

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

Tema: “Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Informática

AUTOR(A): Ayala Heredia Clara Mariela

TUTOR(A): Del Hierro Mosquera Milton Gabriel

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Ayala Heredia Clara Mariela con el número de cédula 0401998398 ha elaborado el trabajo de titulación: “Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MILTON GABRIEL
DEL HIERRO
MOSQUERA

Firmado digitalmente por
MILTON GABRIEL DEL
HIERRO MOSQUERA
Fecha: 2021.07.01 15:19:47
-05'00'



Firmado electrónicamente por:
JAIRO VLADIMIR
HIDALGO
GUIJARRO

f.....

MSc. Del Hierro Mosquera Milton Gabriel
TUTOR

f.....

MSc. Hidalgo Guijarro Jairo Vladimir
LECTOR

Tulcán, julio de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en informática de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Ayala Heredia Clara Mariela con cédula de identidad número 0401998398 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Ayala Heredia Clara Mariela

AUTOR(A)

Tulcán, julio de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ayala Heredia Clara Mariela declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Ayala Heredia Clara Mariela

AUTOR(A)

Tulcán, julio de 2021

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño y amor a mi querido hijo Santiago quien desde el primer momento que lo tuve en mis brazos se convirtió en la principal motivación para culminar mis estudios, también dedico este trabajo a mi querido Edwin quien estuvo conmigo en cada momento, enseñándome a que todo esfuerzo tiene una gran recompensa, siempre ha sabido tener paciencia y cariño conmigo, lo que me ha fortalecido para ser mejor persona cada día.

Dedico este trabajo de investigación a mí mami, Elvia por su apoyo, cariño, paciencia brindada durante mi carrera universitaria, estando para mí en todos los momentos buenos y malos, también dedico este gran logro a mi querido padre Julio, que desde el cielo estoy segura se sentirá orgulloso de mí.

A mis queridos hermanos y hermanas por ser un ejemplo de superación para mí, quienes con sus consejos supieron darme ánimo para nunca detenerme en busca de mis sueños; en especial a Paola y Marcela quienes han sido compañeras de mis locuras y ocurrencias.

Con mucho aprecio a mis tíos Segundo e Isabel quienes han sido como unos segundos padres, por estar para mí, cada vez que lo necesite siendo un apoyo moral muy importante para mi vida.

Mariela Ayala

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por guiar mi camino con su bendición cada día, brindándome la sabiduría suficiente para desenvolverme a lo largo de mi carrera hasta llegar a la meta con la obtención de mí Título de Ingeniera en Informática.

Agradezco a mi madre, por forjar en mí una persona de bien, con mucho valor para saber sobrellevar los obstáculos de la vida.

Un profundo agradecimiento a Edwin por ser uno de los pilares fundamentales en mi vida, gracias a su apoyo moral, siempre ha sabido alentarme a no desfallecer en el intento de culminar mi carrera universitaria.

Agradezco a mi querida Universidad por abrirme las puertas hace algunos años, dándome la oportunidad de estudiar la carrera que me apasiona, a mis maestros que, durante mi estadía en esta prestigiosa casona del saber, supieron brindarme los mejores conocimientos, con el fin de obtener una buena profesional.

Agradezco también a mi tutor MSc. Milton Del Hierro y lector MSc. Jairo Hidalgo quienes supieron guiarme durante todo mi trabajo de titulación.

Y como no, agradecer a mis compañeros y amigos Kaenia, Milena y Erick quienes formaron parte de mi vida estudiantil con quienes compartí varios conocimientos en las aulas de clases, además de muchas alegrías, tristezas e innumerables locuras.

Mariela Ayala

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN.....	16
I. PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos	21
1.4.3. Preguntas de Investigación	21
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	22
2.2. MARCO TEÓRICO	24
2.2.1. Inteligencia Artificial.....	24
2.2.2. Visión Artificial.....	25
2.2.3. Visión Computacional	26
2.2.4. Reconocimiento facial	27
2.2.5. Algoritmo.....	28
2.2.6. Algoritmos de Reconocimiento facial	30
2.2.7. Tipos de Aprendizajes en la Inteligencia Artificial.	33
2.2.8. Métodos de Reconocimiento facial	34
2.2.8. Procesos.....	37
2.2.9. Optimización de procesos.....	39
2.2.10. Sistemas Biométricos.....	40

2.2.11.	Prototipo.....	42
2.2.12.	Dispositivos electrónicos.	42
2.2.13.	Raspberry Pi OS.....	46
2.2.14.	Python 3.7.3.	47
2.2.15.	OpenCV 3.2.0 (Open Computer Vision).	48
2.2.16.	Metodología de desarrollo de prototipos	48
III.	METODOLOGÍA.....	52
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	52
3.1.1.	Enfoque	52
3.2.	IDEA A DEFENDER	54
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	55
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS	57
3.4.1.	Análisis Estadístico.....	57
3.4.1.1.	Población y muestra.....	57
3.4.1.2.	Técnicas e Instrumentos.....	57
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1.	RESULTADOS.....	59
4.2.	DISCUSIÓN	95
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1.	CONCLUSIONES	99
5.2.	RECOMENDACIONES.....	100
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
VII.	ANEXOS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de Eigenfaces.	35
Figura 2. Análisis de Fisherfaces calculadas en la base de datos ORL	36
Figura 3. Procedimiento inicial LBPH.	36
Figura 4. Raspberry Pi 3 Modelo B parte frontal.	43
Figura 5. Raspberry Pi 3 Modelo B parte trasera.	44
Figura 6. Cámara infrarroja para Raspberry PI.	44
Figura 7. Modulo L298N puente H.	45
Figura 8. Ventana principal de Raspbian SO.	46
Figura 9. Sintaxis de Python.....	47
Figura 10. Importar librería OpenCV e imprimir versión.	48
Figura 11. Metodología de desarrollo de prototipos.....	49
Figura 12. Ciclo de prototipado.....	50
Figura 13. Diagrama de flujo de funcionamiento general del sistema.	69
Figura 14. Diagrama de proceso para el registro de usuario	70
Figura 15. Diagrama de proceso de inicio de sesión.	72
Figura 16. Diagrama de proceso de entrenamiento de Método.....	73
Figura 17. Bosquejo de Pantalla de ingreso	73
Figura 18. Bosquejo de reconocimiento facial.	74
Figura 19. Bosquejo de mensaje de acceso correcto	74
Figura 20. Bosquejo de pantalla de ingreso.....	74
Figura 21. Bosquejo de captura de rostro para registro.	75
Figura 22. Bosquejo de mensaje de registro correcto.....	75
Figura 23. Captura de rostro de usuarios en IR (infrarrojo)	76
Figura 24. Conexión de módulo de pi cámara.....	76
Figura 25. Conexión de Puente H.....	77
Figura 26. Habilitación de cámara.....	79
Figura 27. Iniciar Cámara con OpenCV	79
Figura 28. Clasificadores de Haarcascades	80
Figura 29. Llamando al método LBPH.	80
Figura 30. Funciones en Python.	84
Figura 31. Botón de registro	84
Figura 32. Formulario de registro de usuario	85
Figura 33. Detección de rostro de usuario	85

Figura 34. Mensaje de registro exitoso.....	86
Figura 35. Formulario de inicio de sesión	88
Figura 36. Diagrama de flujo funcionamiento del algoritmo	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa entre procesos Manuales y Automatizados.....	39
Tabla 2. Características de la placa Raspberry Pi 3 modelo B.....	43
Tabla 3. Características de módulo de cámara para raspberry	45
Tabla 4. Características del Módulo L298N puente H.	45
Tabla 5. Ventajas y desventajas de la metodología de prototipos.	50
Tabla 6. Operalización de variable dependiente.....	55
Tabla 7. Operalización de variable independiente.....	56
Tabla 8. Comparación de metodología.....	59
Tabla 9. Requisitos de Hardware.....	62
Tabla 10. Requisitos de Software.....	63
Tabla 11. Género de las personas encuestadas.	64
Tabla 12. Rango de edad de las personas encuestadas.	65
Tabla 13. Cargo de las personas encuestadas.	65
Tabla 14. Resultado del segundo objetivo específico.....	66
Tabla 15. Resultado de factibilidad del sistema.	67
Tabla 16. Caso de uso funcionamiento general del Prototipo.	68
Tabla 17. Caso de uso de registro de usuarios.....	70
Tabla 18. Caso de uso de inicio de sesión	71
Tabla 19. Caso de uso de entrenamiento del método	72
Tabla 20. Resultados de diseño gráfico de interfaz.	81
Tabla 21. Resultado de condiciones óptimas.....	82
Tabla 22. Resultados de nivel de funcionamiento.....	82
Tabla 23. Resultados de facilidad de manejo.	83
Tabla 24. Resultados de optimización de tiempo.	83
Tabla 25. Prueba 1, comparación de tiempo de entrenamiento por cada método.	87
Tabla 26. Prueba 2, comparación de tiempo de entrenamiento de cada método.....	87
Tabla 27. Prueba 3, comparación de tiempo de entrenamiento de cada método.....	87
Tabla 28. Prueba de reconocimiento facial con Eigenfaces	89
Tabla 29. Prueba de reconocimiento facial con Fisherfaces	90
Tabla 30. Prueba de reconocimiento facial con LBPH.	91
Tabla 31. Comparación 1 de nivel de confianza de los métodos de reconocimiento facial.....	92
Tabla 32. Comparación 2 de nivel de confianza de los métodos de reconocimiento facial.....	92

Tabla 33. Hardware requerido	93
Tabla 34. Aceptación de la Hipótesis	97

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	109
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	110
Anexo 3: Informe de Originalidad.....	112
Anexo 4: Autorización de uso de Raspberry pi de la Carrera	113
Anexo 5: Encuesta dirigida a Directivos, Docentes, TIC, y personal de limpieza autorizado en ingreso a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática.	114
Anexo 6. Encuesta virtual.....	116
Anexo 7.: Recursos Humanos	116
Anexo 8: Recursos Institucionales y materiales	117
Anexo 9: Costo de Software.....	117
Anexo 10. Presupuesto de Hardware para Prototipo	117
Anexo 11. Presupuesto para un sistema real	118
Anexo 12. Función de cada dispositivo.....	119
Anexo 13. Rúbrica de evaluación de prototipo por parte del cliente	119
Anexo 14. Documento de conformidad de la Unidad de Redes de la Universidad	120
Anexo 15. Construcción de la Maqueta.....	121
Anexo 16. Instalación de dispositivos electrónicos en la maqueta.....	122
Anexo 17. Maqueta terminada.....	123
Anexo 18. Maqueta reformada terminada y funcional	123
Anexo 19. Manual de usuario.....	125
Anexo 20. Reconocimiento con LBPH	128
Anexo 21. Importación de librerías	129
Anexo 22. Apertura y cierre de chapa	129
Anexo 23. Control del Motor	129
Anexo 24. Captura de rostro.....	130
Anexo 25. Entrenamiento de método.	130
Anexo 26. Reconocimiento de rostro	131

RESUMEN

Esta investigación denominada “Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020”, surgió por la necesidad de aprovechar los avances tecnológicos, como mecanismo de automatización para el control de acceso de docentes en los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática. Actualmente se lo realiza de manera manual, el objetivo del presente proyecto es: desarrollar un sistema prototipado basado en reconocimiento facial, desarrollado con la utilización de software para el manejo de Visión Artificial los cuales se detallan a continuación: Python bajo el editor de texto Geany, cumpliendo la función de procesar de los métodos a comparar; la biblioteca OpenCV, encargada de la detección de rasgos fisionómicos; SQLite, como gestor de base de datos para almacenar los datos de los usuarios; Raspberry pi OS como sistema operativo base del microcontrolador Raspberry Pi 3 Modelo B, cuyo fin es enviar una señal a la puerta para que, se autorice el ingreso a las personas, que estén o se encuentran registrados. Se utilizó una metodología mixta que permitió recolectar información a través de la revisión bibliográfica y una encuesta; además del manejo de la metodología de desarrollo de prototipos que sirve para obtener un modelo operativo más acercado al producto final; fue diseñada en varias etapas para dar fin al cumplimiento de los objetivos planteados, puesto que se acomoda a las necesidades requeridas del proyecto que es, la creación de un prototipo de reconocimiento facial, por esta razón, permitió corroborar la idea de proponer un sistema de control y seguridad en los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi

Palabras clave: Reconocimiento facial, sistema de control y registro de personas, procesamiento de imágenes, metodología de desarrollo de prototipos.

ABSTRACT

The present research named "Control and registration of personnel through the use of ICT to access to Universidad Politécnica Estatal del Carchi in the period 2019-2020" came up from the need to take advantage of technological advances, as an automation mechanism for the access control of teachers in the laboratories of the Computing and Informatics Engineering Careers. Currently, this process is done manually. The objective of this project is to develop a prototyped system based on facial recognition, developed with the use of software for the management of Artificial Vision which are detailed below: Python under the Geany text editor , fulfilling the function of processing the methods to be compared; the OpenCV library, responsible for the detection of physiognomic features; SQLite, as a database manager to store user data; Raspberry pi OS as the base operating system of the Raspberry Pi 3 Model B microcontroller, whose purpose is to send a signal to the door so that people, who are or are already registered, are authorized to enter. A mixed methodology was used that made it possible to gather information through a bibliographic review and a survey. Also, the management of the prototype development methodology helped to obtain an operating model closer to the final product. It was designed in several stages to fulfill the proposed objectives, since it accommodates the required needs of the project, which is, the creation of a facial recognition prototype. For this reason, it allowed to corroborate the idea of proposing a system of control and security in the technological centers of the Computing and Informatics Career of Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Keywords: Facial recognition, people registration and control system, image processing, prototype development methodology.

INTRODUCCIÓN

En las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, existen diez laboratorios, donde veintiséis personas tienen acceso a estas estancias de las cuales son: tres funcionarios directivos; rector, vicerrectora y director de carrera, siete de personal administrativo del centro de TIC, tres personas encargadas de la limpieza, las mismas que pueden acceder en horario de 08h00 a 18h00, doce docentes que tienen acceso en horario de 07h00 a 22h00.

Actualmente los centros tecnológicos de la carrera son visitados diariamente por estudiantes de otras carreras, incluso se ha comprobado que ingresan personas ajenas a la facultad, estos son vigilados con un sistema de cámara de monitoreo en los pasillos, de esto se encarga el departamento de seguridad de la Universidad.

Los centros tecnológicos no cuentan con un sistema automatizado de control de acceso y registro de los individuos que ingresan un determinado día, para acceder lo hacen de manera manual, esto quiere decir que, se registran en una hoja que se encuentra en cada laboratorio, este proceso está regulado por el departamento de seguridad, quien da seguimiento a la misma.

Este proyecto de tesis está enfocado a la automatización del proceso de control en el acceso de usuarios, quienes ingresan habitualmente a los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática. Con este sistema informático desarrollado bajo reconocimiento facial, y una base de datos de las personas autorizadas para dicho ingreso, verifica la identidad de estas, por medio de la comparación de su rostro, con la información guardada previamente a su ingreso.

Además el proyecto investigativo fue desarrollado en siete capítulos: el primer capítulo hace referencia al problema de investigación, el segundo trata de la fundamentación teórica de las variables de investigación, el tercer capítulo se refiere a la metodología de investigación, el cuarto capítulo describe los resultados y la discusión, el quinto capítulo se encuentra las conclusiones y recomendaciones, en el sexto están las referencias bibliográficas, y por último el séptimo capítulo de anexos, estos capítulos se describen a continuación.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En América Latina se está mejorando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), más aún en sistemas para control de acceso y seguridad, que requieren tecnología de punta aplicables en ambientes que garantice la identidad de las personas que ingresan a un lugar ya sea un evento, edificio, universidad, hospital, unidades educativas, centros tecnológicos, etc. “Estas herramientas de control, acceso, registro, seguridad utilizan el reconocimiento facial, que requieren de sistemas compuestos por grandes algoritmos propios, desarrollados a partir de la Inteligencia Artificial y entrenados mediante la tecnología de Deep Learning”. IT NEWSLAT (2020). Facilitando la seguridad de los lugares, que demandan protección para clientes, visitantes o turistas. La eficiencia de estos sistemas se comprobó en el año 2019, en Barcelona con el acceso de 107 millones de asistentes al congreso “Mobile World Congress,” que solo acercando su rostro a un cámara con tecnología de reconocimiento facial lograron ingresar; disminuyendo la cantidad de tiempo y dinero invertidos en el control y registro de personas, coincidiendo con Camacho (2019) “ Que la verificación se realiza en un segundo en promedio de 90% reduciendo la congestión a la entrada y la fricción resultante de métodos tradicionales”. Mostrando las bondades de estos sistemas.

Estas soluciones son ideales para empresas que buscan la automatización de tareas administrativas para reducir los costos operativos, simplificar el acceso del personal y los invitados, basado en un 100% en la ley General de Protección de Datos de la Unión Europea (Ma, 2018), dando confianza a los clientes. Debido a varios factores se cuestiona al reconocimiento facial de vigilar e ir contra de la privacidad de las personas; dicho sistema no guarda las imágenes en un servidor al contrario las fotografías que fueron capturadas son procesadas por un profundo análisis y en seguida son borradas de los servidores, esto certifica la privacidad de los usuarios. Esta información puede ser utilizada si el cliente así lo solicita y autoriza; este sistema tiene una gran capacidad, ya que, fue diseñado con un soporte a más de cien millones de personas, e incluidos datos de cada una de sus particularidades faciales, ofreciendo una actualización eficiente con un registro para el acceso en tiempo real, brindando un análisis exhaustivo de todos los usuarios escaneados, con un poderoso algoritmo que tiene la capacidad de identificar un rostro, a pesar de llevar puesto lentes, gorra o barba. México es uno de los países de América Latina que ha implementado el reconocimiento facial para facilitar procesos de control de personas, teniendo en cuenta que ScanVis es un sistema que puede ser

aplicado en grandes entornos a razón de “Incorporar complejos algoritmos desarrollados a partir de inteligencia artificial y entrenados con tecnología de aprendizaje profundo en la cual se utilizaron más de 100 millones de rostros para alimentar la base de datos” dice Jorge Colmenares gerente Comba México y desarrollador de negocios en la región, (como se citó en Camacho, 2019), teniendo en cuenta que, estos sistemas prueban tener un gran crecimiento mundial en una tasa anual compuesta de 16.6% donde se escatima que, ascienda de 3.2 millones de dólares en 2019 a 7 millones de dólares a 2024.

Actualmente en el Ecuador el uso de la Visión Artificial se está utilizando para la seguridad, con el reconocimiento facial, se identifica a las personas que han cometido alguna infracción, coincidiendo con Heredia, (2018): en los últimos años, el reconocimiento facial ha tomado gran impulso en el comercio, control de acceso y registro de personas en seguridad a pesar de que, las primeras investigaciones se remontan a la década de 1960 y a medio siglo después, al mejorar sus métodos matemáticos, además dispone de recursos computacionales más sofisticados, es considerada esta tecnología como elemento principal en sistemas de la biometría, utilizados por la policía, profesionales de seguridad, instituciones públicas, privadas y el gobierno. Teniendo en cuenta que “Quito podría ser la primera ciudad de Ecuador en aplicar videovigilancia con inteligencia artificial y reconocimiento facial” según lo anticipo el alcalde Jorge Yunda en una visita al Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, (como se citó en Rodríguez, 2019). Con esta tecnología se pretende mejorar la seguridad de la ciudad pues será instalado en los barrios con más altos índices de actos delictivos como La Marín, San Roque, San Diego, San Juan y el Tejar. Coincidiendo con Martínez (2019) que menciona: “El Centro Histórico será el primer sector de la ciudad en contar con cámaras de seguridad con reconocimiento facial, según lo afirmó el alcalde de Quito”. Donde fueron instaladas 78 cámaras en 49 puntos estratégicos del centro histórico de Quito, que contará con un gran beneficio para la ciudad, de esta manera se anclara al sistema que cuenta la Policía Nacional llamado AVIS+F; sistema de identificación de voz e imagen facial que está alimentada con una base de datos de alrededor de 300.000 expedientes de personas privadas de la libertad, todas las personas poseedoras de antecedentes penales con registro, desaparecidos, más buscados, cadáveres no identificados, integrantes de la Policía Nacional, Milicia, guardias civiles, y todas las personas que poseen armas de fuego en el país, lo explica el capitán de la Policía Nacional Andrés Merlo (como se citó en Proaño, 2020). Esta herramienta ha logrado identificar por reconocimiento de voz a 1382 personas y mediante reconocimiento facial 1324, la unión de este sistema con las cámaras de reconocimiento facial del ECU-911, facilitará la captura de personas

en el mismo momento de cometer el acto delictivo, porque estas cuentan con reconocimiento facial en tiempo real; se hizo una pequeña demostración el día 12 de febrero del 2020, donde varios policías vestidos de civiles incluso usaban gorras, gafas con el fin de cubrir su rostro para no ser reconocidos, el sistema logro identificar a las personas eficientemente, a pesar de que el delincuente cubra su rostro con objetos.

En la Universidad Politécnica Estatal Del Carchi (UPEC) ubicada en la provincia de Carchi en la ciudad de Tulcán se maneja un método de control y registro manual para el ingreso de las personas en las diferentes áreas tecnológicas de dicha institución, así se desaprovecha los beneficios que nos brinda el reconocimiento facial, coincidiendo con García y Caranqui (2015). Puesto que, en el Ecuador, y especialmente en la zona uno (Carchi, Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos) existe un desconocimiento sobre reconocimiento facial, por el momento no existe la aplicación de dichas tecnologías en las diferentes áreas que requieren de control de acceso, en este caso se lo pretende utilizar para la creación de un sistema de control y registro para el acceso de personas a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática en la UPEC. Evitando la pérdida de tiempo en las labores académicas de los docentes, labores diarias del personal administrativo (TICS) y de limpieza, debido a que se debe buscar o solicitar la llave a una persona encargada, además de posibles delitos que perjudiquen lo económico, personal y/o seguridad de la vida humana, todo esto en base a procesamiento de imágenes para identificación de personas autorizadas, desconocidas o peligrosas dentro de la UPEC.

El éxito en cuanto a al reconocimiento facial está totalmente enfocado a la aplicación de sus algoritmos, donde se toma en cuenta la eficiencia y la rapidez de este, porque está ligada a muchos factores tales como, el giro que tenga las imágenes respecto a la cámara, resolución disponible de la cámara a utilizarse, iluminación de lugar donde se encuentre el dispositivo de reconocimiento, movimiento de la imagen. Su efectividad dependerá de la aplicación concluyente que se le dará al prototipo.

Con esta investigación se pretende innovar el sistema de control que actualmente se utilizan de manera manual o con cámaras en el control de los bienes institucionales y el ingreso del personal a los diferentes centros tecnológicos de la carrera, con la utilización de las TIC, por consiguiente, con los resultados obtenidos en la siguiente investigación se determinará los implementos necesarios para la construcción de un prototipo de reconocimiento facial y la identificación de personas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desconocimiento del uso de reconocimiento facial en el control de acceso y registro de personal, provocando ingresos de personas no autorizadas a los espacios tecnológicos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación facilitará el control y registro de personal para el ingreso a los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática de la UPEC, a consecuencia que en la actualidad personas de diferentes carreras pueden ingresar libremente en los laboratorios de dichas carreras; tendrá un beneficio combatir la inseguridad y reducir el tiempo de ingreso a cada centro tecnológico con la ayuda de reconocimiento de rostros por medios informáticos. De tal modo, se asegura que ingrese solo personal registrado, logrando evitar sustracción, mal manejo de equipos y pérdida de minutos de las horas de clases designadas en los laboratorios.

