

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BIOMETRÍA FACIAL PARA
LA BÚSQUEDA E IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS DESAPARECIDAS EN
COLOMBIA**

RAFAEL EDUARDO PEDROZA MANGA



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y D.C**

2019

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BIOMETRÍA FACIAL PARA
LA BÚSQUEDA E IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS DESAPARECIDAS EN
COLOMBIA**

RAFAEL EDUARDO PEDROZA MANGA

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas

Director:

JULIO RODRÍGUEZ RIBÓN

Ingeniero de Sistemas

Doctor en Ingeniería de Sistemas Telemáticos



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y D.C

2019



Tesis de Grado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BIOMETRÍA FACIAL PARA LA BÚSQUEDA E IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS DESAPARECIDAS EN COLOMBIA

Autores: RAFAEL EDUARDO PEDROZA MANGA

Director: DR. JULIO RODRÍGUEZ RIBÓN

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, ____ de _____ de 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar, por permitirme tener vida para cumplir todas las metas que me he propuesto en la vida, por permitirme estar aquí, por permitirme escribir estas palabras.

A mi familia, por su apoyo incondicional, por sus palabras de alientos, por su guía, por su ayuda, por estar allí siempre sin importar lo que pase.

A mi director de proyecto, Julio Rodríguez, por creer en mí, en mi trabajo y por alentarme a superar esta etapa de mi vida.

A mis amigos y compañeros de facultad, que me acompañaron durante este proceso, que aprendimos juntos y que de alguna u otra manera me ayudaron a estar aquí.

A todos los que de una u otra forma participaron en el desarrollo de este proyecto de grado.

DEDICATORIA

A mis padres Rafael Pedroza y Elsy Manga, por ser mi ejemplo a seguir, por enseñarme a enfrentar la vida, por guiarme por el buen camino. Esto es para ustedes, que esto sea un símbolo de todo lo bueno que han hecho en la vida, que muestre al mundo que con amor y sacrificio podemos lograr lo que nos propongamos en la vida.

A mi pareja Sofia Benavides, por ser un apoyo incondicional, por su amor, y por despertar en mí la gana de salir adelante cada día, Te amo.

A mis amigos, Carlos Pérez, Pedro Arce, Luis Puche, Daniel Alvear y Pedro Manjarrez, por vivir conmigo en los mejores y peores momentos de mi estudio y por demostrarme que en la universidad también podemos conseguir amigos de verdad.

A todos los que me rodean, porque de alguna u otra manera aportaron su granito de arena para que yo fuera lo que hoy en día soy.

Rafael Eduardo Pedroza Manga

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.1.1 Descripción del problema	4
1.1.2 Formulación del problema	9
1.2 Justificación	9
2 MARCO DE REFERENCIA	11
2.1 Estado del Arte.....	11
2.1.1 Antecedentes	11
2.1.2 Biometría facial	13
2.1.3 Biometría facial para búsqueda de personas desaparecidas.....	14
2.1.4 Software de detección y reconocimiento facial.....	15
2.2 Marco Teórico.....	19
2.2.1 Biometría.....	19
2.2.2 Sistemas Biométricos.....	19
2.2.3 Biometría Facial	20
2.2.4 Detección de Rostro.....	21
2.2.5 Reconocimiento de caras.....	24
2.2.6 Red de computadoras.....	25
2.2.7 Cámara de video	26
2.2.8 Servidor.....	27
2.2.9 Servicio Web	28

2.2.10	Servicios Web de Amazon (AWS) y Cloud Computing.....	28
2.2.11	Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)	29
2.2.12	Amazon Simple Storage Service (S3).....	29
3	OBJETIVOS	30
3.1	OBJETIVO GENERAL	30
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	30
4	METODOLOGÍA	31
4.1	Tipo de investigación	31
4.2	Lugar y tiempo del proyecto	31
4.3	Proceso de desarrollo.....	31
4.3.1	Inicio	32
4.3.2	Elaboración.....	32
4.3.3	Construcción.....	32
5	RESULTADOS	34
5.1	Modelo del negocio	34
5.1.1	Modelo de dominio	34
5.1.2	Diagrama de casos de uso del mundo real	36
5.1.3	Diagrama de actividades del proceso genérico	37
5.1.4	Requisitos del sistema.....	40
5.2	Modelo del diseño	48
5.2.1	Vista de escenarios	48
5.2.2	Vista lógica.....	50
5.3	Visión general del sistema	58
5.3.1	Registro de persona desaparecida.....	58
5.3.2	Entrenamiento de persona desaparecida	59

5.3.3	Identificación de persona desaparecida	60
5.3.4	Generar reporte de persona desaparecida encontrada.....	61
5.4	Elaboración del software	62
5.4.1	WebServiceRecognition.....	62
5.4.2	HttpWebApi	63
5.4.3	HttpClient.....	64
5.4.4	RecogClient.....	71
6	PRUEBAS DE SISTEMA.....	76
6.1	Pruebas de integración.....	76
6.2	Pruebas de sistema.....	78
6.2.1	Pruebas de distancia.....	79
6.2.2	Pruebas de inclinación de cámara.....	81
6.2.3	Pruebas de tiempo.....	84
6.2.4	Pruebas de capacidad	86
6.2.5	Pruebas de tiempo con accesorio.....	88
6.2.6	Pruebas de capacidad con accesorios.....	90
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
8	BIBLIOGRAFIA	97
9	ANEXOS	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistemas de reconocimiento de patrón	20
Figura 2. Ejemplo de patrones generados a partir del análisis de un rostro	21
Figura 3. Ejemplo de aplicativo de celular aplicando detección de rostros	23
Figura 4. Ejemplo de posibles problemas al aplicar la detección de rostros	25
Figura 5. Ejemplo de red de computadoras	26
Figura 6. Ejemplo de un servidor y dispositivos	27
Figura 7. Representación de servicio web	28
Figura 8. Logo Amazon Web Service	28
Figura 9. Logo Amazon EC2	29
Figura 10. Logo servicio Amazon S3	29
Figura 11. Modelo Dominio	36
Figura 12. Casos de uso del mundo real	37
Figura 13. Diagrama de actividades del proceso genérico	39
Figura 14. Diagrama de casos de uso de diseño	49
Figura 15. Diagrama de clases	51
Figura 16. Diagrama de componentes	53
Figura 17. Diagrama de secuencia. Comunicación HttpWebApi – ClienteHttp	54
Figura 18. Diagrama de secuencia. Comunicación RecognitionClient–RecogWebApi (Proceso de análisis biométrico)	55
Figura 19. Diagrama de despliegue	57
Figura 20. Registro de persona desaparecida	58

Figura 21. Entrenamiento de persona desaparecida.....	59
Figura 22. Identificación de persona desaparecida	60
Figura 23. Generar reporte de persona desaparecida encontrada	61
Figura 24. Tecnologías de modulo (WebServiceRecognition).....	63
Figura 25. Tecnologías de modulo (HttpWebApi)	64
Figura 26. Captura de la página principal (HttpClient).....	65
Figura 27. Menú usuario (HttpClient).....	65
Figura 28. Lista de reportes (HttpClient)	66
Figura 29. Menú lateral (HttpClient)	67
Figura 30. Lista de desaparecidos (HttpClient)	68
Figura 31. Perfil de desaparecido (HttpClient).....	69
Figura 32. Detalles de reporte (HttpClient)	70
Figura 33. Captura pantalla principal (RecogClient)	72
Figura 34. Visión de la cámara (RecogClient)	73
Figura 35. Área de reportes (RecogClient).....	73
Figura 36. Vista de reportes (RecogClient)	74
Figura 37. Detalle de reporte (RecogClient)	75
Figura 38. Descripción de prueba de distancia	79
Figura 39. Prueba de distancia.....	80
Figura 40. Descripción de prueba de inclinación	82
Figura 41. Prueba de inclinación	82
Figura 42. Descripción prueba de tiempo	84
Figura 43. Descripción prueba de capacidad.....	86

Figura 44. Pruebas de tiempo con accesorios (Evidencia de capturas).....	88
Figura 45. Documentación procesos de prueba de capacidad con accesorios.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado de la desaparición en Colombia	7
Tabla 2. Software Comerciales de Detección y Reconocimiento.....	16
Tabla 3. Servicios Web de Detección y Reconocimiento Comerciales	17
Tabla 4. Frewares de Detección y Reconocimiento.....	18
Tabla 5. Resultados pruebas de integración	78
Tabla 6. Resultado pruebas de distancia (Detección de rostro).....	80
Tabla 7. Resultado pruebas de distancia (Identificación de rostro).....	81
Tabla 8. Resultado pruebas de inclinación de cámara (Detección de rostro).....	83
Tabla 9. Resultado pruebas de inclinación de cámara (Identificación de rostro).....	83
Tabla 10. Pruebas de tiempo (Detección de rostro).....	85
Tabla 11. Pruebas de tiempo (Identificación de rostro).....	85
Tabla 12. Pruebas de capacidad (Numeros de fotogramas)	87
Tabla 13. Pruebas de capacidad (Número de reportes)	87
Tabla 14. Prueba de tiempo con accesorio (Detección de rostro)	89
Tabla 15. Prueba de tiempo con accesorio (Identificación de rostro).....	89
Tabla 16. Pruebas de capacidad con accesorios (Detección de rostros)	91
Tabla 17. Pruebas de capacidad con accesorios (Identificación de rostros)	92

RESUMEN

En el presente proyecto de grado se planteó una solución que busca contribuir con la solución del problema de personas desaparecidas en Colombia, mejorando los actuales procesos de búsqueda y localización de personas desaparecidas.

Por tal motivo se estableció como objetivo de Desarrollar un sistema basado en biometría facial para la búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia, implementando servicios en la nube de la plataforma Amazon Web Services, tecnologías web y tecnologías de escritorio que brindan solución a la problemática planteada.

Para lograr esto se realizó una investigación de tipo aplicada, la cual se ejecutó bajo las directrices del proceso unificado de desarrollo de software (RUP). De ahí se procedió con la interpretación de modelo del negocio que evidencia los actuales procesos de búsqueda.

Adicionalmente, como método de recolección de información, se implementó una investigación del estado del arte relacionado con la temática y a corroborar la información obtenida con una entrevista realizada a un odontólogo del Cuerpo Técnico de Investigación (CTI). Se continuo con una Especificación de Requisitos de Software (ERS) bajo el estándar IEEE 830-1998 que sirvió como base para un posterior diseño de la arquitectura del sistema.

Posterior al diseño de la arquitectura, se realizó el proceso de desarrollo generando el código fuente del proyecto. En consecuencia, se diseñaron y ejecutaron una serie de pruebas para verificar el correcto cumplimiento de los requisitos.

Al finalizar la investigación y la recopilación de los datos extraídos de las pruebas aplicadas, se llegó a la conclusión de que el sistema propuesto tiene viabilidad y credibilidad si se despliega en ambientes controlados, ambientes donde se tenga el dominio tanto del sistema como de la persona a analizar. Lo que permite concluir que el sistema va por buen camino, por lo que es posible una profundización en la investigación, implementando mejores tecnologías o validando su funcionamiento identificando cadáveres de personas desaparecidas.

ABSTRACT

In the present project of degree, a solution was proposed that seeks to contribute with the solution of the problem of missing persons in Colombia, improving the current processes of searching and locating missing persons.

For this reason it was established as a goal to develop a system based on facial biometrics for the search and location of missing persons in Colombia, implementing services in the cloud of the Amazon Web Services platform, web technologies and desktop technologies that provide a solution to the problem raised

To achieve this, an applied type of research was carried out, which was carried out under the guidelines of the unified software development process (RUP). From there we proceeded with the interpretation of the business model that evidences the current search processes.

Additionally, as a method of gathering information, an investigation of the state of the art related to the subject was implemented and to corroborate the information obtained with an interview made to a dentist of the Technical Corps of Research (CTI). It was continued with a Software Requirements Specification (ERS) under the IEEE 830-1998 standard that served as the basis for a later design of the system architecture.

After the design of the architecture, the development process was carried out, generating the source code of the project. As a result, a series of tests were designed and executed to verify the correct fulfillment of the requirements.

At the end of the investigation and the collection of the data extracted from the tests applied, it was concluded that the proposed system has feasibility and credibility if it is deployed in controlled environments, environments where the domain of both the system and the person is held. to analyze. This allows us to conclude that the system is on the right track, so it is possible to deepen the research, implement better technologies or validate its operation by identifying the bodies of missing persons.

1 INTRODUCCIÓN

La desaparición de personas es una problemática social que consiste en el desconocimiento del paradero de una persona por parte de sus familiares, bien sea que esta se encuentre extraviada, se ausente voluntariamente sin dar razón o sea retenida de manera ilegal y oculta deliberadamente. Sea cual sea su causa, la desaparición es un hecho que afecta tanto a quien es víctima, como a sus familiares, quienes se enfrentan a una situación de impotencia y frustración ante la ausencia de algún miembro de su familia (Páez & Segura, 2013).

La desaparición es una de las mayores problemáticas presentes en Colombia, en la actualidad el número de casos de desaparición forzada o desaparición voluntaria asciende a miles. Como medida a esta problemática el estado colombiano tomó la iniciativa de crear soluciones que buscaran disminuir el número de estos casos presentes en el país y fue cuando creó el Registro Nacional de Desaparecido (RND), el cual es coordinado por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

El Registro Nacional de Desaparecidos es una de las principales herramientas para la búsqueda de personas desaparecidas, a la cual tienen acceso todos los entes legales encargados de la gestión de dichas búsquedas. Hoy día el RND tiene a disposición seis aplicativos disponibles para brindar información y gestionar las búsquedas, pero presentan las limitaciones de que son aplicaciones estáticas y no se encargan de ejecutar una búsqueda dinámica para localización e identificación de personas desaparecidas.

Por tal motivo se propone en el presente documento la iniciativa denominada: *Diseño e implementación de un sistema de biometría facial para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas en Colombia*, consiste en diseñar e implementar un sistema de reconocimiento de personas por medio de la biometría facial, que permita analizar información biométrica de personas y alerte si ésta se encuentra en posible estado de desaparición. Todo esto con el fin de realizar pruebas de laboratorio y demostrar que la implementación de un sistema como el mencionado anteriormente, podría optimizar los actuales procesos de búsqueda, localización e identificación de personas desaparecidas.

Adicionalmente este proyecto se desarrollará bajo la línea de investigación E-Servicios que pertenece al grupo de investigación E-Soluciones, debido a que encaja dentro de la misión de ésta, implementando tecnologías y servicios que buscan contribuir al desarrollo social del país, pretendiendo que el conocimiento generado, sirva como base para la generación de futuras investigaciones y proyectos.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Descripción del problema

La desaparición de las personas actualmente es considerada una problemática social que tiene por significado “Persona que se encuentra en paradero desconocido o muerta sin que se haya encontrado su cadáver” (Real Academia Española, 2019) y que según la causa que genere la desaparición, se podría clasificar en diferentes tipos: forzadas, voluntarias, involuntarias y accidentales (INTER-SOS, 2019). Sea cual sea la causa, la desaparición es un hecho que puede afectar tanto a la víctima en cuestión, como a sus familiares y personas con un vínculo afectivo, quienes enfrentan una situación de impotencia y frustración ante la ausencia del individuo (Páez & Segura, 2013).

Si hablamos de desapariciones, Colombia no es un país exento de esta problemática. Y es que solo hasta el 31 de diciembre del 2017, se habían registrado 132.963 casos de personas desaparecidas (sin contar con las personas desaparecidas buscadas por la justicia) de las cuales el 68.59 % continúan en condición de desaparecidas (Bohórquez, 2018). Si a esta cifra se le suma los datos reportados por el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, presentes en el informe preliminar correspondiente al año 2018 con 6.351 personas reportadas como desaparecidas en Colombia (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018), tendríamos un total de 139.314 de casos de personas desaparecidas en la historia del país.

Como medida a esta problemática el estado colombiano se vio en la obligación de implementar soluciones que condujeran a la búsqueda y localización efectiva de todas aquellas personas reportadas como desaparecidas, creando así la Comisión de Búsqueda de Personas Desaparecidas y el Registro Nacional de Desaparecidos (RND) mediante la Ley 589 del 2000. Que

a su vez quedo reglamentada por el Decreto Nacional 4218 de 2005, en el cual se establece que el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses queda a cargo de la coordinación, consolidación y operación del RND.

El Registro Nacional de Desaparecidos es una de las principales herramientas para la búsqueda de personas desaparecidas desde diferentes ámbitos de acción, debido a que a este tienen acceso todas las entidades que pueden contribuir a la búsqueda y localización de personas desaparecidas (Red para la búsqueda de desaparecidos en Colombia, 2016). De tal manera que el RND se convierte en el sistema que recopila la mayor cantidad de información sobre los casos de personas desaparecidas existentes en Colombia.

Actualmente el RND tiene disponible seis aplicativos tecnológicos de los cuales tres de ellos están disponibles a todo el público: Las consultas públicas, HOPE (Hagamos Obligatorios Poder Encontrarlos) y LIFE (Localización de Información Forense Estadística).

Las consultas públicas están disponibles en el sitio web del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y mediante este “la comunidad en general puede consultar alfabéticamente los nombres y apellidos de cadáveres ingresados al instituto a nivel nacional y los reportes de personas desaparecidas ingresadas al RND, desde el primero de enero de 2007 a la fecha” (Red para la búsqueda de desaparecidos en Colombia, 2016).

El aplicativo HOPE: “permite visibilizar los rostros de las personas reportadas como desaparecidas para lograr darles un lugar en la memoria de todos los colombianos y fortalecer el esfuerzo del Estado para proteger a sus ciudadanos”.

Y el aplicativo LIFE: “Es un sistema de georreferenciación diseñado para ver el país y poder ubicar en el mapa información sobre desaparecidos por departamentos o municipios, cantidad y estado en que se encuentran los casos, como también cuántas muertes por homicidios, suicidios o accidentes de tránsito han ocurrido y el número de cadáveres en condición de no identificados que se encuentran en cada uno de los puntos de atención de la Entidad a nivel nacional, atención de lesiones fatales y no fatales”.

De los otros 3 aplicativos restantes: SIRDEC (Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres), SICOMAIN (Sistema de Información Consulta Masiva Internet) y SINEI (Sistema de Ingreso de Estadística Indirecta) cabe resaltar que son aplicativos enfocados

para la gestión de información de personas desaparecidas, los cuales solo pueden ser utilizados por los entes u organizaciones que se encargan de hacer las investigaciones y búsquedas pertinentes, como lo son el Cuerpo Técnico de Investigación, la Fiscalía General de la Nación, Defensoría del Pueblo y Ministro de Defensa (Comisión de Búsqueda de Personas Desaparecidas, 2012).

De los 6 aplicativos disponible por el RND se puede concluir que estos facilitan la búsqueda y gestión de información relevante acerca de una persona desaparecida, para fomentar su búsqueda, pero a pesar de todos los esfuerzos realizados, estos aplicativos se ven limitados al momento de identificar personas desaparecidas, ya que:

- No analizan espacios geográficos donde existan posibilidades de tránsito de una persona desaparecida.
- No obtienen información relevante de personas que transitan en diferentes espacios geográficos.
- No procesan ningún tipo de información, del cual su análisis podría dar con el paradero de alguna persona desaparecida.
- No define la posibilidad de que una persona que transite en cualquier espacio geográfico, haya sido reportada como desaparecida.

Entonces, a pesar de la existencia del Registro Nacional de Desaparecidos cuyo fin es disminuir el número de casos de personas desaparecidas en el país, estos números aumentan cada vez más con el pasar de los años, como lo evidencia la siguiente tabla:

Año	Número de personas desaparecidas	Número de personas encontradas	Número de personas que continúan desaparecidas	Efectividad (%)
Hasta 2016	52.029	4.023	48006	7,7
2007	6.141	1.670	4.471	27,1
2008	5.598	1.580	4.018	28,2
2009	6.640	3.197	3.443	48,1
2010	7.361	3.773	3.588	51,2
2011	8.216	4.156	4.050	50,5
2012	8.188	4.049	4.139	49,4
2013	7.967	4.006	3.961	50,2
2014	7.679	3.936	3.743	51,2
2015	7.768	3.636	4.132	46,8
2016	7.207	3.452	3.855	47,8
2017	6.873	3.402	3.471	49,4
Total	132.963	41.755	91.208	31,4

Fuente: SIRDEC INMLCF-Grupo Centro de Referencia Nacional sobre Violencia (GCRNV). 2017

Tabla 1. Estado de la desaparición en Colombia

Los datos reflejan que a partir de la creación y puesta en marcha del RND en el año 2007, hubo un aumento sostenido entre ese mismo año y el 2011, año en el que se alcanzó el número de casos más alto con 8.216. Desde entonces ha habido una leve disminución en los casos registrados por año hasta el 2017. Por otro lado, también es posible observar que el porcentaje de efectividad (Porcentaje de personas encontradas respecto al total de reportadas) tuvo aumentos significativos hasta el 2010 y posteriormente leves cambios hasta llegar al 2017.

Al revisar el número de casos y tasas entre 2010 y 2017, se observa un comportamiento con tendencia a la disminución en el número total de reporte de personas desaparecidas, sin embargo, también se observa una tendencia a la disminución en el número total de personas encontradas, lo que permite concluir que año tras año hay un considerable aumento en los registros

de personas que aún se encuentran desaparecidas, siendo esta una situación problema muy importante presente en el país.

La anterior interpretación nos permite hacer dos deducciones: la primera es que el RND si cumple con su misión de aumentar la tasa de efectividad y disminuir el número de casos de personas desaparecidas en Colombia, y la segunda es que a pesar de que cumple con su misión, no es suficiente las labores que se están realizando ya que aún la tasa de ineffectividad sigue siendo muy alta.

Por tal motivo, actualmente existe una necesidad en la sociedad colombiana de poseer más herramientas a disponibilidad que permitan realizar búsquedas más óptimas. Adicionalmente, que permitan complementar y optimizar los actuales procesos de búsqueda de personas, aligerar las cargas de trabajo de los entes especializados y además sirva como ayuda a las familias que resultan afectadas por la desaparición de un ser querido.

De ahí, se propone la utilización de una práctica tecnológica que permite la identificación de individuos por sus rasgos biológicos llamada Biometría, la cual se puede implementar de una manera automatizada mediante técnicas auxiliadas por computadora. Y de esta manera poder demostrar que estas prácticas optimizan los actuales procesos de búsqueda en Colombia.

Con esto se lograría demostrar que la utilización de dichas prácticas disminuiría el número de casos de desaparición presentes en el país, lo que se traduciría en un gran avance e innovación.

La biometría posibilita el estudio de rasgos distintivos únicos del individuo como lo son: las huellas dactilares (biometría dactilar), fisionomía de la cara (biometría facial), características de los ojos (biometría ocular), haciendo posible la autenticación e identificación de personas de una manera óptima.

Entonces, se ofrece en calidad de solución, un sistema prototipo basado en la biometría facial que permita la búsqueda y localización de personas. Obteniendo, analizando y procesando información para identificar individuos que posiblemente se encuentren reportados como desaparecidos.

Para lograr esto, se plantea la utilización de un sistema de captura de video que permitirá obtener información de diferentes puntos geográficos, de dos servidores web que almacenarán información personal y biométrica de las personas de interés.

Esta infraestructura permitirá el análisis y procesamiento de la información, utilizando métodos de identificación basados en la biometría facial, en pro de lograr alertar de la presencia de una persona desaparecida en el punto geográfico analizado.

El desarrollo del sistema propuesto se hace con la intención de experimentar y demostrar que la utilización de prácticas basadas en la biometría facial, optimizan el proceso de búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia.

1.1.2 Formulación del problema

¿Cómo optimizar los actuales mecanismos y procesos de búsqueda, localización e identificación de personas desaparecidas en Colombia?

1.2 Justificación

Colombia en la actualidad no es un país de excepciones cuando del tema de personas desaparecidas se trata, y es que los registros evidencian que desde el año 1938 se han venido produciendo diferentes tipos de desapariciones en todo el territorio colombiano. Solo hasta el 31 de diciembre del 2017 ya existía una cifra oficial de 132.963 casos de personas desaparecidas (Bohórquez, 2018).

Como respuesta al creciente aumento del número de personas desaparecidas, el estado colombiano se vio en la obligación de crear soluciones que permitiera incentivar la búsqueda de personas desaparecidas. Dando lugar al Registro Nacional de Desaparecidos (RDN), el cual, hoy en día tiene tres aplicativos (Consultas públicas, HOPE y LIFE) disponibles a todo el público, los cuales fueron desarrollados con el fin de que la ciudadanía en general pueda realizar consultas referentes a esta temática (Registro Nacional de Desaparecidos, 2015). Y otros tres aplicativos (SINEI, SICOMAIN y SIRDEC), los cuales aparte de consultar, permiten la gestión de dicha información, por parte de las autoridades competentes.

A pesar de la existencia del Registro Nacional de Desaparecidos a partir del 2007, el número de casos de personas desaparecidas aumenta en miles cada año, lo que indica que, aunque existan aplicativos que buscan disminuir el gran número de casos, estos no tienen la tasa de efectividad necesaria para reducirlos significativamente.

Por tal motivo, se identifica la necesidad que tiene el país de solucionar dicha problemática y se propone el desarrollo de un sistema experimental basado en Biometría Facial, que pueda realizar los procedimientos búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia, con la finalidad de apoyar y optimizar los actuales procesos de búsqueda.

Dicho sistema tendrá funcionamiento en un servidor web, el cual tendrá una base de datos con información biométrica de personas buscadas, y contará con un sistema de captura de video mediante el cual obtendrá la información a analizar.

Con el desarrollo de este sistema se pretende experimentar y demostrar que la utilización de prácticas novedosas como la biometría facial, optimizan el proceso de búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia. Por consiguiente, dicho sistema sería capaz de hacer un aporte significativo a la disminución de los números de casos de personas desaparecidas presentes en el país.

