



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y
VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA
METROPOLITANA A TRAVÉS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES**

Manuel Arnaldo Matul Palma

Asesorado por la Mtra Ing. Alicia Eugenia Ruano Aguilar

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y
VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA
METROPOLITANA A TRAVÉS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MANUEL ARNALDO MATUL PALMA

ASESORADO POR LA MTRA. ING. ALICIA EUGENIA RUANO AGUILAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Herman Igor Véliz Linares
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernández Ramírez
EXAMINADOR	Ing. Luis Fernando Espino Barrios
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA METROPOLITANA A TRAVÉS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado, con fecha de 14 de enero de 2022.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Manuel Arnaldo Matul Palma', written in a cursive style.

Manuel Arnaldo Matul Palma



EEPFI-PP-2174-2022

Guatemala, 19 de noviembre de 2022

Director
Carlos Gustavo Alonzo
Escuela De Ingenieria En Sistemas
Presente.

Estimado Ing. Alonzo

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA METROPOLITANA A TRAVÉS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Telecomunicaciones - Telecomunicaciones**, presentado por el estudiante **Manuel Arnaldo Matul Palma** carné número **200113611**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Ingeniería Para La Industria Con Especialidad En Telecomunicaciones.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

Alicia Eugenia Ruano Aguilar
INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS
COLEGIADO No. 11642

"Id y Enseñad a Todos"

Mtra. Alicia Eugenia Ruano Aguilar
Asesor(a)

Mtro. Mario Renato Escobedo Martinez
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EICS-1784-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria En Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA METROPOLITANA A TRAVÉS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Manuel Arnaldo Matul Palma**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director
Escuela De Ingenieria En Sistemas

Guatemala, noviembre de 2022

LNG.DECANATO.OI.219.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA METROPOLITANA A TRAVÉS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por: **Manuel Arnaldo Matul Palma**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.1. Delimitación del problema	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN	13
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Biometría	17
7.2. Tipos de identificación biométrica.....	17
7.2.1. Reconocimiento facial.....	18
7.2.2. Reconocimiento de iris	19

7.2.3.	Huella dactilar.....	20
7.2.3.1.	Crestas	21
7.2.3.2.	Valles o surcos	21
7.2.3.3.	Características de la huella	21
	7.2.3.3.1. Dactilograma natural	23
	7.2.3.3.2. Dactilograma artificial	24
	7.2.3.3.3. Dactilograma latente	24
7.2.3.4.	Tipos de reconocimiento de huellas	25
	7.2.3.4.1. Basadas en minucias	25
	7.2.3.4.2. Basadas en correlación	26
	7.2.3.4.3. Basadas en características de la cresta.....	26
7.3.	Sistema biométrico.....	27
7.3.1.	Enrolamiento / Registro	27
7.3.2.	Identificación	28
7.3.3.	Verificación.....	29
7.4.	Recolección de huellas dactilares	30
7.4.1.	Generadores sintéticos.....	31
7.4.2.	Mecanismos <i>offline</i>	31
7.4.3.	<i>Scanner</i> de huella	32
	7.4.3.1. Lector de huella U Are U Pro USB 4500	33
7.5.	Datos de identificación de personal del RENAP	34
7.5.1.	Datos biométricos del RENAP.....	34
	7.5.1.1. Procedimiento para atender solicitud de datos biométricos en el RENAP	35
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	39

9.	METODOLOGÍA.....	41
9.1.	Tipo de investigación y análisis	41
9.2.	Variables.....	41
9.3.	Muestra.....	41
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	43
11.	CRONOGRAMA.....	45
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	47
12.1.	Recursos humanos.....	47
12.2.	Recursos materiales	47
13.	REFERENCIAS.....	49
14.	ANEXOS	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de la solución	14
2.	Prototipo de la solución	16
3.	Reconocimiento de iris	20
4.	Minucias de huella dactilar	22
5.	Patrones de huella dactilar	23
6.	Dactilograma natural	23
7.	Dactilograma artificial	24
8.	Dactilograma latente	25
9.	Basadas en características de la cresta	27
10.	Enrolamiento / Registro.....	28
11.	Identificación	29
12.	Verificación.....	30
13.	<i>Scanner</i> de huella	32
14.	Lector de huella U Are U 4500	33
15.	Flujograma del RENAP	37

TABLAS

I.	Especificaciones de lector de huella U Are U 4500	34
II.	Procedimiento de atención de solicitud de biométricos en RENAP	36
III.	Cronograma de la investigación.....	45
IV.	Recursos humanos	47
V.	Recursos materiales....	48

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzal (moneda guatemalteca)

GLOSARIO

Biométrico/a	Relacionado con la biometría.
Diagrama de flujo	Representación gráfica de un procedimiento de trabajo.

RESUMEN

En este trabajo se estudia el tema: *Diseño de sistema biométrico de reconocimiento y verificación de identidad de pacientes en hospital del área metropolitana a través de redes de telecomunicaciones*. Se introduce el estudio y se presentan los antecedentes, para luego ahondar en lo relacionado con el planteamiento del problema y la justificación. Después, se presentan los objetivos de la investigación llevada a cabo, y se exponen también las necesidades a cubrir.

Después se detalla el marco teórico, con los conceptos básicos sobre el tema trabajado. Después de este marco, se presenta el índice de contenidos, la metodología y las técnicas de análisis de la información recopilada, tomando en cuenta, además, el cronograma y los aspectos que hacen factible el proyecto. Por último, se enumeran las referencias consultadas.

1. INTRODUCCIÓN

La constante necesidad de atención de personas en el sector de la salud y la creciente demanda en la calidad de servicios prestados por el sistema hospitalario del país, generan la necesidad de implementar los recursos tecnológicos disponibles en el mercado para mejorar y optimizar la ejecución de los procesos en la atención de pacientes. Pieza fundamental en este proceso de atención de pacientes es la autenticación de los mismos, ya que de esta parte depende la correcta intervención en los pacientes.

Los métodos actuales de autenticación de pacientes que llegan a consulta al hospital presentan muchas inconsistencias, debido a las características intrínsecas de portación y deterioro que implican los documentos físicos. Para ello, los sistemas de identificación biométrica brindan una alternativa eficaz y eficiente de autenticación de personas.

En Guatemala, el RENAP es la institución encargada del registro nacional de personas, como parte de sus atribuciones es responsable de la captura de datos biométricos de cada ciudadano. La inconsistencia de datos y la usurpación de identidad son temas que se presentan con regularidad en el registro de pacientes, así es que la importancia de brindar mecanismos para la confirmación de la identidad de los pacientes se torna en un punto de vital importancia. Es por esto que, como parte de la solución, se implementará la integración con el RENAP para proveer así un método de validación de datos de identificación.

La presente investigación se enfocará en el sistema biométrico por medio de huella dactilar, se hará uso de esta tecnología con el objetivo de automatizar

el registro de pacientes en un hospital del área metropolitana. Para ello, se analizará por medio de observación y entrevistas el funcionamiento del proceso actual de registro de pacientes en el hospital. Con esto se obtendrán los parámetros de referencia necesarios para evaluar la mejora a partir de la implementación de la solución. A manera de conclusión se medirá, de manera cuantitativa y cualitativa, la mejora en la cantidad de pacientes registrados y la reducción de datos inconsistentes en el sistema, entre otros aspectos.

El capítulo 1 abarcará el análisis de los procesos actuales de registro e identificación del hospital con el objetivo de ajustar el sistema a las necesidades requeridas, mientras que el capítulo 2 abarcará todos los temas involucrados en el proceso de identificación de usuarios, desde las herramientas tecnológicas a utilizar hasta su implementación.

El capítulo 3 abarcará todos los temas relacionados con la verificación de la identidad, se desarrollarán todas las actividades necesarias para la integración del sistema con los servicios de identificación biométrica del RENAP.

El capítulo 4 abarcará la integración de todos los módulos anteriores para generar el prototipo final y la ejecución de pruebas de funcionalidad. Por último, el capítulo 5 abarcará el análisis de los resultados para validar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados.

Por último, se darán a conocer las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

2. ANTECEDENTES

Oliva, en su tesis *Guía de procesos dirigida al personal del departamento de registro de la emergencia de adultos del hospital de Escuintla, Guatemala*, en el contexto del registro médico de pacientes analiza la importancia de la confiabilidad y la calidad de los datos en la búsqueda de la optimización del servicio. Además, destaca los registros médicos como parte fundamental en la atención de los pacientes, debido a que de ellos deriva la historia clínica y la apropiada atención de los mismos (Oliva, 2018).

Gastelo y Cabrera, en su tesis *Propuesta para el diseño de un sistema de validación y autenticación biométrica dactilar para la asociación guadalupana*, proponen utilizar la metodología ágil de programación XP, lenguaje de programación PHP con patrón de desarrollo MVC y gestor de base de datos MySQL (Gastelo y Cabrera, 2019).

Montaña, en su tesis *Sistema de identificación mediante huella digital para el control de accesos a la universidad Libre sede Bosque Popular simulado en un entorno web*, propone una solución en entorno Java y WAMPP (servidor Apache Tomcat y MySQL), y con uso del lector de huellas dactilares Digital Persona U are U 4500 desarrolla un sistema de control de accesos para limitar el ingreso de personas a la universidad (Montaña, 2017).