En esta investigación se utilizó las TIC y dispositivos electrónicos con la finalidad de diseñar un prototipo de reconocimiento de rasgos fisionómicos, para simular el ingreso a los centros tecnológicos destinados a las carreras antes mencionadas de la UPEC. Por ende, se logró conseguir una alternativa que mejore el control y registro del personal autorizado. Cada directivo, docente, personal de limpieza, administrativos; estarán registrados en una base de datos con sus respectivos requerimientos, una contraseña de seguridad, su fotografía, con el fin de aplicar doble factor de autenticación. Además, los datos almacenados en la base de datos serán usados para realizar la verificación de la información guardada, con el rostro que se detecte y concretar su ingreso.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un prototipo de reconocimiento facial por medio del uso de las TIC para la automatización del control de acceso y registro de personal autorizado en espacios tecnológicos en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Fundamentar teóricamente sobre sistemas de control de acceso, registro del personal y requerimientos mínimos de reconocimiento facial con la ayuda de revisión bibliográfica, definiendo los medios tecnológicos para la construcción del prototipo.
- Determinar los mecanismos para el control y acceso de personas, estableciendo los procesos necesarios para una mejora tecnológica.
- Selección del método de reconocimiento facial por medio de una comparativa para el desarrollo de un sistema que verifique la identidad de las personas.
- Diseñar un prototipo de reconocimiento facial con la utilización de dispositivos electrónicos, automatizando el ingreso seguro del personal autorizado

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo las TIC ayudan a la optimización del proceso de control y registro del personal a la UPEC?
- ¿Cómo ayudará la recolección de información bibliográfica a la investigación?
- ¿Qué mecanismo de control y acceso de personas son apropiadas para esta investigación?
- ¿Un método de reconocimiento facial es adecuado para la identificación de identidad de una persona?
- ¿Ayudará un sistema de reconocimiento facial a una mejor autenticación en los centros tecnológicos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el año 2019 la Universidad Tecnológica de Perú, planteó un sistema denominado AGRO RURAL, que tiene como objetivo desarrollar un programa para el ministerio de agricultura, que pretende reducir la pobreza de las comunidades rurales a nivel nacional a través de inversiones públicas y privadas, así garantizar una correcta y rápida atención al ciudadano. Ha creado direcciones, también agencias zonales a lo largo del país, donde el deficiente control de asistencia de personal de AGRO RURAL no garantiza la presencia de este en sus sedes, por ello se produce una sensación de insatisfacción con la atención que presta la entidad. Leonardo (2019) propone un sistema para “Mejorar el control de asistencia del personal del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural AGRO RURAL a través de un sistema de información (SI) con reconocimiento facial geolocalizado”. (p.22). En la cual se utilizó una metodología de desarrollo en software llamada Proceso Unificado de Rational (RUP) la cual está construida por la búsqueda de integrar todos los posibles aspectos que, estarán inmersos durante el ciclo de vida del software, centrándose en la arquitectura, manejo por casos de uso entre otras cosas; logrando tener un eficiente registro de asistencia del personal con un sistema biométrico llamado Zincron. Se puede concluir que esta investigación brinda una solución hacia los clientes consiguiendo un sistema de registro de asistencias el cuál reduce tiempo y costos estimados en el proceso llevado anteriormente de forma manual.

En el año 2016 en la Universidad de Carabobo de la ciudad de Bárbula en Venezuela la carrera de Telecomunicaciones propone, una solución tecnológica denominada. “Diseño de software piloto para el registro de asistencia de la Escuela de Telecomunicaciones de la Universidad de Carabobo”, donde Mosquera y Romero (2016) afirman; que este sistema da un mayor nivel de confianza por medio de la detección y reconocimiento facial; con la ayuda de la librería OpenCV se usó la tecnología de visión artificial, captura y comparación de imágenes, procesamiento digital de la mismas; de esta forma identificar a los individuos. Además, con el uso del lenguaje de programación Python se realizó una interfaz gráfica de usuario para la administración del software realizando pruebas para evaluar la eficiencia y eficacia de este.

Este proyecto fue desarrollado con metodología de fases, realizando a cabalidad cada una de ellas, empezando por un exhaustivo diagnóstico del procedimiento de registro de asistencia, que se mantenía antes del ser implementado el sistema, a través de una entrevista al personal, director de carrera, con el fin de dar una propuesta en beneficio de la facultad, con ello se logró

culminar con éxito todos los objetivos planteados. Por dicha investigación se tiene noción de algunos posibles programas que se podrían utilizar para el desarrollo del presente trabajo.

En el año 2019 en la ciudad de Guayaquil en la Escuela Superior Politécnica del Litoral se realizó una investigación llamada “Reconocimiento facial: técnicas tradicionales y de aprendizaje profundo” donde Rosero (2019) afirma que: “El presente trabajo pretende servir como instrumento base para futuros estudios relacionados con el reconocimiento facial, a través de la creación de una arquitectura de trabajo basado en redes neuronales”. Evaluando diferentes posibles propuestas que inmiscuyen al reconocimiento facial, esto se realiza por medio de la comparación de métodos tradicionales y actuales desde una perspectiva más profunda. Con la aplicación de una metodología por fases, donde se trabaja en varias de las mismas, que implica llevar a cabo un procedimiento por cada fase dando como resultado la comparación de 6 algoritmos de reconocimiento facial. Estos fueron desarrollados en Python con el objetivo identificar un rostro de una fotografía que sea la única información que se tenga del individuo a reconocer. Así se considera posibles algoritmos a compararse en la investigación para el control y registro de acceso.

En el año 2016 en la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de la Comunicación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, realiza la siguiente Investigación, “Sistema electrónico con aplicación IoT para monitoreo facial que brinde estimadores de desconcentración del estudiante universitario en el aula a escala de laboratorio”, que tiene como fin principal ofrecer tasadores de desconcentración en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte donde Alvear (2017) concuerda lo siguiente: el sistema se desarrolló empleando herramientas de Visión Artificial mediante el uso de librerías de OpenCv y scripts de Python. El hardware manejado fue una placa Raspberry Pi 2 Modelo B y el módulo Pi Camera para la detección del rostro. Durante el levantamiento de información, de la situación actual se determinó que la principal causa de desconcentración en estudiantes se debe a la fatiga y falta de horas de descanso. Se tomaron en cuenta las variables de número de pestañeos y número de bostezos como factores fisiológicos que determinan si una persona está cansada o no. Este proyecto está basado en un método de investigación descriptiva, debido que nos permite la recolección de información mediante una encuesta con características que logran describir: opiniones, ideas y antecedentes reales de cuál es la posible causa de desconcentración de los estudiantes. Dando como resultado la identificación de fatiga o molestia en los

estudiantes generando un ambiente de desconcentración ; todos esos datos fueron subidos en tiempo real en Internet para que los docentes puedan mirar los resultado de las horas con falta de concentración en sus clases donde a partir de las 12h30 se encuentra un mayor nivel de desconcentración en los estudiantes.

En España año 2019 se presenta la Investigación de “Desarrollo de un sistema de identificación mediante técnicas de Reconocimiento Facial” para ser utilizado en el registro de una jornada laboral en las empresa, a pesar de esta especificación, dicho sistema pudo ser aplicado en otros ambientes donde Simancas (2019) menciona: el objetivo de este proyecto es desarrollar un programa de identificación basado en técnicas de reconocimiento facial. Apoyado en la aplicación de tecnologías Deep Learning, para el uso del modelo de identificación facial, y de Hyperledger Fabric, y conseguir la persistencia del sistema. (p.40). Tomando en cuenta que el proyecto, enmarca una obtención global de un programa de reconocimiento facial, basado en una construcción de Blockchain que abarca varias cosas como la instalación de cámara web Ip, para ser utilizadas en la captura de imágenes entre otras cosas, con una metodología que empieza de la definición del objetivo principal y quiere conseguir varios pasos más

2.2. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación se considera las siguientes variables: reconocimiento facial y control de acceso y registro de personal, para lo cual se ha establecido el marco teórico, en el contiene los conceptos más básicos, complementarios y los específicos que se describe a continuación:

2.2.1. Inteligencia Artificial

El término Inteligencia Artificial (IA) nació muchas décadas atrás, en el año 1955 donde John McCarthy le dio forma a este término por primera vez, este concepto fue tan llamativo, que, en el siguiente año, se unieron más para conformarse la primera conferencia de Inteligencia Artificial, siendo el inicio de esta, que ha venido evolucionando hasta la actualidad. Ha sido catalogada como una gran transformación tecnológica brindando grandes oportunidades y desafíos al ser humano en el siglo XXI, teniendo un sinnúmero de definiciones ya que, está constituida por grandes campos referentes a la tecnología tomando en cuenta que, “Quizás la forma más común y precisa de describirlo es como una forma en que los sistemas informáticos

analizan datos para poder tomar decisiones como lo haría un humano”. Adamssen (2020). Brindando grandes beneficios al desarrollo de las personas de una manera automática e inteligente, una de las principales ventajas de la IA, es lograr trabajar con grandes cantidades de datos de una forma más rápida y precisa.

En la IA existen un sin número de campos que se logran estudiar y automatizar entre ellos está el reconocimiento facial que utiliza algoritmos que son un ligado de reglas finitas que pretenden resolver problemas, siendo una de sus principales características ser repetitivo, por lo que si no se soluciona en una primera instancia continúa ejecutándose hasta lograr el resultado requerido, así lo detalla Gonzales (como se citó en Ramírez, 2020). De esta forma se logra obtener grandes resultados optimizando tiempo y recursos al trabajar con grandes cantidades de datos.

2.2.2. Visión Artificial

En la década de los años 60, se da inicio a las primeras investigaciones de procesamiento de imágenes donde se aplicó tanto en programas espaciales y en medicina, cada vez incrementado el número de aplicaciones informáticas, imágenes médicas, astronómicas, ambientales, satelitales, geográficas, transporte, entre otros. “Los sistemas de Visión Artificial son métodos automatizados e inteligentes que permiten, de forma precisa y detallada, procesar y analizar las imágenes de los productos en las líneas de montaje.” (EDS Robotics, 2020). En cuanto al procesamiento de imágenes digitales (PDI), está ligado al adelanto de las tecnologías de hardware, vinculado con el desarrollo y avance de las computadoras; ya que estos utilizan una alta gama de recursos computacionales para obtener un almacenamiento y poder procesar las imágenes. También se toma en cuenta el desarrollo de lenguajes de programación y los sistemas operativos los cuales se actualizan constantemente brindando mejores herramientas para el desarrollo de aplicaciones que se relacionan con el procesamiento de imágenes basado en visión artificial se considera que

Tiene gran importancia en nuevas tecnologías, ya que, gracias a la Visión Artificial, se logra la sistematización de varios procesos como cosechas, uso de maquinaria, registro de datos, etc. (...), ayudando a automatizar estudios que requieren de equipos costosos. (Amador, Cabrera, García, Jalili y Ruiz, 2020, p. 455).

La Visión Artificial tiene una variación de aplicaciones las cuales están ligadas a un esqueleto similar en las etapas que contienen un sinnúmero de beneficios para la automatización de varias disciplinas que pueden ser tareas repetitivas, inspección de 100% de una producción, reduce costos y tiempo de un ciclo, brindando seguridad y confianza a los usuarios, entre lo más importante de esta tecnología es que protege a los trabajadores de ambientes peligrosos.

2.2.3. Visión Computacional

Es una nueva tecnología que está brindando grandes ventajas ya que emplea lo más actual en cuanto a óptica y todo cuanto se refiere a emular la visión humana, correspondiendo a características de reconocimiento y análisis de personas, cosas u objetos; la detección, clasificación y evaluación en varias condiciones o cuerpos, utilizando una concatenación de procesos que logran identificar en la visión humana como en la visión artificial. En un estudio reciente (Grado en Óptica y Optometría. Programa Tercer y Cuarto Curso, s.f.). “Define que la Visión Artificial es un subcampo de la inteligencia artificial”. Lo que se entiende como un avance bastante importante dentro lo que es la inteligencia artificial donde se trata de desafiar la visión humana en el reconocimiento y detención de un objetivo con la intención de luego examinarlo y analizarlo coincidiendo con (Loyo, 2019.) que según su estudio reciente menciona que “La visión computacional trata de emular en las computadoras la capacidad que tienen nuestros ojos, con diferentes procesos trata de demostrar las imágenes captadas por dispositivos como cámaras y reconocer los objetos, ambiente y posición en el espacio.” Donde la visión computacional se puede dividir en 3 grandes etapas:

- **Procesamiento de nivel bajo.** - Se despegan propiedades como orillas, gradiente, profundidad, textura, color, etc.
- **Procesamiento de nivel intermedio.** - Apila elementos de nivel bajo para obtener alrededores y regiones con el objetivo de segmentar.
- **Procesamiento de alto nivel.** - Consiste en la definición utilizando modelos y/o conocimiento del dominio del problema.

La visión por computadora cuenta con varias aplicaciones de las técnicas desarrolladas, que incluyen reconocimiento óptico de representaciones, el cuál identifica automáticamente a partir de una imagen de símbolos o caracteres para analizarlos y posteriormente almacenarlos, en una base de datos, inspección robótica que garantiza la calidad de los mecanismos de fabricación que es analizada por piezas, donde estas, utilizan visión estéreo con una iluminación técnica, venta al por menor que consiste en un lector de barras que usualmente se encuentra en los supermercados con el fin de conocer los precios en la línea de cajas, construcción de modelos 3D que consiste en la edificación automatizada de modelos en 3D a partir de un fotografía, imágenes médicas donde la tecnología utilizada para tomar radiografías y las técnicas para detectar tumores malignos y anomalías en las mismas, entre otras más que solventan problemas de ser humano en su diario vivir.

Cuando se habla de reconocimiento facial depende de la aplicación que se vaya a ejecutar, la verificación dentro de estos sistemas se la realiza de manera comparativa, cuando ingresa un

rostro se compara con los rostros que se han guardado en la base de datos que anteriormente se almacenaron después de un proceso de registro de varios usuarios con sus datos, Según Granja, Moreno, Cabrera y Valle (2016) mencionan que existen dos tipos:

- **Identificación close-set.** – se opera en un ligado de datos cerrados, el sistema se encarga de dar respuesta a la imagen de la persona previo a su registro en una base de datos o la imagen que tenga similares características a la evaluada
- **Identificación open-set.**- se opera diferente, siendo un conjunto de datos abiertos, exigiendo al sistema dar una respuesta de identificación de quien está siendo evaluada o se dé una notificación de la imagen, en caso de no encontrarse registrada en la base de datos.

Cada sistema se basa en uno de estos tipos dependiendo de los requisitos que tenga para la resolución de un problema o la automatización de varios procesos que requieran de esta tecnología.

2.2.4. Reconocimiento facial

En la actualidad el reconocimiento facial ha ido creciendo a pasos agigantados ya que se lo está utilizando para mejorar la seguridad en indistintos sitios, incluso se está incorporando en las calles con la colaboración de la Policía, para lograr identificar posibles actos delictivos, personas con antecedentes penales, personas desaparecidas entre otras cosas más, los sistemas de reconocimiento facial están aptos a utilizarse para identificar personas ya sea en fotos, videos o lo más común que es en tiempo real, muchos países utilizan este método en controles policiales con la ayuda de dispositivos móviles con esta tecnología y así saber si la persona tienen algún problema con ley. (EFF, 2017). Los sistemas reconocimiento facial utilizan algoritmos informáticos que se encargan de distinguir detalles determinados y únicos entre lo que es los ojos o forma del rostro para luego ingresar en una base de datos que compara con información guardada para verificar rasgos faciales de otras personas hasta identificar la identidad que tiene esa persona, coincidiendo con Arenas, Bravo y Ramírez (2018) que

El reconocimiento facial es un método con el cual es posible identificar a una persona por medio de una imagen o el cuadro de un vídeo, este método se remonta a 1960, donde su concepto comenzó a ver la luz, sin embargo, su utilización de forma masiva es más reciente. Actualmente los sistemas de reconocimiento facial son mucho más avanzados, cuentan con algoritmos más complejos, eficientes y eficaces. (p.116).

Esta nueva tecnología están catalogada por dos clases que se basan en características y holística, la primera radica en base a procedimientos donde inicia por procesar todo referente al rostro que está comprendido en su ojos, nariz, boca, mentón, forma del rostro entre otras características que pueden llegar a ser únicas en cada persona; la segunda tenemos que es holística que se encarga de identificar de una manera más global entorno a una sola imagen, además de que existen otros sistemas que cuentan con los dos métodos que se suelen llamar híbridos donde primero enfoca a identificar puntos exactos y luego aplica un identificación global.

Existen varias investigaciones que parten desde el reconocimiento facial, una de ellas es la identificación de emociones a través de las expresiones faciales que utilizan métodos similares para percibir los rasgos faciales, para luego estos ser analizados de tal manera, comprobar cuál es el estado de ánimo de una persona o cuáles son sus emociones en el momento del estudio, durante su investigación López, M, Zabaletta, Vivas y López. C (2020). Mencionan que estaba orientado al estudio de las expresiones faciales de las emociones básicas, entendiendo a éstas como estados somáticos ligados a conductas fundamentales para la supervivencia, en tanto acciones que se expresan en el rostro, la voz o en conductas específicas tendientes a mantener la homeostasis. (p.2). Tomando en cuenta que el reconocimiento facial y la expresión de emociones faciales es de gran importancia en los bebés y niños ya que es el mecanismo que transmite sus necesidades, ellos tienden a manifestar de mejor manera lo que necesitan con rasgos faciales; por ello se dice que genera mejores resultados al momento de hacer un análisis para identificar emociones a través de reconocimiento facial.

2.2.5. Algoritmo

Un algoritmo es un conjunto de instrucciones matemáticas en función de un orden específico para la resolución de un problema matemático, donde el que diseña el algoritmo crea una interfaz más fácil para que el cliente puede probar con diferentes problemas con un sentido común acordando que Wei (2020) define qué “Algoritmo es un proceso matemático para resolver un problema utilizando un número finito de pasos; en el mundo de las computadoras, un algoritmo es el conjunto de instrucciones que define no solo lo que debe hacerse, sino cómo hacerlo”. Con el uso de algoritmos un informático, puede dar instrucciones a un computador en un sinnúmero de cosas por resolver que pueden llegar a ser consulta de una base de datos, resolución de un problema matemático, reconocimiento de una persona, detección de enfermedades, automatización de procesos, entre otros problemas de la vida cotidiana de las personas. Además un algoritmo es “Conjunto de reglas que, aplicada sistemáticamente a datos de entrada

apropiados, resuelven un problema en un número finito de pasos elementales” esto lo afirma Ricardo Peña Mari docente en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense (como se citó en Fanjul, 2020), en la actualidad se busca perfeccionar los algoritmos con el fin de esperar mejores resultados, ya que un algoritmo puesto en marcha en un ordenador puede calcular de manera más rápida, que un cerebro humano.

2.2.5.1. Características de un algoritmo

Un algoritmo trabaja por medio de una serie de instrucciones que esta determinadas, sistemáticas y finitas; contando con un estado inicial y estado final tomando en cuenta que sus principales características llegan a ser, un inicio y fin, funciones en sucesión, siendo siempre concreta, todos los algoritmos abstractos y cuentan con una cantidad de pasos finitos. Concediendo con Pérez (2020) dice que la naturaleza de estas dificultades varía según el contexto en el que se encuentren, de esta manera, existen problemas químicos, matemáticos, filosóficos, entre otros. Así, se puede decir que su naturaleza es variada y no es necesaria su ejecución mediante el computador, donde

- Las pautas que estén incluidas en un algoritmo deben ser específicas
- Debe tener una perfecta definición para brindar confianza
- Siempre deben ser finitas
- Un algoritmo debe tener legibilidad como un elemento clave para su funcionamiento
- Un algoritmo siempre debe contener una entrada, proceso y una salida como una estructura básica para cualquier tipo de sistema que necesite de resolución.

2.2.5.2. Tipos de algoritmos

- **Algoritmos computacionales**

Un algoritmo computacional se caracteriza por que su resolución, la cual depende del cálculo y se puede desarrollar a través de una calculadora o la computadora ya que no necesita de ningún lenguaje de programación. Es decir, dado un problema concreto, idear un algoritmo que lo resuelve y luego plantear un diagrama de flujo para tener una representación visual, todo esto lo podemos hacer sin saber programar y de alguna forma lo hacemos mentalmente cada vez que nos enfrentamos a los problemas en la vida cotidiana. (GameDevTraum, 2020). Logrando cumplir un objetivo con una secuencia de pasos que logren resolver el problema que se plantee.

- **Algoritmos no computacionales**

Este tipo de algoritmos se lo conoce por su forma de cumplimiento ya que no es necesariamente ejecutar una operación de cálculo, este puede ser puesto en marcha incluso por ser humano, siendo un cálculo sencillo, según Raffino (2020) afirma que los algoritmos no computacionales son “Aquellos que no requieren de los procesos de un computador para resolverse, o cuyos pasos son exclusivos para la resolución por parte de un ser humano”.

- **Algoritmos cualitativos**

Se trata de un algoritmo en cuya resolución no intervienen cálculos numéricos, sino secuencias lógicas y/o formales.

- **Algoritmos cuantitativos**

Todo lo contrario del anterior, es un algoritmo que depende de cálculos matemáticos para dar con su resolución.

2.2.6. Algoritmos de Reconocimiento facial

En la actualidad existe un sin fin de algoritmos basados en reconocimiento facial cada uno con sus ventajas y desventajas, cada vez se los está perfeccionando encontrándose entre los más importantes:

2.2.6.1. Algoritmo de Viola- Jones

El principal objetivo de este algoritmo es la detección de rostros, siendo uno de los pasos más importantes del reconocimiento facial, el algoritmo utiliza un método de detección llamado Hausdorff que realiza la localización precisa del rostro, se dice que el método de detección de objetos de Viola Jones fue propuesto por Paul Viola y Michael Jones en 2001, que fue el primer método que proporciona tasas de detección de objetos relativamente altas. Se puede utilizar para detectar objetos en tiempo real, pero se aplica principalmente a la detección de rostros. La tasa de detección de este método es relativamente muy baja con relación a falsos positivos, lo que hace al algoritmo tan robusto y procesa las imágenes rápidamente. (Rodríguez, 2017). Además, este algoritmo cuenta con una selección mucho más eficiente de las características de un individuo, su escala y localización no cambian, esto se hace por medio de la utilización de filtros Haar, que son imágenes de las características que son extraídas del objeto capturado, en lugar de puntos de concordancia.

2.2.6.2. Algoritmo KLT

Este algoritmo es más sofisticado ya que detecta y analiza un objeto identificando cada punto de las características que se puedan identificar según lo manifiesta (The MathWorks, Inc., 2019). “La detección y el rastreo de objetos son importantes en muchas aplicaciones de visión artificial, incluido el reconocimiento de actividades, la seguridad automotriz y la vigilancia”. Se desarrolla un sistema de seguimiento facial simple al dividir el problema en tres partes:

1. Detectar una cara
2. Identificar rasgos faciales para seguir
3. Rastrear la cara

Primero, detectar la cara, donde utiliza un filtro Haar, para detectar la ubicación de una cara en un cuadro de vídeo. El detector de objetos en cascada utiliza el algoritmo de detección Viola-Jones y un modelo de clasificación entrenado para la detección. Por defecto, el detector está configurado para divisar rostros, pero puede usarse para detectar otros tipos de objetos. Para rastrear la cara a lo largo del tiempo, se utiliza el algoritmo de Kanade-Lucas-Tomasi (KLT). Si bien es posible usar el detector de objetos en cascada en cada cuadro, es computacionalmente costoso, también puede fallar en detectar la cara, cuando el sujeto gira o inclina su cabeza. Esta limitación proviene del tipo de modelo de clasificación entrenado utilizado para la detección. Se encuentra la cara solo una vez, y luego el algoritmo KLT rastrea la cara a través de los cuadros de vídeo. Se identifican rasgos faciales para rastrear, el algoritmo KLT persigue un conjunto de puntos de características a través de los cuadros de vídeo. Una vez que la detección localiza el rostro, el siguiente paso es identificar los puntos de características que se pueden rastrear de manera confiable, se utiliza el estándar, "buenas características para rastrear" propuesto por Shi y Tomasi. Para detectar puntos en la región de la cara se inicializa un explorador para indagar los puntos de característica identificados. El rastreador de puntos intenta encontrar el punto correspondiente en el cuadro actual, se utiliza para estimar la traslación, la rotación y la escala entre los puntos antiguos y los nuevos. Esta transformación se aplica al cuadro delimitador alrededor de la cara.