Por otro lado, el sistema brindaría a la sociedad colombiana y al RND un gran avance innovador, optimizando los métodos tradicionales de búsqueda que se implementan actualmente. Sirviendo de apoyo a investigadores, automatizando el trabajo que le tocaría hacer a ellos manualmente.

Desde un punto de vista de salud pública y bienestar, lo mas beneficiados con este proceso son serian en mayor parte los familiares y allegados del desaparecido, brindándoles tranquilidad emocional y aligerando las afectaciones psicológicas que les causa la incertidumbre, de no tener conocimiento sobre el paradero de su ser querido.

Adicionalmente, el conocimiento generado a partir de este proyecto, servirá como soporte para la realización de investigaciones y proyecto que serán realizados por la línea de investigación E-Servicios que pertenece al grupo de investigación E-Soluciones.

Así mismo, desde un punto de vista económico, se puede concluir que el desarrollo de este proyecto es accesible ya que permite ser financiado fácilmente. Para su puesta en marcha solo se necesita una pequeña inversión en equipos de video y dos servidores web con base de datos, los cuales se puede obtener haciendo uso de la capa gratuita ofrecida por la compañía de informática en la nube “Amazon Web Services”. Lo que permite concluir que para la implementación de este sistema será necesario una inversión relativamente baja, la cual será asumida por su investigador.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Estado del Arte

Actualmente, en el campo de la biometría se han llevado a cabo diversidades de investigaciones y proyectos que dan como resultado una gran variedad de sistemas capaces de identificar correctamente a personas en el mundo. Cada uno de estos sistemas ha surgido debido a la necesidad que tienen las diferentes entidades de contar con una herramienta tecnológica diseñada para obtener más control y seguridad. A continuación, se presentará los distintos productos disponibles en el mercado, así como investigaciones previas, los cuales están enfocados a la temática de la biometría facial.

2.1.1 Antecedentes

Conforme lo demuestra la historia, el pasado del reconocimiento basado en patrones biométricos se remonta al año 1686 con el señor Marcello Malpighi el cual en su tratado sobre las capas de la piel señala las diferencias entre crestas, espirales y lazos en las huellas dactilares (Departamento de Justicia de los Estados Unidos).

Posteriormente en el año 1823, Jan Evangelist Purkinje quien era profesor de la universidad de Breslau, formuló su tesis donde clasificaba en 9 tipos de formas de huellas dactilares (Jay, 2000).

Años más tarde en 1889, D. Henry Faulds llevó a cabo estudios a huellas dactilares halladas en antiguas cerámicas, y propuso un método para clasificarlas, señalando la inmutabilidad de las mismas y destacó el valor de las huellas dactilares para su uso en la identificación de individuos, adicionalmente propuso la impresión de las huellas dactilares a través de tintas

convirtiéndose entonces en la primera persona en señalar el valor de reconocer las huellas latentes en escenas del crimen (Datta, 2001).

En 1891, Juan Vucetich creó y consolidó el primer método de clasificación de ficheros de huellas dactilares y también fue el primero en utilizar dicho método para esclarecer un crimen identificando a su autor por medio de las huellas dactilares encontradas en la escena del hecho, dicho suceso marcó que Argentina fuera el primer país a nivel mundial en reemplazar el uso de la antropometría con la clasificación de las huellas dactilares (Rodriguez, 2004).

Ya para 1892, Sir Francis Galton, primo de Charles Darwin, fue quien publicó en su libro “Fingerprints” que las huellas dactilares eran únicas y que no se cambiaban a lo largo de la vida del individuo y anunció 3 leyes fundamentales de la dactiloscopia: perennidad, inmutabilidad y diversidad infinita. Su hijo continuó con la investigación y estableció una probabilidad de que dos huellas sean iguales en 1: 64.000.000.000 (Lee & Gaensslen, 2001).

Sin embargo, fue hasta la década de los años 1960 cuando se presentaron las primeras evidencias del uso de identificación de patrones faciales como método de reconocimiento de personas. En ese entonces Woodrow Wilson Bledsoe (Ballantyne, Boyer, & Hines, 1993) desarrolló un sistema que permitía clasificar fotos de rostros y guardarlos en una base de datos utilizando un dispositivo que se alimentaba manualmente con coordenadas horizontales y verticales de varias características faciales en un cuadrícula utilizando un lápiz óptico que emitía pulsos electromagnéticos.

En dicho proyecto efectuaron pruebas pasando una nueva fotografía al sistema, el cual fue capaz de encontrar semejanza entre el rostro de la fotografía, con un rostro existente en la base de datos (Bledsoe, 1968). Sin embargo, las exigencias del sistema se vieron limitadas por el nivel de tecnología que existía, aunque se logró demostrar la viabilidad del análisis biométrico del rostro como una manera de identificación.

A finales de la década de 1980, Lawrence Sirovich y M. Kirby comenzaron estudios del reconocimiento facial aplicando álgebra lineal, dando como resultado lo que se conoce como el enfoque Eigenface, el cual era una búsqueda de una representación de baja dimensión de las imágenes faciales, en otras palabras, demostraron que analizando una colección de imágenes faciales se podría formar un conjunto de características básicas (Sirovich & Kirby, 1987).

Posteriormente en el año 1991, Matthew Turk y Alex Pentlands ampliaron el enfoque de Sirovich y Kirby descubriendo como detectar un rostro dentro de una imagen, lo que se considera las primeras técnicas de reconocimiento facial automatizado (Turk & Pentlands, 1991).

2.1.2 Biometría facial

En el ámbito de la biometría facial, a lo largo la década del 2010, se ha realizado múltiples estudio y publicaciones que se han interesado en la mejora de técnicas y sistemas con el fin de lograr identificar rostros con exactitud. Dentro de estos estudios y publicaciones se encuentra “Facial Recognition: A Combined Approach Utilizing CICA, PCA, and FFT” (Odeh & Samawi, 2017), el cual busca mezclar 2 técnicas de reconocimiento facial y una técnica de edición de imágenes, con el fin de obtener diversos enfoques que ayuden a mejorar el porcentaje de acierto de detección de rostros por parte de la máquina, logrando mejorar la precisión de reconocimiento hasta en un 85% con respecto al uso de cada técnica por separado.

Otro proyecto que aborda la temática es “Facial Recognition using Histogram of Gradients and Support Vector Machines” (Kulandai Josephine Julina & Sree Sharmila, 2017), el cual propone la implementación de un descriptor de características denominado Histogramas de Gradientes Orientados (HOG) como una nueva técnica para la detección de rostros, aplicando la técnica en conjunto con una base de datos de rostros, lograron que el sistema fuera capaz de detectar 90% de rostros en más de 41 imágenes de prueba, lo que evidenció un mínimo de casos de falsos positivos.

Cabe resaltar el trabajo de “Facial Soft Biometrics for Recognition in the Wild: Recent Works, Annotation and COTS Evaluation” (Gonzalez-Sosa, Fierrez, Vera-Rodriguez, & Alonso-Fernandez, 2018), el cual fue un proyecto en el que se propuso la inclusión de la biometría suave como complementos a sistemas de biometría facial vanguardistas como Face++ y VGG-face con fin de aumentar su rendimiento, dando como resultado una mejora en el rendimiento relativo de hasta un 40%.

2.1.3 Biometría facial para búsqueda de personas desaparecidas

El área de las búsquedas de personas desaparecidas, no ha sido una excepción si se habla de biometría facial, siendo este un mecanismo llamativo, debido a que no se necesita contacto físico con la persona de interés. A lo largo de la década se han presentado varias propuestas interesantes que vale la pena analizar para dar una idea del estado de la temática en la comunidad científica.

Dentro de estas propuesta se encuentra “Facial Aging Simulation Applied to the Missing Person Problem” (Cardenas-Esguerra, Vidal, Cavalcante-Neto, & Vieira, 2012), el cual presenta una técnica para generar imágenes tridimensionales de personas que llevan un tiempo considerablemente alto desaparecidas, simulando un envejecimiento a partir de las características faciales de los padres. La técnica fue desarrollada para llevarse a cabo en 9 pasos:

- Selección de fotografías de la persona desaparecida
- Construcción de los modelos tridimensionales a partir de las fotografías
- Construcción de las estructuras de datos genómicos (EDG) de los padres
- Generación de los bancos de gametos (meiosis)
- Selección de modelo de la prole más próximo al modelo construido a partir de fotografías
- Construcción de los modelos paternos en la edad objetivo
- Actualización de las estructuras de datos genómicos (EDG) paternos
- Actualización de las EDG del hijo seleccionado a partir de la información paterna actualizada y construcción del modelo facial tridimensional.

Dando como resultado un modelo prometedor con características aceptables, para que se logre una búsqueda más acertada de la persona desaparecida. Sin embargo, en sus resultados expusieron que su trabajo aún no está culminado, debido a que los procesos de crecimiento y envejecimiento no están solamente influenciados por las genéticas.

Posteriormente, se presenta a la comunidad otro proyecto centrado en el análisis biométrico para búsqueda de personas desaparecidas, llamado “Face recognition model applied to the missing people problem” (Batista Figueredo & Rodrigues de Souza, 2013), plantea la implementación de un sistema de desarrollado en el lenguaje de programación C# u MATLAB para el análisis de

biometría fácil presente en imágenes y videos con el fin de identificar personas desaparecidas, logrando un total de 500 imágenes y 10 horas de videos analizados reblando un índice de acierto de 69% en fotografías, 60% en video y un 40% cuando la persona incluía accesorios.

Cabe resaltar el trabajo expuesto en “Missing Child Identification System using Deep Learning and Multiclass SVM” (Pournami , y otros, 2018), el cual presenta como una ayuda a la problemática de niños desaparecidos en la india, un uso novedoso de una metodología de aprendizaje profundo como las redes neuronales volumétricas para identificar a los niños reportados como desaparecidos por medio del reconocimiento facial. Evaluando entonces a 43 casos de niños y alcanzando un rendimiento de 99.41%.

Por último, se presenta una propuesta en la India, el cual tiene un objetivo similar al del presente trabajo, pero con una implementación diferente. “Tracking People In Real Time Video Footage Using Facial Recognition” (K. Bharath S Reddy, Loke, Jani, & Dabre, 2018), el busca presentar como propuesta la implementación de un sistema que se alimente con los sistemas de vigilancia de las diferentes entidades gubernamentales de dicho país, con fin de obtener información biométrica de las personas y poder determinar si es una persona que este siendo buscada, bien sea por que este desaparecido o porque este prófugo de la justicia. Sin embargo, concluye que es necesario una mejora en los algoritmos implementados en su sistema de prueba, pero no se descarta que el seguimiento de personas con video en vivo brinda inmensas oportunidades de investigación y desarrollo para el bien de la sociedad.

2.1.4 Software de detección y reconocimiento facial

En la actualidad hay un mercado muy grande de productos y servicios cuyo principal objetivo es la detección y/o identificación de rostros por medios electrónicos. Dichos productos ofrecen la posibilidad de implementar sistemas biométricos faciales en poco tiempo sin necesidad de desarrollar desde cero los algoritmos biométricos.

2.1.4.1 Software Comerciales

Hay un número creciente de proveedores de software de reconocimiento facial que ofrecen un SDK (Software Development Kit) los cuales permiten integrar su tecnología con cualquier

solución que el cliente este desarrollando, siempre y cuando dicha solución esté desarrollada en un lenguaje de programación que ellos soporte. También es claro que la única manera de acceder a sus productos es por medio de un pago.

País	Compañía	Producto
Suiza	Visage Technologies AB	Visage SDK
Japón	Ayonix	Ayonix FACEID SDK
Alemania	Betaface	Betaface Face SDK
Alemania	Cognitec	FaceVACS SDK
Estados Unidos	Luxand	FaceSDK
Lituania	NEUROtechnologija	VeriLook SDK
Nueva Zelanda	Sightcorp	InSight SDK
Alemania	Tastenkunst	Beyond Reality Face SDK
Alemania	Videmo	Face SDK

Tabla 2. Software Comerciales de Detección y Reconocimiento

2.1.4.2 Servicios Web Comerciales

Los servicios webs, son un grupo de productos más versátiles, debido a que el cliente no necesita preocuparse por el desarrollo e implementación de librerías y dependencias al momento de desarrollar su producto software. Simplemente llama a un servidor web, envía las imágenes para que sean procesadas y obtener de ellas una retroalimentación. Para poder acceder a su servicio se establece un contrato dependiendo del plan que se desee adquirir, bien sea por un número de peticiones fijas mensuales o un cobro por el número total de peticiones que se le realice al servicio.

Compañía	Producto	Función
BioID Face	BioID Face Recognition Web Service	Detección y Reconocimiento

Betaface	Betaface Web API	Detección y Reconocimiento
Face++	Face++	Detección y Reconocimiento
Microsoft	Microsoft Project Oxford	Detección y Reconocimiento
Google	Google Vision API	Detección
Meerkat	Meerkat Facial Recognition	Detección y Reconocimiento
Baseapp	DeepSight Computer Vision SDK	Detección y Reconocimiento
Amazon Web Services	Amazon Recognition	Detección y Reconocimiento

Tabla 3. Servicios Web de Detección y Reconocimiento Comerciales

2.1.4.3 Freewares para la detección y reconocimiento

En la actualidad existen herramientas open source que pueden ser utilizadas para detección e identificación de rostros, sin embargo, son las herramientas que se enfrenta a más complejidades gracias a la baja inversión de recursos, también presentan cierto grado de dificultad al momento de implementarlas, debido a que requieren un mayor nivel de codificación.

Producto	Función
Dlib C++ Library	Detección
A Modern Computer Vision Library (libccv)	Detección
Libfacedetection	Detección
Facial landmark detector	Detección

Semantic Vision Technologies	Detección
Face Detection using Support Vector Machine (SVM)	Detección
OpenCV	Detección y Reconocimiento
Computer Vision Source Code	Detección

Tabla 4. Frewares de Detección y Reconocimiento

2.2 Marco Teórico

A continuación, se dará una descripción de los conceptos básicos, necesarios para la realización del proyecto. Pero antes, se hace necesario explicar lo más básico de la temática a tratar en este proyecto.

2.2.1 Biometría

El concepto de biometría viene de la unión de dos palabras “bio” que según la RAE se define como “vida u organismo vivo” (Definición de bio-, 2019) y “metría” que se define como “medida o medición” (Definición de -metría, 2019), por lo cual se puede inferir que la biometría se encarga de medir características de los seres vivos. Una definición más exacta sería que la biometría es la ciencia de la identificación de los seres humanos sobre la base de características físicas (Gregory & Simon, 2008), o también se le podría definir como una ciencia que se dedica al estudio estadístico de características cuantitativas pertenecientes a los seres humanos (Mateos & Pizarro, 2004).

2.2.2 Sistemas Biométricos

Son sistemas automatizados que se basan en las características únicas (físicas o comportamiento) de cada persona para su respectivo reconocimiento. En términos formales, un sistema biométrico es un sistema de reconocimiento de patrones, el cual se fundamenta en tres etapas (Otegui, Longres, Bentancor, & Bentancor, 2006):

- La primera consta en adquirir datos sensoriales para obtener una representación de un objeto al cual se le denomina “**patrón**”.
- En la segunda se extraen características del objeto que después serán almacenadas en una base de datos.
- La tercera etapa es la clasificación donde el patrón se le asigna una clase específica.

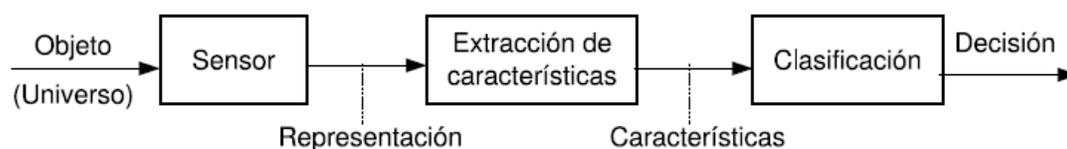


Figura 1. Sistemas de reconocimiento de patrón

Fuente: Proyecto Aragua. Reconocimiento de Caras.2006

Para que las características físicas y conductuales sean utilizadas como elementos de identificación deben cumplir con los siguientes requisitos (Parra, 2016):

- **Universalidad:** Todos los seres humanos presentan una característica.
- **Singularidad:** Dos personas son distinguibles una de la otra en base a sus características.
- **Estabilidad:** La característica tiene que ser lo suficientemente estable a lo largo del tiempo y en condiciones ambientales diversas.
- **Cuantificable:** La característica tiene que ser medible cuantitativamente.
- **Aceptabilidad:** El nivel de aceptación de la característica por parte de las personas debe ser suficiente como para ser considerada parte del sistema de identificación biométrico.
- **Rendimiento:** El nivel de exactitud requerido debe ser elevado para que la característica sea aceptable.
- **Usurpación:** Permite establecer el nivel al que el sistema es capaz de resistir a técnicas fraudulentas.

2.2.3 Biometría Facial

A este método se le denomina “Reconocimiento Facial” y es la capacidad de reconocer a las personas por sus características faciales. Las computadoras pueden realizar búsquedas en bases de datos faciales y/o llevar a cabo en vivo verificaciones “uno a uno” o “uno a varios”, con una precisión sin precedentes y el procesamiento en una fracción de segundo (PEREZ & AGUDELO,

2012). Por otro lado, se expone que no es un método si no una aplicación dirigida por ordenador que identifica automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto es posible mediante un análisis de las características faciales del sujeto extraídas de la imagen o de un fotograma clave de una fuente de video, y comparándolas con una base de datos (Sistema de reconocimiento facial, 2012). La utilización de este método se hace perfecta para la finalidad del proyecto ya que cumple con su tarea sin que el individuo entre en contacto directo con el sistema implementado.

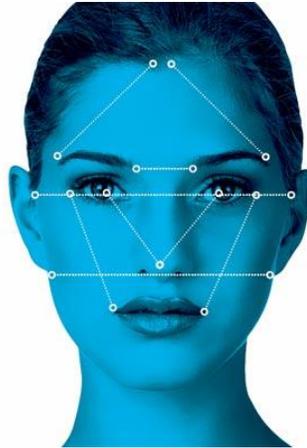


Figura 2. Ejemplo de patrones generados a partir del análisis de un rostro

Fuente: <http://www.sistemasbiometricos.cl/web/>

2.2.4 Detección de Rostro

Es la primera acción que el sistema debe realizar para poder aplicar el reconocimiento facial. La detección de rostros por parte de una computadora es el proceso por el cual la computadora ubica los rostros presentes en una imagen o video. El realizar este proceso es sumamente fácil para cualquier humano debido a la gran capacidad que tiene el cerebro de utilizar sus redes neuronales, pero dicho proceso no es ni rápido ni sencillo para una computadora convencional, por lo que existen diversos métodos para poder realizar la detección de rostros por medio de una computadora (Díaz, Consultado en el 2016). Una posible clasificación de los algoritmos de detección de rostros es:

- **Métodos basados en conocimiento:** Son aquellos que codifican el conocimiento de lo que es un rostro, generalmente se basan en unas reglas previas definidas por la persona que quiere hacer la detección.

- **Métodos basados en característica invariantes:** Son técnicas que representan los rostros independientemente de su orientación, generalmente estos métodos utilizan información del color y la textura de la imagen (Díaz, Consultado en el 2016).
- **Métodos basados en rasgos faciales:** Buscan encontrar aquellas características presentes en cualquier rostro: ojos, cejas, labios boca, mentón, line de contornos, etc. Se pueden definir 3 ramas dentro del conjunto de métodos basado en rasgos faciales:
 - **Análisis de bajo nivel:** Son técnicas que trabajan principalmente con los pixeles, esencialmente son dos:
 - **Basado en bordes:** Buscan bordes, los afinan, etiquetan y finalmente rastrean estructuras similares a la cara.
 - **Basados en regiones:** Aprovechan el hecho que hay zonas más oscuras que el resto de la cara (cejas, pupilas, etc.). Localizan la cara comparando la distribución de las regiones presentes con la distribución de regiones tipo de una cara.
 - **Análisis de rasgos faciales:** Dado que el análisis a bajo nivel puede brindar información parcialmente correcta o incompleta, esta familia de métodos busca encontrar implícitamente los rasgos faciales. Se basan fuertemente en las relaciones geométricas que cumplen los diferentes rasgos presentes en una cara.
 - **Análisis mediante modelos de contornos activos:** Los métodos basados en modelos de contornos activos buscan adaptar un modelo genérico de un rasgo a la imagen o porción de la imagen en cuestión. Existen 3 grandes técnicas:
 - **Snake o contornos activos**
 - **Patrones deformables**
 - **Modelo de puntos distribuidos (PDM)**
- **Métodos basados en la imagen:** Aplican herramientas generales de reconocimiento de patrones para sintetizar un modelo a partir de un conjunto de imágenes de entrenamiento. Trabajan con la imagen completa o una región de esta sin buscar rasgos faciales de forma

localizada. Existen una gran cantidad de técnicas distintas entre ellas se destacan las siguiente:

- **Métodos de sub-espacios lineales:** Se basan en representar las imágenes de caras en espacios lineales para esto buscan encontrar espacio lineal al que pertenecen mediante un análisis estadístico. Existen diferentes aproximaciones entre ellas:
 - **PCA (Análisis de Componentes Principales)**
 - **ICA (Análisis de Componentes Independientes)**
 - **LDA (Análisis de Discriminate Lineal)**
- **Redes neuronales:** Se basan en conexiones entre pequeñas y sencillas estructuras (neuronas). Las redes neuronales necesitan de una etapa inicial de aprendizaje con conjuntos representativos de entrenamiento, para que luego el funcionamiento sea el deseado.
- **Análisis probabilístico:** Busca estimar distribuciones de probabilidad mediante histogramas y luego comparar los mismos frente a histogramas medios aprendidos estadísticamente de imágenes con caras. (Otegui, Longres, Bentancor, & Bentancor, 2006).

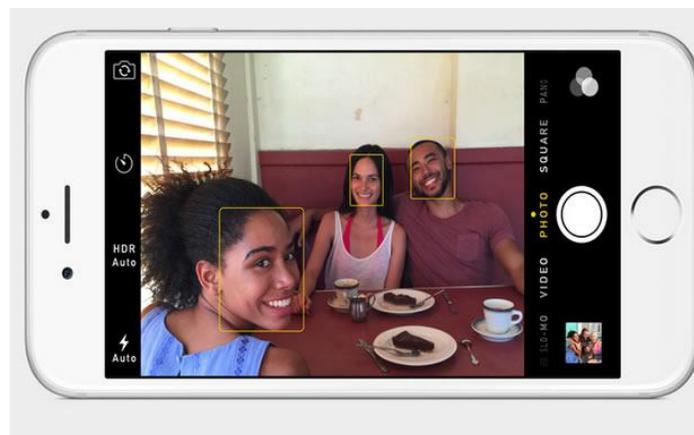


Figura 3. Ejemplo de aplicativo de celular aplicando detección de rostros

Fuente: <http://rockactivist.com/blog/apple-presenta-iphone-6-y-iphone-6-plus-entre-otras-novedades/>

2.2.5 Reconocimiento de caras

Después de detectar los rostros el siguiente paso es identificarlo. El reconocimiento de cara por parte de una computadora es el proceso por el cual la computadora identifica o valida la identidad del individuo presente en una imagen o video. Una gran variedad de métodos de reconocimiento de caras ha sido propuesta durante los últimos treinta años, los más relevantes son:

- **Métodos holísticos:** Utilizan toda la imagen de la cara como entrada al sistema de reconocimiento y la implementándola como la unidad básica de procesamiento.
- **Métodos basados en característica locales:** Se extraen características locales, como ser ojos, nariz, boca, etc. Sus posiciones y estadísticas locales constituyen la entrada al sistema de reconocimiento.

Además, existen métodos híbridos que combinan técnicas holísticas y locales (Otegui, Longres, Bentancor, & Bentancor, 2006).

Algunos de los problemas más comunes en la detección de rostros que se dan en el proceso de detección de rostros son:

- **Posición:** Las imágenes varían de posición y orientación, bien sea por la ubicación de la herramienta de captura o la posición del individuo en el momento de capturar la imagen.
- **Expresión facial:** La forma de la cara también varía de acuerdo a la expresión facial que tenga el individuo (risa, enojo, tristeza, etc.).
- **Presencia de objetos:** Presencia de lentes, gorras, máscaras, etc.
- **Iluminación**
- **Condiciones generales de la imagen:** Ruido, fondo complejo, enfoque, etc.
- **Cantidad desconocida de caras en la imagen**
- **Cambios físicos:** Barba, cicatrices, etc.



Figura 4. Ejemplo de posibles problemas al aplicar la detección de rostros

Fuente: Proyecto Aragua. Reconocimiento de Caras.2006

2.2.6 Red de computadoras

El concepto de red de computadora es muy importante, ya que gracias a las redes es posible la comunicación del sistema tanto externa como internamente. Una red de computadora es un sistema de comunicación que se da entre distintos equipos para poder realizar una comunicación eficiente, rápida y precisa, para la transmisión de datos de un dispositivo a otro, realizando entonces un intercambio de información y compartiendo recursos disponibles en los dispositivos. Esta conexión puede ser realizada en forma directa, utilizando cables, o bien mediante ondas electromagnéticas, presentes en las tecnologías inalámbricas. (Definición de Red, 2019).

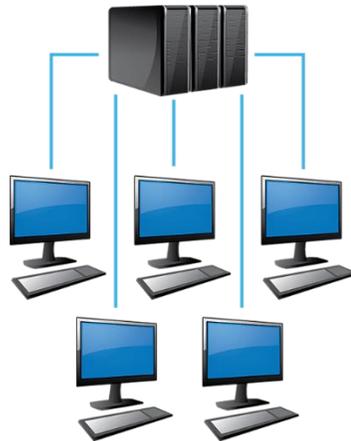


Figura 5. Ejemplo de red de computadoras

Fuente: <https://pixabay.com/es/illustrations/red-de-computadoras-red-equipo-1419136/>

2.2.7 Cámara de video

El concepto de cámara también es de vital importancia, ya que estos dispositivos permitirán la captura de información biométrica de los diferentes individuos que analice. Según el diccionario de la Real Academia Española una cámara de video es un aparato que registra imágenes y sonido en soporte electrónico, y los reproduce (Diccionario de la lengua española, 2019).