Arteaga, en su tesis *Implementación de un control de acceso utilizando sistema biométrico para el laboratorio de electrónica y robótica de la Universidad Estatal del Sur de Manabí*, presenta la solución al control de acceso a través del dispositivo biométrico de identificación ZKTECO X7, con lo cual logró aumentar

la seguridad dentro del laboratorio limitando el acceso únicamente al personal autorizado (Arteaga, 2018).

La Madrid y Barriga, en su tesis *Modelo tecnológico de reconocimiento facial para la identificación de pacientes en el sector salud*, proponen la utilización del servicio Face API de Azure bajo la plataforma en la nube PaaS y SaaS para el reconocimiento e identificación de pacientes. En la aplicación de su modelo en una clínica, lograron reducir un 10 % el problema de suplantación de identidad (La Madrid y Barriga, 2019).

Fuentes y Sánchez, en su tesis *Sistema de reconocimiento biométrico multimodal*, analizan los algoritmos para reconocimiento de iris y huella dactilar teniendo como indicador clave el tiempo de procesamiento de cada uno de ellos. Para ello desarrollaron una interfaz gráfica con Guide de Matlab y llegaron a las siguientes conclusiones: el tiempo aproximado de reconocimiento por huella dactilar es de 13 segundos (bastante grande comparado con el algoritmo de iris), sin embargo, las etapas de extracción de minucias son muy exactas, haciendo robusto el algoritmo de huella (Fuentes y Sánchez, 2018).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El viceministerio de hospitales de Guatemala reportó en el 2020 los datos de producción de 46 hospitales a nivel nacional. En su informe, describe la cantidad de 864,913 consultas externas, 381,016 egresos y 1,160,848 emergencias. Los hospitales con mayor demanda fueron: Hospital Roosevelt con 185,054 consultas externas, 49,068 egresos y 130,933 emergencias, y el Hospital San Juan de Dios con 95,236 consultas externas, 49,038 egresos y 130,933 emergencias. Día con día la demanda de servicios en hospitales aumenta, eventos impredecibles como una pandemia pueden llegar a provocar una sobrepoblación en los hospitales y, en consecuencia, un colapso del sistema de salud (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2021).

Uno de los factores medulares del proceso de atención de un paciente es el registro de datos, es allí donde inicia el diagnóstico, en este evento debe recabarse la primera línea de información de la persona a tratar. Datos como la edad, tipo sanguíneo, sexo y lugar de origen representan datos básicos pero importantes para el correcto tratamiento de un paciente.

Existen diversos escenarios en los que a una persona no le es posible identificarse al momento de su ingreso, desde una situación de emergencia, hasta la no portación de un documento de identificación oficial. Este hecho produce que la información inicial del paciente sea nula o escasa, lo que puede conducir a problemas o complicaciones asociadas a errores en la asistencia hospitalaria.

De acuerdo con la American Hospital Association, la identificación verbal no debería suceder, porque los pacientes pueden estar sedados, con pérdida de atención, indiferentes, confusos o simplemente incapaces de responder. Los problemas de identificación se asocian con frecuencia a las complicaciones producidas por errores en la administración de medicamentos, intervenciones quirúrgicas, pruebas diagnósticas, transfusiones de sangre y hemoderivados, procedimientos y entrega de recién nacidos a padres equivocados, e inclusive el suministro de dietas equivocadas (Longe, 1989).

Además, la baja fiabilidad y ausencia de verificación de la información generan, también, redundancia e inconsistencia a nivel de datos. Esta baja calidad de la información genera costos colaterales asociados a la poca eficiencia de los procesos de registro e identificación de pacientes.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación propone la siguiente pregunta principal:

- ¿Puede el sistema biométrico de reconocimiento y verificación de identidad mejorar la identificación de los pacientes en el hospital del área metropolitana?

Adicionalmente, se plantean las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Qué dispositivos, software e interfaces de comunicación son necesarios para implementar un sistema de identificación por huella dactilar?

- ¿Qué software, diseño de red y protocolos de telecomunicación son necesarios para la implementación del sistema de identificación biométrico de reconocimiento y verificación de identidad?
- ¿Cómo realizar la comunicación entre el sistema de identificación y el sistema del RENAP para la verificación de identidad biométrica de pacientes?

3.1. Delimitación del problema

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en un hospital del área metropolitana de Guatemala. La propuesta de diseño se estará realizando en el periodo de enero a octubre del año 2023.

4. JUSTIFICACIÓN

La Constitución Política de la República de Guatemala, en el Artículo 95, describe la salud como un bien público y destaca la responsabilidad de todos los ciudadanos por velar, mejorar y conservar su salud personal, familiar y comunitaria (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Esta conciencia social conduce a los profesionales a la necesidad de proponer soluciones que ayuden a mejorar la situación actual de la red hospitalaria del país, que evidencia la necesidad de ser mejorada en muchos aspectos. Tal como lo analiza Oliva en una investigación elaborada en el hospital de Escuintla, en la que realiza una encuesta aplicada en pacientes en la emergencia de adultos, de la cual obtuvo (entre otros), los siguientes resultados: cerca del 65 % de las personas tuvieron que esperar más de una hora para ser atendidos, lo que naturalmente genera una baja satisfacción, con un 43 % de detractores en relación a la calificación de la calidad del servicio (Oliva, 2018).

La mala identificación del paciente incrementa la probabilidad de errores en los procedimientos médicos, genera desperdicio de recursos y da lugar a otros factores como la suplantación de identidad y malversación de fondos.

La propuesta de la elaboración de un sistema biométrico de identificación por huella dactilar y verificación de datos busca brindar un recurso tecnológico que ayude a mejorar y optimizar el registro y verificación de identidad de los pacientes. Con esto se pretende ayudar a llevar un control más acertado del historial clínico de estos y, por ende, mejorar el proceso de restablecimiento de la salud de cada persona atendida.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer un sistema biométrico de reconocimiento y verificación de identidad para mejorar el registro de pacientes en un hospital del área metropolitana.

5.2. Específicos

1. Determinar dispositivos, software e interfaces de comunicación requeridos para implementar un sistema de identificación por huella dactilar.
2. Definir el software, diseño de red y protocolos de telecomunicación necesarios para la implementación del sistema de identificación biométrico de reconocimiento y verificación de identidad.
3. Definir el protocolo de comunicación entre el sistema de identificación y el sistema del RENAP para la verificación de identidad biométrica de pacientes.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

El presente trabajo consiste en proponer un sistema biométrico de reconocimiento por medio de huella dactilar que permita identificar de manera ágil y precisa a los pacientes ingresados al hospital. Además, la solución pretende disminuir los niveles de redundancia e inconsistencia de datos, a través de un proceso de verificación de los datos biométricos para comprobar la identidad de la persona por medio de la integración con los servicios de consulta de biométricos proporcionados por el RENAP.

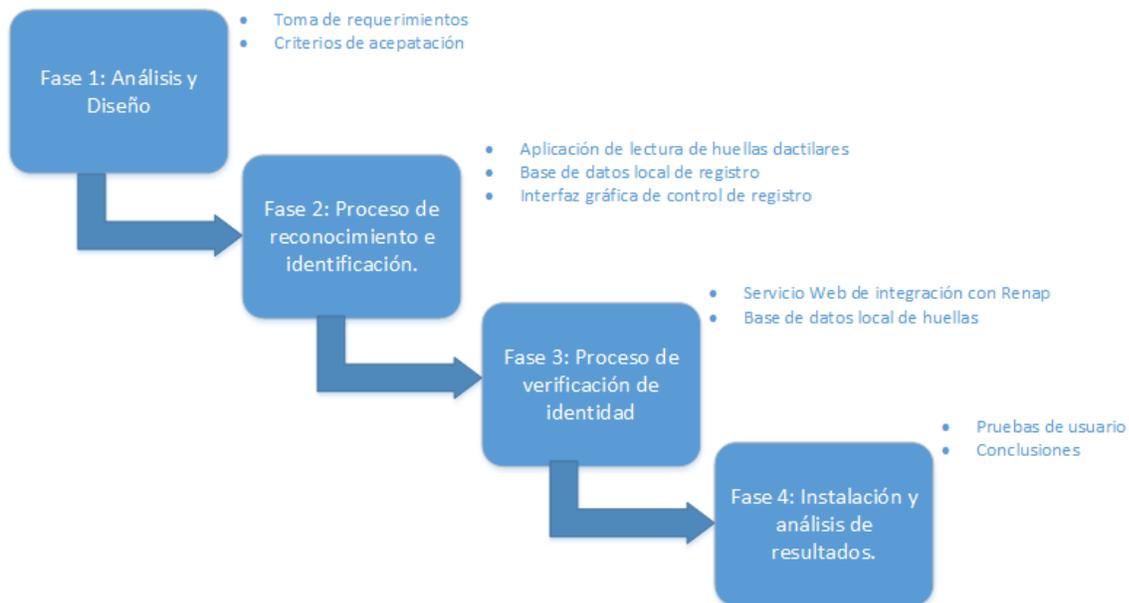
El sistema permitirá al personal operativo disminuir la cantidad de recursos físicos/humanos utilizados para el registro de personas, además de simplificar el proceso de registro de pacientes de manera significativa. La solución pretende también generar una reducción en la carga de trabajo y una mejora en el tiempo de respuesta en la etapa de ingreso de pacientes.