2.2.6.3. Algoritmo PCA (Principal Component Analysis)

El algoritmo de PCA es una técnica que usa la reducción de dimensionalidad y varios conceptos referentes de álgebra lineal para lograr reconocer rostros. En el año 1991, Turk y Pentland apuntaron un nuevo enfoque para el reconocimiento facial que se conoce como PCA, ya que este modelo es más fácil de implementar y es menos costoso que otros algoritmos, el mismo que puede ser usado para reconocer una escritura a mano, lectura de labios, reconocimiento de

rostros, labios y ojos, análisis de imágenes, etc. (Pawan, 2020), gracias al método de reducción se logra una resolución más simplificada del problema, esto en base a entender la relación que existen entre múltiples variables, en este algoritmo se encuentran varios métodos importantes como Eigenfaces, Fisherfaces y LBPH.

2.2.6.4. Algoritmos de redes neuronales

Estos algoritmos están apoyados en lo que es una red neuronal artificial (RNA), los cuales están diseñados en base a sistemas biológicos, tales como cerebro, vista, tacto, entre otros, influyendo en cómo estos, logran procesar la información, siendo capaces de ser entrenadas y aprender. Tienen como principal objetivo, la construcción de máquinas con inteligencia artificial que simule de la forma más cercana posible a los sistemas neuronales, esta tecnología ha ido mejorando a través de los años, empezando por redes neuronales de animales, gracias a estudios continuos se logró emular al humano, (Cañadas, 2020. p. 12). Siendo un grupo de elementos que están conectados para formar una red neuronal; para lograr entrenar este tipo de redes es necesario que aprendan relaciones con entradas y salidas, así que las redes neuronales artificiales contienen varias características semejantes a las del cerebro.

2.2.6.5. Algoritmos de reducción de dimensión

Este algoritmo se encarga de reducir el número de dimensiones que tiene un grupo de variables, este tipo de herramientas es comúnmente usadas para la reducción de costos en el análisis de datos, para su aprendizaje automático durante el tiempo de ejecución se espera un aumento significativo en el número de dimensiones, dando como resultado un análisis en menor tiempo y reducido consumo de memoria. Machine Learning trabaja de manera que cuantas más funciones haya en un conjunto de datos mejor resultado de aprendizaje tendrá un clasificador, esto conlleva a tener un mayor costo informático, con el uso de alta dimensionalidad aumentará el tiempo de entrenamiento reduciendo el costo de análisis ayudando a combatir el sobreajuste al tratar de conservar todas las particularidades que se enviarán al modelo de una forma simplificada. (De La Vega, 2021). Facilitando cada una de las funciones que ingresan en el clasificador de Machine Learning, el análisis de componentes principales (PCA) es uno de los algoritmos significativos cuando se trata de reducir las dimensiones, logrando obtener resultados con mayor facilidad de interpretación.

2.2.7. Tipos de Aprendizajes en la Inteligencia Artificial.

Existen varios tipos de aprendizaje para educarse en la IA, donde se destacan el aprendizaje supervisado y el aprendizaje no supervisado.

2.2.7.1. Aprendizaje supervisado.

En Machine Learning se conoce que el aprendizaje supervisado es el más utilizado, tomando como base a una persona que se encarga de programar o diseñar el algoritmo, se caracterizan por que sus procesos de aprendizaje son realizados a través de un arduo entrenamiento supervisado o controlado, esta tarea puede ser realizada por un programador o una persona especializada en el tema, determinando la respuesta del algoritmo por medio de una entrada explícita. (Ibarra, 2020). Logrando generar funciones, a partir de un grupo de datos previamente clasificados para su respectivo entrenamiento, cada uno contiene una etiqueta. Concordando con (Camacho y Rodríguez, 2018) que los métodos de aprendizaje supervisado trabajan por medio de la utilización del resultado de una categorización a manera de atributo que se involucra en el estudio; este resultado debe ser entregado por un técnico en realizar la categorización generador de patrones correspondientes al problema. (p.19). Se logra determinar que el resultado dependerá de los datos etiquetados de ingreso.

2.2.7.2. Aprendizaje no supervisado.

A diferencia del aprendizaje supervisado, este no requiere de una persona que lo entrene, ya que puede lograr aprender procesos y patrones más complicados, solo es necesarios que tenga datos de entrada, siendo “el objetivo modelar cualquier estructura profunda de información, para revelar una nueva y atrayente estructura de datos”. (Chacua, 2019). Se encuentra establecido en una red neuronal artificial, que compara valores que tenga los diferentes datos ingresados analizando cada uno de estos valores, identificando procesos, patrones, características, etc.; este tipo de aprendizaje busca mejorar el funcionamiento de un sistema concordando con Sancho (2020) que menciona que “simplificando la estructura de estos manteniendo sus características fundamentales, como en los procesos de reducción de la dimensionalidad, o extrayendo la estructura interna con la que se distribuyen los datos en su espacio original”, buscando nuevas similitudes en datos que fueron ingresados. La complejidad de este estudio es bastante amplia, ya que necesita de herramientas especializadas por el hecho de tener que trabajar con grandes cantidades de datos sin rotular, realizando un exhaustivo análisis para tener los resultados esperados.

2.2.8. Métodos de Reconocimiento facial

2.2.7.1. Eigenfaces

Este método es un conjunto de vectores propios para el reconocimiento de un rostro humano, donde se aplican dos técnicas que son el entrenamiento y clasificación, donde Caballero, Vidal, López, Jerónimo (2016) afirman que Eigenfaces se genera en base a un proceso matemático que se lo llama análisis de componentes principales (PCA), en un grupo de imágenes de diferentes rostros, los vectores resultan de la matriz de covarianza de la distribución de probabilidad sobre el espacio vectorial de alta dimensionalidad de las imágenes de los rostros. (p.69). Esta técnica crea un grupo de todas las imágenes que se utilizan para construir la matriz de covarianza.

Por medio de Eigenfaces se puede determinar, en base a la generación geométrica dimensional, cuáles son los vectores que contienen más información para ser utilizados en un conjunto de datos de N dimensión, donde el reconocimiento facial se realiza por la visualización de una imagen que contenga un rostro humano, además se dice que:

Los Eigenfaces son un ligado de vectores representados de forma gráfica, que lo hace ver como una especie de mapa de las variaciones que existen entre imágenes. Estos vectores son producto de la aplicación de PCA a la matriz covarianza de un conjunto de imágenes de caras humanas los cuales se los denomina como Eigen-vectores. Esparza, Tarazona, Sanabria, Velazco (2016).

Este método contiene una serie de procesos y operaciones que llevan a una buena ejecución de Eigenfaces que son:

- Ingreso de un conjunto de imágenes de caras humanas inaugurales.
- Cómputo de Eigenfaces del conjunto de entrenamiento, que corresponda a los Eigenvalores mayores
- Cálculo de la imagen de ingreso y el conjunto de imágenes de entrenamiento por medio de proyección de la imagen de entrada sobre una, de entrenamiento.
- Comprobar si la imagen de entrada pertenece al conjunto de imágenes que fueron entrenadas.

Eigenfaces logra formar un conjunto básico de todas las imágenes que fueron utilizadas para construir la matriz de covarianza, gracias a esto se origina una reducción de dimensión que al permitir que el conjunto de imágenes de entrenamiento más pequeño, dando como resultado la

clasificación que logra comparar la forma como se representan los rostros mediante el conjunto de bases.



Figura 1. Análisis de Eigenfaces.

Fuente: Esparza, Tarazona, Sanabria, Velazco (2016). Análisis de Eigenfaces.

2.2.7.2. Fisherface

Fisherfaces trabaja de manera similar a Eigenfaces, con la excepción de que ahora el primer parámetro a definir es el número de clases con la que se trabajará, dando así un mejor resultado en el desempeño de reconocimiento; aun así, tiene una pequeña desventaja, ya que, funciona correctamente con pocos rostros a reconocer para evitar que genere falsos positivos este método es recomendado para trabajar con pocos rostros de manera efectiva coincidiendo con Jiménez (2015) que menciona que:

El método de Fisherfaces, puede mejorar de manera efectiva su funcionalidad cuando trabaja con el reconocimiento de pocos rostros de personas a diferencia de otros métodos que trabajan de manera efectiva sin importar si trabajan con una gran cantidad de rostros o un mínimo para evaluar. (p.111).

Fisherfaces trabaja tomando en cuenta como se refleja la luz y las expresiones faciales, este realiza una clasificación y reducción de todas las dimensiones del rostro con un método lineal llamado Discriminante Lineal de Fisher (FLD). El método de Fisherfaces por lo general suele ser utilizado para la extracción de características, reconocimiento y su posterior clasificación de las expresiones faciales, el punto más importante es la verificación de las expresiones, ya que en caso de no ser adecuadas dichas características el sistema en ejecución no tendrá un buen resultado. (Gangopadhyay, Chatterjee and Das, 2019, p.2) En la actualidad Fisherfaces es una de las técnicas más utilizadas para extraer características de imágenes faciales, ya que gracias a su refinado algoritmo combinado con Eigenfaces logra tener una variación de brillo obteniendo un buen resultado en varias condiciones de iluminación.

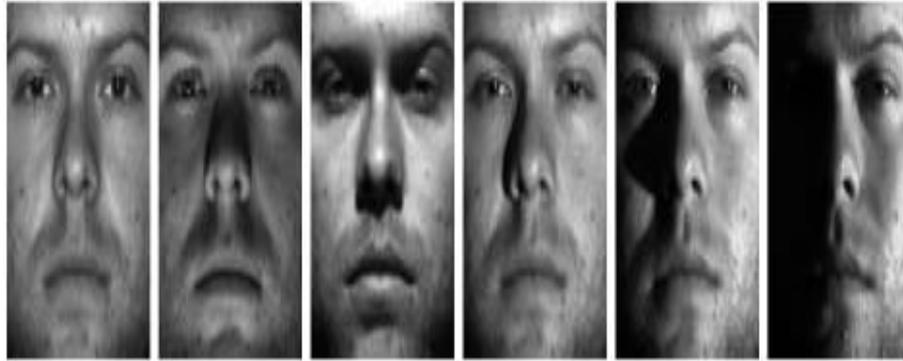


Figura 2. Análisis de Fisherfaces calculadas en la base de datos ORL
Fuente: Castel (2017) Análisis de Fisherfaces.

Previamente se toman muestras para el entrenamiento de cada uno de los rostros; se adquiere la mejor clasificación de las diferentes clases que se llevó a cabo un minucioso análisis de todos los componentes principales con el fin de obtener un buen resultado. (Smith, Vishnu, Ashwini, 2020, p.1073). Este método está diseñado para reconocer la imagen que contiene el rostro haciendo coincidir con las características extraídas en el entrenamiento.

2.2.7.3. Local Binary Patterns Histograms (LBPH).

LBPH es un método de reconocimiento facial que está basado en un histograma de codificación binaria local, donde se analiza cada píxel, se toma en cuenta esto como un centro para poder fijar la conexión del valor gris de los píxeles y la codificación binaria, para así generar una imagen completa, está basado en características locales por ende lo hace más robusto, coincidiendo con (Rodríguez, 2017) que menciona que la imagen facial se fracciona en regiones locales y los descriptores de textura, LBPH se extraen de cada región donde se forman de manera independiente, logrando que los descriptores se concatenen para constituir una gran descripción global del rostro. (p.23). Este método es conocido como un método de reconocimiento facial de tipo local.

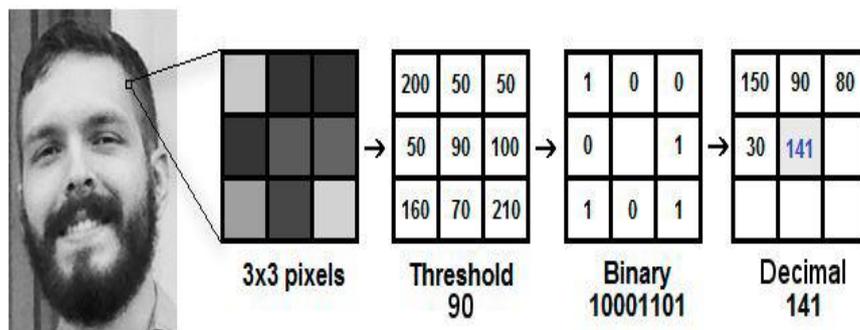


Figura 3. Procedimiento inicial LBPH.
Fuente: Juárez (2018) Análisis de LBPH.

Este algoritmo se centra en hacer una división de la imagen en pequeñas regiones en forma de cuadrados de 3x3, luego se procede al análisis de cada una de las regiones usando el Local Binary Pattern, el cual se encarga de comparar cada píxel principal o central, con los que están a su alrededor, de lo que se genera una imagen LBP donde se recalcan los rasgos faciales de la cara. “Una gran ventaja del operador LBP es que, por definición, es muy robusto ante variaciones en la intensidad lumínica de las imágenes en escala de grises”. (Costa, 2020, p.30). Facilitando el resultado final evitando dar falsos positivos al momento de comprobación de rostro, debido a su simplicidad y poder clasificatorio. Francisco, Rozar (2020) afirman:

Uno de los primeros pasos computacionales que tiene LBPH es crear una imagen de una posición intermedia, que se encarga de describir la imagen original de una manera eficiente, donde se resaltan los rasgos faciales del rostro, convirtiendo en una imagen a escala de grises en la cual se puede obtener parte de la imagen como una ventana de 3x3 píxeles. (p.38).

LBPH tiene cuatro parámetros:

- a. **Radio:** este es utilizado para la construcción de un patrón binario circular local, además representa el radio que se encuentra alrededor del píxel central.
- b. **Vecinos:** este es el número de puntos de la muestra que se utiliza para construir el patrón binario local circular.
- c. **Grid X:** es el número de celdas en dirección horizontal.
- d. **Grid Y:** es el número de celda en dirección vertical.

2.2.8. Procesos

Un proceso es una secuencia de pasos para lograr un objetivo específico, que pueden estar relacionados con objetos o medios ya sea en una empresa, universidad, hospital e incluso en la casa, un proceso está formado por varios pasos en su mayoría suelen ser secuenciales. “Un proceso es una secuencia de acciones que se llevan a cabo para conseguir un fin determinado. Se trata de un concepto que se puede aplicar a muchas áreas, a la empresa, a la química, a la informática, a la biología, a la química, entre otros. (Westreicher, 2020). Además, estos suelen darse en todas las áreas de estudio tales como la medicina, agricultura, derecho, educación, informática, etc. Por lo general en el campo de la informática suele llamarse proceso a un procedimiento de varios pasos secuenciales que se están ejecutando en un programa.

Un proceso incluye una serie de tareas realizadas por el ser humano o un computador previamente programado que logra organizar un respectivo trabajo que se tenga planeado hacer

o ya sea una rutina diaria. Se puede definir un proceso como un grupo de acciones que está previamente planificadas muchos de estos procesos conllevan la colaboración de varias personas y de recursos materiales que en su coordinación llevan a un producto final.

2.2.8.1. Procesos Manuales

Es un procedimiento que se lleva a cabo de forma manual, permite que se establezca el funcionamiento de una empresa o una institución para que funcione de manera correcta, en estos procesos se instaura una serie de reglas y pasos a seguir. También se conoce a un proceso manual a una actividad donde no es necesario la utilización de herramientas tecnológicas. En este proceso no se utilizan materiales químicos ni industriales, sólo materias como la seda, papel, piel, hierro, etc.” Por lo general estas tecnologías son realizadas por un grupo de personas. Estos procesos manuales están ligados de manera concreta con los sistemas de control interno y de personas, para lograr el objetivo de estos se genera una información detallada de las personas, esta se viene dando de forma ordenada, sistemática e integral. Lo más común es que se den estos procesos manuales en registro de los trabajadores de una empresa, institución, universidad, hospital, etc.

Este tipo de procesos como su nombre lo indica es un sistema que se da en papel y lápiz, en este se registran a diario a los trabajadores en unas fichas que contiene varios datos como: nombres completos, número de cédula, área de trabajo, hora de entrada y hora de salida, este tipo de control manual es frecuentemente usado por pequeñas empresas, emprendedores, comerciantes, entró otro tipo de negocios pequeños.

2.2.8.2. Procesos Automatizados

Un proceso automático es una actividad que se desarrolla con la ayuda de tecnología o maquinaria especial previamente programada, estos procesos en su mayoría, son capaces de tener un buen funcionamiento sin la atención previa de una persona, además de que suelen ocupar poca carga de memoria, en la actualidad la automatización de procesos está siendo más común con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas, además de contribuir de manera eficiente el control y buen funcionamiento en el sistema automatizado. La mayoría de los procesos que son automatizados tienen como objetivo lograr la incorporación de varias herramientas o dispositivos tecnológicos, consiguiendo reemplazar las actividades manuales mejorando la calidad y reducción de tiempo en la actividad a realizarse. (Parilli, 2020). Gracias a la automatización del proceso se consigue reducir tiempo, costo, aumentar cantidad y calidad de los productos, logrando mejorar todo el proceso de producción, también puede ayudar en

varios campos como en la economía, medicina, tecnología, educación, entre otros. Básicamente un proceso automático está encargado de controlar varios aspectos, es muy común que se use este tipo de sistemas para control y registro de personas para tener un ágil proceso en la supervisión de entrada y salida de los empleados o usuarios.

Tabla 1. Comparativa entre procesos Manuales y Automatizados.

Procesos	Ventajas	Desventajas
Manuales	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de empleos • Costos de inversión reducidos • Facilidad de manejo 	<ul style="list-style-type: none"> • Demora de producción • Es lento • Agotamiento laboral • Altos costos de producción • Mala calidad • Dificultad en manejo de gran cantidad de datos
Automatizados	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la calidad • Reduce costos • Reducción de tiempo en producción • Mejores condiciones de trabajo • Manejo de datos más grandes • Mayor precisión • Amplia métodos de investigación • Sistemas pueden trabajar sin interrupciones • Mejor la gestión y el control • Seguridad laboral 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del nivel de desempleo • Costos altos de mantenimiento • Personal altamente capacitado

2.2.9. Optimización de procesos

Al optimizar un proceso, el objetivo es maximizar una o más de las especificaciones del proceso, conservando todas las demás dentro de sus restricciones, siendo la optimización de procesos una disciplina para hacer mejor uso de esta o buscar el método más efectivo sin quebrantar alguna restricción mencionando Giraldo, Jiménez y Tabares (2017) afirman que:

La optimización de proceso involucra un plan de mejora que fue registrado durante la etapa de modelado organizacional, y que tiene relación directa con las tareas. Luego de identificar el estado de los procesos, se llega al dato de las tareas

verificando el detalle a nivel, donde el plan de mejora se sugiere cuando se determina que el estado del proceso se encuentra en alerta o crítico.

La optimización tiene como propósito mejorar el rendimiento de los procesos siendo el beneficio que se obtiene a partir de la identificación del estado, en la etapa de ejecución y monitoreo, y en caso de presentar un estado de alerta o crítico, se activan las recomendaciones que se encuentran en los planes de mejora de la organización.

2.2.10. Sistemas Biométricos

Los sistemas biométricos fueron creados con el fin de reducir el tiempo en proceso de registro de una persona, ya sea esta una institución pública o privada, esta tecnología es capaz de identificar a una persona por sus particularidades físicas, además cuenta con una gran cantidad de variantes que pueden ser huellas dactilares, escáner de iris, control de retina, reconocimiento de patrones faciales, geometría de la palma de la mano. Cada uno de estos utiliza sus métodos para lograr una exitosa autenticación, actualmente la huella dactilar es el método biométrico más utilizada en las empresas, ya que esta es de bajo costo, tiene un margen de error muy bajo y facilidad de uso; tomando en cuenta que

Existen dos modos de aplicar la biometría en relación con la identidad personal, el primero es identificativo, con el fin de clasificar los rasgos y reconocer al individuo, dentro de los cuales podemos nombrar la dactiloscopia y reconocimiento o reconstrucción facial, en cambio, el segundo es verificativo, con el fin de reconocer la identidad de un determinado sujeto, como biometría vascular, reconocimiento de iris o análisis de retina (Quesada y López, 2019, p. 19)

Los sistemas biométricos están entre los mejores sistemas de seguridad, ya que cuenta con una técnica sofisticada de control de acceso, que reemplaza a método tradicional, con fin garantizar que el usuario, es el correcto generando acceso a instalaciones que requieren de verificación de identidad, en la mayoría de las entidades que manejan este tipo de sistemas suelen considerar la utilización de doble factor de autenticación para contar con una mejor seguridad.

2.2.10.1. Tipos de sistemas Biométricos

- **Lector de huella dactilar**

Los lectores de huella dactilar es uno de los sistemas más actualizados en la actualidad con el fin de obtener, control y registro de un grupo de personas, además de que cuenta con un sistemas

confiable y fácil manejo, el lector de seguridad tiene un alto grado de confiabilidad ya que estaba basado en el concepto de que cada persona tiene un código único en su huella.

Se conoce que para el uso de este tipo de dispositivos es necesario realizar un registro previo donde se coloca el dedo en el lector, se toma minuciosamente cada rasgo de la huella por medio de pequeños espejos que corrigen los ángulos donde se encuentran arcos, ángulos y pequeños remolinos de la huella; en cada intento de ingreso o registro se compara los datos ingresados con la información almacenada en la base de datos. (Estrategia Magazine, 2020). En este proceso se encuentra inmerso la inteligencia artificial con su campo de reconocimiento de formas.

- **Lector de reconocimiento facial**

Los lectores de reconocimiento facial son utilizados para el control y registro de personas, desbloqueo de dispositivos electrónicos, entre otras cosas más, en la actualidad este es uno de los sistemas más utilizados ya que solo se necesita pasar por una cámara con tecnología adecuada, conjuntamente evita la manipulación de dispositivos reduciendo así, la propagación del COVID – 19, siendo un punto a su favor, la identificación por biometría facial es una tecnología que demanda de varios factor para su buen funcionamiento entre ellas podemos encontrar: buena iluminación, calidad de cámara, entre otras, con el fin de obtener un buen resultado en su reconocimiento comúnmente se utiliza esta técnica para desbloquear un teléfono móvil, transacciones bancarias, tener acceso a una entidad, etc. Usando nuestra cara como una llave de acceso permitiendo la identificación de una persona, donde se analizan rasgos fáciles para su posterior verificación, se realizan cuatro fases, en primer lugar tenemos la detección del rostro, pasando a la extracción de características faciales, se procede a realizar la comparación de la imagen extraída con la que se encuentra en la base de datos, de esta manera se cumple la etapa final donde se verifica si corresponde a la persona que está en la base datos.

- **Lector de reconocimiento de patrones oculares**

El reconocimiento de patrones oculares está diferenciado extraer las características de los ojos, el cual se encuentra en dos divisiones, los que analizan los patrones se alojan en las retinas y el otro analiza el iris de ojo, este procedimiento es el más utilizado actualmente en las grandes empresas gracias a que, este tipo de sistemas tiene el más alto rango de confiabilidad, se conoce que cuando una persona muere los tejido de los ojos tienden a deteriorarse fácilmente lo que impide que se robe este órgano para una falsa aceptación del sistema. Acordando con (Minga, Nazareno, Ramírez, 2019) que menciona que: cada iris del ojo tiene una membrana pigmentada

que se escanea, la cuál es capaz de ser digitalizada sin importar la condición de luminosidad, por cuál este procedimiento es el más utilizado porque se conoce los patrones de la retina, su método de análisis es más difícil al momento de extraer las características para el reconocimiento debido a que, se debe exponer a una luz infrarroja que se encarga de analizar la retina. (p.3). este procedimiento no es muy aceptado por los usuarios, a pesar de que se considera que este es un sistema bastante seguro porque cada persona tiene una retina única.

2.2.11. Prototipo

En la actualidad antes de lanzar un programa, sistema, software o producto es necesario realizar una prueba de prototipado para saber cuál será su funcionamiento y viabilidad de acuerdo con RAE (2020) que define a prototipo como “Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa”, existen muchos métodos bastantes avanzados para que se realice un cálculo minucioso de la posible solución. Para llegar a tener una respuesta concreta es necesario realizar varias pruebas antes de poner en marcha el modelo, con el fin de poder corregir posibles errores, debido a los nuevos avances tecnológicos es posible contar con un sin número de aspectos interactivos con el usuario final.