Por otro lado, se presenta un término un poco más completo en cuanto a su funcionamiento y es que una cámara de video es una cámara que captura imágenes en movimiento de forma electrónica. Las cámaras de video son usadas de dos modos, la primera donde sus características son de la televisión, es lo que llamamos disfunción en vivo, donde la cámara alimenta con imágenes en tiempo real, a una pantalla para su observación inmediata. Este uso se puede aplicar también a otros terrenos como la seguridad, tácticas similares y operaciones industriales donde un visionado remoto es requerido. El segundo modo es tener las imágenes grabadas en un dispositivo de almacenamiento para archivar o procesarla más tarde (Electronica-Basica, 2014).

2.2.8 Servidor

El concepto de servidor web también es de vital importancia en la implementación de este trabajo, puesto que este será el encargado de mantener una base de datos de características biométricas de personas desaparecidas y posteriormente se encargará de comparar la información captada en las cámaras con la información contenida en dicha base de datos. Un servidor es un ordenador o maquina informática que esta al “servicio” de otras máquinas, computadores, o personas llamadas clientes y que les suministran a estos, todo tipo de información. (García, 2009).

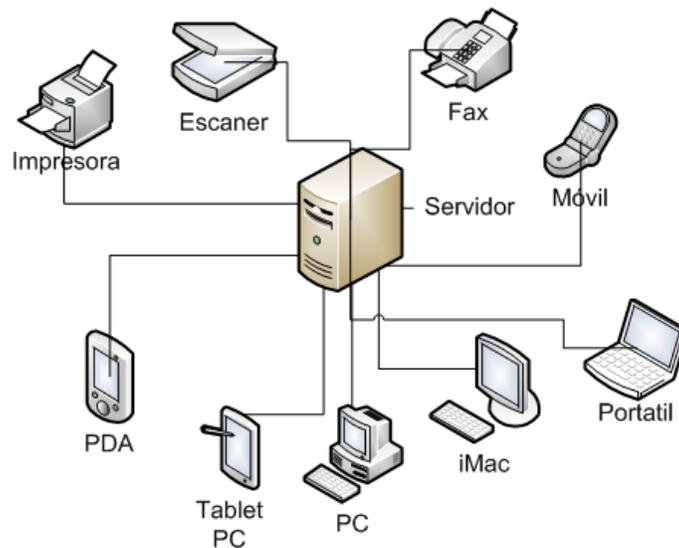


Figura 6. Ejemplo de un servidor y dispositivos

Fuente: http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=542:que-es-un-servidor-y-cuales-son-los-principales-tipos-de-servidores-proxydns-webftppop3-y-smtp-dhcp&catid=57:herramientas-informaticas&Itemid=179

2.2.9 Servicio Web

Servicio web se define como un sistema de software diseñado para dar soporte a la interacción de máquina a máquina interoperable a través de una red (W3C, 2019). En otras palabras, es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.



Figura 7. Representación de servicio web

Fuente: <https://www.graficalab.cl/tag/servicio-web/>

2.2.10 Servicios Web de Amazon (AWS) y Cloud Computing

Amazon Web Services, también conocida como AWS, es un conjunto de herramientas y servicios de cloud computing de Amazon. Y “La informática en la nube es la entrega bajo demanda de capacidad informática, almacenamiento de bases de datos, aplicaciones y otros recursos de TI a través de una plataforma de servicios en la nube mediante Internet con un sistema de precios basado en el consumo. (Amazon, 2019).



Figura 8. Logo Amazon Web Service.

Fuente: <https://es.wikipedia.org>

2.2.11 Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

EC2 es un servicio que ofrece la plataforma AWS el cual proporciona capacidad de computación escalable en la nube, eliminando la necesidad de invertir en recursos hardware. “Se puede usar Amazon EC2 para lanzar tantos servidores virtuales como necesite, configurar la seguridad y las redes y administrar el almacenamiento” (Amazon, 2019).

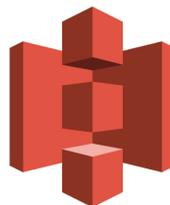


Figura 9. Logo Amazon EC2

Fuente: <https://xebialabs.com/technology/aws-ec2/>

2.2.12 Amazon Simple Storage Service (S3)

S3 es un servicio de almacenamiento de objetos que ofrece la plataforma AWS, el cual es creado para almacenar y recuperar cualquier volumen de datos desde cualquier ubicación de internet. “Es un servicio de almacenamiento simple que ofrece una infraestructura para almacenar datos con un nivel extremadamente alto de durabilidad, disponibilidad y escalabilidad a un costo muy bajo” (Amazon, 2019).



Amazon S3

Figura 10. Logo servicio Amazon S3

Fuente: <http://www.cybercloud.guru/quiz/aws-s3-quiz>

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema basado en biometría facial para la búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los requisitos necesarios para la implementación de un sistema de biometría facial.
- Definir la arquitectura del sistema propuesto.
- Construir un sistema basado en biometría facial que siga las guías de la arquitectura propuesta.
- Realizar pruebas de funcionalidad para la validación del sistema construido.

4 METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Se realizó una investigación catalogada como “Investigación aplicada” debido a que busca la aplicación o utilización de conocimientos adquiridos buscando afrontar la teoría con la realidad. Este tipo de investigación va dirigida a una aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías (Rivero, 2008).

En el presente proyecto se utilizó el conocimiento adquirido en la consulta de material bibliográfico y revisión del estado del arte relacionado con la biometría facial, también utilizando las técnicas de recolección de información como la entrevista.

Adicionalmente se utilizaron las fundamentaciones teóricas de investigación de operaciones, ingeniería de software, estructura de datos, gestión de proyectos, gestión de la calidad, mantenimiento y pruebas de software y bases de datos para la implementación del sistema prototipo propuesto para la búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia como solución a dicha problemática.

4.2 Lugar y tiempo del proyecto

El desarrollo del presente proyecto se llevó a cabo en la Universidad de Cartagena, grupo e-soluciones en el programa de Ingeniería de Sistemas. Cartagena de Indias, Colombia. Comprendiendo el espacio de tiempo del año 2017 a inicios del 2019.

4.3 Proceso de desarrollo

Para llevar a cabo un correcto desarrollo e implementación del proyecto acorde con los objetivos propuestos, se utilizó una metodología de desarrollo RUP (Rational Unified Process), con un enfoque al cumplimiento de requerimientos del sistema. Las fases que abarcó el proceso fueron las siguientes:

4.3.1 Inicio

En la fase inicial se realizó una descripción de la problemática identificando los diferentes actores que intervienen, y las dificultades presentes en el país. Se procedió a realizar una consulta del estado del arte concerniente a la búsqueda de persona desaparecidas en Colombia, adicionalmente, se realizó una entrevista (Ver Anexo 1) para comprobar la veracidad del estado del arte consultado y lograr comprender y documentar el proceso de búsqueda incluyendo sus procedimientos, metodologías y datos para que este se pueda llevar a cabo.

Produciéndose, la sección “Modelo del negocio” y “Requerimientos” que se pueden evidenciar en el documento Manual del sistema, en los cuales se describe el modelo del negocio y los requerimientos funcionales y no funcionales que presenta el proyecto. En el caso del presente proyecto los requerimientos son especificados siguiendo el estándar **IEEE 830-1998**.

Al finalizar esta fase se logró dar cumplimiento al siguiente objetivo:

- Identificar los requisitos necesarios para la implementación de un sistema de biometría facial.

4.3.2 Elaboración

Al llegar a esta fase, ya se había logrado definir la situación problema y los requerimientos del sistema, por tal motivo se procedió a definir el modelo del dominio, elegir la arquitectura que tendría el sistema y a realizar el diseño de los planos acorde a ella. Dando como resultado la sección llamada “Modelo del diseño” presente en el manual del sistema.

Al finalizar esta fase se logró dar cumplimiento al siguiente objetivo:

- Definir la arquitectura del sistema propuesto.

4.3.3 Construcción

Esta fase se caracterizó por ser el inicio de la ejecución del proyecto, todos los componentes diseñados en la arquitectura, fueron desarrollados e incomparados. Poniendo en marca la ejecución de dos servidores en la plataforma EC2, cada uno ejecutando un servicio web, el primero encargado de la gestión de la información y el segundo encargado de los análisis biométricos.

Adicionalmente se crearon dos tipos de clientes para cada uno de los servicios web, el primero encargado de la visualización y gestión de la información, y el segundo encargado de capturar imágenes con información biométrica de personas para enviarlos al servicio web de análisis y obtener una respuesta.

Posteriormente, se elaboró un manual de usuario, para que cualquier interesado pueda tener conocimiento del cómo utilizar el sistema.

Al finalizar esta fase se logró dar cumplimiento al siguiente objetivo:

- Construir un sistema basado en biometría facial que siga las guías de la arquitectura propuesta.

4.3.3.1 Transición

Finalmente, se procedió a realizar consultas acerca de metodologías de casos de pruebas funcionales para software. Con los resultados de la consulta, se produjo un diseño e implementación de casos de usos, que probaron el comportamiento del software en distintas condiciones que se pudieran presentar al proyecto, principalmente en pruebas de campo para calcular la efectividad del sistema en cuanto al reconocimiento de personas. Posteriormente, se analizaron los resultados obtenidos de las pruebas para realizar correcciones y ajustes al sistema.

Esta fase dio como resultado un informe del diseño y aplicación de casos de usos de pruebas ejecutadas.

Al finalizar esta fase se logró dar cumplimiento al siguiente objetivo:

- Realizar pruebas de funcionalidad para la validación del sistema construido.

Siendo este el último objetivo específico, lo cual garantiza el cumplimiento del objetivo general, el cual es:

- **Desarrollar un sistema basado en biometría facial para la búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia.**

5 RESULTADOS

En la presente sección del documento, se expone la manera en el que fueron realizados y organizados cada uno de los objetivos específicos propuestos, para dar con el cumplimiento del objetivo general. Presentando las diferentes técnicas que se utilizaron para llevar a cabo la correcta ejecución de cada uno de ellos.

5.1 Modelo del negocio

El siguiente modelo de negocio, como lo indica (OSTERWALDER, 2004) “Un modelo de negocio es una herramienta conceptual que, mediante un conjunto de elementos y sus relaciones, permite expresar la lógica mediante la cual una compañía intenta ganar dinero generando y ofreciendo valor a uno o varios segmentos de clientes”, es decir, que básicamente es una descripción de como una organización o empresa se compone para ofrecer sus productos o servicios a los clientes.

En este proyecto, el modelo del negocio del sistema se construyó a partir de la consulta del estado del arte concerniente al proceso de búsqueda e identificación de personas desaparecidas en Colombia y adicionalmente de la información recolectada a través de la entrevista a un odontólogo del CTI (Ver Anexo 1). El resultado se representó a través de notación UML, para esto se utilizaron diagrama de modelo de dominio, diagrama de casos de uso y diagrama de actividades. Los cuales se presentarán y explicarán a continuación.

5.1.1 Modelo de dominio

El siguiente modelo de dominio presenta los actores que participan en el modelo de negocio del sistema y las relaciones que existen entre ellos (Ver Figura 11). En el modelo del negocio del sistema existen tres actores principales:

- **Entidades:** Son las entidades e instituciones que conforman la Comisión Nacional de Búsqueda de Desaparecidos, las entidades que cumplen funciones de Policía Judicial y las entidades autorizadas a registrar personas reportadas como desaparecidas. Estas se encargan de ejercer el proceso de búsqueda de personas y de gestionar la información concerniente a los desaparecidos para que dicho proceso sea óptimo.

- **Comunidad:** Es la unión de diferentes actores que interaccionan con el sistema de una manera similar, pero de acuerdo a su naturaleza el beneficio es diferente. Entre los cuales se encuentran:
 - **Familiares de la persona desaparecida:** Son aquellos individuos que tienen grado de consanguinidad con la persona que se encuentra desaparecida. Su principal interés es determinar la ubicación de la persona desaparecida mediante un proceso de búsqueda, también consulta los registros de personas desaparecidas para saber el estado del proceso de búsqueda de la persona en cuestión realizado por las entidades y organizaciones del RND.
 - **Allegados de la persona desaparecida:** Son aquellos individuos que tienen vínculos sentimentales con la persona que se encuentra desaparecida. Su principal interés es determinar la ubicación de la misma. Adicionalmente, consulta los registros para saber el estado del proceso de búsqueda de la persona en cuestión realizado por las entidades y organizaciones del RND.
 - **Ciudadanos:** Son todos aquellos individuos considerados miembros activos de un estado. Su principal interés es colaborar en el proceso de búsqueda, para que dicho proceso sea más rápido, brindando a las entidades información relevante sobre la ubicación de la persona desaparecida.
 - **Comunidad educativa:** Son un conjunto de persona que influyen y son afectadas por un entorno educativo. Su principal interés es tomar como soporte los resultados estadísticos generados a partir de los diferentes procesos de búsqueda realizados en Colombia y así poder crear soluciones futuras a este tipo de problemáticas.
- **Persona desaparecida:** Es el individuo objetivo que el sistema debe buscar e identificar. Su principal interés es ser encontrado, en el caso de que su desaparición sea de tipo forzada o involuntaria.

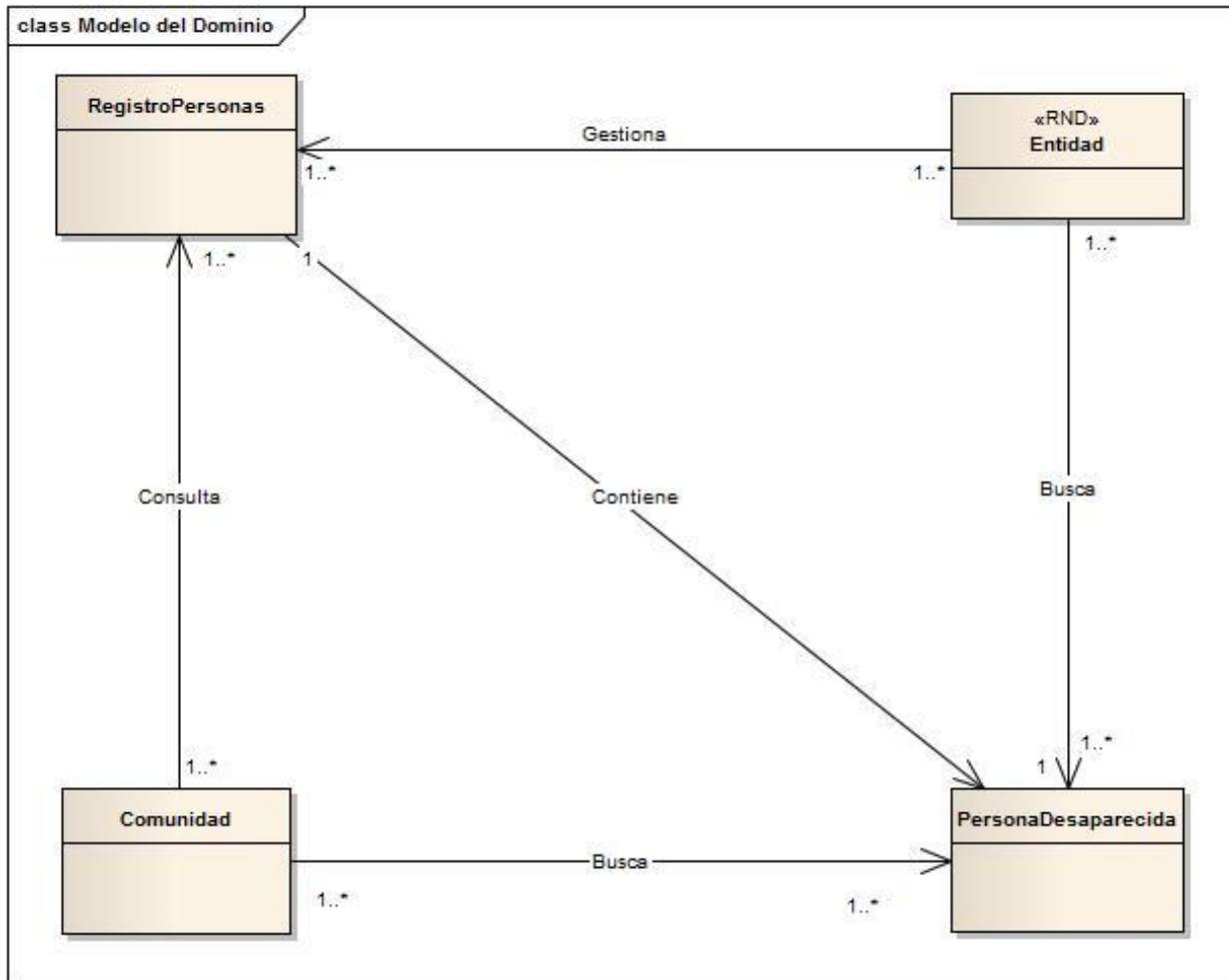


Figura 11. Modelo Dominio

5.1.2 Diagrama de casos de uso del mundo real

En el lenguaje de Modelado Unificado (UML), el diagrama de casos de uso de usos se usa en el modelado del sistema desde el punto de vista del usuario para representar las acciones que realiza cada tipo de usuario (Larman, 1999). En el siguiente diagrama de casos de uso, se representan los principales procesos llevados a cabo por cada actor en el sistema, con el fin de comprender mejor el modelo de negocio de mismo (Ver Figura 12).

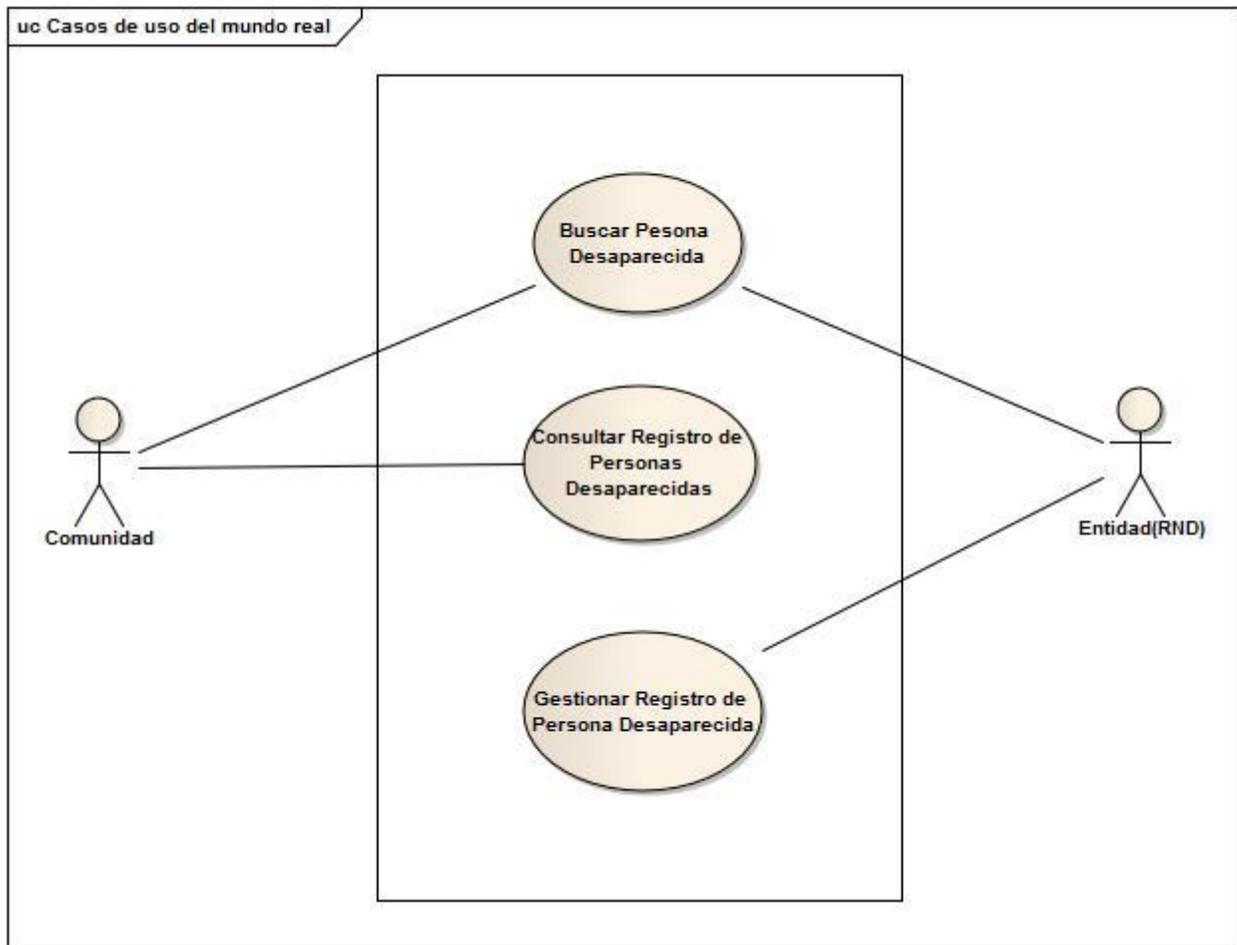


Figura 12. Casos de uso del mundo real

5.1.3 Diagrama de actividades del proceso genérico

Los diagramas de actividades según el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) son utilizados para representar de forma gráfica cada paso en el flujo de los procesos que intervienen en el negocio. Por consiguiente, a continuación, se presentará cada paso de los flujo o acciones que ocurren en el proceso general de búsqueda de una persona desaparecida en Colombia (Ver Figura 13). A partir de la consulta del estado del arte de los procesos de búsqueda de personas desaparecidas en Colombia y la entrevista hecha al odontólogo forense del CTI (Ver Anexo 1), en el proceso de búsqueda, se siguen una serie de pasos dependiendo de la desaparición.

El proceso de busca se activa cuando un familiar o allegados (Comunidad) reporta ante las entidades que pertenecen al Registro Nacional de Desaparecidos (RND) que ha detectado la ausencia de la persona en cuestión y determina a la persona en condición de paradero desconocido.

Automáticamente se hace el reporte, la entidad que atiende el proceso hace el registro de la persona desaparecida en la plataforma SIRDEC, para posteriormente hacer un análisis y verificación de la información suministrada y lograr hacer la solicitud de activación de los Mecanismos de Búsqueda Urgente (MBU).

Si al realizar los procesos de búsquedas la persona es localizada, se procede a actualizar el registro de la misma y generar el registro de aparición en la plataforma. Por otro lado, si no es localizada se procede a continuar con los procesos de búsqueda, sin embargo, si no es encontrada, pero se consiguió algún tipo de información relevante referente al caso, se hace la actualización de los registros en la plataforma y se continua el proceso.

Por su parte, los familiares o allegados (Comunidad) pueden realizar su propio proceso de búsqueda. Si la persona es encontrada por medio de estos procesos de búsqueda, se deberá reportar el caso ante las entidades correspondiente para que estas actualicen los registros y generen el registro de la aparición en la plataforma. Si en estos procesos de búsqueda la persona no es encontrada y alguna persona desea realizar una consulta de los registros con fin de saber el estado actual del proceso de la persona en cuestión, el RND le brinda una plataforma para que pueda generar la consulta y posterior a la misma seguir buscando a la persona si así lo desea.

5.1.4 Requisitos del sistema

5.1.4.1 Visión general

Este documento es una Especificación de Requisitos Software (ERS) del Sistema de biometría facial para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas en Colombia. Esta especificación se ha estructurado siguiendo las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software ANSI/IEEE 830, 1998.

5.1.4.1.1 Propósito

El presente documento tiene como propósito definir las especificaciones funcionales y no funcionales para el desarrollo de un sistema de biometría facial que permitirá buscar e identificar personas desaparecidas en Colombia. Éste es de gran utilidad los entes que tienen las responsabilidades en las búsquedas de personas desaparecidas en Colombia.

5.1.4.1.2 Ámbito del sistema

La desaparición es una problemática vigente en Colombia, los registros evidencian que los números de casos presentes ascienden a los miles (Ver Planteamiento del Problema). Para hacer frente a esta situación, el estado colombiano creó el sistema de información nacional e interinstitucional RND - Registro Nacional de Desaparecidos, el cual tiene en funcionamiento 3 aplicativos (SINEI, SICOMAIN y SIRDEC) que permiten consultar información concerniente a las personas desaparecidas a la vez permiten la gestión de dicha información, por parte de las autoridades competentes (REGISTRO NACIONAL DE DESAPARECIDOS, 2014, pág. 9).

A pesar de que dichos aplicativos optimizan los actuales procesos de búsqueda presentes en Colombia, esto aún no es suficiente debido a que no tienen la capacidad de realizar un proceso automatizado de búsqueda e identificación, lo que deja a las entidades competentes que intervienen en dichos procesos con las herramientas tradicionales que dependen en su mayor parte de las habilidades y competencias humanas.

Por tal motivo, se propone la creación de un sistema que tiene como objetivo principal automatizar tareas que logren optimizar y mecanizar la realización del trabajo en pro de la búsqueda, identificación y localización de personas desaparecidas en Colombia.

5.1.4.2 Descripción general

El Sistema de Biometría Facial para búsqueda de personas desaparecidas en Colombia, es un sistema que logra optimizar y automatizar tareas que permiten realizar un proceso de búsqueda de personas desaparecidas.

5.1.4.2.1 Perspectiva del producto

El sistema de biometría facial para búsqueda de personas desaparecidas en Colombia es un producto diseñado para trabajar en entornos de escritorios, con la posibilidad de incluir tecnologías móviles, lo que permite su utilización de forma rápida y eficaz, además permite una mayor cobertura del sistema en el país.