A nivel médico, representará una mejora en la atención de pacientes, esto gracias al proceso de verificación de identidad que permitirá el aseguramiento de la información de la persona atendida. Dicha información confiable y única provocará llevar de manera adecuada el seguimiento del tratamiento aplicado a cada paciente, así mismo, generará la base para la creación de un expediente completamente digital.

Todo este conjunto de mejoras en la atención de pacientes pretende aumentar el grado de satisfacción en la prestación del servicio hospitalario.

El esquema de la solución se divide en cuatro fases que se describen a continuación:

Figura 1. **Esquema de la solución**



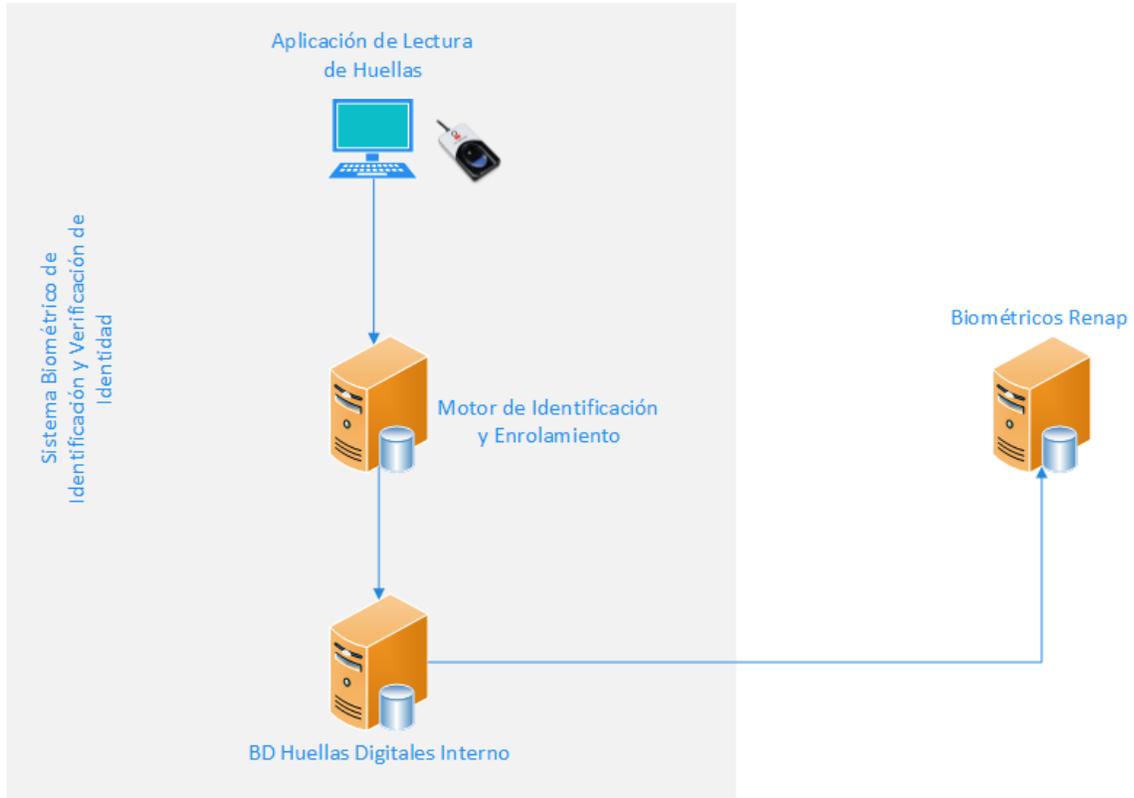
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

- Fase 1: análisis y diseño. En esta fase se llevará a cabo todo el proceso de recopilación de la información del hospital, para conocer el perfil de los usuarios que harán uso del sistema, así como las necesidades a cubrir, y definir los criterios de aceptación del mismo.
- Fase 2: proceso de reconocimiento e identificación. Será la primera etapa de la implementación a nivel de software y hardware, la cual involucra los procesos de lectura de las huellas dactilares, registro y almacenamiento en base de datos.

- Fase 3: proceso de verificación de identidad. Se completarán todas las tareas necesarias para la integración con los servicios del RENAP. Además, se implementará el diseño de base de datos local de huellas para el almacenamiento de biométricos e información de personas consultadas.
- Fase 4: instalación y análisis de resultados. En esta fase se pretende poner a prueba un prototipo con usuarios para analizar el funcionamiento del mismo y generar conclusiones a partir de los resultados obtenidos.

La propuesta de la arquitectura de la solución se muestra en la siguiente página:

Figura 2. Prototipo de la solución



Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Visio.

7. MARCO TEÓRICO

A continuación se desarrollarán los conceptos necesarios para comprender el tema de estudio de la presente investigación.

7.1. Biometría

El término biometría está compuesto de las palabras griegas *bios* (vida) y *metron* (medir). Entonces, se puede definir biometría como la medición o análisis estadístico de características fisiológicas o de comportamiento de un ser viviente. Por ejemplo, en personas, este método es muy similar a la forma que habitualmente hay para reconocer a nuestro círculo cercano de familiares o amigos a través de sus rasgos físicos, tono de voz y forma de actuar en particular.

Con la expansión de la tecnología a todos niveles, se han logrado muchos avances en distintas áreas de aplicación, entre ellas la biometría, la cual hace uso de la misma para automatizar estos métodos de reconocimiento, logrando así una identificación con mayor precisión del individuo y un tiempo más factible de ejecución de los procesos.

7.2. Tipos de identificación biométrica

Como ya se mencionó anteriormente, los principales tipos de identificación biométrica están basados en las características físicas de un individuo (también conocidos como biométricos estáticos) y de acuerdo a su comportamiento (biométricos dinámicos).

Dentro de los tipos de identificación biométrica fisiológicos se puede considerar todos aquellos que contemplan la medición de algún componente del cuerpo del ser humano.

7.2.1. Reconocimiento facial

Comúnmente se reconoce visualmente a una persona a través de los rasgos de su rostro, cada rasgo facial provee características que hacen único a cada individuo. A pesar de que la fisonomía de la cara no brinda la mayor unicidad en comparación con la huella dactilar o el iris, esta técnica ha sido desarrollada significativamente en los últimos años debido a los avances en los recursos tecnológicos que la misma emplea (cámaras, video).

Los sistemas robustos de reconocimiento facial tienen una gran demanda para ayudar a luchar contra el crimen y el terrorismo. Otras aplicaciones incluyen proporcionar autenticación de usuario para acceder al control de espacios físicos y virtuales para garantizar mayor seguridad. Sin embargo, el problema de identificar a una persona por medio de una captura de su rostro como entrada, y haciéndola concordar con las capturas de rostros registrados en una fuente de datos, sigue siendo un reto muy desafiante. Esto debido a la diversidad de los rasgos faciales humanos bajo diferentes situaciones operativas.

Condiciones del entorno como iluminación, rotaciones, expresiones, vista de cámara, puntos, envejecimiento, maquillaje y anteojos son circunstancias que afectan de manera directa la eficiencia de los sistemas de reconocimiento facial, principalmente cuando se comparan contra fuentes de datos masivas. Este bajo rendimiento en el reconocimiento facial evita que los sistemas se implementen ampliamente en aplicaciones reales (aunque se han implementado muchos sistemas, su uso y precisión se limita a escenarios operativos particulares),

donde errores como la tasa falsa de aceptación (FAR) y la tasa falsa de rechazo (FRR) se consideran ventaja. FAR es la probabilidad de que los sistemas acepten incorrectamente una persona autorizada, mientras que FRR es la probabilidad de que los sistemas rechacen erróneamente una persona autorizada (Maltoni y Cappelli, 2008).

Existen dos formas de implementar un sistema de reconocimiento facial. La primera es bidimensional y se puede trabajar por medio de una imagen plana del rostro; la segunda técnica es la tridimensional, que hace uso de una captura o video para extraer datos volumétricos de los rasgos faciales de la persona, siendo esta más confiable y efectiva que una imagen estática (Incibe, 2016).

7.2.2. Reconocimiento de iris

Consiste en obtener el patrón biométrico del iris de una persona con el objetivo de identificar su identidad. El patrón de diseño del iris es único inclusive en cada ojo y muy rara vez cambia a lo largo del tiempo. Es por ello que cuenta con mucha aceptación en la aplicación de sistemas de alta seguridad.

El método de extracción de la imagen del iris se lleva a cabo a través de una cámara con luz infrarroja invisible, la cual escanea el ojo y permite extraer el patrón matemático del iris.

Figura 3. **Reconocimiento de iris**



Fuente: Biometricos.net (2022). *Biometría iris y facial en el terminal EF-45*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de <https://www.biometricos.net/2017/06/biometria-iris-y-facial-en-el-terminal.html>

7.2.3. Huella dactilar

Una huella dactilar es la representación de la epidermis de un dedo: consiste en un patrón de crestas papilares y valles o surcos interpapilares intercalados (Maltoni, Maio, Jain y Prabhakar, 2003). Las crestas de las yemas de los dedos evolucionaron a lo largo de los años para permitir que los humanos agarraran y sujetaran objetos. Como todo en el cuerpo humano, las crestas de las huellas dactilares se forman a través de una combinación de factores genéticos y ambientales. De hecho, la formación de huellas dactilares es similar al crecimiento de capilares y vasos sanguíneos en la angiogénesis.