Un prototipo podría definirse como un modelo 3D real o prueba física de la viabilidad de un producto, que facilita la detección de fallos en el bosquejo se puede decir que es una copia impresa en 3D del diseño de un packaging es un “prototipo”, al igual que un modelo elaborado en papel y pegamento de un nuevo juguete. Lo importante es que demuestre una idea en alguno de sus aspectos o todos. (Atria Innovation,2020)

Este producto puede ir en fases desde la más ruda hasta la versión más sofisticada, esto comprenderá un prototipo no funcional, pasando por pruebas y cambios hasta llegar a un prototipo funcional listo para lanzarse al mercado como una propuesta de resolución de un problema.

2.2.12. Dispositivos electrónicos.

Los dispositivos electrónicos son una herramienta vital para los avances tecnológicos, estos están compuestos por varios elementos entre ellos están diversos circuitos, transistores, válvulas térmicas, procesadores entre otros con el fin de dar funcionamientos específicos a cada uno, se puede encontrar un sinnúmero de diferentes tipos de dispositivos, entre los cuales se encuentran aparatos para sistemas de control.

2.2.12.1. Raspberry Pi 3 modelo B

El Raspberry Pi 3 Modelo B es un dispositivo bastante funcional y avanzado que logra trabajar en conexión con la red y varios dispositivos adicionales, por ende, se le cataloga como una herramienta de computación. Velasco (2020) menciona que Raspberry es uno de los mejores microordenadores al tener características accesibles a los usuarios con una gran calidad y precios económicos, este dispositivo tiene una gran variedad de funciones en la cual podemos utilizar como montar un servidor en casa, tener una retro consola, juegos, convertir un TV normal en una Smart TV, etc.

Tabla 2. Características de la placa Raspberry Pi 3 modelo B.

Características	Descripción
Memoria RAM	1GB
Procesador	Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
Conectividad	BCM43438 wireless LAN and Bluetooth Low Energy (BLE) on board
Conexión Ethernet	100 Base Ethernet
GPIO	40-pin extended GPIO
Puertos USB	4 USB 2 ports
Salida de vídeo	Full size HDMI
Puerto de cámara	CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera
Almacenamiento	MicroSD

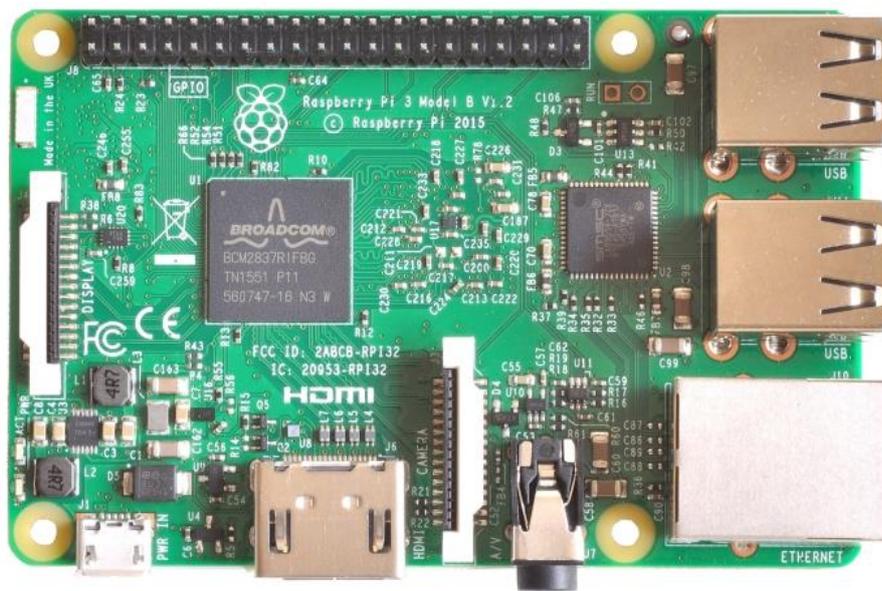


Figura 4. Raspberry Pi 3 Modelo B parte frontal.

Fuente: Alex. (2019). Raspberry Pi 3B con la misma forma y tamaño que 2B.

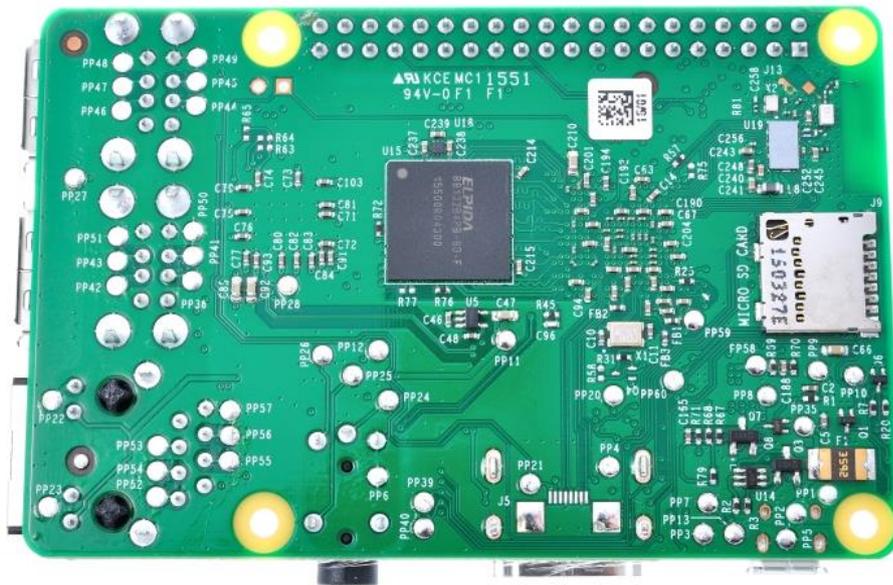


Figura 5. Raspberry Pi 3 Modelo B parte trasera.
Fuente: Alex. (2019). Raspberry Pi 3B con la misma forma y tamaño que 2B.

2.2.12.2. Cámara Raspberry Pi 3 5 mp Nocturna + infrarrojos

Este tipo de módulo es compatible para varios modelos de Raspberry pi, que se obtiene de manera individual a la compra o adquisición de la placa Raspberry para la cual existe un sinnúmero de módulos entre los cuales se encuentra el de la cámara, esta puede realizar la captura de vídeo de 1080p de resolución, además de contar con dos infrarrojos adicionales para lograr obtener un buen resultado en la imagen sin importar la luminosidad del lugar



Figura 6. Cámara infrarroja para Raspberry PI.
Fuente: Pardo (2018) Cámara infrarroja Kumon.

Tabla 3. Características de módulo de cámara para raspberry

Características	Descripción
Cámara de 5MPX.	5MPX
Visión	Infrarroja y foco ajustable
Sensor.	Puede detectar la intensidad de la luz ambiente y ajustar el umbral de la luz infrarroja automáticamente
Compatibilidad	Compatible con todas las versiones de Raspberry Pi.
Longitud focal	1,85 m

2.2.12.3. Modulo L298N puente H

Este módulo es una tarjeta que sirve para el control de motores de corriente directa, motores de funcionamiento de pasos, bobinas con material conductor enrollado, además de otro tipo de cargas inductivas. Actualmente es uno de los drivers más utilizados por el hecho de que contiene protección evitando así que el voltaje llegue directo a la placa o microcontroladores de desarrollo como Raspberry Pi, Arduino, ARTIK 71, etc. Contiene un sistema integrado que se encarga de regular 5V para la alimentación de la parte lógica del L298N.

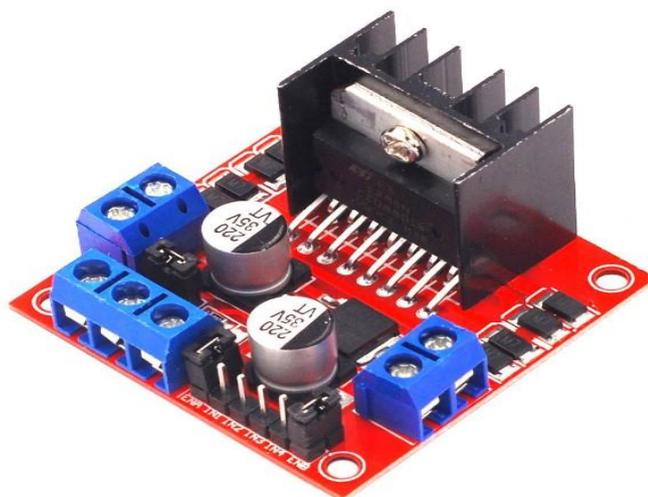


Figura 7. Modulo L298N puente H.

Fuente: Geek Factory (2021) ModuloL298N puente H driver motores.

Tabla 4. Características del Módulo L298N puente H.

Características	Descripción
Circuito integrado principal	L298N
Canales	Soporta 2 motores
Corriente pico	4 amperios
Corriente constante	2 amperios
Voltaje lógico	5V

Potencia máxima	25W
Dimensiones	43x43x27 mm
Peso	30g

2.2.13. Raspberry Pi OS

Se conoce a Raspberry Pi OS o antes llamado Raspbian como el sistema operativo (SO) casi por defecto de una Raspberry, está desarrollado bajo Debian una de las distribuciones más importantes de Linux, este SO tiene una gran estabilidad, gran variedad de opciones que logran ser específicas para este tipo de placas porque siempre es recomendado para las personas que están empezando a trabajar con una placa raspberry, cuenta con gran cantidad de información en cuanto a soporte.

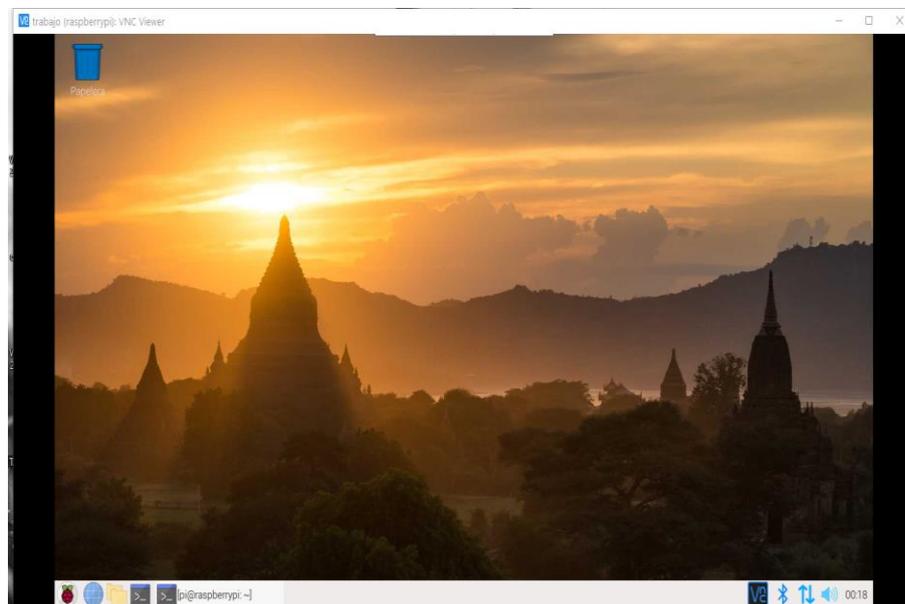


Figura 8. Ventana principal de Raspbian SO.

Cuenta con varias ediciones diferentes entre las cuales se puede escoger al momento de empezar a trabajar con Raspberry que son:

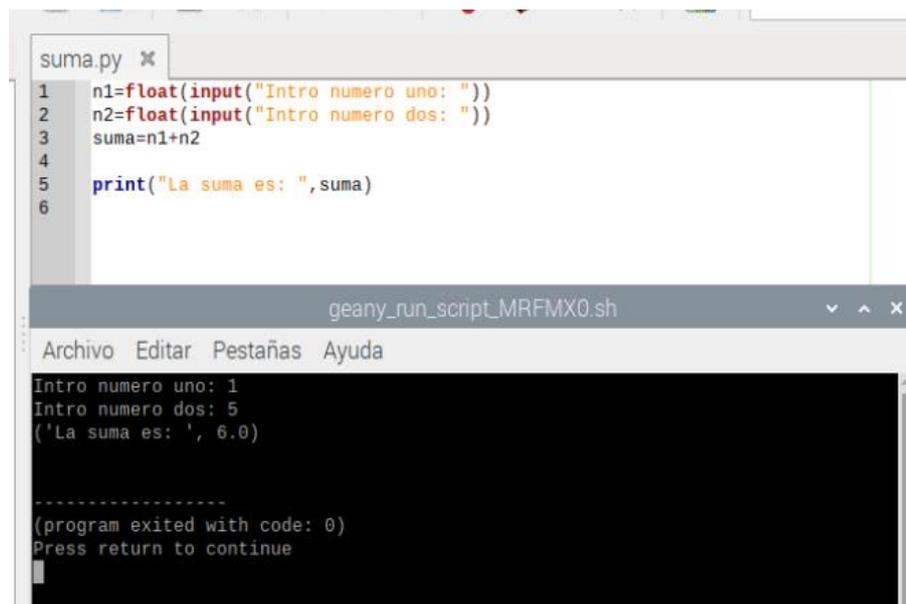
- **Completa:** esta edición como su nombre lo indica tiene una interfaz completa, un escritorio PÍXEL que trae todas las nuevas versiones de Raspbian, además de que cambia su aspecto teniendo un gran parecido o similitud a las versiones actuales de Apple y Microsoft y como principal característica es que cuenta con un gran conjunto de programas.
- **Estándar:** esta edición cuenta con escritorio y programas básicos, este entorno es el más recomendado ya que ocupa menos espacio, se puede ir instalando los programas según las necesidades que se tenga

- **Lite:** esta edición es más liviana ya que ocupa tan solo 400 GB que sirve solamente para arrancar la placa raspberry, en este entorno el usuario deberá instalar todos los programas que se necesite

2.2.14. Python 3.7.3.

Python es un lenguaje de programación orientado a objetos open source o también llamado de código abierto, siendo uno de los más utilizados actualmente por su sintaxis amigable, modularidad, abstracción, seguridad, entre otras características; por lo cual es mucho más fácil de entender. Este lenguaje fue creado a finales de los años ochenta en los Países Bajos, por el matemático Guido van Rossum, se conoce que Python tiene una extensa comunidad que siempre se encuentra activa permitiendo una alta gama en soporte y selección de bibliotecas. Consolidando a Python como uno de los lenguajes más atractivos para los programadores, tanto así que el 48% de los científicos de datos clasifican a Python como su lenguaje de programación preferido en todos los idiomas y territorios del mundo (Ortiz, 2020). Este lenguaje posee un gran número de ventajas en comparación con otro tipo de lenguajes, Python se ejecuta sin la necesidad de ser procesado por un compilador lo que permite que los errores sean detectados cuando se está ejecutando, es multiparadigma soportando varios tipos de programación uno de los más importantes es programación orientada a objetos.

Este lenguaje permite que las variables se comprueben cuando se está ejecutando, evitando así la tediosa tarea de ser declaradas en un inicio, además de estar disponible para todos los SO como Windows, Linux y Mac



The image shows a code editor window titled 'suma.py' with the following Python code:

```
1 n1=float(input("Intro numero uno: "))
2 n2=float(input("Intro numero dos: "))
3 suma=n1+n2
4
5 print("La suma es: ",suma)
6
```

Below the code editor is a terminal window titled 'geany_run_script_MRFMX0.sh' showing the execution output:

```
Intro numero uno: 1
Intro numero dos: 5
('La suma es: ', 6.0)

-----
(program exited with code: 0)
Press return to continue
```

Figura 9. Sintaxis de Python.

2.2.15. OpenCV 3.2.0 (Open Computer Vision).

OpenCV es una biblioteca de uso libre de visión artificial, sus inicios fue el año 1999 donde se publicó su primera versión alfa, pero su lanzamiento oficial fue el año 2000 desde entonces ha tenido un gran avance siendo la más utilizada, en aplicaciones de visión artificial, contado con objetos para la detección de rostros, movimiento, cosas, etc. (OpenCV, 2020) menciona que OpenCV es una biblioteca de código abierto con una licencia BSD (Distribución de software Berkeley), que es conferida a sistemas operativos Unix-like o licencia permisiva; se encuentra una gran cantidad de algoritmos de Visión por Computadora, esta biblioteca cuenta con una estructura modular que hace referencia a incluir paquetes de varias bibliotecas compartidas o estáticas donde se encuentran varios módulos. OpenCV es de aprendizaje automático y procesamiento de imágenes que admite una gran cantidad de lenguajes de programación como Java, Python, C + +, Octave, JavaScript, entre otros.



```
1 import cv2
2
3 print(cv2.__version__)
4
```

```
pi@raspberrypi:~ $ python opev.py
3.2.0
pi@raspberrypi:~ $
```

Figura 10. Importar librería OpenCV e imprimir versión.

2.2.16. Metodología de desarrollo de prototipos

Esta metodología de programación está conformada en base a requerimientos y necesidades que tiene un cliente, poniendo a prueba la elaboración de un prototipo, donde no se plasma de manera completa ni terminada, dejando así un gran campo de próximos estudios, para mejorar el sistema que se desea tener como resultado final, pero es muy fundamental en esta metodología que, el sistema contenga los requerimientos básicos para que cualquier persona que quiere continuar este trabajo tenga unas buenas bases para llegar al código final; coincidiendo con García (2016) menciona que esta metodología se basa en la elaboración de prototipos, es un método para obtener una retroalimentación rápida con respecto a lo requisitos

del modelo operativo que se espera antes de ser construido, tomando en cuenta que los prototipos son tangibles permitiendo a los usuarios apreciar como quedaría un producto final.



Figura 11. Metodología de desarrollo de prototipos.

Fuente: Woody Web (2015). Proceso de desarrollo por Prototipos.

La metodología de desarrollo de prototipos está distribuida por las siguientes etapas:

- 1. Recolección de requisitos preliminares :** Se definen el problema, identifica la idea general, establece los requisitos a utilizar, esta fase es la más importante en la metodología donde su objetivo es que se determinan los requisitos y herramientas que serán utilizadas para la construcción del proyecto en relación con lo que el usuario necesita, en base al trabajo del desarrollador en el proceso de construcción, demostración, pruebas y cambios en el prototipo, además del análisis de las posibles necesidades que crearan un nexo en cómo lo vería el usuario.
- 2. Modelado, diseño rápido:** En esta fase se realiza un modelo del sistema, en un diseño rápido que se centre en la estructura del hardware y del software donde se realizan los aspectos fundamentales de los programas, donde se toma en cuenta la apariencia más que el funcionamiento con esto ya estaremos listo para la construcción del prototipo
- 3. Construcción de prototipo:** En base al diseño se procede a la construcción del prototipo ya con software y herramientas específicas para la generación de código y maqueta, teniendo presente que el objetivo es programar de forma rápida.
- 4. Desarrollo y evaluación:** Una vez realizado el prototipo se procede a realizar pruebas y si es necesario modificaciones, en esta fase se muestra todas las herramientas utilizadas en la implementación de los requisitos que fueron definidos inicialmente.

5. **Refinamiento del prototipo:** A partir de las modificaciones se tendrá en cuenta para la creación de una versión mejorada del prototipo dando paso a más pruebas de funcionamiento teniendo en cuenta el objetivo que tiene el proyecto
6. **Producto de Ingeniería:** Cuando el prototipo esté terminado se procede a presentarlo al cliente para que se realice las pruebas necesarias y sugiera cambios o identifique fallas en el sistema, en esta fase, se puede ver el producto final del bosquejo de cómo se vería un sistema a escala real en cuanto a funcionamiento.

Esta metodología sirve como una base de desarrollo a un gran proyecto, ya que, mediante un prototipo se logrará identificar casi todos los requerimientos que son necesarios para un proyecto real, incluso es posible que gran parte del código y herramientas sirvan para el diseño del producto final; se conoce que esta metodología le otorga un ciclo de vida al prototipado como se observa en la Figura 12

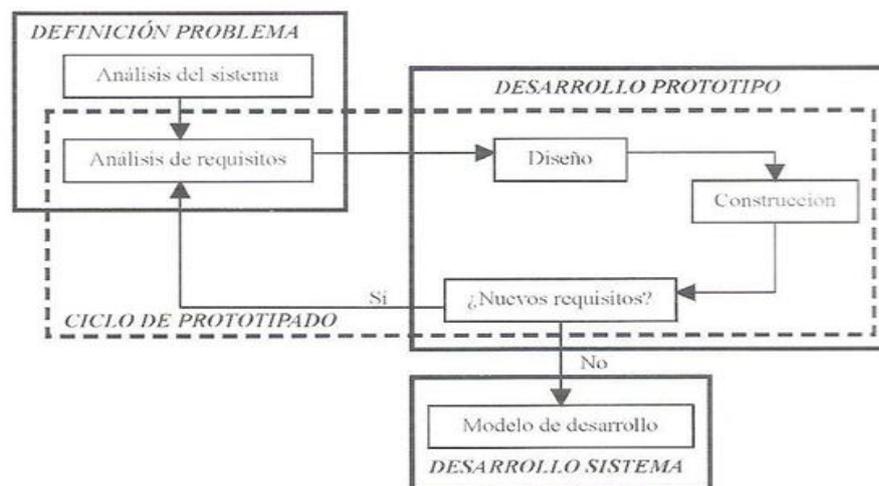


Figura 12. Ciclo de prototipado.

Fuente: Escalante (2020, diapositiva 6). Ciclo de Vida del Prototipo.

Esta metodología actualmente es de uso común ya que contiene un diseño rápido que está centrado en hacer una representación del software y hardware que son más necesarios, esto conduce a la fabricación de un prototipo o maqueta, se realizan pruebas o cambios cuando se necesite tomando nota de los resultados en un bosquejo del sistema.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de la metodología de prototipos.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • No modifica el flujo de ciclo de vida • Se puede reutilizar el código 	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario al ver funcionamiento del prototipo piensa que el desarrollo del software está terminado

-
- Reduce el riesgo de gastos en productos que no satisfagan a las necesidades de los usuarios
 - Exige disponer de las herramientas adecuadas
 - Abre un campo de estudio a nuevos programadores, que quieren colaborar con el sistema
 - Costos irreales para la creación de un sistema real o gran escala
 - Causas expectativas en cuanto a mantenimiento a largo plazo
-

Fuente: Alvarado, Martínez, Palafox. (s.f). Modelo De Desarrollo Prototipo.

Es un modelo de desarrollo evolutivo, que se va a construir en poco tiempo, utilizando programas adecuados, pocos recursos y reducidos costos, donde se realiza una vista preliminar al usuario para que, si una parte del prototipado está mal, sea corregido.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El desarrollo de la investigación se realiza utilizando un enfoque mixto; en el cual el enfoque cualitativo permite describir las características, de los dispositivos, en la comparación de varios algoritmos a utilizarse en el desarrollo del prototipo de reconocimiento facial, en cuanto que el enfoque cuantitativo permitiendo cuantificar el proceso de control de acceso de personal, número de pruebas realizadas y número de personas registradas.

- **Enfoque Cuantitativo**

Este enfoque permitió cuantificar, interpretar y analizar los resultados obtenidos de las encuestas realizadas al personal que labora en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, que son directivos, docentes, personal administrativo, limpieza y guardias de seguridad, además es necesario interpretar información basada en los indicadores de la variable que se puede cuantificar, generando así conocimiento de la situación del problema de investigación. “Enfoque Cuantitativo considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas”. (Oriele, 2020, p.2). De esta forma se hace la recolección de datos en cantidades numéricas.