El sistema interactúa con cuatro productos hardware y software que no fueron desarrollados, fueron adquiridos para garantizar un correcto funcionamiento.

- Dos servidores web que permite al sistema funcionar por medio de servicios web.
- Dos bases de datos relacionales para el almacenamiento de los registros de desaparecidos y toda la información relacionada a las cuentas. Cada una de estas bases de datos se encuentra almacenada en un servidor web respectivamente.

Para garantizar la estabilidad e integridad del sistema, se hace necesario la inclusión de un nuevo actor que administre el sistema, y vele por el buen funcionamiento del mismo, además de gestionar todo lo concerniente a las entidades que intervienen y formularios de registro de desaparecidos.

5.1.4.2.2 Funciones del producto

El sistema de biometría facial tiene como objetivo brindar un proceso automatizado de búsqueda de personas. Por lo tanto, para lograr cumplir dicho objetivo el sistema automatiza las siguientes tareas:

- Búsqueda de personas desaparecidas
- Identificación de personas desaparecidas
- Generación de alertas de personas identificadas
- Gestión de registros de personas desaparecidas
- Gestión de entidades u organizaciones del RND
- Generación de reportes de personas desaparecidas.

A continuación, se presentará y se describirán dichas funciones con un nivel de detalle mayor, adicionando la interacción del sistema.

a. Búsqueda de personas desaparecidas

El proceso de búsqueda de personas desaparecidas que realiza el sistema, está basado en el análisis de espacios estratégicos donde existe tráfico abundante de personas. Dichas personas son las que proveen al sistema información con la cual podrá realizar todos sus procesos. Esta información es única de cada persona, lo que garantiza que el sistema puede diferenciar a una persona de la otra.

b. Identificación de personas desaparecidas

La identificación de personas desaparecidas, es el proceso mediante el cual, el sistema procesa la información obtenida de cada una de las personas anteriormente analizadas, y las compara con los registros vigentes de personas desaparecidas alojados en el sistema. Para posteriormente determinar si hay afinidad en los datos comparados y lograr definir si ha sido identificada y por consecuencia, encontrada la persona desaparecida.

c. Generación de alertas de personas identificadas

La generación de alertas de persona encontrada, es el proceso mediante el cual el sistema informa a los administradores y organizaciones, que una persona desaparecida ha sido identificada. Dicha alerta brinda la información más relevante contenida en los registros concerniente a la persona desaparecida en cuestión.

d. Gestión de registros de personas desaparecidas

Dependiendo de los privilegios de usuario, este puede agregar, eliminar, modificar o consultar los registros de personas desaparecidas. El grado de privilegio varía dependiendo el cargo del usuario en el sistema de la siguiente forma:

- Entidad: Tiene acceso a todas las opciones de crear, consultar, eliminar y editar todos los registros de personas desaparecidas
- Comunidad: Solo tiene acceso a la consulta de registros de personas desaparecidas con fin de saber el estado del proceso.

e. Gestión de entidades u organizaciones del RND

Dependiendo de los privilegios de usuario, este puede agregar, eliminar, modificar o consultar las entidades que utilizan el sistema. El grado de privilegio varía dependiendo el cargo del usuario en el sistema de la siguiente forma:

- Administrador: Tiene acceso a todas las opciones de crear, consultar, eliminar y editar los a una entidad en el sistema.
- Entidad: Solo tiene acceso a la consulta y edición de entidades en el sistema.

5.1.4.2.3 Características de los usuarios

Las entidades, la Comunidad y los Administradores, por formación y desarrollo, o por su condición pueden tener una habitualidad muy distinta para con los sistemas software. Por ello, el *Sistema de biometría facial para búsqueda, identificación y localización de personas desaparecidas en Colombia* ofrece una interfaz de usuario intuitiva, fácil de aprender y sencilla de manejar. El sistema proporciona ayuda para todas las diferentes funciones del sistema.

5.1.4.2.4 Restricciones

El *Sistema de biometría facial para búsqueda, localización e identificación de personas desaparecidas en Colombia* se desarrolló con herramientas Open Source, gratuitas, que permitieran el manejo de una base de datos de imágenes y de desaparecidos propia, y que posibiliten un fácil

acoplamiento con bases de datos existentes, como puede ser las bases de datos del RND. Todo esto facilitó el bajo coste de la implementación y permitió que el desarrollo de un sistema que facilita la integración con otras plataformas.

5.1.4.2.5 Suposiciones y dependencias

El sistema de reconocimiento esta implementado con el uso de librerías OpenCv, las cuales, para realizar un proceso de identificación óptimo, requiere de exactamente diez imágenes. Los datos mínimos que se deben suministrar para el registro de una persona desaparecida al sistema son:

- Primer Nombre
- Primer Apellido
- Segundo Apellido
- Tipo de documento
- Numero de documento
- 10 imágenes diferentes del rostro de la persona objetivo

5.1.4.2.6 Requisitos futuros

Debido a que aún falta que las tecnologías se desarrollen más para cumplir con tareas de un alto nivel de complejidad con referente a la identificación de personas desaparecidas, se hace necesario proponer requisitos, que se deberían tomar en cuenta para su implementación en un futuro. Los requisitos concretamente son los siguiente:

- **RFS (01):** El sistema podrá identificar a una persona tomando como base las características extraídas de un retrato hablado.
- **RFS (02):** El sistema podrá identificar a una persona, interpretando características escritas en lenguaje natural.
- **RFS (03):** El sistema podrá interpretar gestos de solicitud de ayuda de una persona que se encuentre en condición de desaparición forzada.
- **RFS (04):** El sistema podrá conectarse a la base de datos del Registro Nacional de Desaparecidos para obtener la información concerniente las personas desaparecidas

- **RFS (05):** El sistema contara con una aplicación móvil ejecutable en plataformas (Android, iOS, Windows, etc.).
- **RFS (06):** El sistema permitirá la gestión del sistema por medio de plataformas móviles.
- **RFS (07):** El sistema contará con una aplicación móvil, que permitirá el reconocimiento de rostros.

5.1.4.3 Requisitos específicos

En este punto se presenta de forma precisa y concisa los requisitos funcionales que soluciona el sistema. De esta manera se logró verificar si el sistema cumple con los requerimientos presentados.

5.1.4.3.1 Requisitos funcionales.

- **RF (01)** Los administradores pueden listar personas desaparecidas.
- **RF (02)** Los administradores pueden buscar personas desaparecidas.
- **RF (03)** Los administradores pueden registrar personas desaparecidas.
- **RF (04)** Los administradores pueden eliminar personas desaparecidas.
- **RF (05)** Los administradores pueden modificar personas desaparecidas.
- **RF (06)** Las entidades pueden listar personas desaparecidas.
- **RF (07)** Las entidades pueden buscar personas desaparecidas.
- **RF (08)** Las entidades pueden registrar personas desaparecidas.
- **RF (09)** Las entidades pueden eliminar personas desaparecidas.
- **RF (10)** Las entidades pueden modificar personas desaparecidas.
- **RF (11)** Los administradores pueden registrar personas desaparecidas en el servidor biométrico.
- **RF (12)** Los administradores pueden pre entrenar personas desaparecidas en el servidor biométrico.
- **RF (13)** Los administradores pueden entrenar personas desaparecidas en el servidor biométrico.
- **RF (14)** Las entidades pueden registrar personas desaparecidas en el servidor biométrico.
- **RF (15)** Las entidades pueden pre entrenar personas desaparecidas en el servidor biométrico.

- **RF (16)** Las entidades pueden entrenar personas desaparecidas en el servidor biométrico.
- **RF (17)** Los administradores pueden listar entidades
- **RF (18)** Los administradores pueden registrar a una entidad.
- **RF (19)** Los administradores pueden eliminar una entidad.
- **RF (20)** Los administradores pueden modificar una entidad.
- **RF (21)** Los administradores pueden listar reportes de personas desaparecidas encontradas.
- **RF (22)** Los administradores pueden buscar reportes de personas desaparecidas encontradas.
- **RF (23)** Las entidades pueden listar reportes de personas desaparecidas encontradas.
- **RF (24)** Las entidades pueden buscar reportes de personas desaparecidas encontradas.
- **RF (25)** Los administradores pueden listar usuarios de entidades.
- **RF (26)** Los administradores pueden buscar usuarios de entidades.
- **RF (27)** Los administradores pueden registrar usuarios de entidades.
- **RF (28)** Los administradores pueden eliminar usuarios de entidades.
- **RF (29)** Los administradores pueden modificar usuarios de entidades.
- **RF (30)** Las entidades pueden modificar usuarios de entidades.
- **RF (31)** Los administradores pueden listar datos para el manejo de formularios.
- **RF (32)** Los administradores pueden buscar datos para el manejo de formularios.
- **RF (32)** Los administradores pueden registrar datos para el manejo de formularios.
- **RF (34)** Los administradores pueden eliminar datos para el manejo de formularios.
- **RF (35)** Los administradores pueden configurar el cliente de reconocimiento facial.
- **RF (36)** Las entidades pueden configurar el cliente de reconocimiento facial
- **RF (37)** Los administradores pueden iniciar el proceso de búsqueda.
- **RF (38)** Las entidades pueden iniciar el proceso de búsqueda.
- **RF (39)** Los administradores pueden pausar el proceso de búsqueda.
- **RF (40)** Las entidades pueden pausar el proceso de búsqueda.
- **RF (41)** El sistema puede detectar el rostro de cualquier persona.

- **RF (42)** El sistema puede identificar el rostro de cualquier persona que se encuentre en el registro de desaparecidos.
- **RF (43)** El sistema genera alertas con información más importante cada vez que identifica a una persona desaparecida.
- **RF (44)** El sistema guarda un reporte de todas las alertas generadas.
- **RF (45)** Los administradores pueden gestionar reportes basados en los registros de alertas.
- **RF (46)** Las entidades pueden gestionar reportes basados en los registros de alertas.
- **RF (47)** La comunidad puede buscar personas desaparecidas.
- **RF (48)** La comunidad puede consultar reportes personas desaparecidas encontradas.

5.1.4.3.2 Requisitos no funcionales

- **RNF (01)** El sistema presenta una interfaz de usuario sencilla para que sea de fácil manejo a los usuarios del sistema.
- **RNF (02)** El sistema presenta una interfaz de ayuda para que a los usuarios del sistema se les faciliten el trabajo en cuanto al manejo del sistema.
- **RNF (03)** El sistema tiene un manual del sistema y manual de usuario para facilitar los mantenimientos que serán realizados por el administrador.
- **RNF (04)** El sistema garantiza a los usuarios un desempeño óptimo en cuanto a los datos almacenados, ofreciéndole una confiabilidad al mismo.
- **RNF (05)** El sistema garantiza al usuario, el acceso de información de acuerdo al nivel que posee.
- **RNF (06)** El sistema está en funcionamiento las 24 horas los 7 días de la semana.
- **RNF (07)** El sistema garantiza a los usuarios seguridad en la información que se procesa en el mismo.
- **RNF (08)** Los permisos de acceso al sistema solo pueden ser modificados por el administrador del mismo.
- **RNF (08)** El sistema proporciona mensajes de error informativos y orientados al usuario final.

- **RNF (09)** El sistema tiene una disponibilidad del 99.99% de las veces en que un usuario intenta acceder.
- **RNF (10)** El sistema es capaz de procesar tantas transacciones como la capacidad de flujo de datos del servidor lo permita.

5.2 Modelo del diseño

A continuación, se presentará el modelo de vistas de arquitectura “4+1” de Philippe Kruchten (Kruchten, 1995) para la descripción del modelo de diseño del software del sistema.

5.2.1 Vista de escenarios

En esta vista se realiza una descripción de la arquitectura del sistema utilizando el modelo de casos de uso, el cual sirve para identificar y validar el diseño.

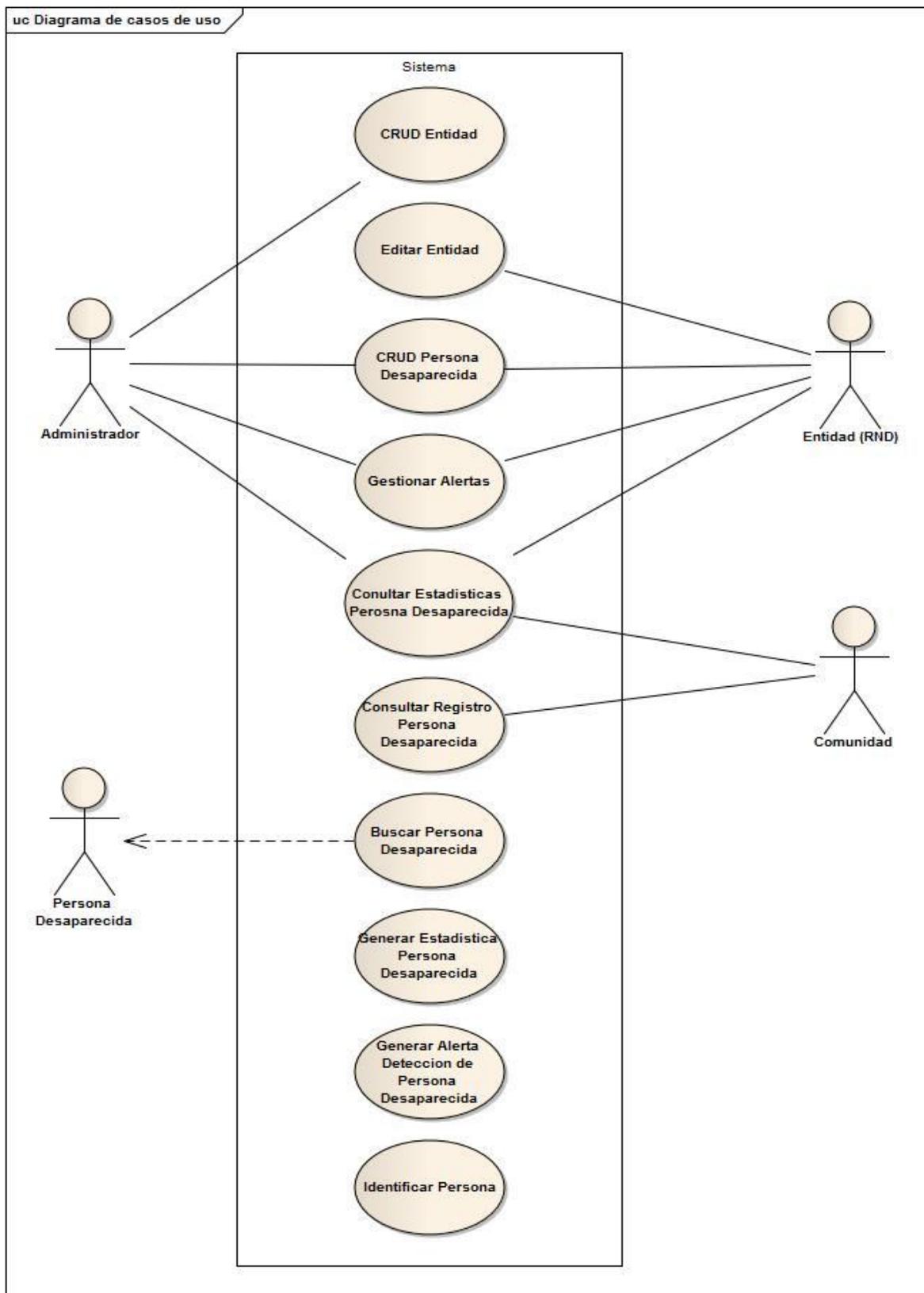


Figura 14. Diagrama de casos de uso de diseño

En el anterior diagrama de caso de uso de diseño (Ver Figura 14) se exponen todas las funcionalidades del sistema, las cuales se encuentran a disposición de los usuarios dependiendo cargo o función que ocupen dentro del proceso.

La persona desaparecida no interactúa directamente con el sistema, más sin embargo si le brinda información al mismo, dándole sus características biométricas pertenecientes a su rostro.

5.2.2 Vista lógica

En esta vista se logra mostrar gráficamente la estructura del sistema, apoyándose en el diagrama de clases y diagrama de componentes.

5.2.2.1 Diagrama de clases

El siguiente diagrama ofrece una vista de las clases del sistema y sus relaciones (Ver Figura 15). Estas clases se encuentran en la parte lógica de software y reflejan las relaciones que se encuentran en el modelo de dominio.

Un usuario puede ser un administrador, una entidad, alguna integrante de la comunidad (familiares, allegados o cualquier persona con interés). Por otro lado, un registro de persona desaparecida está compuesta de secciones, que optimizan el proceso de ingreso de datos al sistema, las más importantes son Datos Personales del desaparecido, Documento de Identidad y Fotografías. Adicionalmente, Búsqueda usa uno o muchos Registros de Desaparecidos, generando un Análisis Biométrico.

El Análisis Biométrico usa un Reconocedor en el instante de tiempo que este se genera, el cual a su vez para poder lograr su objetivo pasa por procesos de Preentrenamiento y Entrenamiento.

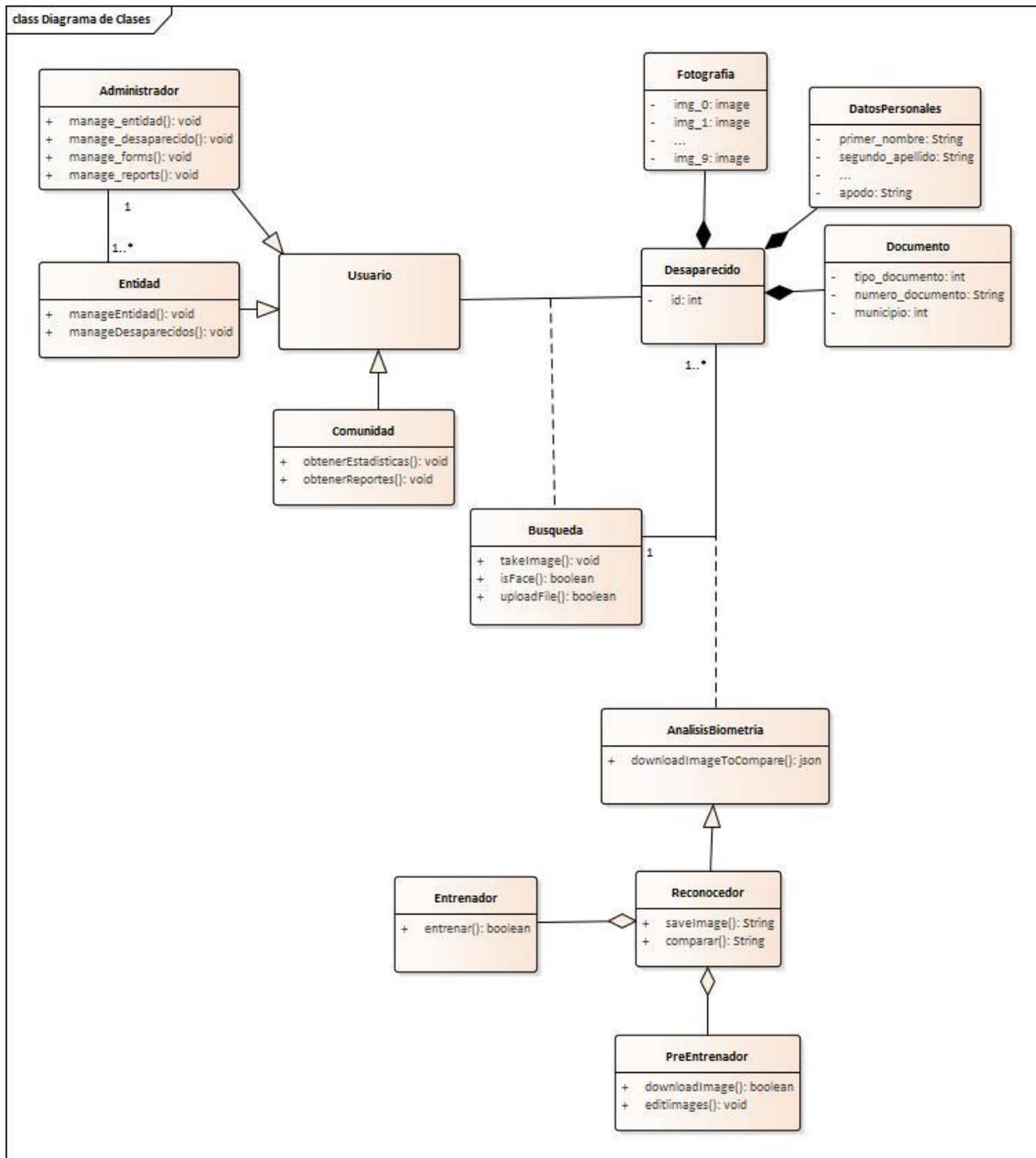


Figura 15. Diagrama de clases

5.2.2.2 Diagrama de componentes

El software del sistema fue desarrollado bajo el patrón Modelo-Vista-Controlador, el cual consta de un modelo que se encarga de la administración de la base de datos y almacenamientos de recursos, una capa controlador que se encargada de manejar la lógica del software y el manejo de la información y la capa de vista que se encarga de interactuar con el usuario, permitiéndole visualizar a esta la información de interés.

Cabe resaltar la inclusión de los componentes S3 y EC2, los cuales son servicio brindado por AWS que permiten la ejecución y almacenamiento de recursos del proyecto. Estos servicios no fueron desarrollados en el proyecto, sin embargo se incluyen en el diagrama por ser relevantes para el entendimiento del funcionamiento del sistema.

En la capa **Controlador** existen cinco componentes principales. El primero llamado *Alerta*, que se dedica a generar todas las alertas cuando hay alguna posibilidad de encuentro de una persona desaparecida.

El segundo componente llamado *Busqueda*, el cual es el encargado de manejar todo lo que corresponde al proceso de detección y análisis biométrico de una persona desaparecida, como el preentrenamiento y entrenamiento de un rostro en la base de datos y también los análisis y comparaciones que se le hacen a las imágenes generadas al momento de hacer un escaneo en un sitio geográfico de interés.

El tercer componente llamado *Estadística*, el cual se encarga de recolectar toda la información generada por el sistema posterior a las búsquedas, para cotejarlos y posteriormente arrojar una estadística en base al resultado.

El cuarto componente llamado *Entidad* en cual está encargado del manejo de todas las entidades que interactúan con el sistema y el quinto y último componente llamado *Persona desaparecida* que se encargan de manejar toda la información perteneciente a un desaparecido.

En la capa **Vista** existen igualmente cinco componentes que se conectan con cada uno de los componentes pertenecientes a la capa *controlador* y estos se encargan de interactuar con el usuario enviándole acciones que estos desean hacer para posteriormente mostrar el resultado del proceso realizado por el controlador. Cabe resaltar en esta capa el proceso de gestión *gestión de búsqueda* ya que muestra en tiempo real los resultados de los análisis biométricos realizados a las

personas así como también el funcionamiento de *gestión de alertas* ya que se encarga de mostrar a tiempo los resultados positivos de las comparaciones biométricas.

A continuación, se presenta el diagrama de componentes, evidenciando lo descrito anteriormente (Ver Figura 16).

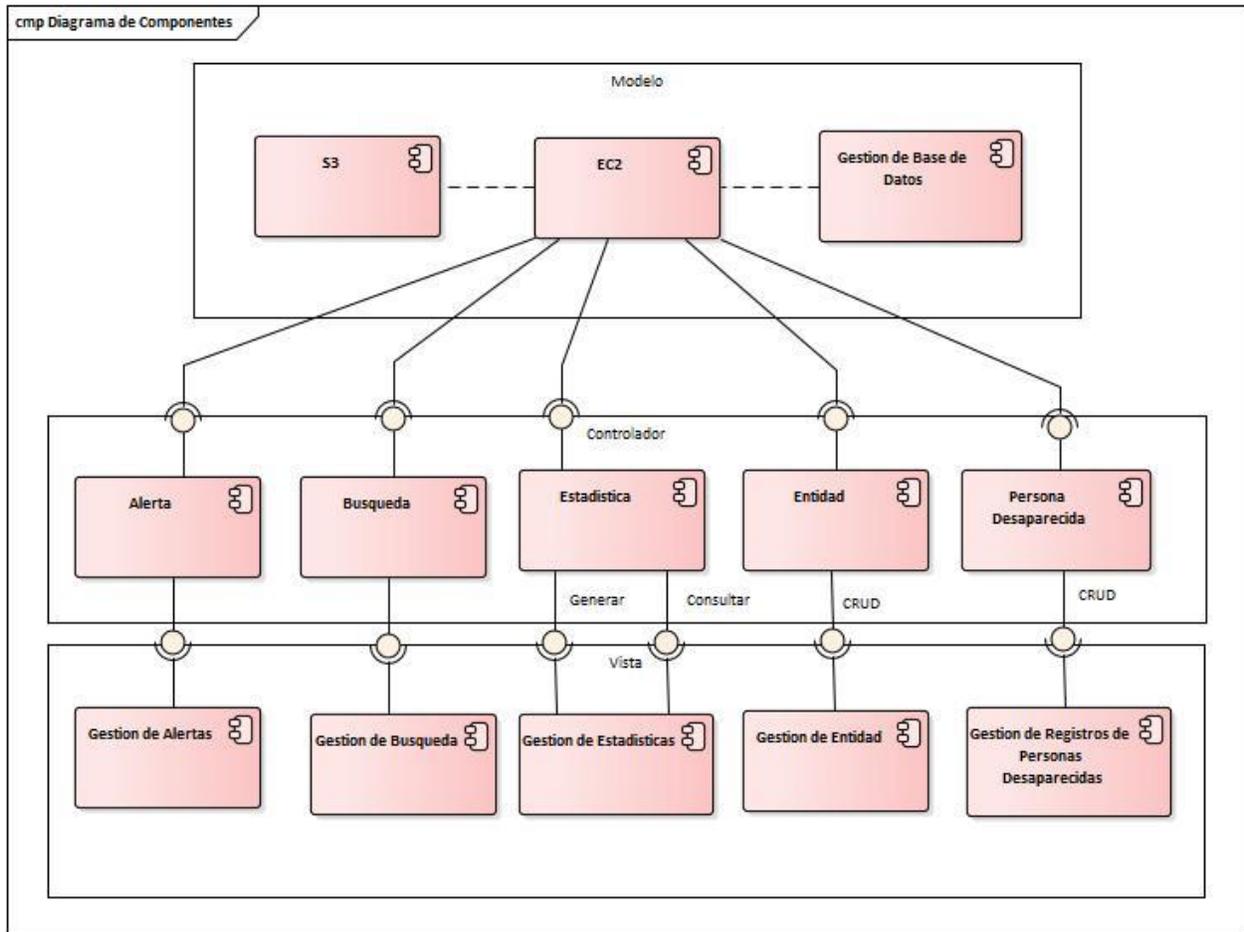


Figura 16. Diagrama de componentes

5.2.2.3 Vista de procesos

La vista de procesos, como su nombre lo indica, expresa una representación gráfica de los procesos del sistema, enfatizando el comportamiento en tiempo de ejecución. Para hacer lo anterior se usa el diagrama de secuencia.