El código genético en el ADN da instrucciones generales sobre cómo debe formarse la piel en un feto en desarrollo, pero la forma específica en que se forma es el resultado de eventos aleatorios (la posición exacta del feto en el útero en un momento particular y la composición y densidad exactas del líquido amniótico circundante) (Maltoni y Cappelli, 2008).

7.2.3.1. Crestas

Son glándulas sudoríparas con forma de bordes que logran sobresalir de la piel y están formadas por una serie de papilas.

Estos bordes siguen las sinuosidades de los surcos en todas direcciones y forman una infinidad de figuras en las yemas de los dedos, son más amplios en su base que en la cúspide, dan el aspecto de una montaña en miniatura y reciben el nombre de crestas papilares. (Ramírez, 2013, s/p)

7.2.3.2. Valles o surcos

Son las áreas de la huella digital que se encuentran a cierto nivel de profundidad.

7.2.3.3. Características de la huella

También llamadas minucias, son todas aquellas particularidades papilares que ofrecen en conjunto las crestas y los surcos al momento de ser examinadas por medio de un dactilograma o impresión (Incibe, 2016). Se puede decir que son todas las convergencias, desviaciones, cruces, interrupciones, fragmentos de las crestas y de sus surcos (islote, bifurcación, punto, cortada, espora, empalme, lago).

Figura 4. **Minucias de huella dactilar**



Fuente: Instituto Nacional de Ciberseguridad (2016). *Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf

“Los dibujos o figuras formadas por las crestas papilares reciben el nombre de dactilogramas, palabra que deriva de los vocablos griegos *daktylos* (dedos) y *grammas* (escrito)” (Entrala, 2001, s/p) Dentro de las características de las huellas dactilares se pueden percibir patrones o formas, que se pueden clasificar de la siguiente manera:

Figura 5. **Patrones de huella dactilar**



Fuente: Instituto Nacional de Ciberseguridad (2016). *Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf

7.2.3.3.1. **Dactilograma natural**

Agatha lo define como “el que está en la yema del dedo, formado por las crestas papilares de forma natural” (Agatha, 1999, s/p).

Figura 6. **Dactilograma natural**



Fuente: Huellas Forenses (2022). *División de dactilogramas*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de <http://ellegadoenlascenadeldelito.blogspot.com/2014/05/division-de-dactilogramas.html>

7.2.3.3.2. Dactilograma artificial

Agatha lo define como “el dibujo que aparece como resultado al entintar un dactilograma natural e imprimirlo en una zona idónea” (Agatha, 1999, s/p).

Figura 7. **Dactilograma artificial**



Fuente: Alvis y Vega (2014). *Desarrollo de un Software Para El Registro de Visitas a Pacientes en el Hospital del Municipio de Sahagún, haciendo uso de Sistemas Biométricos*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/732/Tesis%20Access%20Log.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7.2.3.3.3. Dactilograma latente

Agatha lo define como “la huella dejada por cualquier dactilograma natural al tocar un objeto o superficie. Este dactilograma queda marcado, pero es invisible. Para su revelación requiere la aplicación de un reactivo adecuado” (Agatha, 1999, s/p).

Figura 8. **Dactilograma latente**



Fuente: Perito Criminalista (2022). *Perito en análisis de huellas dactilares e identificación*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de <https://peritojudicial.com/perito-criminalista/analisis-de-huellas-dactilares/>

7.2.3.4. Tipos de reconocimiento de huellas

En la actualidad existen tres métodos de reconocimiento de coincidencias entre huellas dactilares:

7.2.3.4.1. Basadas en minucias

Consiste en realizar la autenticación de acuerdo a las minucias reconocidas en la huella dactilar, registrando de esta manera el tipo de minucia, la posición que ocupa dentro de la captura de la huella y ciertas dimensiones de la misma, de tal modo que se almacena una estructura o plantilla de cada individuo con los datos de las minucias detectadas, su posición y la distancia entre ellas (Incibe, 2016).

Dentro de las desventajas de este método se tiene que depender mucho de la calidad y precisión de cada muestra. Además, al medir de forma particular

cada minucia no se toma en cuenta el esquema global del conjunto de crestas y valles.

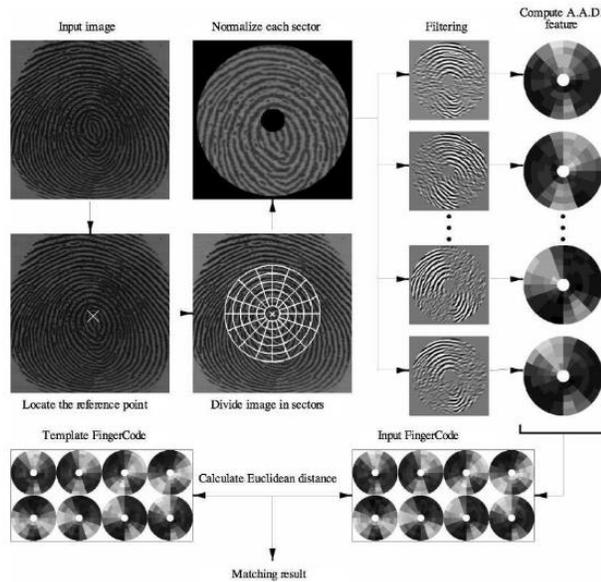
7.2.3.4.2. Basadas en correlación

Esta técnica analiza de forma global el patrón completo de la huella dactilar en lugar de las minucias en particular. Al igual que la anterior, requiere una alta calidad de la muestra y además depende directamente de la alineación de la imagen.

7.2.3.4.3. Basadas en características de la cresta

Es una técnica de análisis de textura en que el área de interés de la huella dactilar forma un teselado con respecto al punto central. Se define un vector ordenado de características compuesto de información extraída de cada sector del teselado, a este vector se le llama Finger Code y es la plantilla que se utilizará posteriormente para el proceso de comparación (Jain, Prabhakar, Hong y Pankanti, 2000).

Figura 9. **Basadas en características de la cresta**



Fuente: (Jain, Prabhakar, Hong y Pankanti, 2000). *IEEE Transactions on Image Processing*, 9:846–859. Consultado el 30 de octubre de 2022.

<https://www.cse.unr.edu/~bebis/CS790Q/PaperPresentations/Filterbank.pdf>

7.3. Sistema biométrico

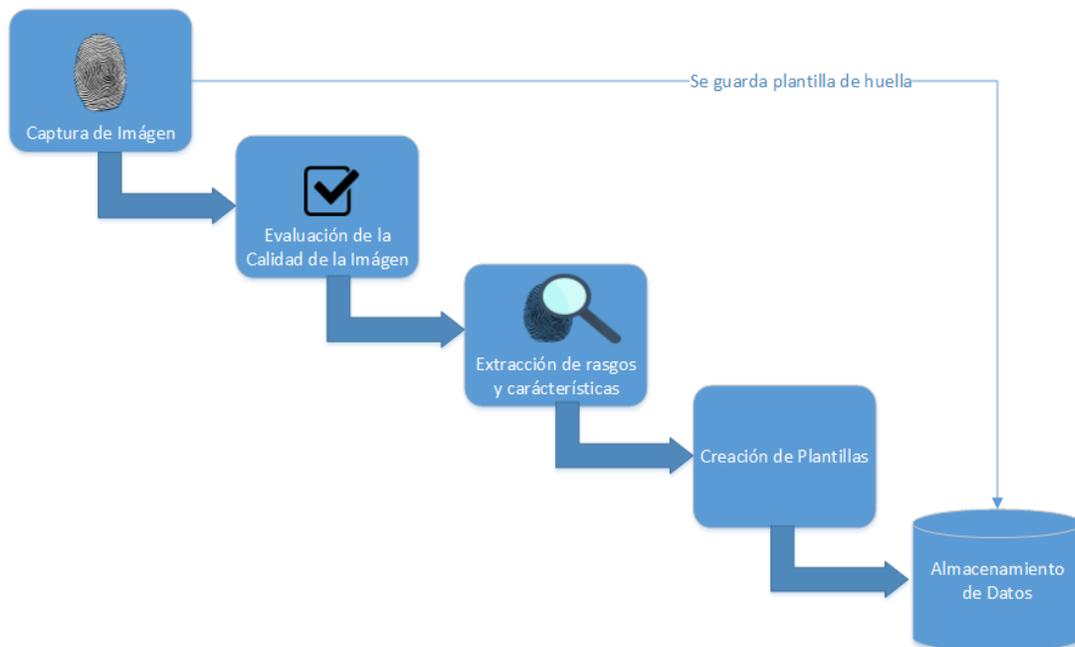
Desde la antigüedad se ha tenido la necesidad de contar con mecanismos para validar si una persona es quien presume ser, para ello el ser humano ha empleado diversas técnicas para suplir esta necesidad, desde métodos puramente visuales y de memoria hasta la medición de ciertas longitudes corporales han sido utilizadas para la verificación de la identidad de un individuo.