- **Enfoque Cualitativo**

Por medio de este enfoque, se recopiló información, con la ayuda de la revisión bibliográfica contenida en internet, libros, tesis doctorales, tesis de maestrías y tesis de posgrado de diferentes universidades nacionales e internacionales, gracias a esto se logra establecer características de los dispositivos electrónicos para el desarrollo del prototipo de reconocimiento facial, tomando en cuenta que el enfoque cualitativo por lo común se utiliza para descubrir y refinar preguntas de investigación, (...) se basa en métodos de recolección de datos, son mediciones numéricas sin conteo. Utiliza las descripciones y las observaciones (Gómez, 2016, p.69). Definiendo tiempos de demora al momento del ingreso manual a los laboratorios; ingreso automatizado para el acceso, además de las características de cada método de reconocimiento facial, logrando definir el más eficaz y eficiente para este tipo de procesos de automatización.

3.1.1. Tipo de Investigación.

Considerando el enfoque establecido, los tipos de investigación seleccionados de acuerdo con tipo de estudio son: investigación descriptiva del enfoque cuantitativo, investigación – Acción y documental del enfoque cualitativo.

3.1.1.1.La Investigación descriptiva.

Posibilitó el manejo de la información de los funcionarios directivos, docentes y administrativos que se requieren para el diseño de la base de datos. Coincidiendo que “la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer situaciones, (...) a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas” (Hernández, Fernández y Baptista, 2015) de acuerdo con la definición se considera que se debe recolectar información importante de cada docente y administrativo como: nombres completos, número de cédula, cargo para el control y registro en el acceso de personas que están autorizadas para el ingreso en los centros tecnológicos en la UPEC.

3.1.1.2.La Investigación-acción

Está compuesto por una variedad de métodos que facilitan la recopilación de los datos, para que se proporcione una buena evidencia que sea importante para el desarrollo de la práctica teniendo en cuenta que, Terán (2019) afirma “al realizar una investigación acción, se busca que las problemáticas que se evidencien en un entorno específico puedan ser mejoradas a través de la sensibilización de los actores que forman parte de estos espacios particulares”, el presente proyecto hizo una propuesta para brindar una solución a la problemática, en el control y registro de personas que ingresan a los centros tecnológicos dentro de la Universidad.

3.1.1.3.La Investigación Documental

Para lograr una buena investigación es necesario buscar información en papers, artículos científicos, libros, sitios web entre otros, acordando con Matos (2018) que afirma:

La investigación bibliográfica o documental consiste en la revisión de material bibliográfico existente con respecto al tema a estudiar. Se trata de uno de los principales pasos para cualquier investigación, e incluye la selección de fuentes de información. Se le considera un paso esencial, porque incluye un conjunto de fases que abarcan la observación, la indagación, la interpretación, la reflexión y el análisis para obtener bases necesarias para el desarrollo de cualquier estudio. (p.1).

Es importante tomar en cuenta que para una buena documentación es necesario que la información esté lo más actualizada posible, puesto que en la actualidad se dan cambios constantes sobre la información aún más sobre la tecnología que cambia día a día.

3.2. IDEA A DEFENDER

El uso de reconocimiento facial ayudará al control de acceso y registro de personas no autorizadas a los espacios tecnológicos en la Universidad Politécnica estatal del Carchi.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Definición de variable. El reconocimiento facial es una técnica similar al lector de huella, utiliza una serie de puntos biométricos de la cara de cada individuo para su identificación. Tiene la ventaja de que no precisar ningún contacto físico entre la persona y el lector, lo que lo convierte en un sistema más duradero e higiénico. (CucoRent, 2019).

Tabla 6. Operalización de variable dependiente.

Variable	Tipo de variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Reconocimiento facial	Variable dependiente	Software	Funcionalidad	Investigación	Tesis doctorales
			Eficiencia		Tesis maestras
	Usabilidad	Observación	Tesis de pregrado		
Portabilidad	Páginas web				
					Artículos
		Dispositivos electrónicos	Propiedades de dispositivos electrónicos.	Observación	Computador Tabla 9
	Cualitativa nominal	Captura de imágenes digitales	Resolución imágenes digitales	Observación	Computador
		Métodos de reconocimiento facial	Características de métodos de reconocimiento facial	Investigación	Artículos Tesis doctorales Tesis maestras

					Tabla 28
	Rostros	Características del rostro	Observación		Tabla 29
					Tabla 30

Definición de variable. El control de acceso se refiere a un proceso automático el cuál verifica la identidad de una persona y permite o restringe el ingreso de ella, a un determinado recurso como ser una puerta o barrera (Méndez, 2019).

Tabla 7. Operalización de variable independiente

Variable	Tipo de variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
					Tabla 16
	Variable independiente	Procesos automáticos	Número de procesos	Observación	Tabla 17
			Tipos de procesos		Tabla 18
					Tabla 19
					Tabla 19
Control de acceso y registro de personal	Cuantitativa discreta	Base de datos	Número de personas autorizadas para el ingreso a centros tecnológicos	Encuesta	Cuestionario Ficha N°1
				Captura	Registro
			Número de imágenes ingresadas a la Base de datos		Tabla 31 Tabla 32
		Datos informativos	Número de datos a ingresar en la base de datos	Observación	Registro
		Ingreso	Números de capturas de rostro	Observación	Registro 80 capturas

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Existen varios métodos de investigación bastantes importantes y tomando en cuenta los resultados que se necesitan obtener, se empleó el método científico que abarca una metodología para la recolección de nuevas ciencias o conocimientos a través de la observación sistemática, experimentación, análisis de pruebas donde incluye varias modificaciones acordes a lo que se pretende lograr con el cumplimiento de la hipótesis planteada. Se generó una gran cantidad de preguntas a lo largo del desarrollo de la investigación, de esta forma se fue adquiriendo más conocimiento que fue de suma importancia para la culminación del prototipo planteado. Como Labajo (2016) menciona que el “método científico se basa en la caracterización a la ciencia natural hace varios años atrás, tomando en cuenta que su principal objetivo es la observación sistemática, la medición, experimentación, análisis, formulación y a modificación de las hipótesis. Además, fue posible realizar una observación sistemática del funcionamiento del sistema

3.4.1. Análisis Estadístico

3.4.1.1. Población y muestra

Para esta investigación se establece a veinticinco personas como población finita y real, está estructurada por tres funcionarios directivos, doce docentes, siete de personal administrativo y tres personal de limpieza que laboran en las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, se trabajará con toda la población, por lo cual, no se establece una muestra, ni se aplicó un método estadístico, se realizó el análisis de la muestra en razón que se manejó un grupo pequeño de individuos, con el fin de evaluar el grado de aceptación que tendría un sistema de reconocimiento facial.

3.4.1.2. Técnicas e Instrumentos

Se utilizó dos instrumentos para la recolección de información, como parte del proceso de extracción de datos, se utilizó una encuesta estructurada y descriptiva que obtuvo las actitudes presentes dentro de la población y la observación sistemática regulada que verifica el funcionamiento del prototipo.

- **Encuesta**

Se ha establecido como un instrumento de investigación un cuestionario de preguntas cerradas, diseñado para los docentes, personal administrativo y de limpieza que hacen uso de los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática; con el objetivo de investigar e identificar la importancia de la existencia de un sistema de control de acceso y registro para la verificación del personal en las diferentes áreas tecnológicas, para mantenerse en un ambiente amigable en el ingreso a los laboratorios de la carrera.

- **Observación**

Se estableció como un instrumento de investigación la observación, que se utilizó para llenar una rúbrica de eficiencia y eficacia del funcionamiento del prototipo con diferentes métodos de reconocimiento facial, así como el comportamiento del hardware propuesto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.RESULTADOS

En la presente investigación se planteó cinco objetivos, uno general y cuatro específicos, los cuales ayudaron a la resolución del problema trazado dentro de este documento, permitiendo desarrollar una propuesta acorde con las necesidades. Como resultados del proyecto se hace énfasis en el funcionamiento final del prototipo, tomando en cuenta la conexión entre la Raspberry Pi 3 modelo B con la puerta generando un proceso automatizado.

Tabla 8. Comparación de metodología.

Metodología	Desarrollo de prototipo	Mobile- D	En V	XP
Descripción	Desarrollo de prototipo con código más acercado a un producto real, creando varias versiones del proyecto	Modelo ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles para grupos pequeños	Desarrollo de productos para las TIC, proporciona una guía para la planificación y realización del proyecto	Se define un plan para el desarrollo del software, revisiones consecutivas, para posibles cambios
Tipos de proyectos de software	Desarrollo de software con vistas preliminares. Versiones de proyecto. Software de investigación.	Aplicaciones para dispositivos móviles.	Proyectos de software de cualquier tamaño Grandes empresas Sector militar. Sector público. Sistemas de TIC.	Desarrollo de proyectos planificación y trabajo en equipo
Usuario	Trabajo continuo con el usuario para posibles cambios en el proyecto.	Cooperación entre programador y usuario para mejoras en el aplicativo.	Mejora la comunicación entre los usuarios.	Planificación del proyecto con el usuario.

Etapas	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección y refinamiento de requisitos. • Diseño rápido • Construcción del prototipo • Evaluación del prototipo por el cliente • Refinamiento del prototipo • Producto de ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploración • Inicialización • Producción • Estabilización • Pruebas del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio del proyecto • Análisis • Diseño funcional del sistema • Diseño detallado del sistema • Implementación • Verificación unitaria • Verificación funcional • Validación del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis • Diseño • Desarrollo • Pruebas
	Características	Los prototipos se crean con rapidez y evolucionan a través de procesos de pruebas y evaluación con del usuario	Se debe cumplir un ciclo por cada 3 días para que se pueda planificar y trabajar correctamente	Asegura el software adecuado en el momento adecuado

Existe un sinnúmero de metodologías posibles a usarse en cuanto se refiere a desarrollo de software o construcción de prototipo, cada una trae una gran variedad de características y funcionalidades aplicables al presente proyecto, que tiene como objetivo la construcción de un prototipo de reconocimiento facial, trabajo continuo con el usuario para pruebas y mejoras, todos esto previo a la recolección de información, la selección de la metodología adecuada para el progreso de la investigación depende de varios factores, donde un análisis comparativo de estas, es de gran ayuda para solventar cuál será la metodología más útil.

Entre las metodologías tenemos a Desarrollo de prototipos, Mobile – D, en V y XP, tomando de cada los siguientes factores.

a. Tipos de proyectos. – se requiere de varios factores tales como: software, hardware, procesos, requerimientos, comparación entre otros para la resolución del problema y logro de objetivos planteados.

- Las metodologías de Desarrollo de prototipo, XP, en V son aplicables a proyectos de desarrollo de software, y de gran tamaño que se puede aplicar a sistemas de TIC, ya sea en el sector público o privado

- En la metodología Desarrollo de prototipos y XP presentan algunas versiones del proyecto con un campo abierto a posibles cambios en su diseño
 - En el desarrollo de software Mobile-D y Desarrollo de prototipos contiene vistas preliminares del proceso como tal.
 - Mobile- D es adaptable a aplicaciones para grupos pequeños.
 - Mobile-D, en V, XP requieren de trabajo en equipo.
- b. Interacción con el cliente.** – Es de gran importancia que exista una buena relación con el cliente para obtener mejoras en el desarrollo del sistema.
- El trabajo continuo con el usuario es una característica importante de Desarrollo de prototipo y Mobile- D
 - Para en V y XP es primordial la planificación del proyecto junto con el usuario.
- c. Características.**
- La metodología de Desarrollo de Prototipo se proyecta a la construcción de un prototipo semejante a un producto real
 - Mobile- D, XP y en V pueden ser aplicable a proyecto que requieren de una implementación del producto final
 - Desarrollo de Prototipos, XP y en V se cumplen cierta cantidad de etapas siendo posible navegar entre ellas.
 - Mobile-D demanda de cumplir una planificación y su trabajo debe ser constante

Una vez finalizado el análisis de las metodologías posibles a usarse, la que más se acomoda a las necesidades del proyecto, además de que sea posible la retroalimentación del funcionamiento del sistema se escogió la Metodología de Desarrollo de Prototipos, con su modelo de prototipos de Alta- Fidelidad, donde se construye de la forma más cerca posible un diseño real, tomando en cuenta las herramientas a utilizar, aspecto, impresiones, tiempo y funcionamiento para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el primer capítulo en varias fases que se detallan a continuación:

4.1.1. Etapa I: Recolección y refinamiento de requisitos

En esta etapa se recolecta todos los elementos, que están incluidos en el desarrollo del proyecto, es necesario realizar una exhaustiva investigación de donde, se obtiene la información tomando en cuenta el problema establecido en un inicio, una vez realizada la exploración se presentan los requerimientos más importantes.

4.1.1.1.Datos Iniciales.

El presente proyecto dirigido a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática de la FIACA de la UPEC, en los cuales tienen acceso: funcionarios directivos, docentes, estudiantes, personal administrativo del Centro de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), personal de limpieza y guardias de seguridad. Actualmente, estos son manejados con un sistema de control y registro manual, de esta forma cada persona que está autorizada del uso de los diferentes laboratorios debe solicitar a personal de guardianía la llave o que brinde el acceso al laboratorio requerido para su ingreso, resultando tedioso tener que movilizarse en busca de un guardia o personal de limpieza, además pierden minutos, siendo perjudicial para el cumplimiento de las actividades académicas, mantenimiento y limpieza de los laboratorios.

A continuación, se realiza el análisis del cumplimiento del primer objetivo que se incluye en la etapa I:

Fundamentar teóricamente sobre sistemas de control de acceso, registro del personal y requerimientos mínimos de reconocimiento facial mediante la revisión bibliográfica, para el registro de personal

Para el logro de este objetivo, se fundamentó teóricamente, haciendo uso de medios digitales y físicos para la revisión bibliográfica, como se detalla en el marco teórico, permitiendo la recopilación de información de la tecnología actual, utilizada para el control de acceso y registro del personal, facilitando conocer los requerimientos mínimos para el reconocimiento facial como: software para el algoritmo y hardware para el desarrollo de la propuesta de la investigación.

4.1.1.2.Requisitos de Hardware

En cuanto al hardware fue indispensable usar lo que se detalla en la Tabla 9.

Tabla 9. Requisitos de Hardware.

Especificación	Propiedades
Computador Portátil	Asus Intel Core i5, 8va Generación
Microcontrolador	Raspberry Pi 3 Modelo B
Micro SD	16 GB
Cámara	Módulo de cámara Compatible con todas las versiones de Raspberry Pi
Puente H	Circuito integrado L298N
Cables Jumper	Tipo Macho - Hembra, Hembra - Hembra
Alimentación	Fuente de poder de PC 12V

4.1.1.3.Requisitos de software

En cuanto al software que se utilizado se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10. Requisitos de Software.

Material	Licencia de uso	Utilidad
Raspberry Pi OS	Libre	Sistema operativo para Raspberry Pi 3 Modelo B
Python	Libre	Lenguaje de programación
OpenCV	Libre	Biblioteca para desarrollo de reconocimiento facial
Geany	Libre	Editor de código fuente
SQLite	Libre	Sistema de gestión de base de datos

- **Raspberry Pi Os:** es uno de los principales Sistemas Operativos libres de la placa Raspberry Pi, teniendo una gran funcionalidad y excelencia gracias a su gran equipo de colaboradores y continuo desarrollo.
- **Python:** Este lenguaje de programación, cuenta con un acceso fácil de depuración que funciona a través de un método incorporado o llamado Breakpoint (), haciendo un trabajo de compilación completa utilizando parches, hasta encontrar una instrucción errónea que interrumpe o detiene el proceso, sintaxis fácil de comprensión y muchas otras mejoras en el depurador de código.
- **OpenCV:** Esta biblioteca es de código abierto y libre, contiene una alta eficiencia computacional, teniendo alto soporte a varios sistemas operativos y varias arquitecturas de hardware, en este caso con la Raspberry Pi 3 modelo B, además de contener métodos de reconocimiento facial como Eigenfaces, Fisherfaces y LBPH
- **Geany:** Es el Editor de código fuente que viene por defecto en la Raspberry Pi, donde se compilara Python y OpenCV, este IDE es de una interfaz gráfica bastante ligera reduciendo la utilización de espacio y capacidad de procesamiento en la Raspberry.
- **SQLite:** Este sistema de gestión de datos, es de uso fácil además de ser compatible con el lenguaje de programación Python.

4.1.1.4. Aspectos generales.

Es necesario saber cuáles son los aspectos generales del lugar de referencia que tiene el prototipado, con ello se realizó la elaboración de los procesos que están encaminados a la solución del problema, fue necesario establecer el segundo objetivo específico en la etapa I validando su cumplimiento como se detalla.

Determinar los mecanismos para el control y registro para el acceso de personas, estableciendo los procesos necesarios para una mejora tecnológica, definiendo los medios tecnológicos para la construcción del prototipo.

Para el logro de este objetivo, se determinó un mecanismo necesario para el control y registro del personal que está en la lista de personas autorizadas, desde una perspectiva de control interno, dentro del proceso comprobando que se cumplan reglas u objetivos planteados obteniendo una mejora tecnológica. Este proyecto está enfocado en beneficio de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con resolución RPC-SO-06-650611A02-No.114-2016, con la aplicación de una encuesta a funcionarios directivos (rector, vicerrectora, director de carrera), docentes, personal administrativo (TIC) y personal de limpieza, los resultados obtenidos ayudaron a que los procesos logren ser planificados de acuerdo con las expectativas del usuario, para ello se siguió los siguientes pasos.

- **Ejecutar.** Se realizó la encuesta a veinticinco personas entre las cuales están tres funcionarios directivos, doce docentes de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, siete funcionarios administrativos del centro TIC y tres de personal de limpieza, en la primera parte de encuesta corresponde a datos generales de los encuestados, la segunda parte es la información requerida para la presente investigación y la tercera parte como una verificación de aceptación del sistema en investigación. Para la interpretación de los datos obtenidos se hizo un análisis por cada pregunta.

En la primera parte de la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 11. Género de las personas encuestadas.

Ítem	Género		
	Género	Conteo	Porcentaje
1	Femenino	9	36%
	Masculino	16	64%
	Total	25	100%

Un 64% de los encuestados es de género masculino y un 36% de género femenino, donde se conoce que las personas autorizadas, en el ingreso a los laboratorios de la carrera en su gran mayoría de género masculino.

Tabla 12. Rango de edad de las personas encuestadas.

Ítem	Edad		
	Rango	Conteo	Porcentaje
2	24-29	2	8.00%
	30-35	6	24.00%
	36-40	9	36.00%
	41-45	5	20.00%
	46-50	3	12.00%
	Total	25	100%

El rango de edad está incluido entre los 24 a 50 años, predominando en este grupo de datos, comprendidos entre los 36 a 40 años, generando así que las personas encuestadas están en una edad donde se puede brindar una buena, opinión acerca del nivel de aceptación de implementación de un software en las dependencias de la Universidad.

Tabla 13. Cargo de las personas encuestadas.

Ítem	Persona encuestada		
	Cargo	Conteo	Porcentaje
3	Directivos	3	12.00%
	Docentes	12	48.00%
	Administrativos (TIC)	7	28.00%
	Personal de limpieza	3	12.00%
	Total	25	100%

El cargo que ocupan las personas está considerado, como unos de los datos más importantes de la primera parte de la encuesta, docentes con 48% de la población, son en su mayoría quienes con fines académicos ingresan o están a cargo de los laboratorios de la carrera, en un 28% funcionarios del centro de TIC, 12% de directivos y personal de limpieza. Siendo así esta investigación un gran beneficio para el personal docente en particular.

Tabla 14. Resultado del segundo objetivo específico.

Ítem	Pregunta	Respuestas	Conteo	Porcentaje
2	¿Cómo es la seguridad dentro de los centros tecnológicos del campus?	Excelente	2	8%
		Buena	12	48%
		Regular	11	44%
3	¿Ha sucedido algún suceso de inseguridad en el área que usted labora?	Malo	0	0%
		Frecuente	0	0%
		Poco Frecuente	18	72%
		Nunca	7	28%
4	Cree usted ¿Qué pierde mucho tiempo en el acceso a los distintos laboratorios de la Universidad para continuar con sus labores diarias?	Nada	2	8%
		Un poco	4	16%
		Mucho	3	12%
		Medianamente de acuerdo	10	40%
		Demasiado	6	24%

En un 48% de los encuestados, consideran que la seguridad en los centros tecnológicos es buena, un 44% es regular y un 8% excelente, con estos resultados, se puede afirmar que la seguridad en los laboratorios requiere de atención, por ello, es necesario un sistema de control y registro de personal, que logre tener una mejor gestión, en cuanto a quienes ingresan a estas dependencias; evitando que se generen casos de inseguridad. Tomando en cuenta que el 72 % de las personas encuestadas mencionan que poco frecuente se han dado casos de inseguridad y en un 28 % nunca, se ha suscitado casos en el área que laboran, además se preguntó a la población, si les toma mucho tiempo ingresar a los diferentes laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, los datos obtenidos arrojan que en un 40% pierden medianamente su tiempo en el acceso, un 24% les toma demasiado tiempo, un 16% pierde poco tiempo al ingreso de los laboratorios, un 12 % pierde mucho tiempo y un 8% no pierden nada de tiempo, gracias a estos datos se considera necesario, el uso de un software para que el acceso, sea de manera más rápida evitando pérdida de minutos, que podrían ser perjudiciales para las diferentes labores diarias realizadas por los distintos cargos.

Verificar: A través de la obtención de los siguientes datos se permite analizar que la propuesta, de un prototipo de reconocimiento facial para el control y registro de personas, para el ingreso a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática es factible y aceptado como se muestra en el siguiente análisis de datos, obtenidos a través de una encuesta.

Tabla 15. Resultado de factibilidad del sistema.

Ítem	Pregunta	Respuestas	Conteo	Porcentaje
5	Usted está de acuerdo ¿Qué es necesario la implementación de un sistema de control y registro de acceso para el personal en los centros tecnológicos en la Upec?	Totalmente de acuerdo	20	80%
		De acuerdo	4	16%
		Medianamente de acuerdo	1	4%
		En desacuerdo	0	0%
		Totalmente en desacuerdo	0	0%
6	En que Rango cree ¿Qué el sistema facilitará el control y registro de acceso a los centros tecnológicos?	1	0	0%
		2	1	4%
		3	0	0%
		4	6	24%
		5	13	52%
		6	5	20%
7	¿Existe inconformidad con el proceso de registro actual de las personas que acceden a los centros tecnológicos?	Alto	3	12%
		Medio	20	80%
		Bajo	2	8%
8	Cree que un sistema informático de control de acceso en centros tecnológicos mejorará el tiempo de acceso	Muy probable	17	68%
		Probable	7	32%
		Nada probable	0	0%
9	¿Cuál es su grado de confiabilidad ante un sistema de control de seguridad biométrico de reconocimiento facial?	1-25%	1	4%
		26-50%	1	4%
		51-75%	6	24%
		76-100%	17	68%
10	De las siguientes características ¿Cuál considera más importante en un sistema en control?	Optimización de tiempo	12	48%
		Rapidez	1	4%
		Precisión	5	20%
		Facilidad de uso	7	28%

El 80% de la población, está totalmente de acuerdo que se implemente la automatización del control de acceso, demostrando que un sistema de reconocimiento facial sería aceptado, buscando mejorar el proceso manual que se maneja actualmente para en el registro de personas que ocupan los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, además la encuesta arroja un 52%, acuerdan que un sistema facilitará el acceso a los centros tecnológicos en un rango de 5 de 6; motivando la investigación ya que, el 80% de los individuos está medio inconforme, con el proceso actual de registro de personas que acceden en los laboratorios, tomando en cuenta que el 68% de la población cree que es muy probable que un sistema informático ayude a reducir en tiempo de ingreso. Actualmente los diferentes tipos

sistemas biométricos son muy utilizados en las empresas, instituciones, organización, entre otras entidades públicas y privadas, cada una de estas entidades usa este tipo de herramientas tecnológicas, de acorde a su grado de confiabilidad; en esta investigación se hace uso del sistema biométrico por reconocimiento fácil, gracias a los datos obtenidos en la encuesta realizada a funcionarios Directivos, Docentes, Administrativos del centro de TIC y personal de limpieza, tienen un grado considerado de 68% en un rango de 76 a 100% de confiabilidad ante un sistema biométrico por reconocimiento de cara, donde se considera en un 48% que un sistema debe contener optimización de tiempo y 28% acuerda que debe tener facilidad de uso, como un punto importante en su funcionamiento y en un 20% precisión.