5.2.2.3.1 Diagrama de secuencia

En esta sección, se describe de una manera general el proceso en tiempo de ejecución de los dos casos se usó principales, los cuales son la interacción que tiene el usuario con cada uno de los dos servicios web desarrollados para este proyecto

5.2.2.3.1.1 Diagrama de secuencia. Comunicación HttpWebApi – ClienteHttp

El primer caso se compone de un servicio web http y un cliente http desarrollados bajo la arquitectura MVC, por tal motivo se aprecia la inclusión de dos controladores, ya que cada elemento cuenta con un controlador propio, los cuales se comunican entre sí (Ver Figura 17).

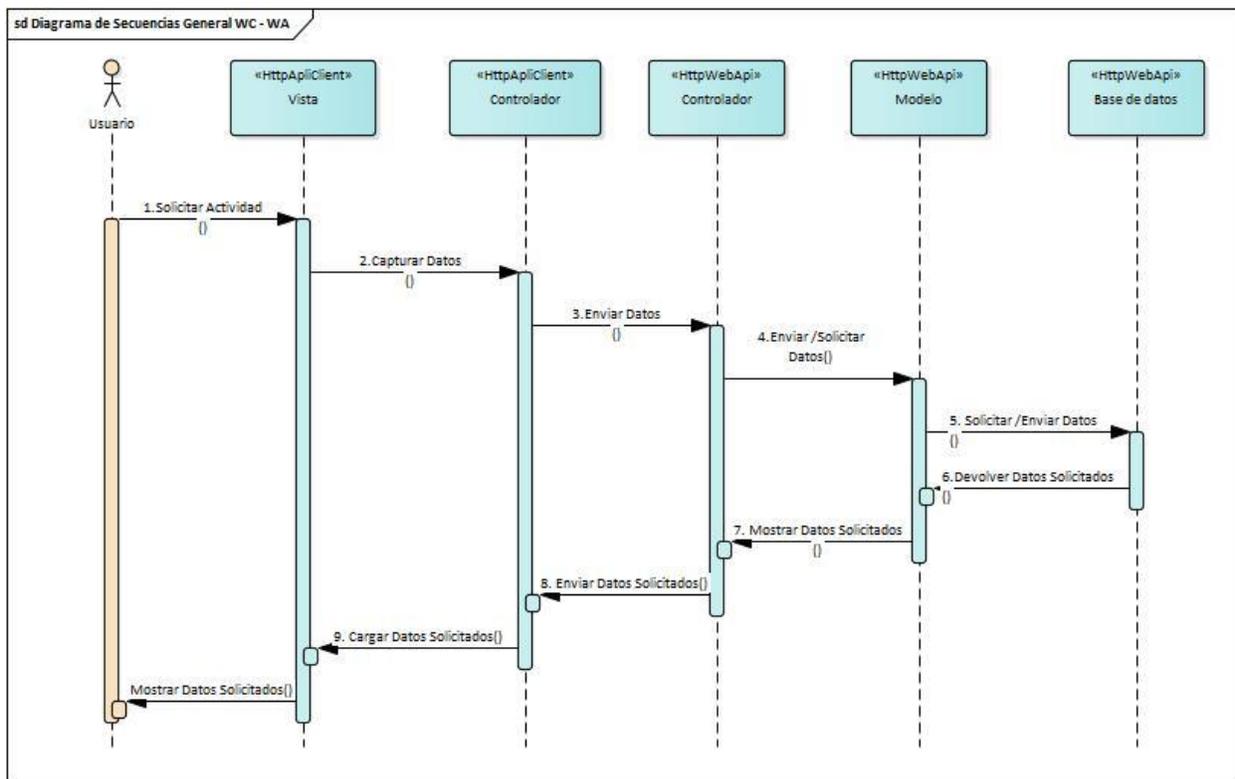


Figura 17. Diagrama de secuencia. Comunicación HttpWebApi – ClienteHttp

5.2.2.3.1.2 Diagrama de secuencia. Comunicación RecognitionClient–RecogWebApi (Proceso de análisis biométrico)

En el siguiente diagrama se puede apreciar como es el proceso que se lleva a cabo una vez el usuario le indica al sistema que inicie el proceso de reconocimiento de personas, enviando las

imágenes capturadas del cliente de reconocimiento hacia el servicio web de reconocimiento facial, una vez este servicio recibe las imágenes, procede a analizarlas y a compararlas con su base de datos, para posteriormente regresar información de interés, ente caso si se encuentra en la imagen una persona desaparecida (Ver Figura 18).

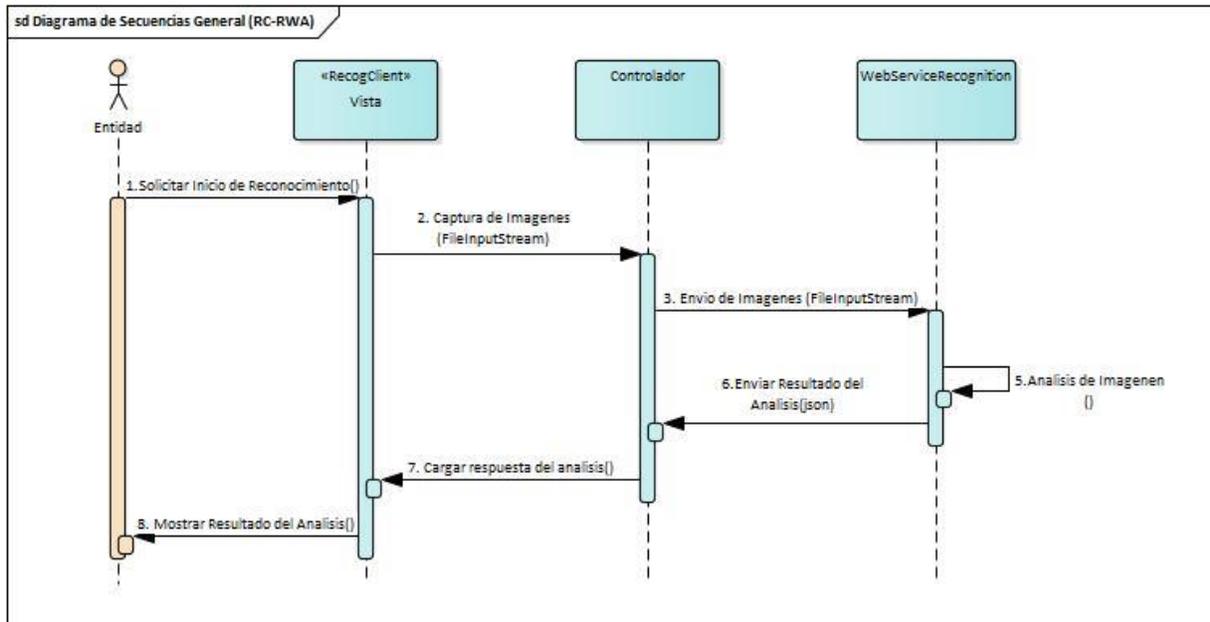


Figura 18. Diagrama de secuencia. Comunicación RecognitionClient–RecogWebApi (Proceso de análisis biométrico)

5.2.2.4 Vista Física

A nivel de hardware, el sistema cuenta con dos instancias del servicio EC2 que nos permite disponer de un servidor con su respectivo sistema operativo. La primera instancia permite la ejecución del primer servicio web http encargado de manejar los registros y datos de los desaparecidos, así como también las entidades y el administrador. Este servicio se ejecuta bajo la herramienta Apache e incluye la base de datos MySQL la cual permite la persistencia de la información utilizando sentencias SQL para realizar consultas y almacenar datos. La segunda instancia EC2 aloja el servicio web encargado únicamente de las funciones de manejo biométrico del sistema, este se ejecuta sobre la herramienta Tomcat y también incluye una base de datos en MySQL para la persistencia de la información utilizando sentencias SQL. Adicionalmente, cuenta con un bucket en S3 utilizado para el almacenamiento de todas las imágenes manejadas por el

sistema, lo cual permite que estas estén disponibles para cualquier servicio en cualquier instante de tiempo cuando este lo solicite.

Para consumir todos los servicios el sistema cuenta con dos clientes, el cliente http (HttpClient) para la gestión de la información y el cliente de reconocimiento (RecogClient) para la detección y captura de información biométrica para su posterior análisis (Ver Figura 19).

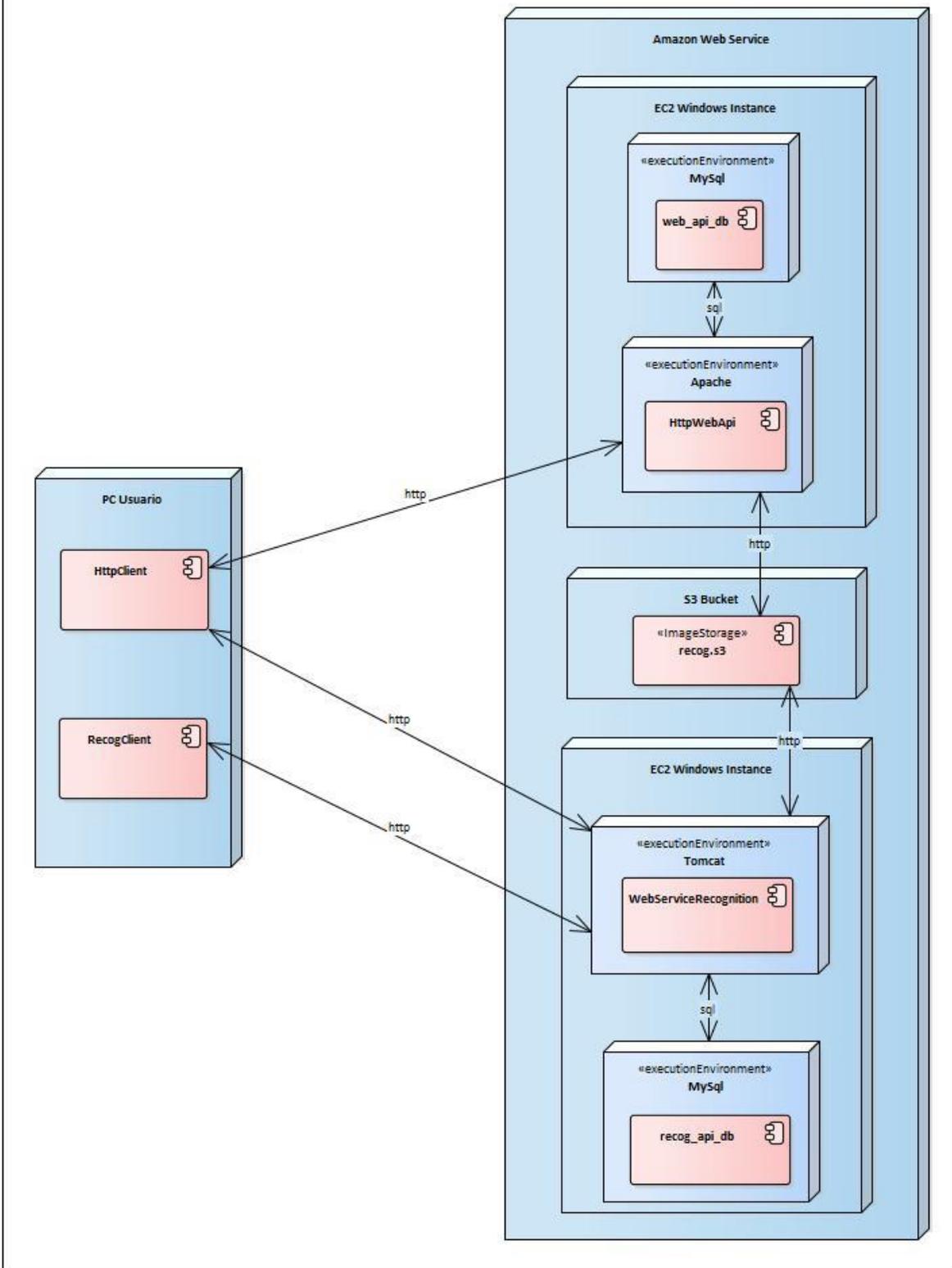


Figura 19. Diagrama de despliegue

5.3 Visión general del sistema

Después de diseñar la arquitectura del sistema, se procedió a desarrollar una interpretación grafica de los procesos internos del sistema que atienden los requisitos claves identificados. Con fin de establecer una visión más clara del producto y poder producir un código acorde a la arquitectura diseñada

5.3.1 Registro de persona desaparecida

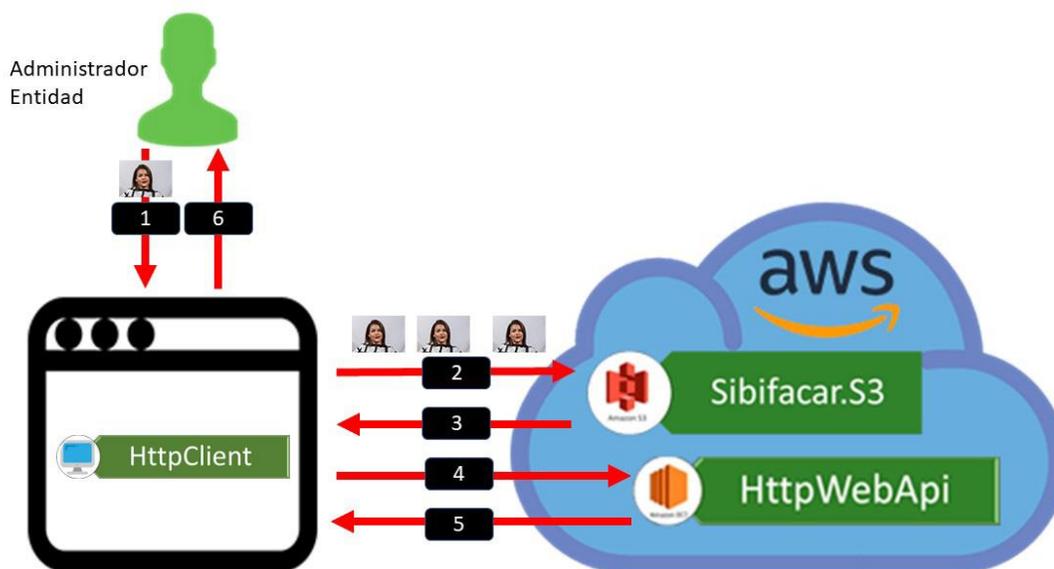


Figura 20. Registro de persona desaparecida

El proceso de registro de personas desaparecidas se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. El usuario administrador o entidad ingresa los datos personales e imágenes de la persona desaparecida al cliente http.
2. El cliente http se encarga de enviar dichas imágenes al “bucket” del servicio s3 llamado “sibifacar.s3”.
3. El “bucket” responde retornando el link de cada imagen registrada.
4. El cliente http envía los datos personales del desaparecido incluyendo los links de cada imagen. del desaparecido al servicio web “HttpWebApi”.
5. El servicio web “HttpWebApi” retorna el estado de la transacción.
6. El estado es mostrado al usuario.

5.3.2 Entrenamiento de persona desaparecida

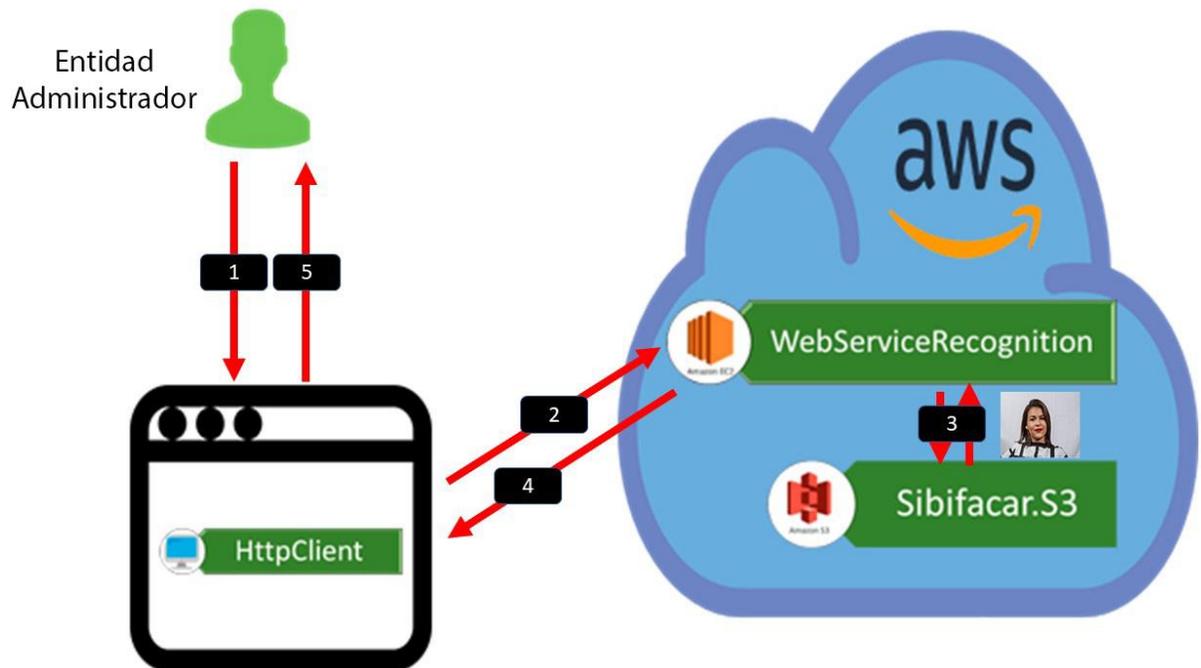


Figura 21. Entrenamiento de persona desaparecida

El proceso de entrenar a la persona desaparecida se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. El usuario administrador o entidad da la orden de entrenar a una persona desaparecida al cliente http.
2. El cliente http se encarga de enviar la petición de entrenamiento al servicio web de reconocimiento facial denominado “WebServiceRecognition”.
3. El servicio web procede a hacer la descarga de las imágenes del bucket de S3 para su uso en el entrenamiento.
4. El servicio web responde al cliente http con el estado del entrenamiento.
5. El estado es mostrado al usuario.

5.3.3 Identificación de persona desaparecida

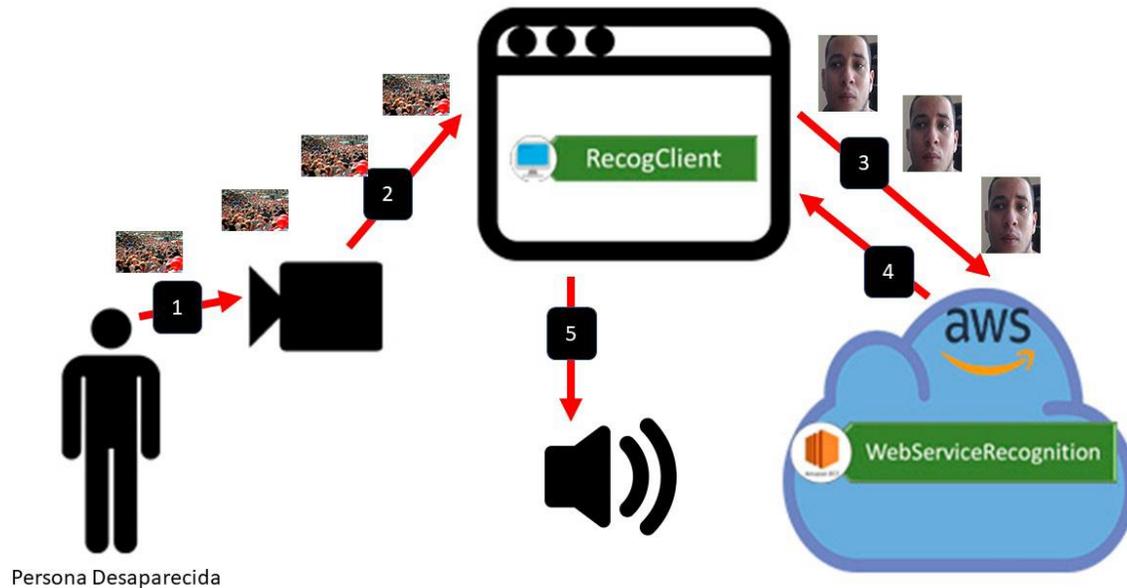


Figura 22. Identificación de persona desaparecida

El proceso de identificar a la persona desaparecida se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. La cámara captura fotogramas del espacio geográfico donde está presente la persona desaparecida.
2. Los fotogramas son enviados al cliente de reconocimiento facial llamado “RecogClient”.
3. El cliente de reconocimiento extrae de los fotogramas la información correspondiente al rostro de la persona desaparecida y los envía al servicio web denominado “WebServiceRecognition”.
4. El servicio web “WebServiceRecognition” analiza las imágenes las compara y responde al cliente de reconocimiento que la persona es una persona desaparecida.
5. El cliente de reconocimiento genera una alerta.

5.3.4 Generar reporte de persona desaparecida encontrada

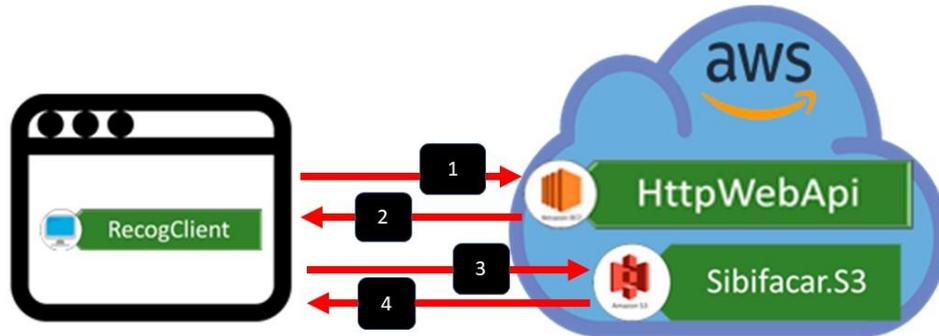


Figura 23. Generar reporte de persona desaparecida encontrada

El proceso de identificar a la persona desaparecida se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. El cliente de reconocimiento envía los datos del reporte al servicio web http.
2. El servicio web http retorna el estado de la transacción.
3. El cliente http envía la imagen extraída del fotograma al “bucket” de S3 para tener la persistencia de la imagen.
4. El bucket devuelve el estado de la transacción.

5.4 Elaboración del software

De acuerdo con la visión general del sistema, obtenida a partir de la arquitectura, fue necesaria la implementación de cinco módulos para la construcción del producto: Un servicio web encargado de la identificación de rostros denominado (WebServiceRecognition), un servicio web para la administración de datos llamado (HttpWebApi), un aplicativo web que trabaja en conjunto con dicho servicio denominado (HttpClient), un aplicativo de escritorio para detección facial llamado (RecogClient) y un contenedor del servicio S3 soportado por la plataforma Amazon Web Services para la persistencia de las imágenes.

5.4.1 WebServiceRecognition

Este módulo es el encargado de hacer el proceso de comparación para la identificación de las personas, adicionalmente se encarga de ejecutar el proceso lógico de pre entreno y entreno del material biométrico en el sistema.

Se desarrolló utilizando una combinación de JAX-RS y Java, debido a que estas tecnologías permiten la creación de servicios web que implementen librerías que fueron diseñadas para trabajar en productos software de escritorio. Como es el caso de OpenCv, que tiene distribuciones para trabajar con Windows, Linux y Android.

Este módulo se distribuye sobre el contenedor de servlets “Tomcat”, el cual se ejecuta en el sistema operativo Windows Server 2012.

Gracias a Amazon Web Services (AWS) fue posible el lanzamiento de este módulo en un entorno de producción. Utilizando una “instancia” ofertada por el servicio EC2, se logró tener un servidor que satisfizo las necesidades del módulo.