7.3.1. Enrolamiento / Registro

En esta etapa se realiza el entrenamiento del algoritmo para enseñarle a reconocer a una persona. Para ello se extraen varias muestras del dato

biométrico a utilizar, con el objetivo de producir una plantilla del biométrico y guardarla en una fuente de datos para su posterior uso en las siguientes etapas del sistema.

Figura 10. **Enrolamiento / Registro**

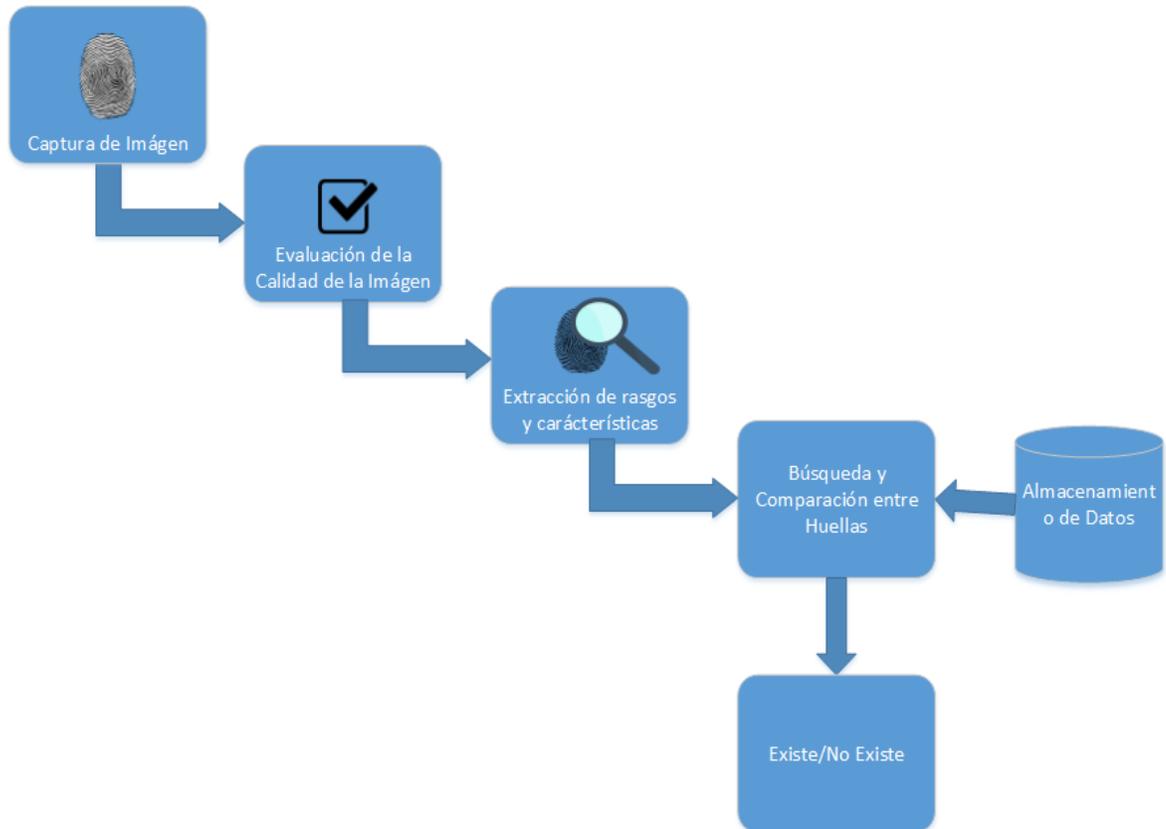


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

7.3.2. Identificación

El proceso de identificación consiste en obtener la muestra de la huella de la persona y posteriormente validar contra la huella registrada para saber si el usuario ya existe y así determinar cuál es su identidad. Se puede decir que la relación es de una huella digital a muchas, es decir, una huella digital se compara contra muchas huellas digitales registradas.

Figura 11. **Identificación**

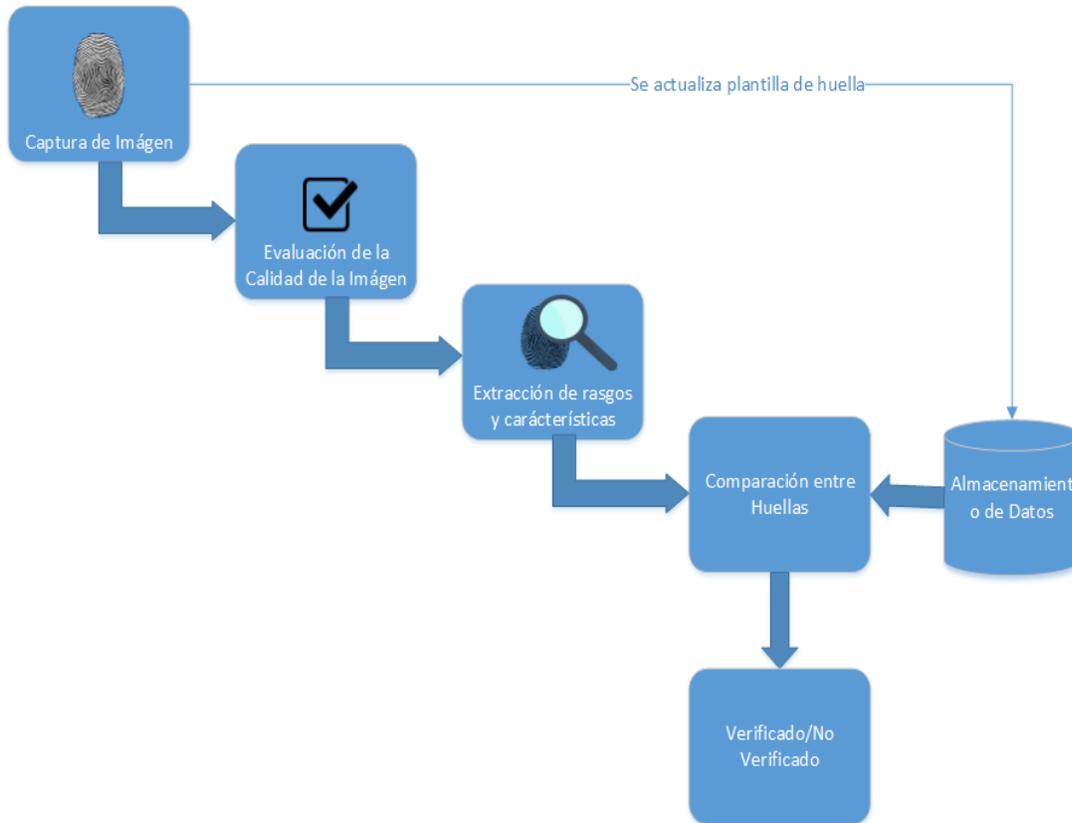


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

7.3.3. **Verificación**

El proceso de verificación consiste en obtener la muestra de la huella digital de la persona y posteriormente validar contra otra huella digital de la misma, previamente registrada, con el objetivo de compararlas y confirmar la identidad del usuario. Se puede decir que la relación es de uno a uno, es decir, una huella se compara contra otra huella archivada del mismo usuario. El principal objetivo de este método es evitar la duplicidad de identidad.

Figura 12. **Verificación**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

7.4. **Recolección de huellas dactilares**

Tal como se menciona en las secciones anteriores, la efectividad del sistema biométrico basado en huellas dactilares tiene como principal factor de importancia la calidad de la muestra. Es por esto que es necesario contar con métodos de recolección de datos que sean confiables y seguros. En tal sentido, existen tres métodos principales para obtener una huella digital.

7.4.1. Generadores sintéticos

Este método hace uso de software y en algunos casos de técnicas de *machine learning* para la generación de huellas dactilares artificiales con base en patrones y algoritmos matemáticos. El objetivo primordial de este tipo de generadores es el de aumentar la disponibilidad del número de muestras, en la mayoría de los casos no se cuenta con una cantidad de datos suficiente o la calidad de las imágenes no es la adecuada. Esto, combinado con el hecho de que cada imagen solo se puede utilizar una vez para su análisis, crea la necesidad de emular huellas reales con una precisión y un tiempo de generación aceptables (Bueso, 2008).

Estos generadores trabajan a partir de una huella base que posee un patrón de características únicas de una huella sintética, sin tomar en cuenta el ruido, condición de la piel, rotación o cualquier elemento que pueda contaminar la muestra. Sobre esta base se genera la cantidad necesaria de huellas hijas, aplicando en distintas medidas estas distorsiones, con el objetivo de generar variaciones de la muestra e imitar una huella real.

