009000400003>

Organización Mundial de la Salud. (1978). ALMA-ATA 1978: “Atención primaria de Salud.”

Rahimi, B., & Vimarlund, V. (2007). Methods to evaluate health information systems in healthcare settings: A literature review. *Journal of Medical Systems*, 31(5), 397–432. <http://doi.org/10.1007/s10916-007-9082-z>

Salinas, P. (2011). Metodología de la Investigación Científica, 182. Retrieved from http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34398/1/metodologia_investigacion.pdf

Serrano, E. (2002). Modelo para la construcción de soluciones (M.C.S).

Short, D., Frischer, M., & Bashford, J. (2003). The development and evaluation of a computerised decision support system for primary care based upon 'patient profile decision analysis'. *Informatics in Primary Care*, 195–202. Retrieved from <http://www.ingentaconnect.com/content/bcs/ipc/2003/00000011/00000004/art0003>

Teutsch, S. M., & Churchill, R. E. (2000). *Principles and Practice of Public Health Surveillance*. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=R1n5YrclD1UC&pgis=1>

Tollman, S. M. (1994). The Pholela Health Centre--the origins of community-oriented primary health care (COPC). An appreciation of the work of Sidney and Emily Kark. *South African Medical Journal = Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Geneeskunde*, 84(10), 653–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7839251>

Wager, K. A., Lee, F. W., & Glaser, J. P. (2009). *Health Care Information Systems: A Practical Approach for Health Care Management*. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=gmaVpQkphRsC&pgis=1>

Wang, S. J., Middleton, B., Prosser, L. A., Bardon, C. G., Spurr, C. D., Carchidi, P. J., ... Bates, D. W. (2003). A cost-benefit analysis of electronic medical records in primary care. *The American Journal of Medicine*, 114(5), 397–403. [http://doi.org/10.1016/S0002-9343\(03\)00057-3](http://doi.org/10.1016/S0002-9343(03)00057-3)

WHO. (2005). WHO | Health Metrics Network (HMN). Retrieved from <http://www.who.int/healthmetrics/en/>

WHO. (2008). Health Information Systems (HIS), (June).

WHO; HMN. (2008). Assessing the national health information system: an assessment tool Version 4.0. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43932/1/9789241547512_eng.pdf



Wilcox, A. B., Jones, S. S., Dorr, D. a, Cannon, W., Burns, L., Radican, K., ... Clayton, P. D. (2005). Use and impact of a computer-generated patient summary worksheet for primary care. *AMIA Annu Symp Proc*, 824–828. <http://doi.org/57933> [pii]

Winter, A., Haux, R., Ammenwerth, E., Brigl, B., Hellrung, N., & Jahn, F. (2011). Health Information Systems: Architectures and Strategies. Retrieved February 15, 2016, from http://www.amazon.de/Health-Information-Systems-Architectures-Informatics-ebook/dp/B00F5VBPXU/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1443600526&sr=8-1&keywords=health+information+systems+winter+haux

Yusof, M. M. (2015). A case study evaluation of a Critical Care Information System adoption using the socio-technical and fit approach. *International Journal of Medical Informatics*, 84(7), 486–499. <http://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.03.001>