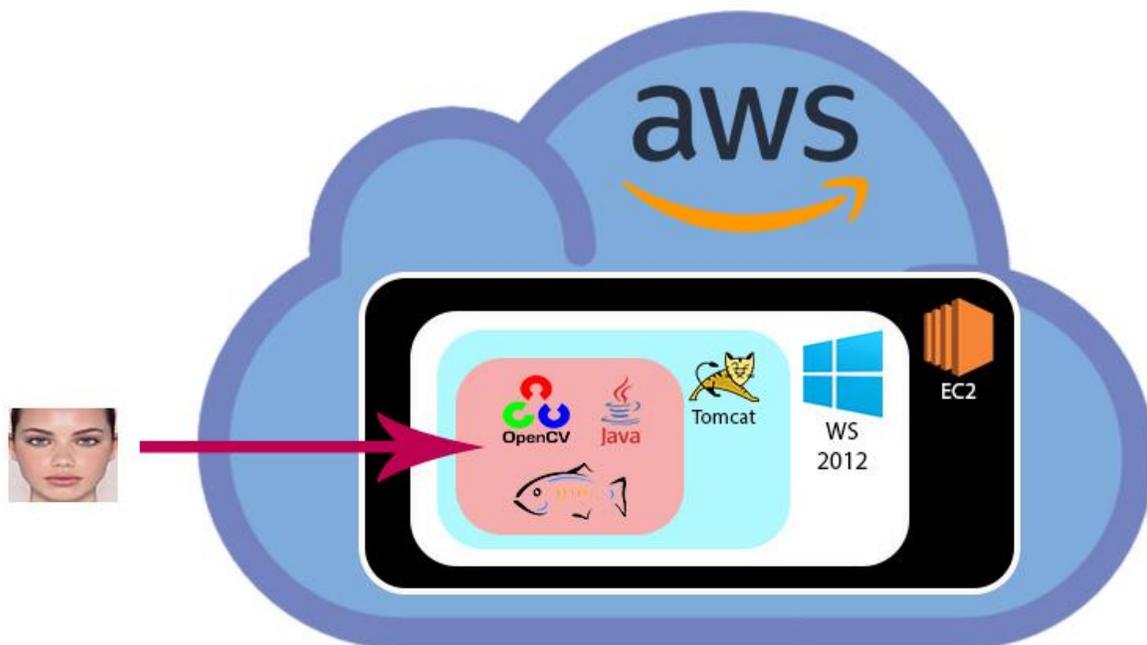


Figura 24. Tecnologías de módulo (WebServiceRecognition)

5.4.2 HttpWebApi

Este módulo es el encargado de gestionar los datos concernientes a los desaparecidos, usuarios, entidades y reportes. En otros términos, permite el registro, edición, eliminación y lista de todos los datos que maneje el sistema.

Se desarrolló utilizando el lenguaje de programación PHP, administrado por el framework Laravel. Adicionalmente utiliza el motor de base de datos MySQL para mantener la persistencia de los datos del sistema.

Este módulo se distribuye sobre el servidor http de código abierto “Apache”, el cual se ejecuta en el sistema operativo Windows Server 2012.

El lanzamiento de este módulo en un entorno de producción también se debe a Amazon Web Services (AWS). Utilizando otra “instancia” ofertada por el servicio EC2, que permitió el uso de una maquina con Windows Server en la cual se montó toda la infraestructura.

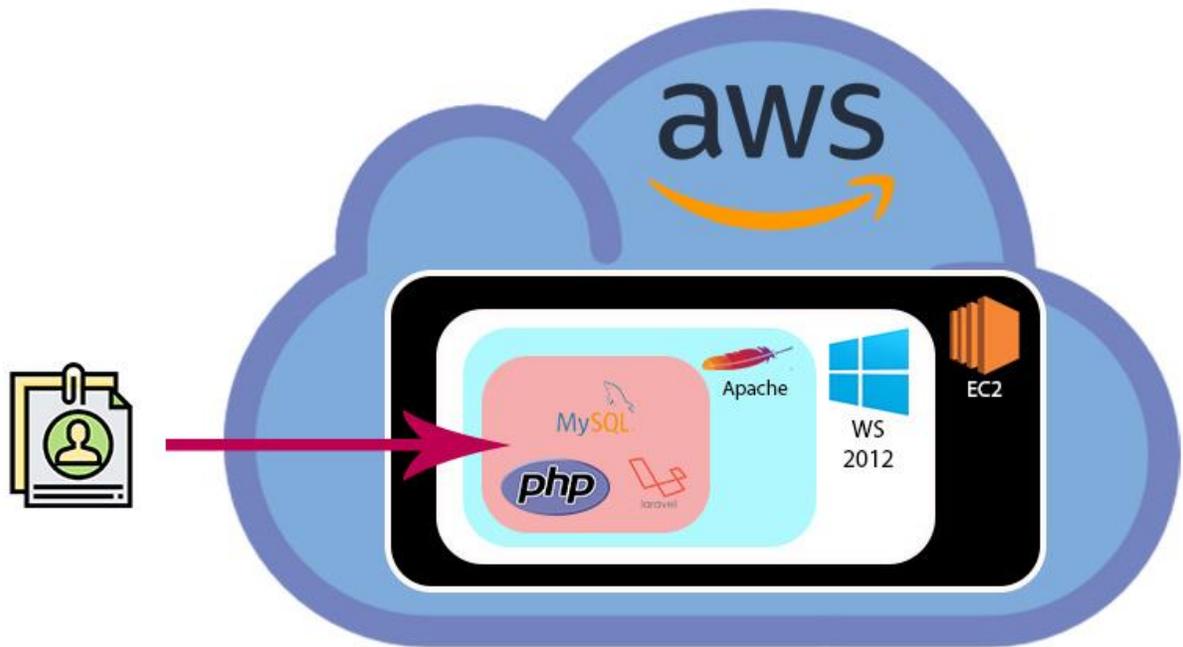


Figura 25. Tecnologías de módulo (HttpWebApi)

5.4.3 HttpClient

Este módulo es el encargado de permitir la interacción del sistema con los administradores, entidades y comunidad. En otras palabras, es la parte gráfica que permite la visualización de información perteneciente al sistema.

Se desarrolló utilizando una combinación de lenguajes de programación: Php, Html, Css y JavaScript apoyado sobre el framework de diseño Bootstrap. Utilizando el entorno de desarrollo Sublime Text y Netbeans.

A continuación, se procederá a mostrar las vistas más importantes de este módulo, describiendo sus características:

5.4.3.1 Página principal

The screenshot displays the main interface of the SIBIFACAR HTTP application. On the left, a blue sidebar menu is visible, containing sections for 'Dashboard', 'DESAPARECIDOS' (with options like 'Listar Desaparecidos', 'Buscar Desaparecido', 'Registrar Desaparecido', 'Bajar desaparecido'), 'REPORTES' (with 'Listar Reportes', 'Buscar Reporte'), 'USUARIOS' (with 'Entidades', 'Usuarios'), and 'FORMULARIOS' (with 'Componentes' and a dropdown menu for 'Tipos de documentos', 'Departamentos', 'Municipios'). The main content area is titled 'Lista de reportes' and shows a table with 10 entries. The table columns are 'No. Reporte', 'Fecha y Hora', 'Cedula', 'Nombre', 'Apellidos', 'Apodo', and 'Manage'. The data rows show reports for Sofia Benavides Pavon and Lucas Carrillo Torres. At the bottom of the table, it indicates 'Showing 1 to 10 of 480 entries' and includes pagination controls (Ant., 1, 2, 3, 4, 5, ..., 48, Next). In the top right corner, a user profile for Valerie Luna is shown with a dropdown menu containing 'Ajustes' and 'Cerrar sesión'.

Figura 26. Captura de la página principal (HttpClient)

La página principal del aplicativo está compuesta de varios elementos que permiten una interacción intuitiva con el usuario:

5.4.3.1.1 Menú de usuario

This image shows a close-up of the user menu for Valerie Luna. The menu is a white box with a rounded shadow, containing two options: 'Ajustes' (Settings) with a gear icon and 'Cerrar sesión' (Logout) with a right-pointing arrow icon.

Figura 27. Menú usuario (HttpClient)

Desde este menú, se puede visualizar el nombre del usuario que inició sesión en el sistema, adicionalmente brinda un acceso a la sesión de ajuste, donde el usuario podrá gestionar su información persona, imagen de perfil y contraseña. Por último, le permite al usuario cerrar la sesión iniciada en el sistema

5.4.3.1.2 Lista de reportes

Lista de reportes

Show entries Search:

No. Reporte ↑↓	Fecha y Hora ↑↓	Cedula ↑↓	Nombre ↑↓	Apellidos ↑↓	Apodo ↑↓	Manage ↑↓
1	24/03/2019 02:59:22	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
2	24/03/2019 02:59:22	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
3	24/03/2019 03:00:09	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
4	24/03/2019 03:00:31	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
5	24/03/2019 03:00:33	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
6	24/03/2019 03:00:33	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
7	24/03/2019 03:00:34	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
8	24/03/2019 03:00:37	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
9	24/03/2019 03:00:55	123	Lucas	Carrillo Torres	N/A	
10	24/03/2019 03:01:18	123	Lucas	Carrillo Torres	N/A	
No. Reporte	Fecha y Hora	Cedula	Nombre	Apellidos	Apodo	Manage

Showing 1 to 10 of 480 entries Ant. **1** 2 3 4 5 ... 48 Next

Figura 28. Lista de reportes (HttpClient)

Esta sesión es la encargada de mostrar en orden, todos los registros de personas desaparecidas detectadas por el sistema. Desde este apartado, se podrá buscar algún reporte específico escribiendo en el buscador cualquier dato que sea partidario del reporte, como, por ejemplo, el número del reporte, la fecha y hora en la que fue generado, la cédula del desaparecido, nombres y apellidos o su apodo.

5.4.3.1.3 Menú lateral



Figura 29. Menú lateral (HttpClient)

Desde el menú lateral los usuarios tienen acceso a todas las opciones del módulo, desde allí, se podrá gestionar a las personas desaparecidas, registrándolas, buscándolas, listándolas o eliminándolas.

Adicionalmente permite la búsqueda de los reportes, el traslado a la vista de entidades y usuarios. Así como también las vistas de componentes donde se pueden modificar datos fijos que pertenecen a los formularios, como departamentos, municipios, tipos de documentos, entre otros.

5.4.3.1.4 Lista de desaparecidos

Desaparecidos

✓ Añadir desaparecido

Lista de desaparecidos

Show 10 entries Search:

Id	Cedula	Nombre	Apellidos	Apodo	Manage
1	1007027719	Rafael	Pedroza Manga	N/A	
2	123	Lucas	Carrillo Torres	N/A	
3	1234	Sofia	Benavides Pavon	Toshi	
4	456789	Karol	Malo Cañate	N/A	
5	12354895	Anuel	Altamira Aragon	AA	
Id	Cedula	Nombre	Apellidos	Apodo	Manage

Showing 1 to 5 of 5 entries

Ant. 1 Next

Figura 30. Lista de desaparecidos (HttpClient)

Desde esta vista es posible observar todos los desaparecidos que han sido registrados al sistema, además de poder buscarlos digitando en la barra de búsqueda cualquier información que les concierna. Como, por ejemplo, la cédula, nombre y apellido o apodo. Adicionalmente, tiene un botón en el campo “manage” que dirige al usuario al perfil del desaparecido y otro botón en la parte superior llamado “Añadir desaparecido” que lleva a la vista de registro.

5.4.3.2 Perfil de desaparecido

Perfil de desaparecido

Datos Personales 

Primer Nombre :	Segundo Nombre:
Rafael	N/A
Primer Apellido:	Segundo Apellido:
Pedroza	Manga
Apodo (Alias):	
N/A	

Documento de identidad 

Tipo de documento :	Numero:
Cedula	1007027719
Municipio:	Departamento:
N/A	N/A
Fecha de expedicion:	
N/A	

Servidor Biometrico

Registrado:	<input type="button" value="Registrar"/>
Si	
Pre-entrenado:	<input type="button" value="Pre - Entrenar"/>
Si	
Entrenado:	<input type="button" value="Entrenar"/>
Si	

Imagenes registradas 

Imagen 1:	Imagen 2:
	
Imagen 3:	Imagen 4:
	
Imagen 5:	Imagen 6:
	
Imagen 7:	Imagen 8:
	
Imagen 9:	Imagen 10:
	

Figura 31. Perfil de desaparecido (HttpClient)

La vista de perfil de desaparecido, presenta al usuario los datos personales e imágenes que conciernen a la persona en cuestión. Mostrando nombre y apellido, apodo, documento y tipo de documento. Permitted mediante el botón editar, ingresar a cada una de las vistas correspondientes a la edición del desaparecido.

El apartado servidor biométrico es bastante importante ya que concierne al estado del desaparecido en el servicio web (WebserviceRecognition), indicando si está registrado, pre entrenado y entrenado. Adicionalmente brinda los botones que le permiten al usuario administrado o entidad, dar la orden de registro, pre entreno o entreno.

5.4.3.3 Detalle de reporte

Detalles del reporte

Características del reporte		Imágenes registradas	
Fecha :	Hora:	Imagen Registro:	Imagen Reporte:
24/03/2019	02:59:22		
No. Reporte:	Certeza (%):		
1	22.381733186798186		

Datos Personales		Ubicación	
Primer Nombre :	Segundo Nombre:		
Sofia	Segundo Apellido:		
Primer Apellido:	Pavon		
Benavides			
Apodo (Alias):			
Toshi			

Documento de identidad	
Tipo de documento :	Numero:
Cedula	1234
Municipio:	Departamento:
N/A	N/A
Fecha de expedicion:	
N/A	

Figura 32. Detalles de reporte (HttpClient)

Esta vista cumple la función de indicar al usuario toda la información concerniente al reporte de una persona desaparecida encontrada.

Brindando datos como las características del reporte donde aparece la hora, la fecha, el número del reporte y el porcentaje de certeza o seguridad que tuvo el sistema al validar la identidad de la persona.

También ofrece los datos personales de persona, incluyendo nombres, apellidos y apodo. Evidenciando también la información del documento de identidad.

Adicionalmente, ofrece dos apartados llamados imágenes registradas y ubicación, donde es posible observar la imagen con la que se registró a la persona y la imagen que generó el reporte de identificación. Por otro lado, visualiza un mapa con el punto geográfico exacto de donde fue identificada la persona. El mapa es completamente interactivo, permitiendo hacer zoom para determinar mejor la posición.

5.4.4 RecogClient

Este módulo es el encargado de analizar un espacio geográfico determinado, extrayendo imágenes por medio de una cámara y detectando rostros en ellas, para posteriormente enviarlas al servidor de reconocimiento y determinar si la persona analizada es una persona desaparecida. Adicionalmente tiene la facultad de generar alertas auditivas y mostrar reportes cuando una persona es encontrada

Se desarrolló utilizando el lenguaje de programación Java con la librería de reconocimiento OpenCv, utilizando el entorno de desarrollo Netbeans.

A continuación, se procederá a mostrar las vistas más importantes de este módulo, describiendo sus características:

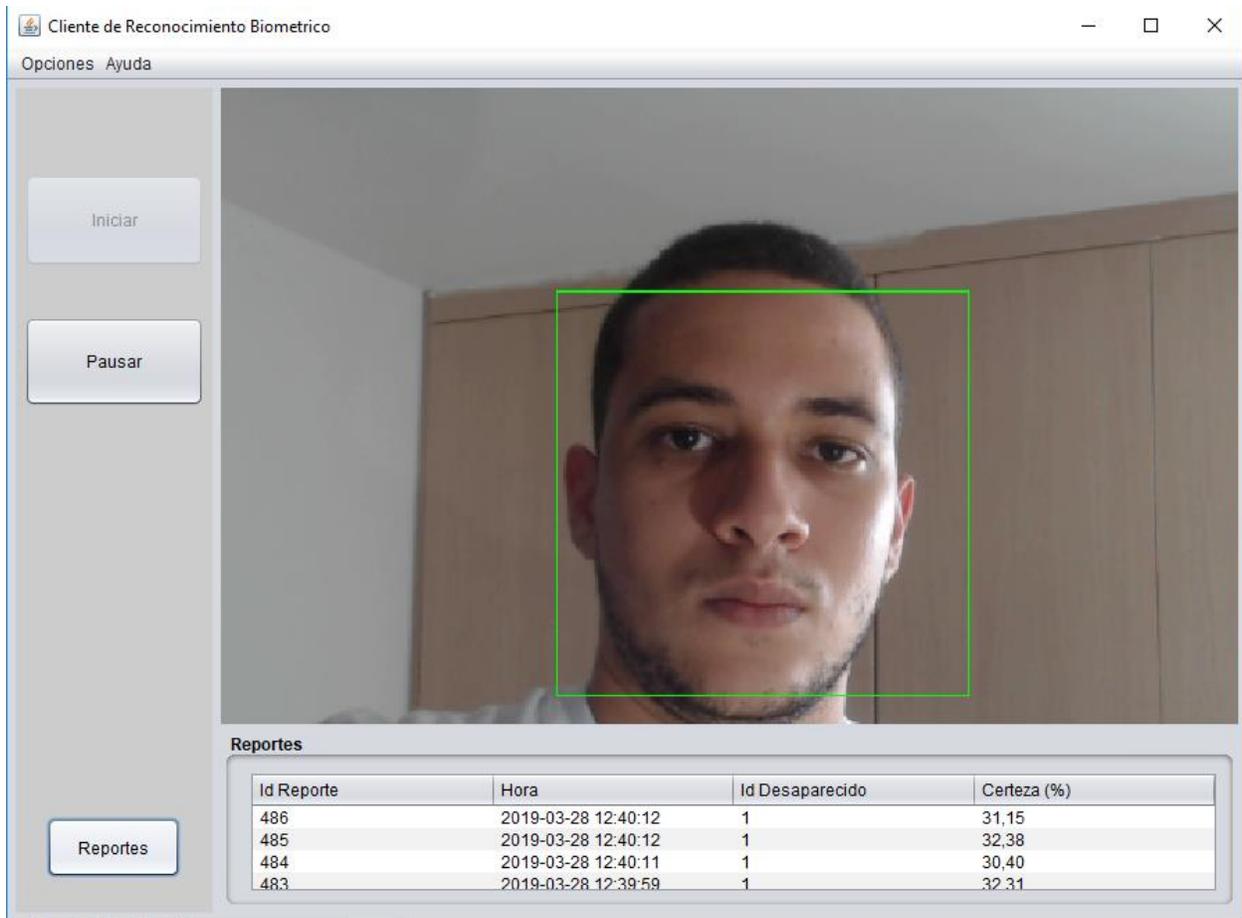


Figura 33. Captura pantalla principal (RecogClient)

La página principal del aplicativo está compuesta de varios elementos que permiten una interacción intuitiva con el usuario:

Ofrece en su parte izquierda, dos botones (Iniciar y Pausar) que sirve para el control de la tarea de detección y reconocimiento.

5.4.4.1.1 Visión de la cámara

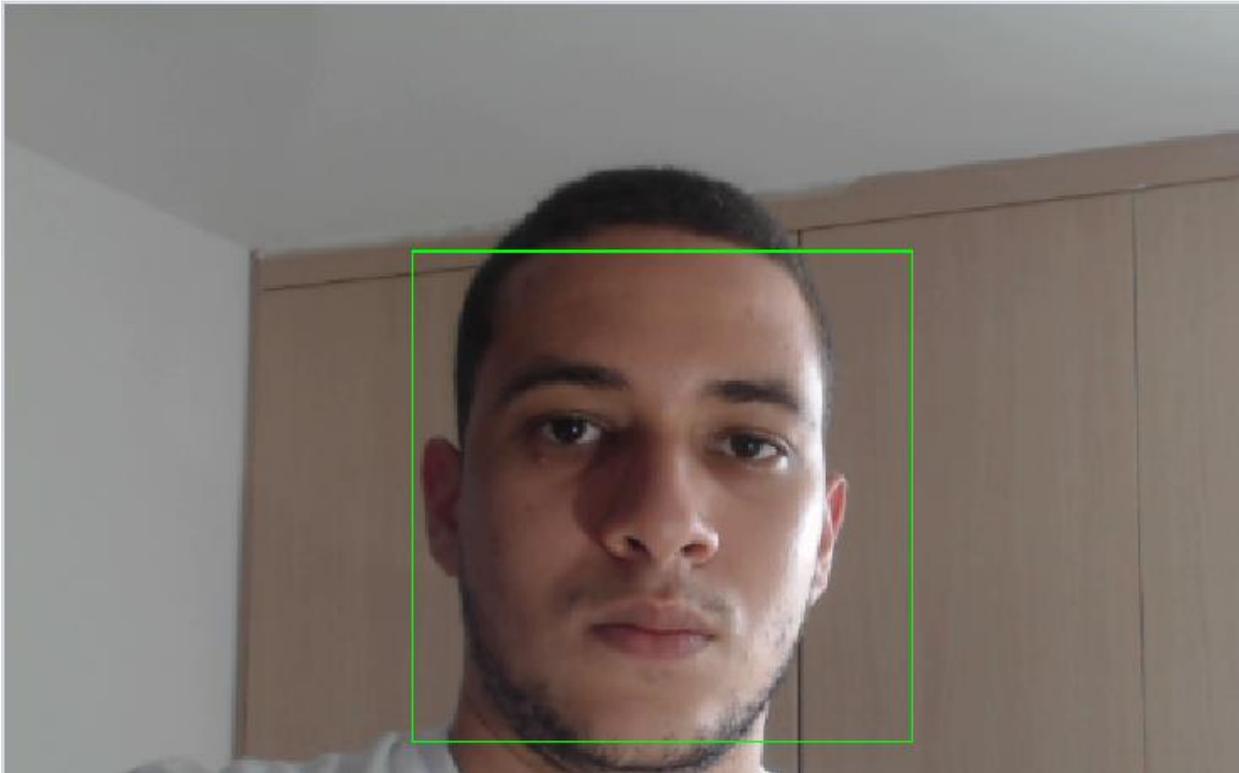


Figura 34. Visión de la cámara (RecogClient)

Esta sección de la pantalla permite visualizar el video que la cámara del sistema captura, adicionalmente muestra un recuadro posicionado en el rostro de la persona que detecta.

5.4.4.1.2 Área de reportes

The screenshot shows the 'Reportes' section of the RecogClient interface. On the left, there is a button labeled 'Reportes'. To the right, there is a table with the following data:

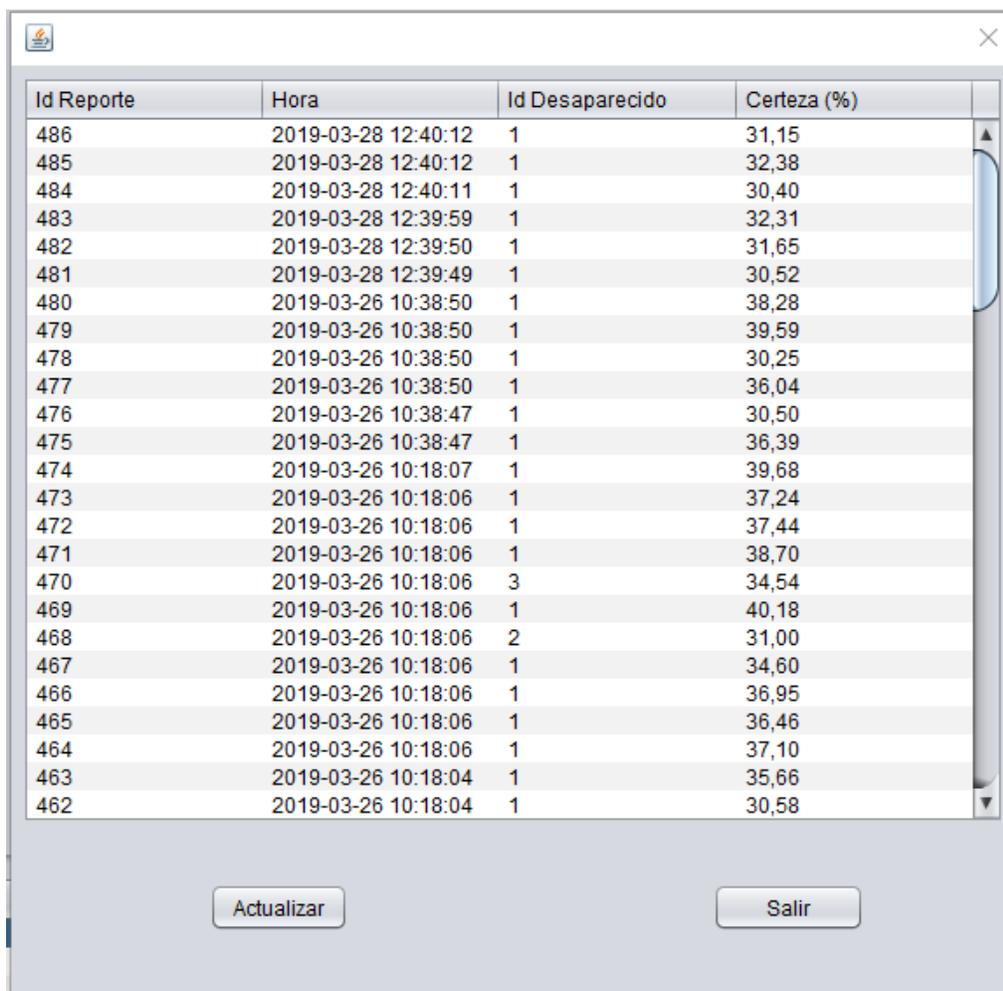
Id Reporte	Hora	Id Desaparecido	Certeza (%)
486	2019-03-28 12:40:12	1	31,15
485	2019-03-28 12:40:12	1	32,38
484	2019-03-28 12:40:11	1	30,40
483	2019-03-28 12:39:59	1	32,31

Figura 35. Área de reportes (RecogClient)

Esta sección sirve para visualizar en tiempo real todos los reportes que ha generado el módulo, indicando el número o id del reporte, la hora en que fue generado, el id de la persona

desaparecida y la certeza que tuvo el sistema, adicionalmente ofrece un botón que llevara al usuario a la vista de reportes, donde se pueden apreciar un histórico de todos los reportes generados desde el despliegue del aplicativo.