7.4.2. Mecanismos *offline*

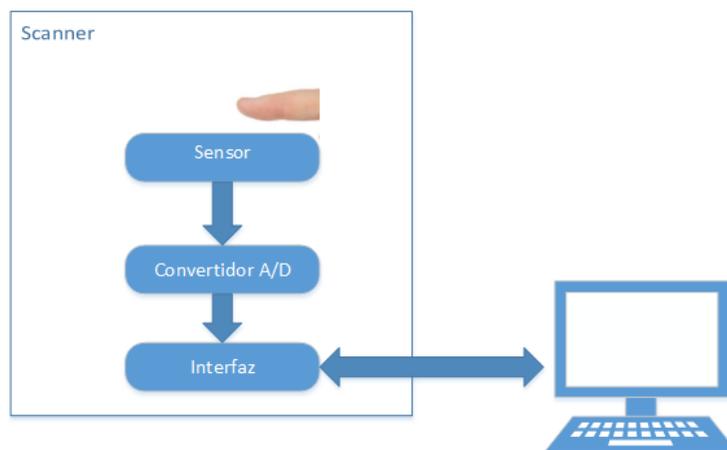
Hasta hace algunos años este método era utilizado para la recolección de huellas dactilares del registro de ciudadanos y de otras instituciones del estado de Guatemala. Existen dos maneras de obtener una huella dactilar *offline*: el entintado, que consiste en cubrir la yema del dedo con tinta para posteriormente imprimir la marca sobre un papel y guardar plantilla de manera física en el sistema; y la forma forense, que consiste en recopilar la huella por medio de la marca que deja la persona en un objeto cuando lo toca, dejando un rastro de

sudor o grasa, el cual puede ser extraído a través de la aplicación de diversas técnicas y elementos químicos (Bueso, 2008).

7.4.3. **Scanner de huella**

Hoy en día es el mecanismo más empleado para la recolección de huellas dactilares, su aplicación se puede observar en distintos dispositivos, tanto a nivel industrial (lectores de huella digital para acceso), como a nivel personal (sensor de huella digital en teléfonos inteligentes) (Bueso, 2008). El funcionamiento del scanner de huellas digitales se describe de la siguiente manera:

Figura 13. **Scanner de huella**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

- Sensor: se encarga recolectar la imagen de la yema del dedo en un formato analógico.
- Convertidor A/D: se encarga de transformar los datos analógicos en digitales.

- Interfaz: sirve como puente de comunicación (usualmente a través de puerto USB) entre el *scanner* y dispositivos externos (computadora).

7.4.3.1. Lector de huella U Are U Pro USB 4500

Es uno de los dispositivos más utilizados a nivel comercial. El lector de huellas dactilares Digital Persona 4500 es un dispositivo periférico, con conexión USB, ideal para usuarios únicos de computadores de escritorio, así como para varios usuarios en entornos compartidos (SIASA, 2022).

Figura 14. Lector de Huella U Are U 4500



Fuente: SIASA (2022). *Lector de Huella U Are U 4500*. Consultado el 30 de octubre de 2022.
 Recuperado de <https://www.siasa.com/producto.php?prod=0100041>

Tiene las siguientes especificaciones:

Tabla I. Especificaciones de lector de huella U are U 4500

Voltaje de suministro	5,0 V +- 5% suministrado mediante USB
Corriente de alimentación: escaneo	< 110 mA (típico)
Corriente de alimentación: en reposo	120 mA (típico)
Corriente de alimentación: modo suspendido	< 0,5 mA (máximo)
Inmunidad contra descarga electrostática (ESD, por sus siglas en inglés)	>15 kV, montado en la caja
Información escaneada	Escala de grises de 8 bits

Continuación Tabla I.

Cumplimiento de normas	FCC Clase B, CE, ICES, BSMI, MIC, USB, WHQL
Peso	105 gramos
Interfaz	Dispositivo USB 2.0 de velocidad máxima, de alta potencia
Escaneo de datos	8-bit escala de grises (256 niveles de gris)
Resolución en pixeles	512 dpi (promedio x, y sobre el área de escaneo)
Área de escaneo	14.6 x 18.1 mm
Tamaño del dispositivo (aprox.)	65 x 36 x 15.56 mm
Compatibilidad	Windows 7®, Vista, Professional XP, 2000 y Windows Server 2000, 2003, 2008

Fuente: elaboración propia.

7.5. Datos de identificación de personal del RENAP

En Guatemala, “RENAP (Registro Nacional de las Personas) es la entidad encargada de organizar y mantener el registro único de identificación de las personas naturales y de inscribir los datos de identificación desde su nacimiento hasta su muerte” (RENAP, 2016, s/p).

“Para tal fin implementará y desarrollará estrategias, técnicas y procedimientos automatizados que permitan un manejo integrado y eficaz de la información, unificando los procedimientos de inscripción de la misma” (RENAP, 2016, s/p).

7.5.1. Datos biométricos del RENAP

El RENAP, a través del Departamento de Biometría y Grafotecnia:

Es la dependencia encargada de analizar y cotejar la información biométrica de las solicitudes de Documento Personal de Identificación

(DPI) mediante el uso del Sistema Automatizado de Identificación de Huellas Dactilares y de Reconocimiento Facial (AFIS/FRS) y otros sistemas cuando apliquen, garantizando que cada documento pase una verificación biométrica. (RENAP, 2016, s/p)

En tal sentido, se consulta el *Manual de normas y procedimiento del departamento de biometría y grafotecnia* para conocer el procedimiento de atención de solicitudes de datos biométricos de personas proporcionado por el RENAP.

7.5.1.1. Procedimiento para atender solicitud de datos biométricos en el RENAP

A continuación se describe el “procedimiento para atender solicitudes de datos biométricos por las dependencias del RENAP y/o instituciones públicas autorizadas para el efecto” (RENAP, 2020, s/p).

Tabla II. **Procedimiento de atención de solicitud de biométricos en RENAP**

Responsable	Paso No.	Actividad
Asistente Ejecutiva I	1	Recibe del técnico de apoyo de la dirección de procesos la solicitud, la cual firma, sella y traslada.
Jefe de Biometría y Grafotecnia	2	Asigna la solicitud para el seguimiento respectivo.
Coordinador de Biometría y Grafotecnia / Técnico de Biometría / Técnico en Grafotecnia	3	Extrae el reporte biométrico a través de los sistemas SIBIO, EXTRACT y AFIS/FRS, utilizando el número de solicitud o CUI.
	4	Generar el desplegado de información biométrica.
	5	Elaborar oficio de respuesta, adjuntando el desplegado de información biométrica en formato digital o impreso.
	6	Traslada oficio de respuesta para su revisión.

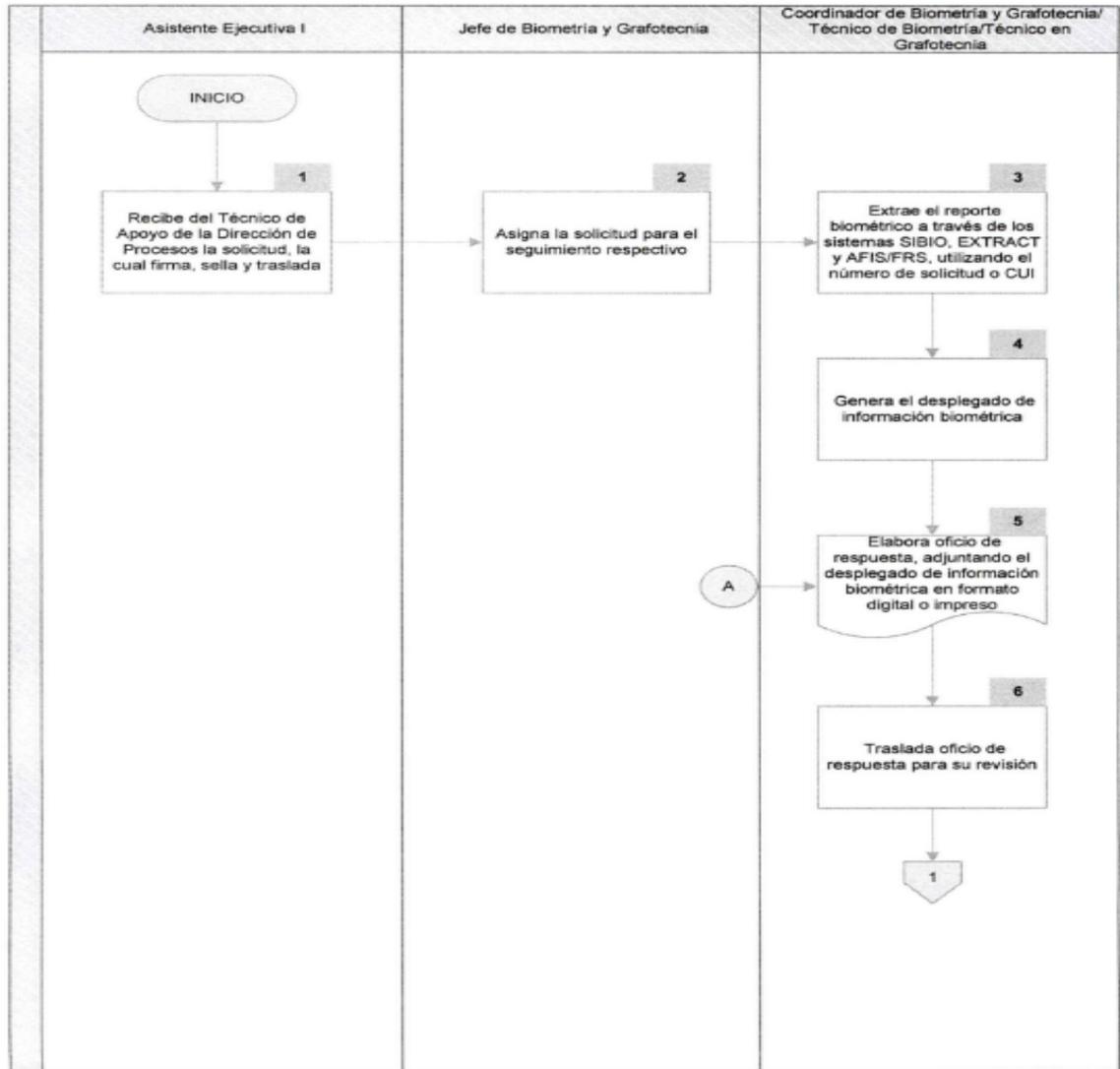
Continuación Tabla II.