- **Actuar.** Una vez analizada la información que se tomó en la encuesta se considera que el desarrollo de un sistema de reconocimiento facial es aceptado y puede ser aplicado para el mejoramiento del control y registro de personas para el ingreso a los laboratorios de la carrera, por ende, se procede a establecer los procesos de control a seguir para lo que es el desarrollo del prototipo.

Número procesos = 4

- **Primer proceso:** Funcionamiento general

Para este proceso fue necesario conocer cuál es el procedimiento de registro que se maneja actualmente en el área de los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, el cual se genera de forma manual, por medio de una hoja de registro donde se ingresa nombre del docente, firma, hora de ingreso y salida del laboratorio, con tal información se puede elaborar un proceso automático para el registro y control de personas que están autorizadas, hacer uso en estas dependencias.

Tabla 16. Caso de uso funcionamiento general del Prototipo.

Título	Funcionamiento general del sistema
Identificación	C.U.1
Contexto	Se muestra el formulario principal donde puede iniciar sesión o registrarse
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Raspberry Pi 3 • Módulo de cámara • Chapa electromagnética
Procesos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso al sistema 2. Registro de usuario

3. Iniciar sesión
4. Ingrese credenciales
5. Validación de datos
6. Inicializar cámara
7. Capturar rostro
8. Reconocimiento de rostro
9. Validación de rostro
10. Abrir puerta

El usuario debe estar previamente registrado con sus identificaciones en la base de datos y su rostro

Condiciones

- Validación incorrecta de credenciales o rostro genera un mensaje de error y por ende no podrá ingresar a centro tecnológico requerido
- En caso de no estar registrado contiene la opción de registro de usuario para obtener acceso al laboratorio.



Figura 13. Diagrama de flujo de funcionamiento general del sistema.

- **Segundo proceso:** Registro de personas autorizadas

Para este proceso es necesario saber cuántas personas son las que tienen acceso a los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, en este caso son funcionarios Directivos, centro de TIC, docentes y personal de limpieza de la Facultad.

Tabla 17. Caso de uso de registro de usuarios

Título	Registro de personas autorizadas
Identificación	C.U.2.
Contexto	En el apartado principal se encuentra un botón de registro de usuarios.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Raspberry Pi 3 • Módulo de cámara
Procesos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso al sistema 2. Registro de usuario 3. Ingrese las credenciales 4. Inicia cámara 5. Colocarse frente la cámara 6. Espere que se capturen 200 imágenes del rostro 7. Registrarse
Condiciones	<p>El usuario debe ingresar de manera correcta sus datos y al momento de la captura de su rostro debe generar diferentes emociones o expresiones faciales en su rostro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si las contraseñas no coinciden no se genera su registro.

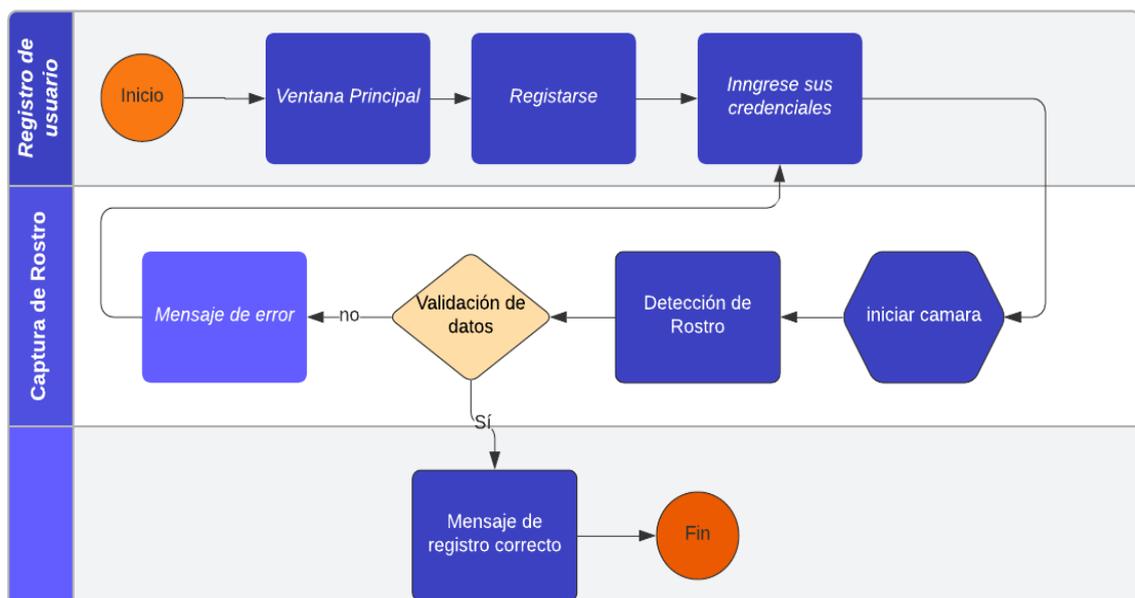


Figura 14. Diagrama de proceso para el registro de usuario

- **Tercer proceso: Iniciar Sesión**

Para este proceso es necesario que el usuario esté registrado, para que el sistema inicie la cámara y proceda al reconocimiento de su rostro.

Tabla 18. Caso de uso de inicio de sesión

Título	Ingreso a laboratorios
Identificación	C.U.3.
Contexto	En la ventana principal se encuentra un apartado donde se puede realizar el ingreso de credenciales para abrir la puerta.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Raspberry Pi 3 • Módulo de cámara
Procesos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso al sistema 2. Ingrese sus credenciales 3. Inicia cámara 4. Colocarse frente la cámara 5. Reconocimiento de Rostro 6. Abrir puerta 7. 10 minutos mantiene la puerta abierta 8. Cerrar puerta
Condiciones	<p>El usuario debe ingresar de manera correcta sus credenciales de acceso: nombre, contraseña.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si los datos ingresados no son correctos mostrará un mensaje de error. • Si el rostro no corresponde a los datos ingresados no se abrirá la puerta. • La puerta se mantendrá 10 minutos abierta.
Reglamento	<p>Art. 58 literal f) menciona que “en caso de llegar atrasado el estudiante en más de diez minutos, podrá ingresar al siguiente periodo” (Reglamento general de Estudiantes resolución N075-Csup-2017). Por lo cual se establece un tiempo de 10 minutos que permitirá que los estudiantes puedan ingresar en un tiempo límite, quienes se atrasen más de ese tiempo ya no podrán ingresar a su hora de clase.</p>

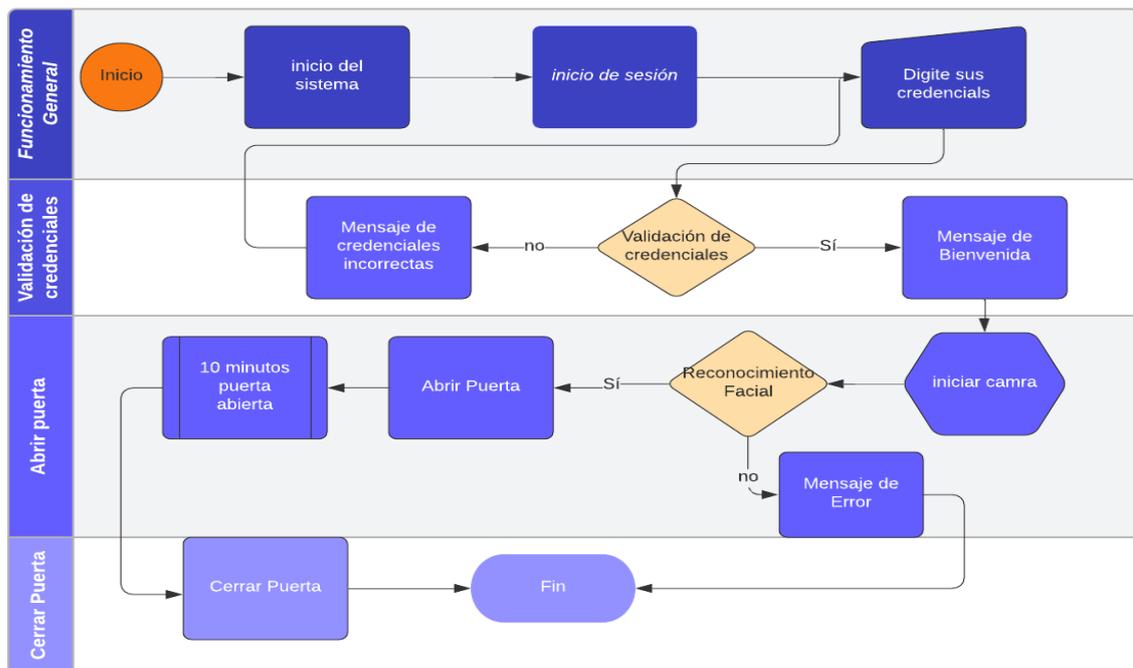


Figura 15. Diagrama de proceso de inicio de sesión.

- **Cuarto proceso.** Entrenamiento de métodos

En este proceso se adhieren todos los rostros registrados para proceder a entrenar el método ya sea Eigenface, Fisherfaces y LBPH.

Tabla 19. Caso de uso de entrenamiento del método

Título	Entrenamiento del método de reconocimiento facial
Identificación	C.U.4.
Contexto	Una vez realizado el registro se procede a entrenar el método, que será usado en el reconocimiento de rostro con todas las caras que se han detectado en el registro.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Raspberry Pi 3
Procesos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Captura de rostros 2. Registro de usuario 3. Entrenamiento de algoritmo 4. Se guarda un archivo XML de modelo entrenado. <p>El entrenamiento del modelo ya sea Eigenfaces, Fisherfaces o LBPH es necesario el registro previo del usuario</p>
Condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez capturado los rostros y registrado el usuario se procede al entrenamiento • El entrenamiento toma varios minutos para ser completado exitosamente

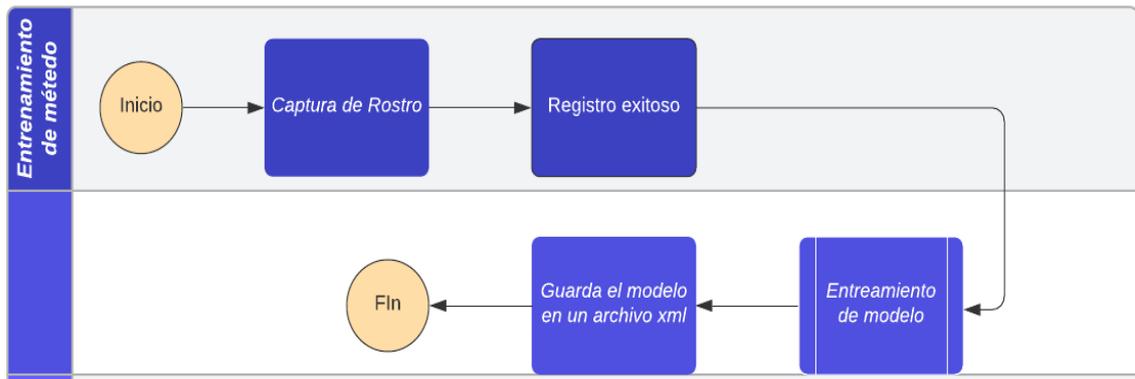


Figura 16. Diagrama de proceso de entrenamiento de Método.

4.1.2. Etapa II Diseño Rápido.

Una vez finalizada la etapa de recolección de requerimientos se procede a realizar un diseño rápido del prototipo donde se muestra el funcionamiento básico del mismo.

4.1.2.1. Software

El software que se utilizó para el funcionamiento de microcontrolador Raspberry Pi 3 Modelo B es Raspberry pi Os, fue instalado previamente en un microSD que va en la placa con el fin de programar y controlar los demás dispositivos, con el uso de Python en su versión 3.7 donde se codificación del sistema de reconocimiento fácil y la biblioteca Tkinter para la creación de interfaz de usuario, como diseño rápido se hizo un bosquejo en la aplicación Balsamiq Mockups 3 para definir la posible funcionamiento que tendrá el mismo.

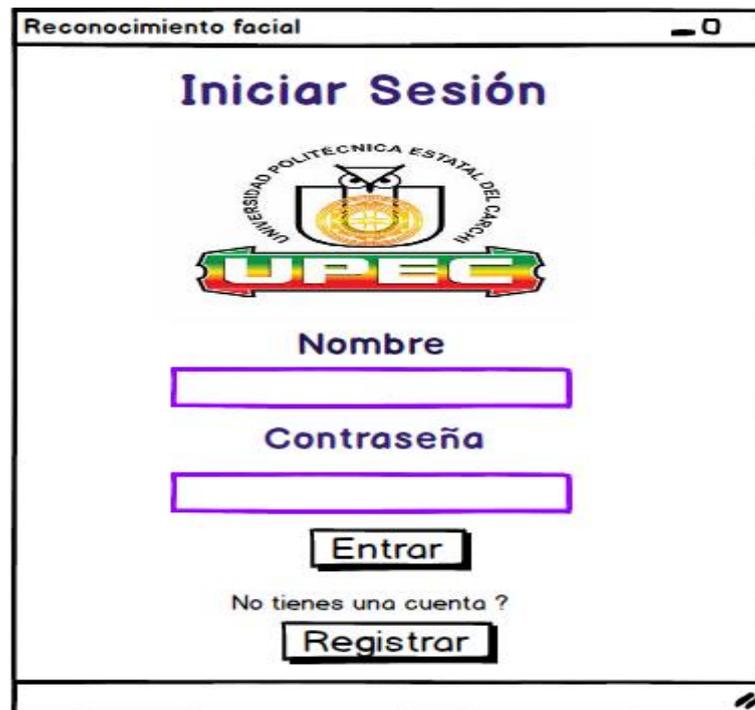


Figura 17. Bosquejo de Pantalla de ingreso

En este apartado se encuentra dos botones entrar y registrar, el primero verifica si los datos ingresados en los campos son correctos, se procede a iniciar la cámara para capturar el rostro de la persona que desea ingresar.

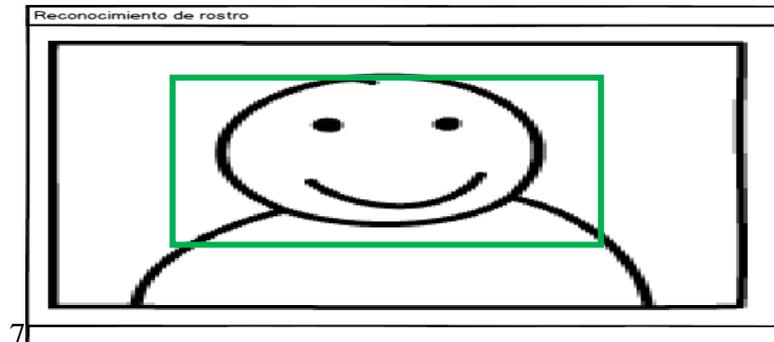


Figura 18. Bosquejo de reconocimiento facial.

Una vez que inicia la cámara, procede a capturar el rostro encerrando en el rectángulo, con el nombre respectivo en la parte superior del usuario detectado, este proceso llama a un método que puede ser Eigenfaces, Fisherfaces y LBPH.



Figura 19. Bosquejo de mensaje de acceso correcto

Una vez comprobado los datos y si el rostro, pertenece a un usuario registrado, se procede a abrir la puerta.

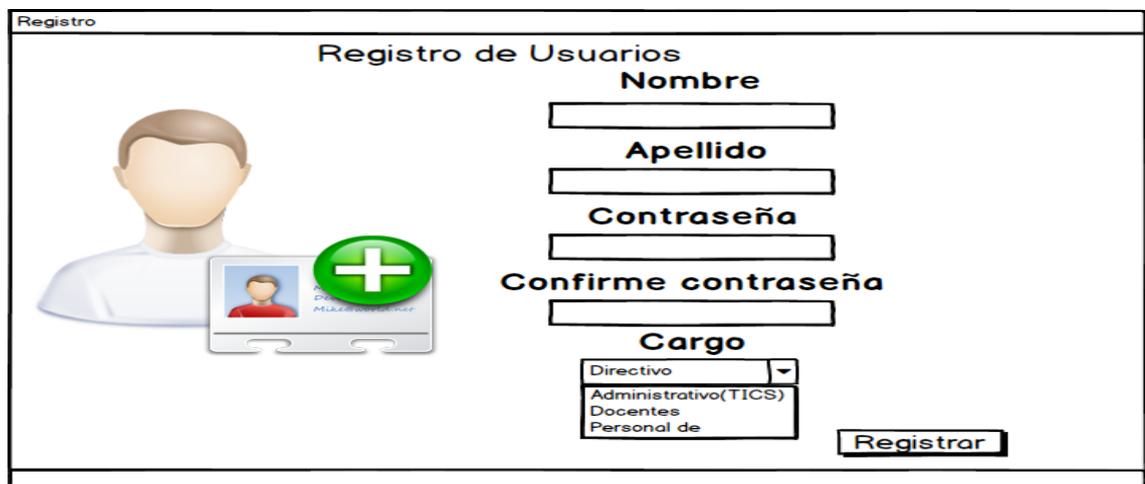


Figura 20. Bosquejo de pantalla de ingreso.

En caso de no estar registrado, hacer clic en el segundo botón llamado registro que envía a un apartado nuevo donde se encuentran los campos necesarios a llenar, para su respectiva inscripción, se debe digitar nombre, apellido, una contraseña, confirmar contraseña además de seleccionar el cargo que ejerce en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

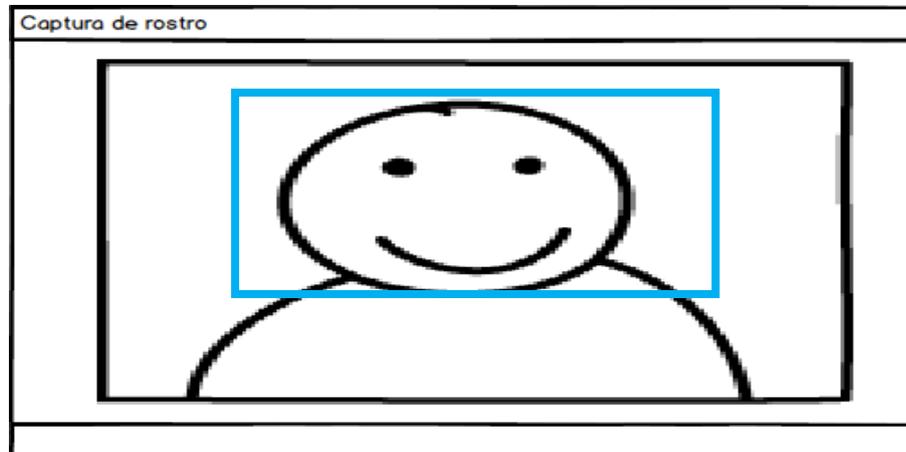


Figura 21. Bosquejo de captura de rostro para registro.

Una vez ingresado los datos requeridos, se inicia la cámara para la captura de rostro donde realiza unas 200 tomas, esperando que el usuario muestre diferentes expresiones faciales que serán guardadas en una carpeta con el nombre del usuario.

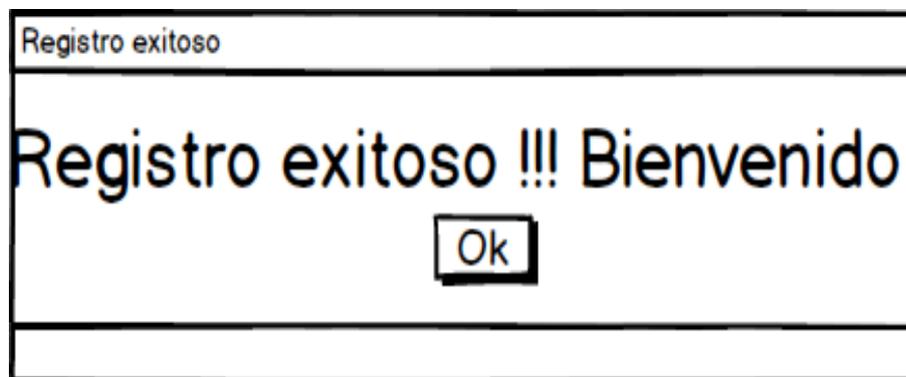


Figura 22. Bosquejo de mensaje de registro correcto.

Una vez que se capturan todos los rostros se completa el registro de usuario, se muestra un mensaje de bienvenida.

4.1.2.2. Hardware.

El Hardware de este prototipo es compuesto por una Raspberry Pi 3 Modelo B que es el cerebro o parte principal, la cual se encarga de controlar al resto de dispositivos con el fin tener un control de ingreso correcto, encargado de recolectar toda la información de los usuarios para

luego ser usada en su control de acceso; además el bosquejo de la conexión de los dispositivos fue realizado en Fritzing, programa de diseño electrónico.

- **Módulo de cámara.** El módulo de cámara es el principal dispositivo que se utilizó para la captura de rostros, este ofrece un procesamiento de imagen exitoso, además de contener dos infrarrojos que permiten que se puede capturar o detectar un rostro en cualquier ambiente de iluminación ya se con mucha o poca luz, todas las imágenes que se capturan son imágenes Infrarrojas o IR como se muestra en la Figura 23, con un rango de intensidad un poco particular en cuanto a longitud de onda infrarroja; a estos se los conoce como falsos colores.



Figura 23. Captura de rostro de usuarios en IR (infrarrojo)

- **Conexión del módulo de cámara.** – Este dispositivo cuenta con un cable plano de 15 pines que va conectado en el puerto J3, en la serigrafía en el PCB (placa de circuito impreso) por medio de este, se lee la cámara, una vez realizada la conexión podemos activarla en la configuración de la Raspberry pi y para su uso es necesario de una librería, esta cámara es de 5mpx, imágenes con resolución 1080p; su conexión se detalla en la Figura 24.

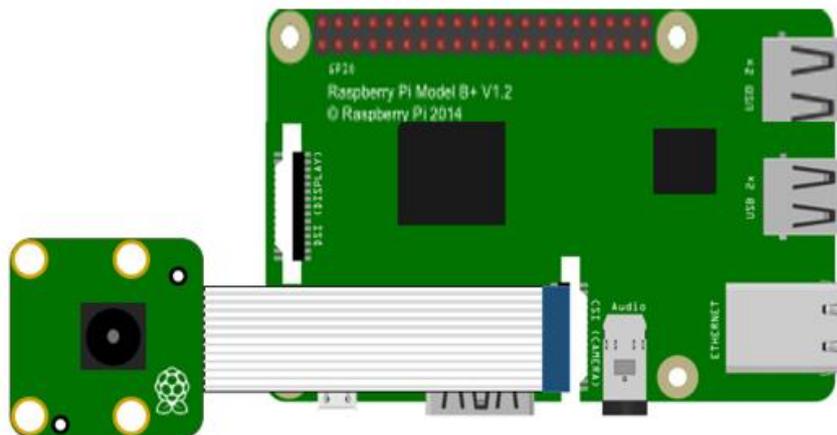


Figura 24. Conexión de módulo de pi cámara

- **Puente H L298N.** Este módulo se utiliza con fin controlar la corriente de la chapa electromagnética de 12V y el un motor DC de 5V evitando una conexión directa a la Raspberry, evitando quemar la placa, su conexión se realizó como se indica en la Figura 25.
- **Chapa electromagnética.** Este motor sirve para controlar el acceso de la puerta, se maneja a 12V, o también llamado solenoide que se forma de un alambre enrollado en espiral que esta recubierto por una armazón cilíndrica su conexión se muestra en la Figura 25.
- **Motor de corriente Continua.** Funciona a 5V, con una corriente directa el cuál gira en dirección de las manillas del reloj o en dirección contraria dependiendo de cómo se lo va a utilizar, en este caso ayuda a abrir y cerrar la puerta de forma automática; su conexión en la Figura 25.
- **Fuente de poder.** Es un componente de computador que se utiliza para brindar energía imprescindible a la chapa y el motor DC, cuenta con una energía de 15V que es la necesaria para funcionamiento de los dispositivos electrónicos su conexión se muestra en la Figura 25.