5.4.4.2 Reportes



Id Reporte	Hora	Id Desaparecido	Certeza (%)
486	2019-03-28 12:40:12	1	31,15
485	2019-03-28 12:40:12	1	32,38
484	2019-03-28 12:40:11	1	30,40
483	2019-03-28 12:39:59	1	32,31
482	2019-03-28 12:39:50	1	31,65
481	2019-03-28 12:39:49	1	30,52
480	2019-03-26 10:38:50	1	38,28
479	2019-03-26 10:38:50	1	39,59
478	2019-03-26 10:38:50	1	30,25
477	2019-03-26 10:38:50	1	36,04
476	2019-03-26 10:38:47	1	30,50
475	2019-03-26 10:38:47	1	36,39
474	2019-03-26 10:18:07	1	39,68
473	2019-03-26 10:18:06	1	37,24
472	2019-03-26 10:18:06	1	37,44
471	2019-03-26 10:18:06	1	38,70
470	2019-03-26 10:18:06	3	34,54
469	2019-03-26 10:18:06	1	40,18
468	2019-03-26 10:18:06	2	31,00
467	2019-03-26 10:18:06	1	34,60
466	2019-03-26 10:18:06	1	36,95
465	2019-03-26 10:18:06	1	36,46
464	2019-03-26 10:18:06	1	37,10
463	2019-03-26 10:18:04	1	35,66
462	2019-03-26 10:18:04	1	30,58

Figura 36. Vista de reportes (RecogClient)

Desde esta vista se logra ver el histórico de reportes generados por el aplicativo permitiendo acceder al detalle de los mismos si se le da clic al reporte deseado.

5.4.4.3 Detalles reporte

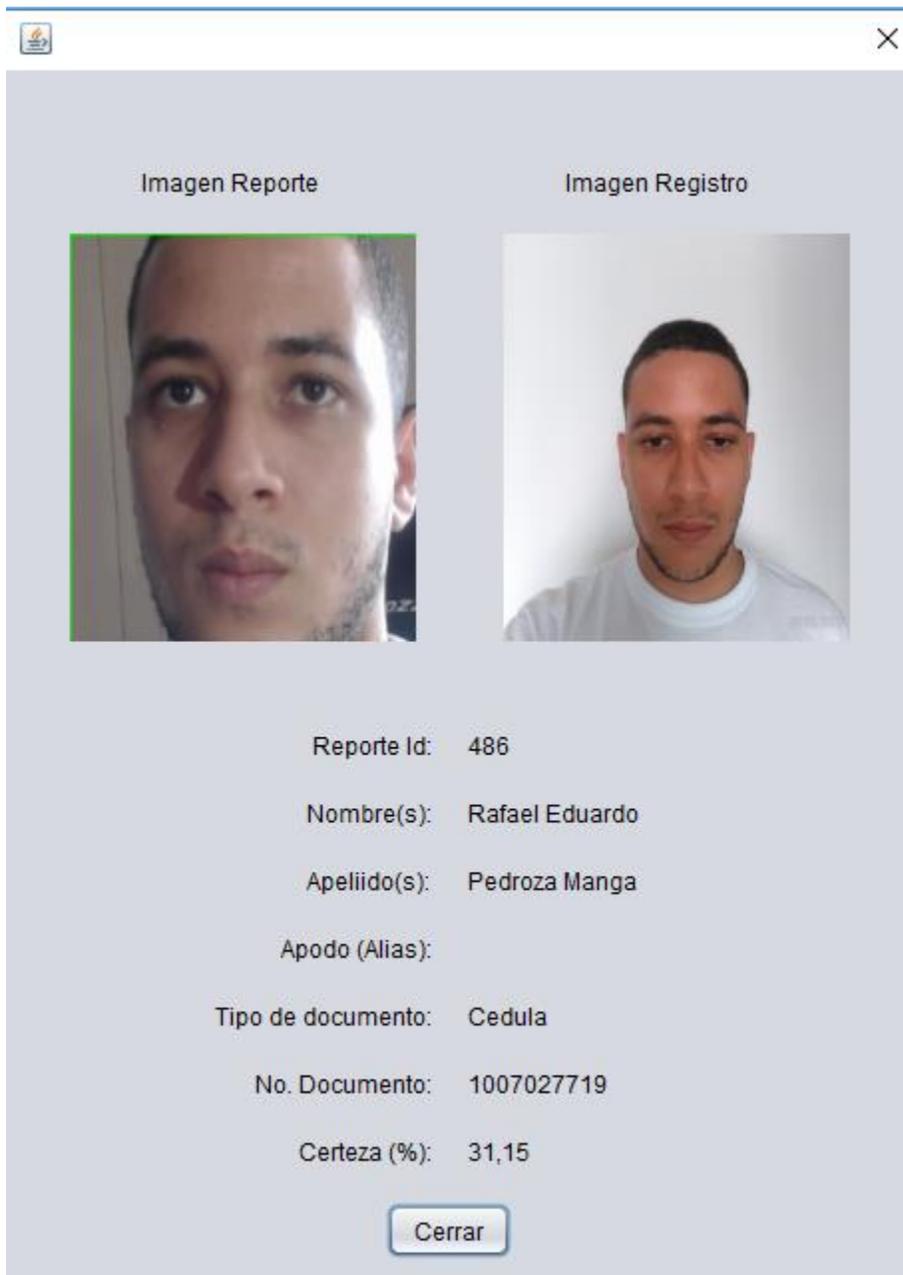


Figura 37. Detalle de reporte (RecogClient)

Desde esta vista es posible visualizar los datos más importantes de la persona encontrada, permitiendo visualizar nombre y apellidos, tipo de documento y número de documento, además de la imagen registrada en sistema y la imagen que generó el reporte.

6 PRUEBAS DE SISTEMA

Con fin de comprobar el correcto funcionamiento del sistema, se ejecutaron casos de pruebas haciendo énfasis en las funcionalidades.

La primera prueba fue un ejercicio de integración, donde se evaluó el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos identificados en el documento “Especificación de Requisitos” por parte del sistema.

La segunda prueba se definió como pruebas de sistema, donde se definieron escenarios reales de uso, con fin de determinar las limitaciones del mismo, las pruebas se encargaron de medir dos procesos claves en el modelo del negocio planteado, como lo es el proceso de detección de rostro y el proceso de identificación de rostro, midiendo tiempo de respuesta, rango de distancia óptimo, ángulos de visualización, capacidad de detección, capacidad de identificación y rendimiento tomando en cuenta accesorios comunes en los rostros como son los lentes de sol y lentes medicados.

6.1 Pruebas de integración

Las pruebas de integración fueron realizadas, con soporte en el documento “Especificación de Requisitos” donde se desarrollaron los requisitos funcionales y no funcionales que debía tener el sistema. Dando como resultado la siguiente tabla con cuatro secciones donde se desglosa el identificador de la prueba, el módulo encargado, el nombre de la prueba y los requisitos a los que atiende:

ID	MODULO	PRUEBA	REQUISITOS ATENDIDOS	ESTADO
PI01	HttpClient	Listar personas desaparecidas	<ul style="list-style-type: none">• RF (01)• RF (06)	Aprobada
PI02	HttpClient	Buscar personas desaparecidas	<ul style="list-style-type: none">• RF (02)• RF (07)• RF (47)	Aprobada
PI03	HttpClient	Registrar persona desaparecida	<ul style="list-style-type: none">• RF (03)• RF (08)	Aprobada

PI04	HttpClient	Eliminar persona desaparecida	<ul style="list-style-type: none"> • RF (04) • RF (09) 	Aprobada
PI05	HttpClient	Modificar personas desaparecidas	<ul style="list-style-type: none"> • RF (05) • RF (10) 	Aprobada
PI06	HttpClient	Registrar persona desaparecida en el servidor biométrico	<ul style="list-style-type: none"> • RF (11) • RF (14) 	Aprobada
PI07	HttpClient	Pre entrenar persona desaparecida en el servidor biométrico	<ul style="list-style-type: none"> • RF (12) • RF (15) 	Aprobada
PI08	HttpClient	Entrenar persona desaparecida en el servidor biométrico	<ul style="list-style-type: none"> • RF (13) • RF (16) 	Aprobada
PI09	HttpClient	Listar entidades	<ul style="list-style-type: none"> • RF (17) 	Aprobada
PI10	HttpClient	Registrar entidad	<ul style="list-style-type: none"> • RF (18) 	Aprobada
PI11	HttpClient	Eliminar entidad	<ul style="list-style-type: none"> • RF (19) 	Aprobada
PI12	HttpClient	Modificar entidad	<ul style="list-style-type: none"> • RF (20) 	Aprobada
PI13	HttpClient	Listar reportes de personas encontradas	<ul style="list-style-type: none"> • RF (21) • RF (24) 	Aprobada
PI14	HttpClient	Buscar reportes de personas encontradas	<ul style="list-style-type: none"> • RF (22) • RF (25) • RF (48) 	Aprobada
PI15	HttpClient	Buscar usuarios de entidades	<ul style="list-style-type: none"> • RF (26) 	Aprobada
PI16	HttpClient	Registrar usuarios de entidades	<ul style="list-style-type: none"> • RF (27) 	Aprobada
PI17	HttpClient	Eliminar usuarios de entidades	<ul style="list-style-type: none"> • RF (28) 	Aprobada
PI18	HttpClient	Modificar usuarios de entidades	<ul style="list-style-type: none"> • RF (29) • RF (30) 	Aprobada

PI19	HttpClient	Listar datos de formularios	<ul style="list-style-type: none"> • RF (31) 	Aprobada
PI20	HttpClient	Buscar datos formularios	<ul style="list-style-type: none"> • RF (32) 	Aprobada
PI21	HttpClient	Registrar datos formularios	<ul style="list-style-type: none"> • RF (33) 	Aprobada
PI22	HttpClient	Eliminar datos formularios	<ul style="list-style-type: none"> • RF (34) 	Aprobada
PI23	RecogClient	Configurar cliente de reconocimiento facial	<ul style="list-style-type: none"> • RF (35) • RF (36) 	Aprobada
PI24	RecogClient	Iniciar proceso de búsqueda	<ul style="list-style-type: none"> • RF (37) • RF (38) 	Aprobada
PI25	RecogClient	Pausar proceso de búsqueda	<ul style="list-style-type: none"> • RF (39) • RF (40) 	Aprobada
PI26	RecogClient	Detectar rostro	<ul style="list-style-type: none"> • RF (41) 	Aprobada
PI27	RecogClient	Identificar rostro	<ul style="list-style-type: none"> • RF (42) 	Aprobada
PI28	RecogClient	Generar alertas	<ul style="list-style-type: none"> • RF (43) 	Aprobada
PI29	RecogClient	Guardar reporte	<ul style="list-style-type: none"> • RF (44) 	Aprobada
PI30	RecogClient	Gestionar reporte	<ul style="list-style-type: none"> • RF (45) 	Aprobada

Tabla 5. Resultados pruebas de integración

6.2 Pruebas de sistema

Las pruebas de sistema, fueron pruebas realizadas en ambientes controlados, con escenarios de uso real, con fin de determinar las limitaciones del mismo y obtener un escenario óptimo para que se pueda lograr la captura del rostro e identificación del mismo. La descripción de las pruebas y resultados están evidenciados en el documento “Plan de pruebas”. A continuación, se muestran las tablas con los diferentes resultados obtenidos en las pruebas:

6.2.1 Pruebas de distancia

Esta prueba fue realizada para analizar el comportamiento del sistema frente a las diferentes distancias a las que una persona desaparecida podría estar cuando este realiza un proceso de búsqueda. Se procedió a realizar siete pruebas bajo las mismas condiciones, variando únicamente la distancia existente entre el lente de la cámara y el rostro del sujeto de prueba. Cumpliendo entonces con el siguiente protocolo:

- Ubicación de la cámara en un punto fijo.
- Ubicación del sujeto de prueba a la distancia deseada.
- Ejecución del sistema.
- Observación de la interfaz gráfica del software.
- Anotación de los resultados.

Los resultados obtenidos se especificaron en dos términos “Evidenciada” si el sistema cumple con el objetivo de detectar o identificar el rostro y “No Evidencia” si no lo cumple.



Figura 38. Descripción de prueba de distancia

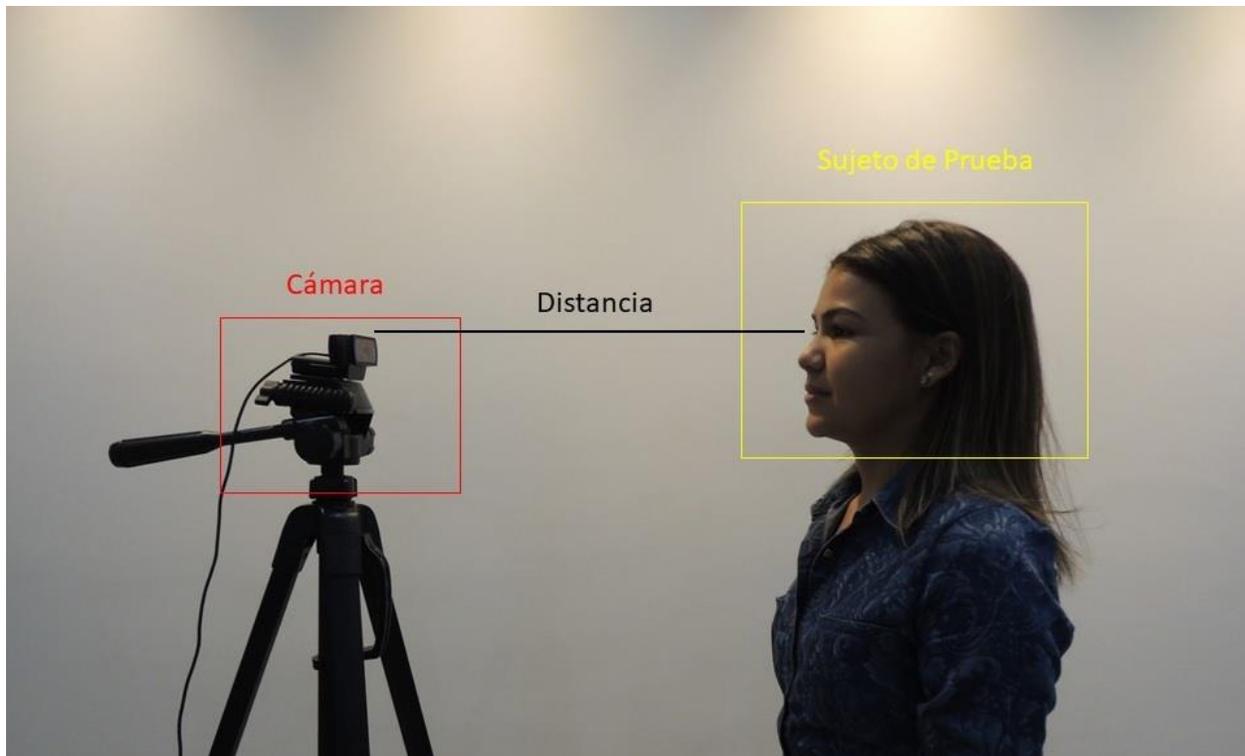


Figura 39. Prueba de distancia

Los resultados obtenidos fueron los siguiente:

PRUEBA PS01	
DISTANCIA	DETECCIÓN DE ROSTRO
4 metros	Evidenciada
3 metros	Evidenciada
2 metros	Evidenciada
1 metro	Evidenciada
50 centímetros	Evidenciada
40 centímetros	Evidenciada
30 centímetros	Evidenciada

Tabla 6. Resultado pruebas de distancia (Detección de rostro)

PRUEBA PS02	
DISTANCIA	IDENTIFICACIÓN DE ROSTRO
4 metros	No Evidenciada
3 metros	No Evidenciada
2 metros	No Evidenciada
1 metro	No Evidenciada
50 centímetros	Evidenciada
40 centímetros	Evidenciada
30 centímetros	No Evidenciada

Tabla 7. Resultado pruebas de distancia (Identificación de rostro)

6.2.2 Pruebas de inclinación de cámara

Esta prueba fue realizada con fines de analizar el comportamiento del sistema frente a los diferentes ángulos a los que una persona desaparecida podría estar cuando éste realiza un proceso de búsqueda. Se procedió a realizar nueve pruebas bajo las mismas condiciones, variando únicamente el ángulo vertical de inclinación de la cámara. Cumpliendo entonces con el siguiente protocolo:

- Ubicación de la cámara en un punto fijo.
- Ubicación del sujeto de prueba a la distancia deseada.
- Inclinación de la cámara al ángulo deseado.
- Ejecución del sistema.
- Observación de la interfaz gráfica del software.
- Anotación de los resultados.

Los resultados obtenidos se especificaron en dos términos “Evidenciada” si el sistema cumple con el objetivo de detectar o identificar el rostro y “No Evidencia” si no lo cumple.

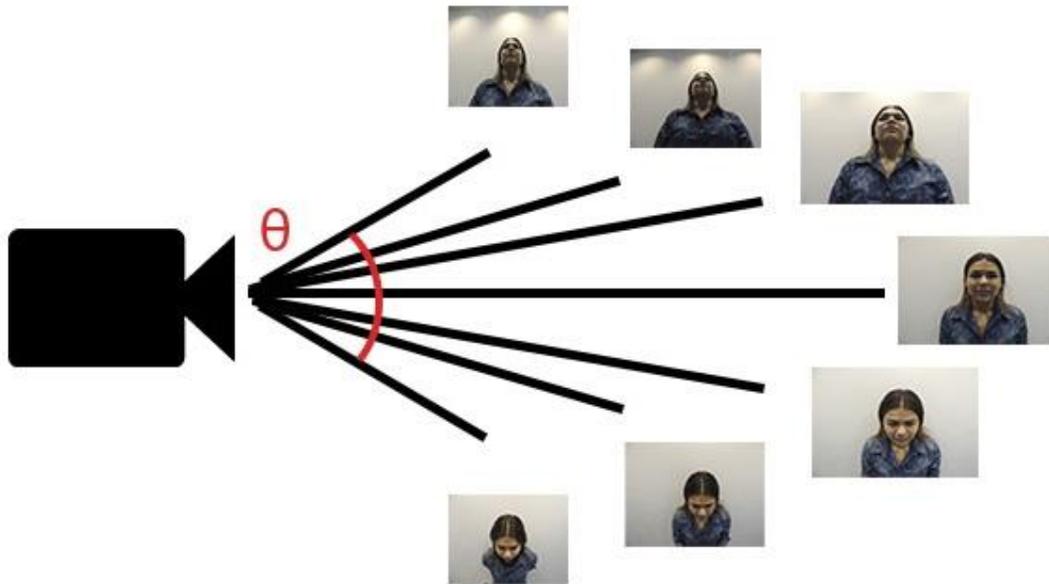


Figura 40. Descripción de prueba de inclinación

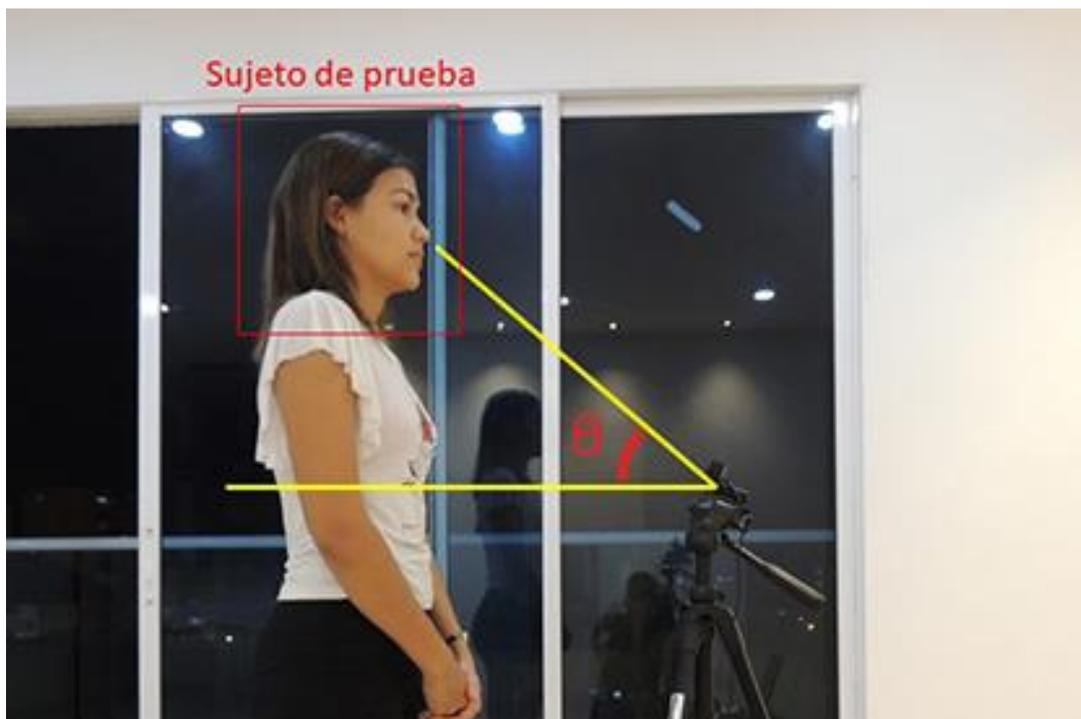


Figura 41. Prueba de inclinación

Los resultados obtenidos fueron los siguiente:

PRUEBA PS03	
ANGULO	DETECCION DE ROSTRO
45 grados	No Evidenciada
30 grados	No Evidenciada
15 grados	Evidenciada
10 grados	Evidenciada
0 grados	Evidenciada
-10 grados	Evidenciada
-15 grados	Evidenciada
-30 grados	Evidenciada
-45 grados	No Evidenciada

Tabla 8. Resultado pruebas de inclinación de cámara (Detección de rostro).

PRUEBA PS04	
ANGULO	IDENTIFICACION DE ROSTRO
45 grados	No Evidenciada
30 grados	No Evidenciada
15 grados	No Evidenciada
10 grados	No Evidenciada
0 grados	Evidenciada
-10 grados	Evidenciada
-15 grados	Evidenciada
-30 grados	No Evidenciada
-45 grados	No Evidenciada

Tabla 9. Resultado pruebas de inclinación de cámara (Identificación de rostro).

6.2.3 Pruebas de tiempo

Esta prueba fue realizada con fines de analizar cuanto tarda el sistema en detectar e identificar a una persona desaparecida, cuando éste realiza un proceso de búsqueda. Se procedió a realizar diez pruebas bajo las mismas condiciones. Cumpliendo entonces con el siguiente protocolo:

- Ubicación de la cámara en un punto fijo.
- Ubicación del sujeto de prueba frente a la cámara.
- Ejecución del sistema.
- Observación de la interfaz gráfica del software.
- Anotación de los resultados.

Los resultados obtenidos se especificaron en la unidad de tiempo de milisegundos.

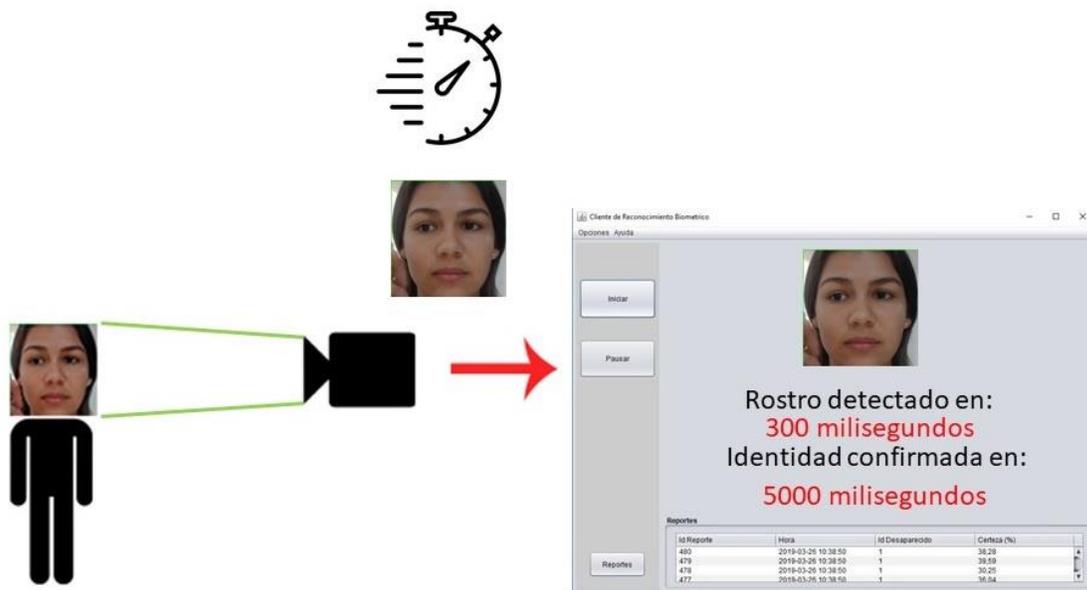


Figura 42. Descripción prueba de tiempo

PRUEBA PS05	
INTENTOS	TIEMPO (Milisegundos)
1	494
2	459
3	452
4	453
5	462
6	464
7	463
8	456
9	462
10	460

Tabla 10. Pruebas de tiempo (Detección de rostro).

PRUEBA PS06	
INTENTOS	TIEMPO (Milisegundos)
1	4580
2	3160
3	5350
4	2460
5	3200
6	6180
7	5400
8	3250
9	4480
10	3290

Tabla 11. Pruebas de tiempo (Identificación de rostro).

6.2.4 Pruebas de capacidad

Esta prueba fue realizada con fines de especificar cuantas detecciones e identificaciones exitosas realiza el sistema de una persona desaparecida, durante un periodo de tiempo determinado. Se procedió a realizar diez pruebas bajo las mismas condiciones. Cumpliendo entonces con el siguiente protocolo:

- Ubicación de la cámara en un punto fijo.
- Ubicación del sujeto de prueba frente a la cámara.
- Ejecución del sistema por un tiempo exacto de 20 segundos.
- Observación de la interfaz gráfica del software.
- Anotación de los resultados.

Los resultados obtenidos se especificaron en:

- Numero de fotogramas: La medición del número de fotogramas es útil si hablamos de la detección de rostros porque, el sistema analiza los fotogramas del video y almacena aquel en el que haya detectado el rostro de una persona.
- Numero de reportes: La medición de la identificación de rostros por medio de los reportes generados es útil, debido a que el sistema analiza los fotogramas de un video y genera un reporte si encuentra en ellos a una persona desaparecida.