Jefe de Biometría y Grafotecnia	7	Revisa el oficio de respuesta.
	7.1	No se tienen observaciones, firma, sella y traslada el oficio. Continúa en el paso No. 8.
	7.2	Si se tiene observaciones, traslada oficio para las correcciones correspondientes. Regresa al paso No.5.
Asistente Ejecutiva I	8	Traslada oficio con el desplegado de información biométrica en formato digital o impreso al técnico de apoyo de la dirección de procesos.
Fin del procedimiento.		

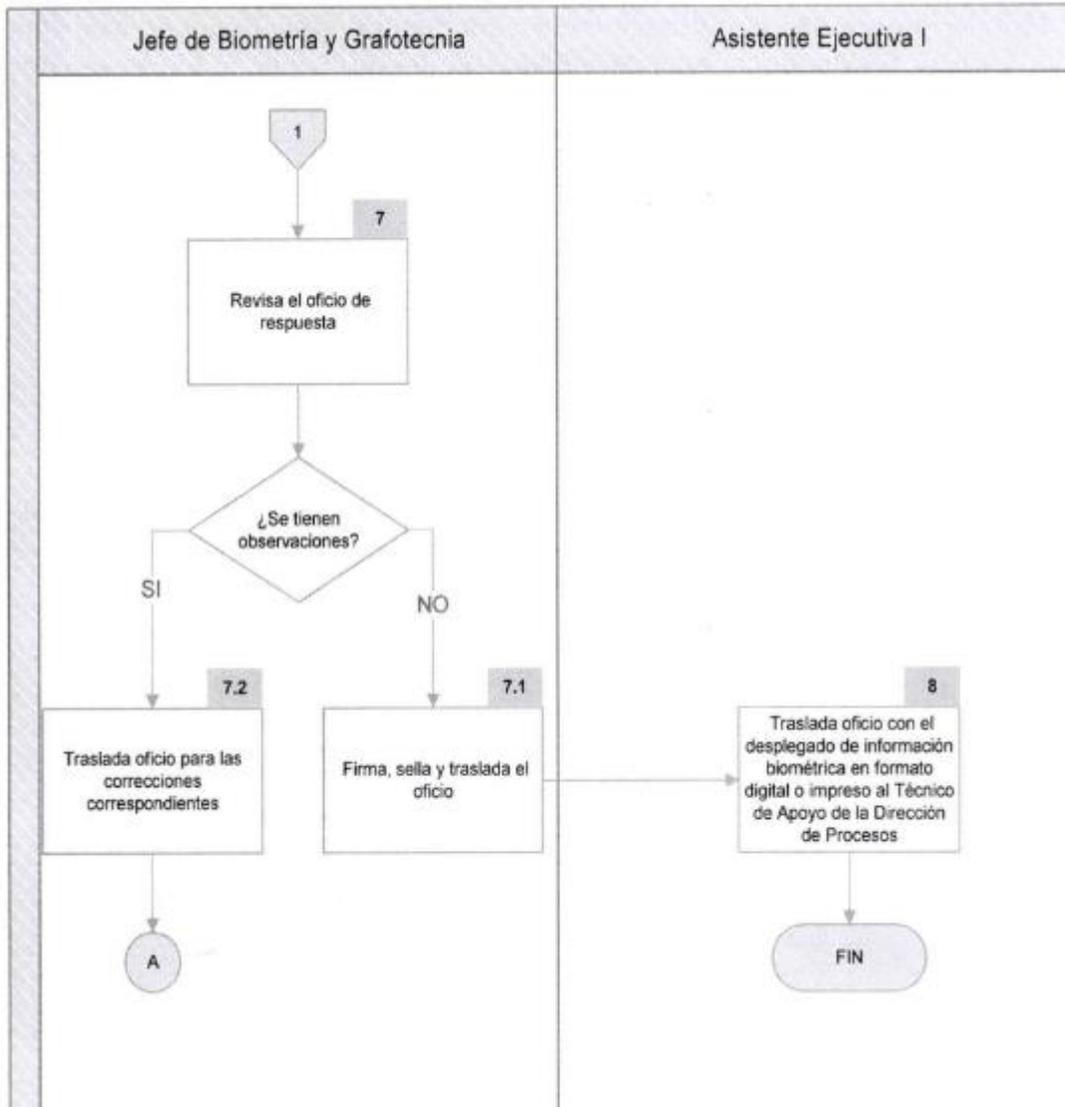
Fuente: elaboración propia.

“Flujograma del procedimiento para atender solicitudes de datos biométricos por las dependencias del RENAP y/o instituciones públicas autorizadas para el efecto” (RENAP, 2020, s/p).

Figura 15. Flujograma del RENAP



Continuación Figura 15.



Fuente: Dirección de Procesos del RENAP (2020). *Manual de normas y procedimiento del departamento de biometría y grafotecnia*. Consultado el 30 de octubre de 2022. Recuperado de https://www.renap.gob.gt/sites/default/files/informacion-publica/manual_de_normas_y_procedimientos_del_departamento_de_biometria_y_grafotecnia_1.pdf

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENTES
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
4. JUSTIFICACIÓN
5. OBJETIVOS
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN
7. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
8. MARCO TEÓRICO
9. MARCO METODOLÓGICO
10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

11. CRONOGRAMA

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

13. DESARROLLO DEL PROYECTO

13.1 CAPITULO 1. ANÁLISIS Y DISEÑO

13.2 CAPITULO 2. PROCESO DE RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN

13.3 CAPITULO 3. PROCESO DE VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD

13.4 CAPITULO 4. PROTOTIPO

13.5 CAPITULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de investigación y análisis

La presente investigación será de tipo no experimental-descriptivo, ya que se estará recabando información histórica de cada actividad realizada en la operación del hospital. Además, se estarán observando las herramientas de control utilizadas en el contexto actual para analizarlas.

9.2. Variables

Las variables independientes a analizar son:

- Eficiencia en el registro de pacientes
- Cantidad de recursos disponibles en hospitales
- Cantidad de pacientes atendidos

Las variables dependientes son:

- Nivel de satisfacción en la atención de pacientes
- Tiempo de atención de pacientes
- Calidad de la información registrada
- Cantidad de recursos utilizados por paciente

9.3. Muestra

Hospital del área metropolitana de Guatemala.

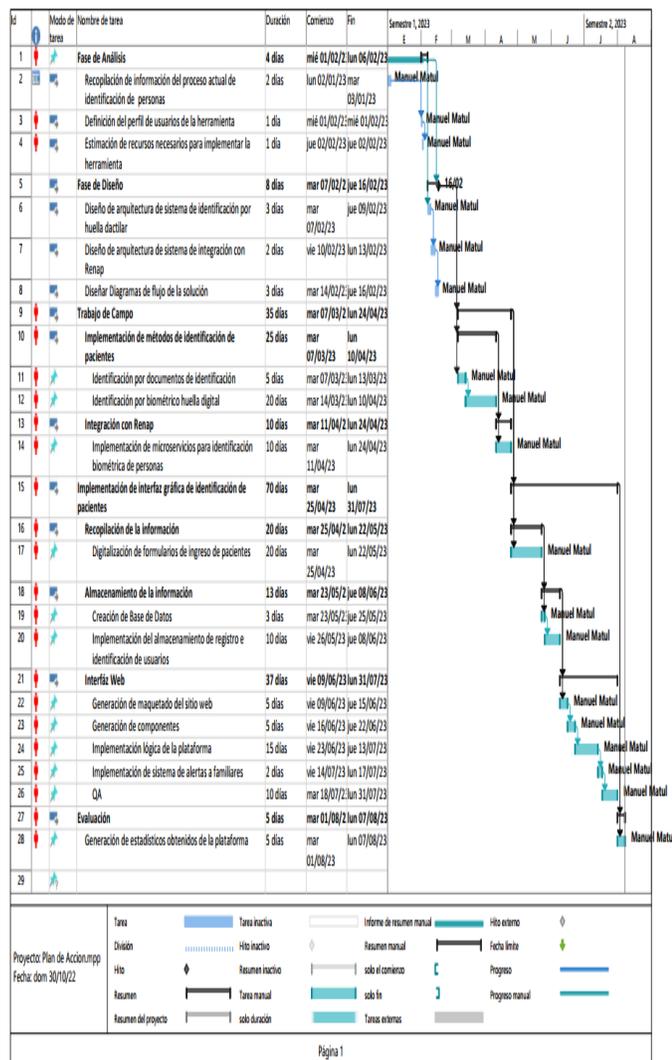
10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación de los procesos de recolección de la información en las actividades diarias del hospital.
- Entrevistas con personal involucrado en el tratamiento de la información. Entrevista con *stakeholders* para el análisis de sus necesidades.
- Recopilación de información en tesis, trabajos de graduación, monografías, entre otros, acerca de herramientas tecnológicas para la implementación de reconocimiento de personas a través de huella digital y aplicativos para la generación de expedientes digitales.