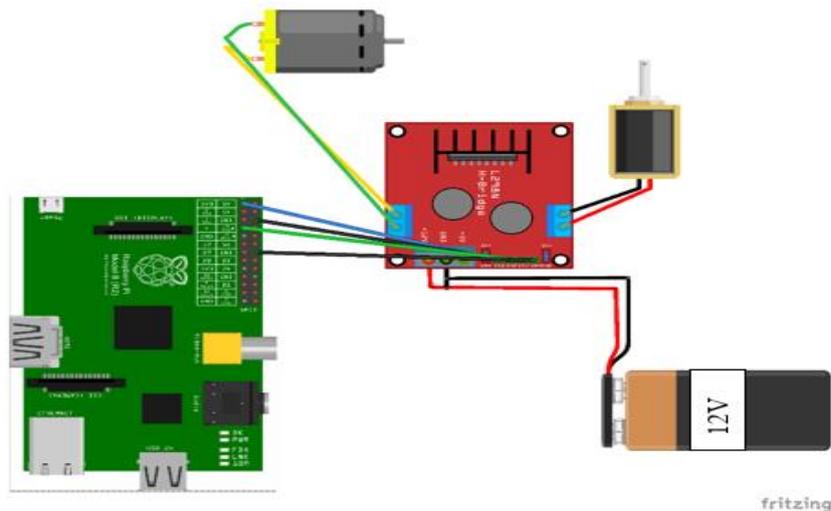


Figura 25. Conexión de Puente H

4.1.3. Etapa III Construcción del prototipo.

Una vez terminada la fase de diseño rápido se procede a la construcción del prototipo de reconocimiento facial, haciendo uso del microcontrolador llamado Raspberry pi 3 Modelo B, con su sistema operativo Raspberry Pi OS en el cual se encuentra conectado un módulo de cámara No IR, que contiene un filtro infrarrojo, compatible con todas las versiones del microcontrolador pi, logrando recolectar datos de entrada para ser procesados, y una chapa

electromagnética para generar datos de salida o apertura de puerta, gracias a esto se realiza el cumplimiento de tercer objetivo específico.

Diseñar prototipo de reconocimiento facial con la utilización de dispositivos electrónicos, automatizando el ingreso seguro de personal autorizado.

Instalación de Python

Para el funcionamiento del prototipo se hizo uso del lenguaje de programación Python 3.7 para ello fue necesario eliminar la versión 2 de Python que viene por defecto instalada en la Raspberry con los siguientes comandos en la terminal de Raspberry Pi OS

- `sudo apt purge -y python2.7-minimal`
- `sudo ln -s /usr/bin/python3 /usr/bin/python`
- `sudo apt install python3.7`

Una vez eliminada esta versión de Python, se procede a la instalación de OpenCV, una biblioteca de Visión Artificial de uso libre y es compatible con el sistema operativo utilizado, contiene varios métodos de reconocimiento facial como Eigenfaces, Fisherfaces y LBPH para ellos se ejecuta los siguientes comandos.

- `sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config python3-dev libgtk2.0-dev libgtk2.0 zlib1g-dev libpng-dev libjpeg-dev libtiff-dev libjasper-dev libavcodec-dev swig unzip vim`
- `sudo apt-get install python3-numpy python3-opencv`
- `sudo apt-get install python3-dev`
- `sudo pip install rpio`
- `sudo apt-get install v4l2ucp v4l-utils libv4l-dev`

Una vez ejecutado correctamente las dependencias anteriores, se procede a instalar OpenCV con las siguientes líneas de código en la terminal.

- `Wget http://downloads.sourceforge.net/project/opencvlibrary/opencv-unix/2.4.9/opencv-2.4.9.zip`
- `unzip opencv-2.4.9.zip`

Además, el establecimiento de pi cámara para la captura de rostro, para luego ser procesados con OpenCV

Instalación de Pi cámara

- `sudo pip install picamera`

Por último, es necesario la habilitación de cámara en la interfaz de la Raspberry pi:

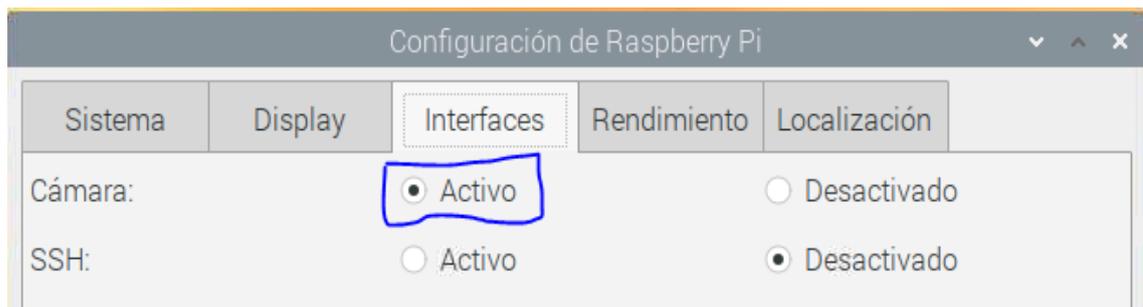


Figura 26. Habilitación de cámara.

Reiniciar Raspberry Pi, para controlar el módulo de cámara con Python es necesario llamar a la biblioteca picamera.

- Import PiCamera
- Import cv2

Fue imprescindible acceder al módulo de cámara con OpenCV, para que los rostros capturados sean almacenados, con fin de procesarlos en tiempo real.

```

...
cap = cv2.VideoCapture(0)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1280)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 720)

```

Figura 27. Iniciar Cámara con OpenCV

Para el desarrollo de la interfaz de usuario se empleó Tkinter es una adaptación de biblioteca gráfica para el lenguaje de programación Python, para hacer uso de ella es necesario las siguientes líneas de código.

- from Tkinter import *
- import Tkinter as tk

Para la manipulación de los dispositivos electrónicos es necesario el uso de la librería GPIO, logrando la conexión mediante los diferentes pines de entrada y salida, llamamos a GPIO de esta forma.

- import RPi.GPIO as GPIO

Iniciando con la programación para la captura de rostros es importante conocer que OpenCV es una biblioteca que nos ofrece sus propios calificadores pre entrenados de detección de rostro, en este caso usaremos el clasificador Haar Cascades que se encuentra en la carpeta de Instalación de OpenCV, para llamarlo empleamos la siguiente línea de código:

- `faceClassif = cv2.CascadeClassifier`
`('/home/pi/opencv/data/haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml')`.



Figura 28. Clasificadores de Haarcascades

Una vez que se capturan los rostros se hace paso al entrenador, donde se hace uso de los métodos Eigenfaces, Fisherfaces o LBPH, la fotografía se transforma a escala a grises, que se logra con la línea de código:

- `gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)`

Y tener el mismo tamaño, se carga las imágenes a entrenar y se llama al método para luego ser almacenado como un archivo XML o YAML, este archivo servirá para reconocer los rostros guardados con una etiqueta diferente a cada usuario, este proceso puede llevar varios minutos dependiendo el método que se utilice como se muestra en la Figura 29.

```
face_recognizer = cv2.face.createLBPHFaceRecognizer()
print("Entrenando..")
face_recognizer.train(facesData, np.array(labels))
face_recognizer.save('/home/pi/Facial/modelLBPHFace.xml')
print("Modelo almacenado..")
cv2.destroyAllWindows()
```

Figura 29. Llamando al método LBPH.

La parte más importante de la programación de este prototipo es el reconocimiento de rostros, para este proceso se llama el método ya sea, Eigenfaces, Fisherfaces o LBPH, con la siguiente línea.

- `face_recognizer= cv2.face.createFisherFaceRecognizer ()`

Se toma en cuenta que esta línea cambia dependiendo del método a usar, y el que se entrenó anteriormente, previamente llamamos al archivo de guardado en la sección anterior, se procede a iniciar la cámara en tiempo real.

- `face_recognizer.load('/home/pi/Facial/modelFisherFace.xml')`

Manejamos las siguientes líneas de código para verificar que el rostro detectado corresponde a, el usuario y contraseña ingresado.

- cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (255,0,0),2)
 - RName = frame, '{ }'.format (imagePaths [result [0]])
- Resultado = RName [1]
- if Resultado == usuario:
- print ('Ingreso Correcto')

Para el registro del usuario, se usó SQLite, por el hecho de ser compatible con Python, es confiable y ligero, este gestor cuenta con una interfaz gráfica fácil de usar, para lo que es la visualización de las tablas y datos, entre otras cosas, su instalación es bastante sencilla a comparación con otros gestores.

- Sudo apt install sqlite3

Para llamar a la biblioteca de SQLite y crear una base de datos se usa los siguientes códigos.

- Import sqlite3
- con = sqlite3.connect('/home/pi/Documents/base de datos/registro.db')
- c = con. cursor ()

4.1.4. Etapa IV Evaluación del Prototipo por el cliente

Con el fin de evaluar la calidad del prototipo en desarrollo, se aplicó una rúbrica a los usuarios (ver anexo 12) que fueron realizadas la pruebas en la fase anterior, donde cada individuo evaluó el prototipo con parámetros de funcionalidad, eficiencia y eficacia se obtuvo los siguientes resultados.

De acuerdo con la Tabla 20, se obtuvo un puntaje 24 de 30, que indica que el 80% de aceptación de cómo está la interfaz, demostrando que el sistema compensa a los usuarios a nivel de su diseño.

Tabla 20. Resultados de diseño gráfico de interfaz.

Diseño gráfico de la interfaz	
Número de personas	Puntuación/5
1	3
2	5
3	4
4	5
5	3
6	4

Total	24
Promedio	4
Porcentaje	80%

En la Tabla 21, se obtuvo un puntaje de 23 de 30, que indica que el 76,7% de los usuarios considera que el sistema cumple parcialmente con el ambiente óptimo requerido, demostrando que el prototipo cumple con las condiciones necesarias.

Tabla 21. Resultado de condiciones óptimas.

Condiciones óptimas	
Número de personas	Puntuación/5
1	5
2	5
3	2
4	4
5	3
6	4
Total	23
Promedio	3,8
Porcentaje	76,7%

De acuerdo con la Tabla 22, se obtuvo un puntaje de 28 de 30, que indica que el 93,3% de los usuarios considera que el prototipo tiene consistencia entre el prototipo y su funcionamiento, demostrando que el sistema cumple con un gran nivel de labor.

Tabla 22. Resultados de nivel de funcionamiento.

Consistencia entre el prototipo y su funcionamiento	
Número de personas	Puntuación/5
1	5
2	5
3	5
4	4
5	5
6	4
Total	28
Promedio	4,7
Porcentaje	93,3%

En la Tabla 23 se obtuvo un puntaje de 28 de 30, que indica que el 93,3% de las personas marcaron la rúbrica, considera que el prototipo tiene facilidad de uso, demostrando que el sistema está acorde a las necesidades del usuario.

Tabla 23. Resultados de facilidad de manejo.

Facilidad de manejo	
Número de personas	Puntuación/5
1	5
2	5
3	5
4	4
5	5
6	4
Total	28
Promedio	4,7
Porcentaje	93,3%

De acuerdo con la Tabla 24 se obtuvo un resultado de 29 de 30, que indica que el 96,7% de los usuarios considera que se logra optimizar tiempo en el ingreso, demostrado que el sistema es excelente, para ser aplicado en el control y registro de personal.

Tabla 24. Resultados de optimización de tiempo.

Optimización de tiempo	
Número de personas	Puntuación/5
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	4
Total	29
Promedio	4,8
Porcentaje	96,7

Con el fin de obtener una aprobación del trabajo de titulación, se trabajó continuamente con la Unidad de Redes de la Universidad, para la revisión del funcionamiento del prototipo, considerando las siguientes propiedades:

- Registro de personas

- Acceso al centro tecnológico por medio de verificación de información y reconocimiento facial
- Apertura y cierre de la puerta con ayuda de un motor de corriente continua.

Se logró tener una aceptación por parte de Dirección de Tics a través de la Unidad de Redes y Telecomunicaciones (ver Anexo 13), para culminar esta investigación.

4.1.5. Etapa V Refinamiento del prototipo.

Una vez termina la fase IV se procede a la construcción del prototipo para ello se definió varios procedimientos: programación del sistema de reconocimiento facial haciendo uso de diferentes de métodos de reconocimiento facial, construcción de prototipo con dispositivos electrónicos y programación de estos.

4.1.4.1. Programación del sistema reconocimiento facial

Para la construcción de este sistema de reconocimiento facial se hizo uso de lenguaje de programación Python bajo el editor de texto Geany que viene por defecto en el sistema operativo Raspberry Pi OS y SQLite, este software fue elegido por su gran compatibilidad y fácil manejo, el sistema está distribuido por las siguientes funciones:

```

def rostro(Nombre):
def entrenador():
def reconocimiento():

def chapa():
def login():
def nuevaVentana():

```

Figura 30. Funciones en Python.

- Registro de usuario



Figura 31. Botón de registro

En la pantalla principal se encuentra un botón denominado registro, esta llama a la función nueva ventana, donde se encuentra toda la codificación referente a registro de usuario, permitiendo el ingreso de varios datos: cédula, Nombre, Apellido, cargo contraseña, verificación de contraseña; todos estos datos son registrados en una base de datos de SQLite.



Figura 32. Formulario de registro de usuario

- **Captura de rostro para nuevo registro**

Una vez digitadas todas las credenciales se llama a la función rostro esta toma el valor de nombre que se ingresó para crear una carpeta que contendrá las fotografías capturadas, una vez realizado los anteriores procesos se inicia la cámara para detectar y capturar 200 rostros con diferentes expresiones faciales del usuario, si todo lo mencionado se lleva a cabo correctamente se muestra un mensaje de registro exitoso, estos datos serán utilizados para el reconocimiento facial y acceso a laboratorio

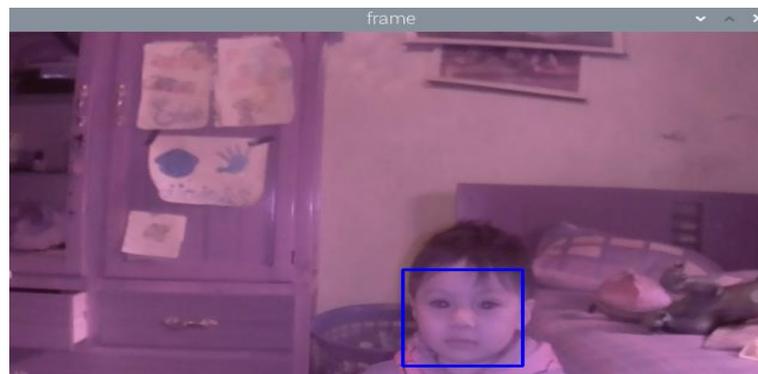


Figura 33. Detección de rostro de usuario

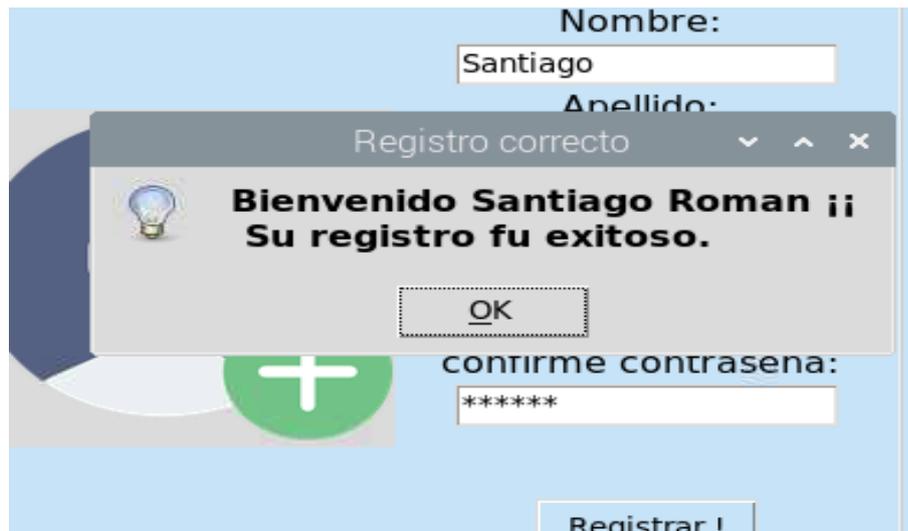


Figura 34. Mensaje de registro exitoso

Si el registro es exitoso se procede a llamar automáticamente a la función entrenador, donde se encuentra especificado cuál método será usado para el entrenamiento, este recoge todos los rostros asignado una etiqueta a cada grupo de fotografías para que se logre identificar que son personas diferentes, esto se guardará en un archivo XML para luego poder leerlo; el entrenamiento puede demorar varios segundos dependiendo del método que se haya escogido, donde se cumple el tercer objetivo específico que dice:

Seleccionar un método de reconocimiento facial por medio de una comparativa para el desarrollo de un sistema que verifique la identidad de las personas.

Para el logro del objetivo, se seleccionó tres métodos de reconocimiento facial que son Eigenfaces, Fisherfaces y LGBH.

- **Eigenfaces.** Este método se caracteriza por extraer todos los rasgos más característicos del rostro y representar la cara en cuestión, generando una combinación lineal como lo denomina Eigenfaces como “caras propias” que se obtienen en el proceso de detección y captura del rostro donde se extraen principalmente las características de este, funciona de mejor manera con la extracción de la iluminación donde se captura la imagen.
- **Fisherfaces.** Este método usa varias características de Eigenfaces, pero se enfoque exclusivamente de la extracción minuciosa de las características de rostro dejando a un lado la iluminación, por ello cuando encuentra una imagen con poca iluminación es posible que genere muchos falsos positivos
- **LBPH.** Este método se basa en la extracción de la textura del rostro, donde etiqueta cada píxel de una imagen mediante el umbral del entorno de cada píxel y genera un resultado a un número binario para ser transformado a un histograma de imágenes que

representa una gráfica de cómo están distribuidos las diferentes tonalidades de la cara, además contiene un poder discriminativo que describe las texturas de manera óptima analizando cada rostro de manera independiente.

La implementación de los métodos fue realizada en la Raspberry Pi 3 modelo B con diferentes usuarios para obtener un mejor análisis de estos, se encuentra en la Tabla 25 el tiempo requerido para el entrenamiento para cada método.

Tabla 25. Prueba 1, comparación de tiempo de entrenamiento por cada método.

Prueba 1		
Método	Tiempo	Cantidad de usuarios
Eigenfaces	13 min 48 s.	3
Fisherfaces	11 min 09 s.	3
LGBH	00 min 37s	3

En la primera prueba realizada para el entrenamiento se puede comprobar que el método LBPH logra preparar el modelo más rápido en comparación con los otros métodos posicionando como el más eficiente evitando consumir tantos recursos de rendimiento en la Raspberry pi.

Tabla 26. Prueba 2, comparación de tiempo de entrenamiento de cada método.

Prueba 2		
Método	Tiempo	Cantidad de usuarios
Eigenfaces	20 min 45s	6
Fisherfaces	15 min 20s	6
LGBH	00 min 45 s	6

En la segunda prueba realizada se puede corroborar que el método LBPH se logra entrenar en un tiempo bastante rápido a consideración con los otros métodos, ubicándolo como el más eficiente, optimizando tiempo para que el sistema aparte de ser eficiente sea eficaz.

Tabla 27. Prueba 3, comparación de tiempo de entrenamiento de cada método.

Prueba 3		
Método	Tiempo	Cantidad de usuarios
Eigenfaces	25 min 58s	8
Fisherfaces	20 min 10s	8
LGBH	1 min 02 s	8

Se realizó el registro de más usuarios, para comprobar la eficiencia del método LBPH en comparación con los otros métodos.

- **Inicio de sesión**

Para el ingreso a un centro tecnológico, es necesario tener un usuario y una contraseña que se ingresan en la página principal, que llama a la función login, si los datos son llenados correctamente se inicia la cámara para proceder al reconocimiento facial.



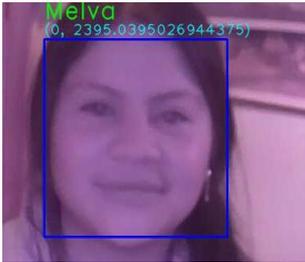
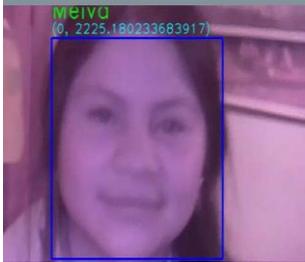
Figura 35. Formulario de inicio de sesión

- **Captura y reconocimiento de rostro**

Una vez validados los datos se inicia la cámara para el reconocimiento fácil de tal manera que, si el usuario es reconocido, se mostrará su nombre en el lado izquierdo de la fotografía para ello se usó tres métodos que fueron comparados para saber su grado de confiabilidad como se detalla a continuación.

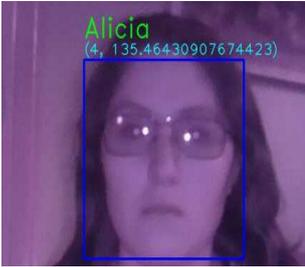
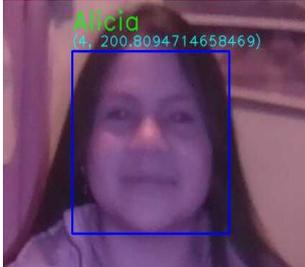
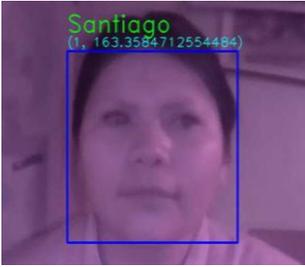
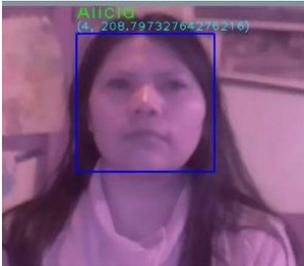
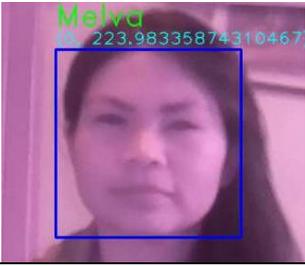
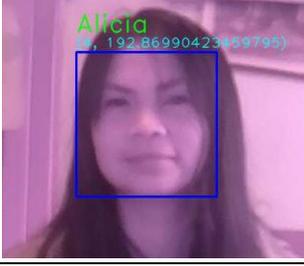
Se registró a 6 usuarios, cada uno de ellos se le asigna una etiqueta en el modelo de entrenamiento para que el sistema pueda saber que son personas diferentes, para comprobar la eficacia de cada uno de los métodos de reconocimiento facial se realizó varias pruebas de cada usuario con diferentes peinado y accesorios

Tabla 28. Prueba de reconocimiento facial con Eigenfaces

Prueba Eigenfaces			
N°	Usuario	Captura 1	Captura 2
1	Mariela		
2	Melva		
3	Santiago		
4	Alicia		

El método Eigenfaces compara el valor de umbral que se lo define por prueba y error con el valor de confianza que se detecta en cada persona, en este caso se utilizó un umbral menor a 5700, que el valor de confianza de los rostros reconocidos son menores a dicho valor una vez que el valor de la etiqueta supera al umbral lo considera como una persona desconocida, para la prueba de este método se realizó el registro de 6 personas obteniendo el siguiente resultado como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 29. Prueba de reconocimiento facial con Fisherfaces

Prueba de Fisherfaces			
N°	Usuario	Captura 1	Captura 2
1	Mariela		
2	Melva		
3	Santiago		
4	Alicia		
5	Marina		

El método Fisherface compara el valor de umbral que fue definido por prueba y error con el valor de confianza del método, en este caso se utilizó un umbral menor a 500, ya que el valor de confianza de los rostros detectados es menor de 500 por ende cuando de detecta un usuario

que tenga una etiqueta mayor a 500 se conoce como un usuario desconocido para comprobar este método se realizó varias pruebas de distintos usuarios como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 30. Prueba de reconocimiento facial con LBPH.