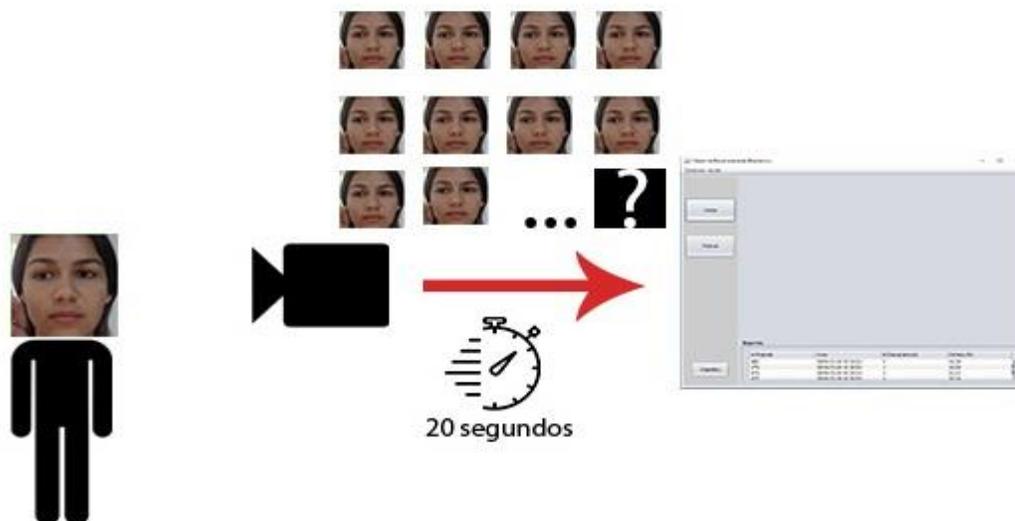


Figura 43. Descripción prueba de capacidad

PRUEBA PS07	
INTENTOS	FOTOGRAMAS CAPTURADOS CON ROSTRO DE SUBEJO DE PRUEBA
1	170
2	164
3	155
4	189
5	141
6	138
7	179
8	149
9	151
10	165

Tabla 12. Pruebas de capacidad (Numeros de fotogramas)

PRUEBA PS08	
INTENTOS	REPORTES GENERADOS CON ROSTRO DE SUBEJO DE PRUEBA
1	51
2	40
3	45
4	57
5	33
6	31
7	58
8	38
9	37
10	52

Tabla 13. Pruebas de capacidad (Números de reportes)

6.2.5 Pruebas de tiempo con accesorio

Basado en los datos obtenidos anteriormente se procedió a medir el rendimiento del sistema en cuanto al tiempo cuando el rostro porta diferentes tipos de accesorios. Midiendo el tiempo que demora el sistema en detectarlo y el tiempo que demora en identificarlo.

Posteriormente se hizo un cotejo de los datos obtenidos y se comparó con los resultados obtenidos en las anteriores pruebas. De tal manera que se logró hallar un porcentaje de rendimiento para ambos casos.



Figura 44. Pruebas de tiempo con accesorios (Evidencia de capturas)

DETECCION DE ROSTRO			
ACCESORIO	TIEMPO PROMEDIO (Milisegundos)	RENDIMIENTO DEL SISTEMA (%)	PERDIDA DE RENDIMIENTO (%)
Barba	504,9	91,60	8,4
Bigote	550,5	84,01	15,99
Bigote y barba	541,5	85,45	14,55
Gorra	1298,5	35,61	64,39
Sombrero	1382,1	33,46	66,54
Anteojos de cristal transparente	1799,3	25,70	74,3
Anteojos de cristal polarizado	2141,7	21,59	78,41

Tabla 14. Prueba de tiempo con accesorio (Detección de rostro)

IDENTIFICACION DE ROSTRO			
ACCESORIO	TIEMPO PROMEDIO (Milisegundos)	RENDIMIENTO DEL SISTEMA (%)	PERDIDA DE RENDIMIENTO (%)
Barba	7251,7	56,39	43,61
Bigote	7367,3	55,45	44,55
Bigote y barba	7329,1	55,74	44,26
Gorra	6963	58,67	41,33
Sombrero	7037,4	58,05	41,95
Anteojos de cristal transparente	5824,2	70,14	29,86
Anteojos de cristal polarizado	No evidenciada	0	100

Tabla 15. Prueba de tiempo con accesorio (Identificación de rostro)

6.2.6 Pruebas de capacidad con accesorios

Basado en los datos obtenidos en las anteriores pruebas se procedió a medir el rendimiento del sistema en cuanto al número de fotogramas generados y el número de reportes de personas encontradas registrados. Simulando el porte de diferentes tipos de accesorios.

Posteriormente se hizo un cotejo de los datos obtenidos y se comparó con los datos obtenidos en las anteriores pruebas. De tal manera que se logró hallar un porcentaje de rendimiento para ambos casos.



Figura 45. Documentación procesos de prueba de capacidad con accesorios

DETECCIÓN DE ROSTRO			
ACCESORIO	FOTOGRAMAS CAPTURADOS CON ROSTRO DE SUBEJO DE PRUEBA	RENDIMIENTO DEL SISTEMA (%)	PERDIDA DE RENDIMIENTO (%)
Barba	151,9	94,87	5,13
Bigote	135,5	84,63	15,37
Bigote y barba	140	87,44	12,56
Gorra	83,2	51,96	48,04
Sombrero	90,5	56,52	55,52
Anteojos de cristal trasparente	110	68,70	31,3
Anteojos de cristal polarizado	No evidenciada	0	100

Tabla 16. Pruebas de capacidad con accesorios (Detección de rostros)

IDENTIFICACION DE ROSTROS			
ACCESORIO	REPORTES CON ROSTRO DE SUBEJO DE PRUEBA	RENDIMIENTO DEL SISTEMA (%)	PERDIDA DE RENDIMIENTO (%)
Barba	21,9	49,54	5,13
Bigote	15	33,93	66,07
Bigote y barba	19	42,98	57,02
Gorra	9	20,36	79,64
Sombrero	5	11,31	88,69

Anteojos de cristal transparente	2,4	5,42	94,58
Anteojos de cristal polarizado	No evidenciada	0	100

Tabla 17. Pruebas de capacidad con accesorios (Identificación de rostros)

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, con las pruebas anteriores se interpreta que el sistema tiene un grado de funcionalidad aceptable, lo que quiere decir que las funcionalidades generales están planteadas correctamente, en pro de hacer una búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia. La implementación del sistema se logró haciendo uso de tecnologías en la nube, tecnologías web y de escritorio aprovechando todas sus ventajas.

Durante el desarrollo del proyecto se trabajó en el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos, con fines de lograr el cumplimiento del objetivo general propuesto; de esta manera se trabajaron en orden y bajo las directrices del proceso racional unificado.

En el **Inicio** del proyecto se realizaron estudios y aplicaron métodos de recolección de información para identificar el estado de los actuales procesos de búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia, para definir un modelo de negocio que evidenciara el proceder de las entidades encargadas de solucionar esta problemática, luego de definir este modelo y complementarlo con una entrevista realizada a un odontólogo del Cuerpo Técnico de Investigaciones (CTI) el cual está bajo la directriz de la Fiscalía General de la Nación (Ver Anexo 1), se procedió a especificar los requerimientos que debía cumplir el sistema propuesto mediante una especificación de requisitos de software (ERS) siguiendo el estándar *IEEE* 830-1998 para especificación de requerimientos.

Especificados e identificados los requerimientos del sistema se logró dar cumplimiento al primer objetivo específico **Identificar los requisitos necesarios para la implementación de un sistema de biometría facial.**

Cumplida la primera fase, se procedió a la fase de **Elaboración**, donde se eligió la arquitectura que tendría el sistema y se produjo el diseño del mismo. Como resultado de este proceso, se generó lo que se expone en el “Manual del sistema” como el “Modelo del diseño”, y lo que significó el fin cumpliendo entonces del objetivo **Definir la arquitectura del sistema propuesto.**

Finalizada la fase de elaboración, se procedió a la **Construcción**, donde todo lo planteado en el modelo del diseño se convirtió en código fuente, produciendo el cumplimiento del tercer

objetivo específico: **Construir un sistema basado en biometría facial que siga las guías de la arquitectura propuesta** dando fin al proceso de esta etapa.

Luego, se procedió al diseño y ejecución de una serie de pruebas para comprobar la integración del sistema y el cumplimiento de todos los requerimientos dando por culminado el objetivo específico: **Realizar pruebas de funcionalidad para la validación del sistema construido.**

Finalmente, con el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos expuestos en el presente documento, se logró el cumplimiento del objetivo general del proyecto: **Desarrollar un sistema basado en biometría facial para la búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia.**

Sin embargo, en el proceso del desarrollo del proyecto se presentaron limitaciones y resultados inesperados. Una de las limitaciones fue la selección de la librería que se encargaría de la detección e identificación del material biométrico, ya que una de las restricciones de la propuesta era el uso de herramientas Open Source, que adicionalmente permitieran un manejo propio de las bases de datos biométricas a fin de que el proyecto permitiera la posibilidad de un acoplamiento futuro con las bases de datos del RND.

Pese a la gran oferta de librerías, kits de desarrollo de software (Sdk's) y servicios web que atienden la temática, solo se hizo viable la implementación de una librería llamada OpenCv, la cual para hacer un reconocimiento óptimo de una persona necesita un mínimo de 10 imágenes de la persona en cuestión y no cuenta con una documentación lo suficientemente enriquecida.

Al ser Open Source no cuenta con alguna entidad que se encargue de hacer inversiones suficientes de investigación y desarrollo para optimizarlas y crear una mayor robustez en el desempeño y rendimiento de esta. A comparación de las herramientas comerciales, que cuentan con una empresa de respaldo que se encarga de darle soporte y actualización para mejorar cada día el desempeño de estas. No obstante, a esta restricción se logró la implementación y el desarrollo del sistema con el uso de dicha librería.

Los resultados inesperados se obtuvieron justo después de ejecutar el plan de pruebas, debido a que se evidenciaron limitaciones y vulnerabilidades en el sistema en cuanto a distancia óptima de trabajo y resultado con el uso de accesorios en el rostro, que no permiten una credibilidad

en el sistema si este es desplegado en entorno de cotidianidad donde no se tenga control de las variables de análisis del sistema, como lo son la distancia del rostro a la cámara, el ángulo de la cámara con respecto al rostro, y el uso de accesorios en el rostro. En otras palabras, el sistema no brinda la suficiente credibilidad si no es desplegado en un ambiente controlado.

Sin embargo, el proyecto tiene viabilidad y credibilidad si se despliega en ambientes controlados, ambientes donde se tenga control tanto del sistema como de la persona a analizar.

Un ejemplo de caso de uso que puede tener este sistema, si queremos seguir con la línea de búsqueda y localización de personas desaparecidas en Colombia, es el uso del sistema para la identificación de cadáveres, debido a que se tiene total control sobre el sistema y la persona a analizar, una opción muy viable ya que según los registros de 132.963 personas desaparecidas en Colombia, 7.425 han aparecido como cadáveres y 91.208 aún siguen desaparecidas sin saber su estado (Bohórquez, 2018).

Otro ejemplo de caso de uso que puede tener este sistema, consiste en realizarle un enfoque diferente y direccionarlo a ecosistemas empresariales donde el sistema podría ser un identificador para control de acceso, donde podría validar la identidad de sus empleados. O redireccionarlos a ecosistemas policiales para validar identidades en los controles de seguridad, debido a que es bastante común la implementación de controles de seguridad donde el oficial puede tener más control sobre las variables que corresponden a la persona analizada.

Este proyecto de igual manera tiene una gran importancia desde el punto de vista de ingeniería de software debido a que implementa dos patrones arquitectónicos que operan en un mismo sistema, los patrones son el Modelo-Vista-Controlador y la Arquitectura Orientada a Servicio, esto permite la fácil implementación y una alta escalabilidad si se desea acoplar el sistema a soluciones ya desarrolladas o si se desea cambiar algún módulo de este, como por ejemplo cambiar la librería de reconocimiento por una librería comercial o si no se desea hacer uso de una librería si no de otro servicio web.

Adicionalmente servirá como soporte para la realización de investigaciones y proyecto que serán realizados por la línea de investigación E-Servicios que pertenece al grupo de investigación E-Soluciones.

Finalmente, atendiendo la formulación del problema, la cual se expone bajo la pregunta *¿Cómo optimizar los actuales mecanismos y procesos de búsqueda, localización e identificación de personas desaparecidas en Colombia?* Se concluye que el presente proyecto soluciona parcialmente dicho interrogante de investigación, brindando el diseño de un sistema basado en el análisis de biometría facial que permite realizar de manera óptima la búsqueda y localización de personas desaparecidas.

Aportando un proyecto con unas excelentes propiedades de arquitectura de software, que pueden ser usadas como base para cualquier sistema de este tipo que se desee desarrollar en un futuro. Contando adicionalmente, con un diseño de vanguardia que basa su implementación en el uso de servicios en la nube, lo que produce que el proyecto sea escalable, de fácil acoplamiento con proyectos existentes y económicamente viable.

Sin embargo, no es posible expresar que soluciona el interrogante a cabalidad, debido a las limitaciones que tuvo el sistema de necesitar condiciones muy específicas para poder realizar una identificación de persona desaparecida certera.

Como recomendación se plantea que al ser una propuesta que busca solucionar un gran problema presente en el país y demuestra tener un grado de funcionalidad, se debe seguir desarrollando e investigando. Se recomiendan a futuro añadir mejoras que ayuden aún más a aumentar el grado de eficiencia del sistema en cuanto a la identificación de personas, como lo puede ser la implementación y prueba de una librería, SDK o Servicio web de tipo comercial, que tengan un excelente respaldo de investigación y actualización además de un buen soporte técnico. Ejemplo de estas tenemos a Face de la corporación Microsoft o Recognition de la plataforma Amazon Web Service.

También se recomienda desarrollar un cliente de reconocimiento que trabaje en plataforma móviles, lo que permitiría al sistema tener una mayor cobertura a nivel geográfico.

8 BICBLOGRAFIA

- Ballantyne, M., Boyer, R., & Hines, L. (1993). *Woody Bledsoe: His Life and Legacy*.
- Batista Figueredo, M., & Rodrigues de Souza, J. (2013). Face recognition model applied to the missing people problem. *8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*.
- Amazon. (2019). *¿Qué es Amazon EC2?* Obtenido de https://docs.aws.amazon.com/es_es/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html
- Amazon. (2019). *Amazon Web Service*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/s3/faqs/>
- Amazon. (2019). *Amazon Web Services*. Recuperado el 14 de Abril de 2016, de <https://aws.amazon.com/es/what-is-cloud-computing/>
- Bledsoe, W. W. (1968). Semiautomatic Facial Recognition. *Technical Report SRI Project 6693*.
- Bohórquez, G. A. (2018). *Comportamiento del fenómeno de la desaparición. Colombia, 2017* (Vol. 19). Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Cardenas-Esguerra, M., Vidal, C., Cavalcante-Neto, J., & Vieira, R. (2012). Facial aging simulation applied to the missing person problem. *2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI)*.
- Comisión de Búsqueda de Personas Desaparecidas. (2012). F. *Registro Nacional de Desaparecidos*.
- Datta, A. (2001). *Advances in Fingerprint Technology*.
- Definicion de bio-*. (17 de Marzo de 2019). Obtenido de Diccionario de la lengua Española: <http://dle.rae.es/?id=5XqA4AQ>
- Definicion de -metría*. (04 de Marzo de 2019). Obtenido de Diccionario de la lengua española: <http://dle.rae.es/?id=P8B0NEo>
- Definicion de Red*. (2019). Obtenido de Mater Magazine: <http://www.mastermagazine.info/termino/6496.php>

- Departamento de Justicia de los Estados Unidos. (s.f.). *El libro de referencia de las huellas dactilares*. Washington, DC.
- Díaz, J. G. (Consultado en el 2016). *Deteccion de Rostros por medio de las Wavelets de Morlet*. Obtenido de VISION: <http://www.vision.ime.usp.br/~jorjasso/files/WaveletMorlet.pdf>
- Diccionario de la lengua española. (2019). *Cámara*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=6twACet>
- Electronica-Basica. (2014). *Videocámaras*. Obtenido de Electronica-basica.com: <http://www.electronica-basica.com/videocamaras.html>
- García, M. S. (2009). *¿QUÉ ES UN SERVIDOR Y*. Obtenido de APRENDERAPROGRAMAR.COM: http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_attachments&task=download&id=487
- Gonzalez-Sosa, E., Fierrez, J., Vera-Rodriguez, R., & Alonso-Fernandez, F. (2018). Facial Soft Biometrics for Recognition in the Wild: Recent Works, Annotation and COTS Evaluation. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*.
- Gregory, P., & Simon, M. A. (2008). *Biometrics For Dummies*. Canada: Wiley Publishing.
- Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (19 de 10 de 2018). *medicinalegal.gov.co*. Obtenido de http://www.medicinalegal.gov.co/inicio?p_p_id=com_liferay_document_library_web_portlet_IGDisplayPortlet_INSTANCE_nMK7srgT9yg4&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_com_liferay_document_library_web_portlet_IGDisplayPortlet_INSTANCE_nMK7srgT9yg4_m
- INTER-SOS. (16 de Marzo de 2019). *Tipos de desaparición*. Obtenido de <https://www.inter-sos.com/inter-sos/tipos-de-desapariciones/>
- Jay, V. (2000). The Extraordinary Career of Dr Purkinje. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 662-663.

- K. Bharath S Reddy, Loke, O., Jani, S., & Dabre, K. (2018). Tracking People In Real Time Video Footage Using Facial Recognition. *International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*.
- Kruchten, P. (1995). Architectural blueprints—The “4+1” view model of software architecture. En IEEE., *IEEE Software*. (Vol. 12, págs. 42-50). IEEE.
- Kulandai Josephine Julina, J., & Sree Sharmila, T. (2017). Facial recognition using histogram of gradients and support vector machines. *International Conference on Computer, Communication and Signal Processing (ICCCSP)*.
- Larman, C. (1999). *UML y Patrones*. Pearson.
- Lee, H., & Gaensslen, R. (2001). *Advances in Fingerprint Technology*.
- Mateos, M. T., & Pizarro, J. A. (2004). *Tecnologías biométricas aplicadas a la seguridad*. Ra-Ma.
- Odeh, O., & Samawi, V. (2017). Facial Recognition: A Combined Approach Utilizing CICA, PCA, and FFT. *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*.
- OSTERWALDER, A. (2004). The Business Model Ontology A Proposition.
- Otegui, C. A., Longres, G. C., Bentancor, M. D., & Bentancor, M. D. (Octubre de 2006). *Proyecto Aguará. Reconocimiento de Caras*. Obtenido de Universidad de la República: <http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/biometria/proyectos/aguara/descar>
- Páez, D. E., & Segura, J. A. (2013). Comportamiento del fenómeno de la desaparición. *Forensis 2013, Datos para la vida*, 478.
- Parra, I. M. (16 de Abril de 2016). *BIOMETRÍA*. Obtenido de Wikipedia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Articulo_gerson_delgado_congsistel.pdf
- PEREZ, N. L., & AGUDELO, J. J. (2012). *TECNICAS DE BIOMETRIA BASADAS EN PATRONES FACIALES DEL SER HUMANO*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2738/1/0053682L864.pdf>

- Pournami , C., Byju, N., Deepak, R., Nishakumari, K., Devanand, P., & Sasi, P. (2018). Missing Child Identification System Using Deep Learning and Multiclass SVM. *IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS)*.
- Ramírez Páez, D. E. (2014). *REGISTRO NACIONAL DE DESAPARECIDOS*. Bogotá, D.C.
- Real Academia Española. (16 de Marzo de 2019). *desaparecido, da*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=CRW5lsR>
- Red para la búsqueda de desaparecidos en Colombia*. (2016). Obtenido de Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses: <http://www.medicinalegal.gov.co/>
- Registro Nacional de Desaparecidos*. (2015). Obtenido de Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom. Obtenido de <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>
- Rodriguez, J. (2004). Fingerprints and Crime. *The American historical review*.
- Sirovich, L., & Kirby, M. (1987). Low- Dimensional procedure for the characterization of human faces. *Optical Society of America*, 519.
- Sistema de reconocimiento facial*. (31 de Enero de 2012). Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_reconocimiento_facial
- Turk, M., & Pentlands, A. (1991). Eigenfaces for Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(1), 71-86.
- W3C. (2019). *What is a Web service?* Obtenido de <https://www.w3.org/TR/ws-arch/#whatis>

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1. Entrevista a Odontólogo perteneciente al Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) de la dirección de la Fiscalía General de la Nación.

A continuación, se presenta la entrevista realizada con fines de esclarecer y complementar la investigación realizada, a fin de descubrir como son los procesos realizados a partir del momento en que una persona se desaparece.

Datos del entrevistado

- **Nombre completo:** Adrián Blanco
- **Entidad:** Fiscalía General de la Nación
- **Dirección:** Cuerpo Técnico de Investigación (CTI)
- **Cargo que representa dentro de la entidad:** Odontólogo
- **Numero:** 3183609197

Entrevista

En la ciudad de Cartagena de Indias D.T y C. a los 14 días del mes de septiembre del dos mil dieciséis siendo la una y cuatro minutos de la tarde se reúne Adrián Blanco, odontólogo de la dirección CTI y el estudiante-investigador Rafael Eduardo Pedroza Manga con la finalidad de efectuare una entrevista personal al primero.

- **¿Cómo es el manejo del proceso de una desaparición?**

R//: La desaparición tiene dos connotaciones, ósea la desaparición conlleva a dos instancias. Cuando una persona se ausenta puede ser por dos causas, por desaparición forzada propiamente dicha y por ausencia voluntaria.

De igual manera ambos casos hay que atenderlos, no es posible dejar de atender un caso de ausencia voluntaria, por que de todos modos dentro de la capacidad que uno tiene de análisis puede quedar un elemento suelto, ósea la persona realmente se desapareció voluntariamente pero quizás mas adelante le pudo haber pasado algo.

- **¿A partir de qué momento la persona interesada puede reportar el caso?**

R//: Inmediatamente, es decir, se puede catalogar a una persona como desaparecida a partir del momento en que esta rompe una rutina, y cuando alguien detecta este hecho, es posible reportar el caso en el mismo instante de ser posible.

- **¿Qué vías o métodos puede utilizar una persona para reportar a otra como desaparecida?**

R//: Actualmente es posible reportar a una persona desaparecida por medio de dos métodos, el verbal y el escrito, aquí solamente se utiliza el verbal, debido a que los escritos van directamente al área de asignaciones, pero de todas maneras es necesario aplicar el método verbal porque es que una persona a pesar de que te da el escrito, “tú le dice, venga acá siéntese un momentico para saber que más detalles tiene usted”.

- **Después que una persona reporta a otra como desaparecida. ¿Cuáles son los procesos siguientes que se llevan a cabo?**

R//: Si corresponde a una desaparición anterior al año 2007, que es lo que entra en la ley 600 del antiguo sistema penal, uno de todos modos inicia unas labores de verificación. Pero cuando sucede al revés que es un caso reciente, uno hace unos actos urgentes sin que lo ordene un fiscal.

Actos urgentes es lo que tú haces sin medie la orden de un fiscal tales, como entrevistas, verificaciones, difusión en prensa, búsqueda selectiva en base de datos, labores de campo los cuales en la ley 600 se llaman labores de verificación, esa es la única diferencia.

De igual manera con el desaparecido hay que hacer unas labores de ingreso a un sistema que se llama SIRDEC que es Sistema de información de reporte de desaparecidos y cadáveres. La cual es una plataforma administrada bajo la responsabilidad de mantenimiento de seguimiento de medicina legal, es una plataforma del estado, pero que esta bajo el dominio, bajo la supervisión, la administración de medicina legal.

Medicina legal la alimenta con dos instancias, los reportes de desaparecidos que pueden partir de nosotros o que lo reciben ellos también.

- **¿Qué entidades están capacitadas para realizar las labores de ingreso a la plataforma SIRDEC?**

R//: Las entidades que tienen la obligación de recibir los reportes de desaparecidos son: Policías, Personerías, Defensoría, ósea más que la obligación, el deber.

- **¿Cada una de estas entidades actúan de manera independiente?**

R//: Existe como una especie de ruta donde casi todas estas entidades dan la información a los interesados donde los mandan a la fiscalía, pero esto debido a que estas entidades no cuentan en todas sus ubicaciones con un funcionario que tenga acceso a judicializar, entonces por lo general hacen el reporte y remiten a la persona con el reporte acá a la fiscalía.

- **¿Cada entidad tiene una forma particular de atender los casos de desaparecidos?**

R//: No, todas se rigen bajo un formato estandarizado llamado **Formato nacional para búsquedas de persona desaparecidas** como proceso inicial.

- **La base de mi proyecto se basa en reconocimiento por biometría facial, ¿Es común obtener una fotografía de la persona desaparecida por parte de la persona interesada?**

R//: No es tan común que traigan fotografías, digamos de cada 10 casos 6 traen fotografías.

- **¿Existe alguna alternativa para obtener fotografías de una persona desaparecida?**

R//: Existen alternativas como solicitar información a la registraduría, historial de archivos delictivos, archivos institucionales como las hojas de vida. Por que la persona a menos que sufra un trauma severo no le va a cambiar su fisionomía.

- **¿Una vez llenado el formato nacional para búsquedas de persona desaparecidas, que prosigue?**

R//: El procedimiento después de llenado el formato es el ingreso a la plataforma SIRDEC.

- **Después del ingreso de la información a la plataforma SIRDEC ¿Qué mecanismos utilizan las entidades para lograr encontrar a una persona?**

R//: Las labores de búsqueda son varias entre esas, verificación consulta en base de datos, búsqueda de campo, cruce de información con otras entidades.