11. CRONOGRAMA

Tabla III. Cronograma de la investigación



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

A continuación se detalla el presupuesto preliminar para la implementación de la investigación en el espacio de tiempo descrito en el plan de acción, tomando como referencia el valor actual de los recursos hasta agosto de 2022.

12.1. Recursos humanos

Se detallan en la siguiente tabla:

Tabla IV. Recursos humanos

Descripción	Cantidad	Costo (Quetzales)
Investigador	1	Q. 8,000.00
Asesor	1	Q. 2,000.00
TOTAL		Q.10,000.00

Fuente: elaboración propia.

12.2. Recursos materiales

Se detallan en la tabla mostrada en la siguiente página:

Tabla V. Recursos materiales

Descripción	Cantidad	Costo (Quetzales)
Lector de huellas dactilares URU4500 Digital Person	1	Q. 1,260.00
Servidor de base de datos Amazon bajo demanda	1	Q. 200.00
Servidor de microservicios Amazon bajo demanda	1	Q. 200.00
Servidor web Amazon bajo demanda	1	Q. 200.00
Equipo de cómputo de cliente	1	Q. 3,500.00
Equipo de cómputo de personal	1	Q. 1,500.00
Impresora	1	Q. 1,600.00
Materiales de impresión	1	Q. 500.00
Otros gastos	1	Q. 1,040.00
TOTAL		Q.10,000.00

Fuente: elaboración propia.

Costo total de implementación de la investigación: Q. 20,000.00.

13. REFERENCIAS

1. Agatha, A. (1999). *Derecho médico y legislación sanitaria: bancos de archivos de perfiles ADN*. Montevideo, Uruguay: Autor.
2. Arteaga, J. (2018). *Implementación de un control de acceso utilizando sistema biométrico para el Laboratorio de Electrónica y Robótica de la Universidad Estatal del Sur de Manabí* (proyecto de investigación de licenciatura). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa.
3. Asamblea Nacional Copnstituyente. (1985). *Constitución Política de la República de Guatemala. Artículo 95 [salud, seguridad y asistencia social]*. Ciudad de Guatemala: Congreso de la República de Guatemala.
4. Bueso, D. (2008). *Librería de Huellas Digitales para Unix* (trabajo de graduación de licenciatura). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
5. Entrala, C. (2001). *Técnicas de ADN forense*. Madrid, España: BVA.
6. Fuentes, M. y Sánchez, S. (2018). *Sistema de reconocimiento biométrico multimodal* (tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
7. Gastelo, V. y Cabrera, J. (2019). *Propuesta para el diseño de un sistema de validación y autenticación biométrico dactilar para la asociación guadalupana* (trabajo de investigación de bachillerato). Universidad Tecnológica del Perú, Lima.

8. Incibe. (2016). *Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad*. Recuperado de https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biométricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf
9. Jain, A., Prabhakar, S., Hong, L. y Pankanti, S. (2000). Filterbank-Based Fingerprint Matching. *846 IEEE Transactions on Image Processing*, 9 (5), 847.
10. La Madrid, D. y Barriga, M. (2019). *Modelo tecnológico de reconocimiento facial para la identificación de pacientes en el sector salud* (tesis de licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
11. Longe, K. (1989). *The status of bar codes in hospitals: a survey report*. Chicago, United States: Hospital Technology Series Chicago / American Hospital Association.
12. Lubian, R. y Arias, R. (2002). *Dactiloscopia*. Madrid, España: Reus.
13. Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. y Prabhakar, S. (2003). *Handbook of fingerprint recognition*. New York, United States: Springer.
14. Maltoni, D. y Cappelli, R. (2008). *Handbook of biometrics*. Florida, United States: Springer.
15. Montaña, D. (2017). *Sistema de identificación mediante huella digital para el control de accesos a la Universidad Libre sede bosque popular simulado en un entorno web* (proyecto de grado de licenciatura). Universidad Libre de Colombia, Bogotá D.C.

16. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. (2021). *1er. año de gobierno*. Ciudad de Guatemala: MSPAS.
17. Oliva, A. (2018). Guía de procesos dirigida al personal del departamento de registros de la emergencia de adultos del Hospital de Escuintal, Guatemala (trabajo de graduación de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
18. Ramírez, E. (2013). *Análisis jurídico y legal de la impresión dactilar y la impresión digital, en las personas que no tienen lectura dactilar, en el derecho guatemalteco* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
19. Registro Nacional de Las Personas. (2016). *Acuerdo de directorio número 80-2016*. Ciudad de Guatemala: RENAP.
20. Registro Nacional de las Personas. (2020). *Manual de normas y procedimiento del departamento de biometría y grafotecnia*. Ciudad de Guatemala: RENAP.
21. SIASA. (2022). *Información sobre biometría*. Recuperado de: <https://www.siasa.com/producto.php?prod=0100041>

14. APÉNDICE

Apéndice 1. Matriz de Coherencia

MATRIZ DE COHERENCIA							
TÍTULO:	SISTEMA BIOMÉTRICO DE RECONOCIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD DE PACIENTES EN HOSPITAL DEL ÁREA METROPOLITANA						
Línea de investigación:	Telecomunicaciones			Sub línea de investigación: Software de monitoreo y control			
PROBLEMA	PREGUNTAS	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Problema General	Principal	Objetivo General	Antecedentes de la investigación	General	Variables independientes	Observación los procesos de recolección de la información en las actividades diarias de los hospitales	Tipo y nivel de investigación
Deficiente identificación de pacientes en hospital del área metropolitana	¿Puede el sistema biométrico de reconocimiento y verificación de identidad mejorar la identificación de los pacientes en el hospital del área metropolitana?	Proponer un sistema de reconocimiento y verificación de identidad para mejorar el registro de pacientes en un hospital del área metropolitana.	Propuesta para el diseño de un sistema biométrico de validación y autenticación biométrico dactilar para la asociación guatemalteca.	El sistema biométrico de reconocimiento y verificación de identidad permitirá mejorar la identificación de pacientes en el hospital del área metropolitana.	Identificación de pacientes en hospital	Entrevistas con personal involucrado en el tratamiento de Stakeholders para el análisis de sus necesidades.	Para la presente investigación será de tipo no experimental descriptivo ya que se estará recabando información histórica de cada actividad realizada en la operación de los hospitales. Además, se estará observando las herramientas de control utilizadas en el contexto actual para analizarlas.
Problemas Específicos	Complementarias	Objetivos Específicos	Sistema de identificación mediante huella digital para el control de accesos a la Universidad Libre Sede Bloque Popular simulado en un entorno web.	Específicas	Nivel de satisfacción en la atención de pacientes	Entrevista con Stakeholders para el análisis de sus necesidades.	Herramientas de control utilizadas en el contexto actual para analizarlas.
Notificación a familiares poco oportuna.	¿Cómo generar un sistema de identificación biométrico por huella dactilar?	Facilitar la identificación de pacientes en hospital a través del uso del reconocimiento biométrico por huella dactilar.	Implementación d un control de acceso utilizando sistema biométrico para el laboratorio de electrónica y robótica de la Universidad Estatal del Sur de Maná.	El sistema biométrico de reconocimiento por huella digital mejorará la identificación de pacientes.	Tiempo de atención de pacientes	Recopilación de información en tesis, trabajos de graduación, monografías, etc. acerca de herramientas tecnológicas para la implementación de reconocimiento de personas a través de huella digital y aplicativos para la generación de expedientes digitales.	Técnicas de Investigación
Bajo control de insumos utilizados por paciente.	¿Qué elementos de hardware y software son necesarios implementar un sistema de identificación por huella dactilar?	Diseñar una arquitectura del sistema de identificación de personas por huella dactilar.	Sistema de reconocimiento biométrico multimodal.	El sistema biométrico de reconocimiento por huella digital y la integración con datos biométricos de identidad de Renap permitirán validar la identidad de pacientes.	Calidad de la información registrada.	Observación	Observación
Desperdicio de recursos disponibles.	¿Cómo realizar la integración con Renap para la verificación de identidad biométrica de personas?	Investigar el proceso necesario para realizar la integración con Renap para la identificación biométrica de personas.	Bases Teóricas		Cantidad de recursos utilizados por paciente.	Entrevistas	Entrevistas
Aumento de riesgo en el tratamiento médico del paciente.	¿Cómo relacionar la información del sistema biométrico con la información brindada por Renap para la correcta identificación de pacientes?	Diseñar una interfaz para la integración de servicios de Renap para la identificación biométrica de personas.	Bases Teóricas		Mejora en el tratamiento del paciente.	Recopilación de información documental	Recopilación de información documental
Aumento en el tiempo de espera de pacientes		Diseñar interfaz gráfica para la identificación y verificación de datos.	Bases Teóricas			Encuesta	Encuesta
			Bases Teóricas				Población y Muestra
			Bases Teóricas				Pacientes de hospital del área metropolitana de Guatemala

Fuente: elaboración propia.