Prueba de LBPH			
N°	Usuario	Captura 1	Captura 2
1	Mariela		
2	Melva		
3	Santiago		
4	Alicia		



El método LBPH utilizó un umbral menor a 80, este valor se obtuvo por prueba y error de tal modo que los valores mayores a 80 serán considerados como desconocidos como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 31. Comparación 1 de nivel de confianza de los métodos de reconocimiento facial

Prueba 1			
6 individuos	Eigenface	Fisherface	LBPH
Aciertos	83,33%	33,33%	100%
Falsos positivos	16,77%	50%	0%
Falsos negativos	0%	16.7%	0%

Tabla 32. Comparación 2 de nivel de confianza de los métodos de reconocimiento facial

Prueba 2			
6 individuos	Eigenface	Fisherface	LBPH
Aciertos	50%	66,66%	83,33%
Falsos positivos	50%	33,33%	0%
Falsos negativos	0%	0%	16,7%

Una vez realizadas varias pruebas con cada técnica y varios usuarios, se obtuvo que el método con mayor eficiencia y eficacia es LBPH, para ellos se situó a los usuarios frente a la cámara con diferentes expresiones faciales e incluso uso de accesorios para poder realizar el reconocimiento fácil donde los resultados fueron los siguientes:

- En la primera toma de pruebas el resultado fue que de 6 personas 6 fueron reconocidos de manera correcta (100%) como se muestra en la Tabla 31.
- En la segunda prueba se obtuvo resultado fue que de 6 personas se reconocieron 5 (83,33%), 1 persona (16,7%) dio un falso negativo.

Una vez analizados los resultados se concluye que el método más recomendable a utilizar es LBPH o histograma de patrones con un grado de aciertos de aproximadamente mayor a 91.66%.

- **Activación de chapa electromagnética**

Para la activación de la chapa electromagnética se llama a la función chapa, este proceso se da una vez validado los datos de acceso y reconocimiento de rostro del usuario que desea ingresar.

4.1.5. Etapa VI. Refinamiento del prototipo.

Una vez finalizada las etapas anteriores se puede determinar nuevas modificaciones que serán detalladas a continuación.

4.1.5.1. Requisitos de Hardware.

Para mejorar el rendimiento del prototipo se añade varios componentes electrónicos.

Tabla 33. Hardware requerido

Especificación	Propiedades
Motor de corriente continua	16V
Protoboard	Conexión de circuitos
Puente H	Circuito integrado L298N
Cables Jumper	Tipo Macho - Hembra, Hembra - Hembra
Alimentación	Batería de 19V
Disipadores de calor	Para Raspberry Pi 3 Modelo B

- **Motor de corriente continua.** - Se realizó el cambio del motor de corriente continua de 5V a 16V, con el fin de abrir y cerrar la puerta de forma más rápida.
- **Protoboard.** – Permite la conexión segura y rápida hacia la placa evitando tener que soldar.
- **Puente H.**- Enlace del nuevo motor ya que, requiere de una alimentación diferente de la chapa electromagnética.
- **Cables jumper.** – Conexión entre Raspberry Pi con la Protoboard y puente H.
- **Alimentación 19V.**- Provee de energía al nuevo motor.
- **Disipadores de calor.** – ayuda a bajar la temperatura en el microcontrolador.

En la anterior etapa se tuvo problemas en cuanto al rendimiento del sistema, al tomar mucho tiempo en iniciar la cámara en el proceso de reconocimiento y posterior ingreso al laboratorio; esto se da por la gran cantidad de imágenes que el programa debe procesar o cargar para realizar la respectiva comparación y verificación del rostro, como una solución se planteó trabajar con alrededor de 80 imágenes por usuario al momento del registro, evitando la demora y ayudando

al rendimiento de la Raspberry pi 3 Modelo B, siendo esta una versión con poca memoria de RAM

Al finalizar el desarrollo de las anteriores etapas se concluye que se da cumplimiento al objetivo general que se planteó en el capítulo I que dice:

Desarrollar un prototipo de reconocimiento facial por medio del uso de las TIC para la automatización de control de acceso y registro de personal autorizado en espacios tecnológicos en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

El siguiente diagrama de flujo, describe todos los pasos a seguir para el funcionamiento del algoritmo de reconocimiento facial.

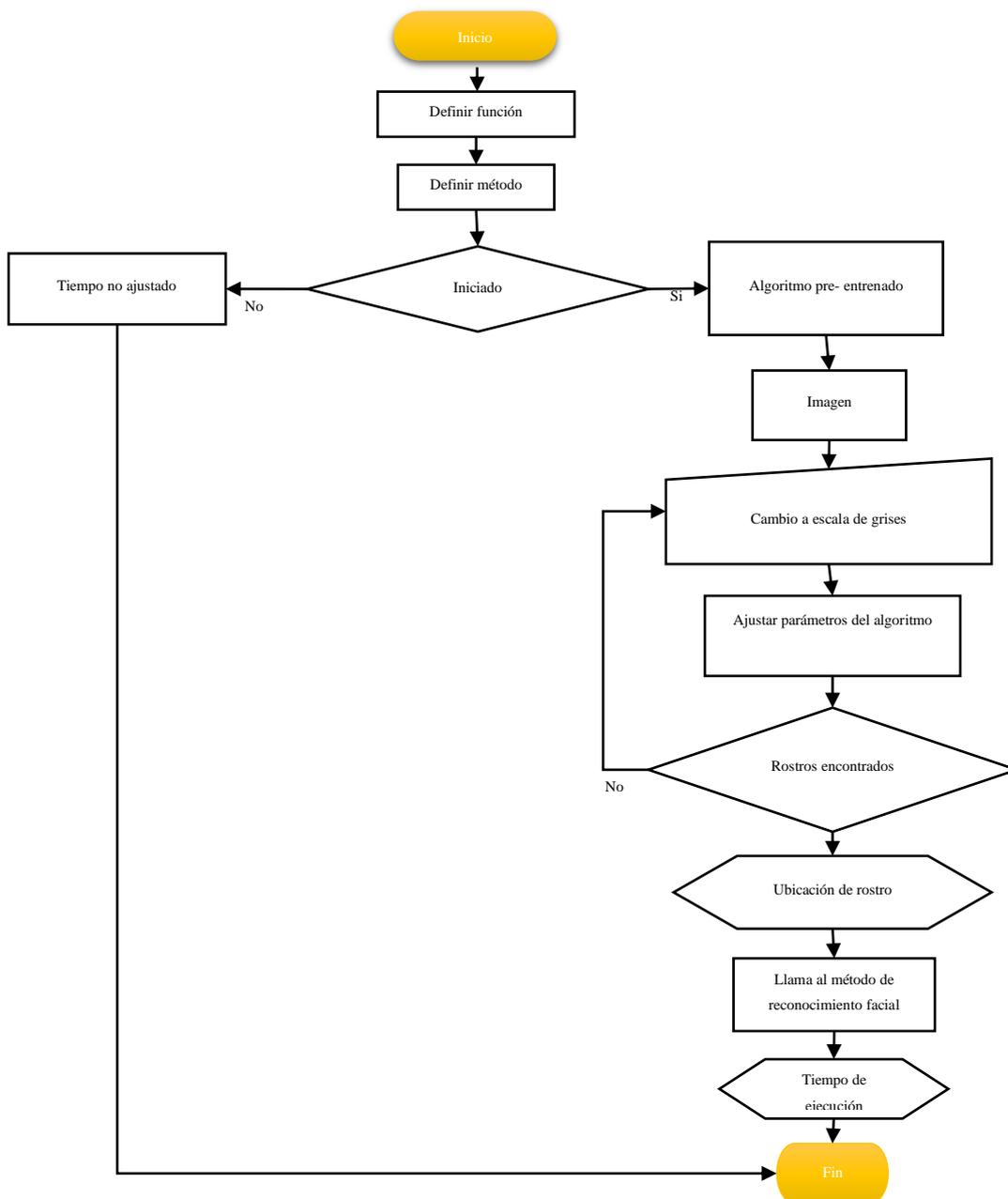


Figura 36. Diagrama de flujo funcionamiento del algoritmo

Logrando automatizar el proceso de control de acceso y registro de personal que, actualmente utiliza un registro manual que se realizan a través de hojas donde escriben los datos de la persona y la hora de ingreso y salida, además no hay ninguna persona encargada que verifique que se lo haga de manera correcta, una vez que ingrese e incluso se debe buscar a la persona encargada de las llaves para brinde el acceso e ingresar, haciendo que se pierda tiempo en las horas de clase.

De igual manera para el cumplimiento del objetivo se diseñó un prototipo de reconocimiento facial donde se construyó una maqueta a escala para la simulación del laboratorio, se usó una cámara Pi 3 de 5 Píxeles la misma que permitirá captar el rostro y con el software de reconocimiento facial compara la imagen guardada con la que se muestra en el dispositivo de vídeo, si las dos coinciden la puerta del laboratorio se abrirá automáticamente, ya que cuenta con una chapa electromagnética, este se abrirá con la ayuda de un motor, al igual que se cerrará, en el tiempo que se establezca.

4.2.DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como finalidad automatizar el proceso manual de control y registro de personas que ingresan a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, por medio de un prototipo de reconocimiento facial.

Al analizar el problema planteado al inicio de la investigación: Desconocimiento del uso de reconocimiento facial en el control de acceso y registro de personal, provocando ingresos no autorizados a los espacios tecnológicos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020. Se estableció cinco objetivos, uno general y cuatro específicos, que anteriormente fueron planteados en el capítulo I, se hizo uso de la metodología de investigación con un enfoque mixto, el cuantitativo y cualitativo los cuales permiten describir las características de los dispositivos, la comparación de métodos de reconocimiento facial y cuantificar los procesos para el control, registro y número de personas registradas; se usó la metodología de desarrollo de prototipo para la elaboración de una maqueta de un laboratorio y su posterior funcionamiento.

Cabe mencionar que tomó en cuenta una población finita real de veinticinco personas de diferentes áreas, a las cuales se le aplicó la encuesta, esta fue dirigida a tres funcionarios directivos (rector, vicerrectora, directora de carrera), doce docentes de las carreras de Computación e Ingeniería en Informática, siete funcionarios de centro de TIC, y tres de personal

de limpieza, esta técnica se aplicó de forma virtual debido a la pandemia, por medio de la plataforma QuestionPro la misma que fue validada por el MSc. Libardo Peña docente de la UPEC, donde se hizo observaciones y sugerencias para la elaboración de la misma, una vez analizados los resultados y llegar a la conclusión de que las personas encuestadas tienen un alto índice de aceptación de un sistema de control y registro de personas, se definió diferentes procesos para el desarrollo del prototipo, para su posterior evaluación mediante la técnica de observación donde se aplicó una rúbrica a los 6 usuarios registrados con el fin de mejorar el prototipo.

La presente investigación tuvo como meta realizar la automatización del control de acceso y registro de personal autorizado, haciendo uso de las TIC, para evitar el ingreso de personas que no consten en el listado, siendo posible replicar el resultado obtenido del proyecto en diferentes lugares y áreas, para prevenir la pérdida de tiempo en sus labores diarias y evitar posibles ingresos no autorizados con fines delictivos.

Para la construcción de este prototipo de control y registro de personal se utilizó los siguientes dispositivos electrónicos, un módulo de cámara que cumple la función de detección de rostros, captura y registro de los mismo, además del reconocimiento de rostros, chapa electromagnética fue empleada para abrir la puerta, el motor de corriente continua para cerrar la puerta, estos dispositivos están conectados por medio de un módulo L298N a la Raspberry pi 3 Modelo B, donde se programa su funcionamiento como se puede observar en la Ficha N°2 (ver anexo 12), para el funcionamiento de todo esto fue necesario el registro de usuario en la base de datos SQLite.

Para el desarrollo de la propuesta se diseñó un prototipo que permite registrar y controlar el acceso de personal autorizado, similar al proyecto de investigación de la Universidad tecnológica de Perú, desarrollaron un sistema llamado Zincron, donde emplea un sistema biométrico para el registro de asistencias, se usa reconocimiento facial para el registro de personal autorizado al laboratorio, Python como entorno de desarrollo, OpenCV para las capturas de imagen y un Raspberry Pi, parecida a la tesis de la Universidad Técnica del Norte donde realizaron un sistema electrónico para monitoreo facial que brinde estimadores de desconcentración del estudiante universitario en el aula, sin embargo la placa Raspberry es diferente a la usada en la Investigación actual debido a que es Raspberry Pi 3 Modelo B, y con el módulo de la cámara permite la detección de la persona más rápido y eficiente, también en la Universidad de Carabobo se realizó un sistema de reconocimiento facial para registro del

personal de la institución, similar a la de la investigación con la diferencia que se desarrolló para un personal definido y no solo registra el ingreso al laboratorio si no que puede acceder de forma automática al mismo, cuenta con Visión Artificial para el reconocimiento facial, en cambio en la Escuela Superior Politécnica del Litoral se realizó el análisis de algoritmos con base en redes neuronales, pero no realiza ninguna clase de registros de personal, por otro lado en España se desarrollo un sistema de identificación mediante técnicas de reconocimiento facial, para registrar jornadas laborales para empresas, pero utiliza tecnología diferente a la de la propuesta del proyecto ya que utiliza Deep Learning para identificación facial y Hyperledger Fabric para el mecanismo y Blockchain para la instalación de las diferentes objetos que se utilizan en el prototipo, eso es diferente al comparar con la propuesta de la investigación y los anteriores antecedentes mencionados.

La hipótesis es correlacional porque sus dos variables están relacionadas. La misma que se estableció al inicio de la investigación y una vez analizados los resultados se determinó que la hipótesis se acepta y se detalla en la Tabla 34:

Tabla 34. Aceptación de la Hipótesis

Hipótesis	Aceptación/Negación	Razones
El uso de reconocimiento facial ayudará al control y acceso de registro de personas no autorizadas a los espacios tecnológicos en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.	Acceptada	<p>Con los resultados obtenidos se analizó que un sistema de reconocimiento facial es aceptado por la población</p> <p>Con la implementación de un sistema de registro y control, se podrá evitar el ingreso de personas no autorizadas y posibles actos delictivos en los centros tecnológicos de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática.</p> <p>Por medio de la automatización de este proceso se podrá facilitar la accesibilidad en un menor tiempo y con mayor seguridad.</p>

Para poder tener rendimiento totalmente óptimo en el funcionamiento del sistema se tomó en cuenta algunas posibles mejoras que se pueden implementar en este proyecto de investigación que queda abierto a futuras investigaciones, gracias al uso de la metodología de desarrollo de

prototipos que menciona que se pueden realizar cambios en el prototipo hasta llegar a tener un proyecto de ingeniería completo.

- Uso de un microcontrolador Raspberry pi 4 B que tiene hasta 8 GB de RAM ayudando a que sea más fácil el análisis de datos, siendo la de las últimas versiones de este tipo de ordenadores, siendo este más rápido y potente que versiones anteriores incluso que la utilizada en este proyecto habiéndola superado con tres veces en su rendimiento, además es un costo accesible a público
- Uso de Deep Learning como una tecnología de aprendizaje más profundo, que ayuda a la eficiencia del sistema, evitando posibles errores, ya que esta tecnología implementa una gran variedad de mejoras con respecto a los algoritmos tradicionales o más conocidos actualmente; cuenta con una ventaja de vital importancia que es el tratamiento de grandes cantidades de datos, la implantación de Deep Learning en este proyecto lo reforzaría logrando trabajar con más imágenes en cuanto al registro sin tener repercusiones en el entrenamiento y su posterior reconocimiento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación realizada se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- Se desarrolló el prototipo de reconocimiento facial construido con Raspberry Pi 3 modelo B, conectado un módulo de Cámara visión nocturna, con la ayuda del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, se automatizó el control, acceso y registro de personal autorizado, facilitando la accesibilidad en menor tiempo a los espacios tecnológicos en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Se fundamentó teóricamente sobre los sistemas de control de acceso y registro de personas, haciendo uso de medios digitales y físicos, los que permitieron recopilar información acerca de los requerimientos mínimos para la construcción del prototipo, reconocimiento facial, además se logró cimentar toda la información contenida en este documento.
- Se logró determinar los mecanismos necesarios para el control y acceso de personas autorizadas, mediante el uso de técnicas de investigación, al analizar la información adquirida se estableció un número de procesos necesarios para que la solución tecnológica brinde mayor seguridad y facilidad de uso a los usuarios.
- Mediante una comparativa de los métodos de reconocimiento facial: Eigenfaces, Fisherfaces, y LBPH, donde se realizó varias pruebas, se tomó en cuenta la eficiencia y eficacia de cada uno, dando un resultado más competente el método LBPH, gracias a esto se logró un sistema con mayor seguridad y confianza.
- Gracias a la aplicación de la encuesta a funcionarios Directivos, docentes, centro de TIC, y personal de limpieza se logró determinar el nivel de aceptación ante el sistema de reconocimiento facial para la automatización del proceso de control de acceso y registro de personal para el ingreso a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática, propuesto en esta investigación.
- Se hizo la construcción del prototipo de reconocimiento facial, utilizando varios dispositivos electrónicos tales como un microcontrolador Raspberry Pi 3 modelo B, módulo de cámara infrarroja, motor, chapa electromagnética, módulo L298N que permiten el procesamiento de imágenes en tiempo real, facilitando el ingreso de personas autorizadas en menos tiempo de lo acostumbrado.

5.2.RECOMENDACIONES

- En el desarrollo del prototipo de reconocimiento facial, se debe considerar las herramientas de software y hardware necesarias para la automatización de control de acceso y registro de personal autorizado.
- Es necesario tener en cuenta los fundamentos teóricos sobre sistemas de control de acceso, registro del personal para determinar los requerimientos mínimos y esenciales para el desarrollo del reconocimiento facial, una vez extraída la información de los instrumentos aplicados se establezca los mecanismos para el control y acceso de personas, debido que para realizar el prototipo debe de conocer los procesos para definir las herramientas tecnológicas a utilizar.
- Para la selección del método de reconocimiento facial se aconseja, realizar varias pruebas con diferentes usuarios, peinados, accesorios, y expresiones faciales para determinar la eficiencia y eficacia de cada método con el fin de generar un mejor rendimiento en el sistema a implementar.
- Se recomienda para el diseño del prototipo emplear los procesos previamente establecidos y la biblioteca OpenCV, ya que, cuenta con un número variado de funciones para la detección de rostros, además de ser compatible con varios lenguajes de programación permitiendo el desarrollo de un sistema más robusto.
- Para un mejor desempeño del método de reconocimiento facial, se recomienda hacer uso de la última versión de Raspberry Pi, siendo esto de gran ayuda para mejorar el tiempo en el reconocimiento del usuario.
- Es importante tener en cuenta que los dispositivos electrónicos son delicados, por lo cual se recomienda un uso adecuado de los mismos con el fin de evitar daños, evitando fallos inesperados en el sistema.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamssen, J. (2020). *Inteligencia artificial: Aprender sobre chatbots, robótica y otras aplicaciones comerciales*. Efalon Acies.
- Alvarado, Martínez y Palafox. (s.f). Modelo De Desarrollo Prototipo. Recuperado de <http://www.utpuebla.edu.mx>.
- Alvear, V.E. (2017) *Sistema electrónico con aplicación IoT para monitoreo facial que brinde estimadores de desconcentración del estudiante universitario en el aula a escala de laboratorio*. Trabajo De Grado Previo A La Obtención Del Título De Ingeniería En Electrónica Y Redes De Comunicación. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Amador, J., Cabrera, J., Garcia, F., Jalili, L., y Ruiz, J.(2020). Calculo automático de índice de masa corporal. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 17, 454-471.
- Anónimo. (2018). *Flutter*. Recuperado de <https://flutter.io/docs/development/data-and-backend/firebase>
- Arenas, J., Bravo, C. J. y Ramírez, E. (2018). Aceptación del Reconocimiento Facial Como Medida de Vigilancia y Seguridad. *Información tecnológica*, 29(2), 115-122.
- Atria Innovation. (25 de febrero 2020). *El prototipado en el Diseño Industrial*. ATRIA Innovation. Recuperado de <https://www.atriainnovation.com/prototipado-diseno-industrial/> .
- Caballero, F., Vidal, M., López, A., Jerónimo, C. (2016). Reconocimiento Facial por el método de Eigenfaces. *Pistas educativas*, (39), 66-81.
- Calli Olvea, J. (2016). *Reconocimiento Facial Basado En El Algoritmo Eigenface*. (Para Optar El Título Profesional de Ingeniero De Sistemas.) UNIVERSIDAD “ANDIAN NÉSTOR CÀCERES VELÁSQUEZ” Juliaca, Perú.
- Camacho, S. y Rodríguez, J. (2018). Los métodos de aprendizaje automático supervisado en la clasificación textual según el grado de especialización. *Universidad de Córdoba*. Córdoba, España.
- Camacho. O. (16 de septiembre 2019). *Nuestro rostro, el nuevo password*. Tecnología. Recuperado de <http://blogs.portafolio.co/tecnologia-personal/reconocimiento-facial/>.
- Cañadas, D. (2020). *Diseño de un Algoritmo mediante Redes Neuronales para el Control de un vehículo en línea recta*. Universidad Internacional SEK ser mejores. Ecuador.

- Castel, A. (2017). *Algoritmo de reconocimiento de patrones basado en Codificación fisiológica en cerebro de primates*. Para obtención del Título de Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Universitat Politècnica de València. Valencia, España.
- Chacua, B. (2019). *Diseño de un sistema prototipo de reconocimiento facial para la identificación de personas en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica del Norte utilizando técnicas de Inteligencia Artificial*. (Trabajo de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Chancerygate Business Centre. (s.f.). *Stontronics*. Recuperado de <https://www.alliedelec.com/m/d/4252b1ecd92888dbb9d8a39b536e7bf2.pdf>.
- Costa, D. (2020). *Análisis de un Sistema de Reconocimiento Facial a partir de una base de datos realizado mediante Python*. Trabajo fin de grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- CucoRent. (30 de mayo 2019). *Los distintos tipos de sistemas de control de acceso para personas que debes conocer*. Blog CucoRent. Recuperado de <https://www.cucorent.com/blog/sistemas-de-control-de-acceso-para-personas/>
- Cuevas, E., Zaldívar, D., & Pérez, M. (2016). *Procesamiento digital de imágenes con MATLAB & Simulink*. Ra-Ma.
- De La Vega, (2021). Reducción de la dimensionalidad en Python con scikit-learn. *Pharos*. Recuperado de <https://pharos.sh/reduccion-dimensional-en-python-con-scikit-learn/>.
- EDS Robotist, (5 de mayo 2020). *Sistemas de Visión Artificial: tipos y aplicaciones*. Recuperado de <https://www.edsrobotics.com/blog/sistemas-de-vision-artificial-tipos-aplicaciones/>.
- EFF. (2017). *Face Recognition*. Electronic Frontier Foundation. Recuperado de <https://www.eff.org/es/pages/face-recognition>
- Elizondo, J. E., & Maestre, L. P. (2018). *Fundamentos de procesamiento de imágenes*. Documentación Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Tijuana.
- Escalante, C. (2020). Modelo de Prototipo Álvarez Castro Abraham Isaac [Diapositiva de PowerPoint]. SlidePlayer. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/17998114/>
- Esparza, C., Tarazona, C., Sanabria, E., Velazco, D. (2016). Reconocimiento Facial Basado en Eigenfaces, LBHP y Fisherfaces En La Beagleboard-Xm. *Revista Colombiana de Tecnología de Avanzada*, 5(20), 145-152.

- Estrategia Magazine, (2020). *La autenticación biométrica. ¿Cómo identificar a una persona por sus características físicas? Estr@tegia Magazine. Administración, Marketing y Tecnología.* Recuperado de <https://www.estrategiamagazine.com/tecnologia/los-controles-biometricos-verificacion-de-voz-escritura-huellas-patrones-oculares-retina-iris-geometria-de-la-mano/>.
- Fanjul, S. (2020). *EN REALIDAD, ¿QUÉ [...] ES EXACTAMENTE UN ALGORITMO?* Ayse Lucus. Recuperado de <https://www.ayselucus.es/noticia/en-realidad-%C2%BFqu%C3%A9-es-exactamente-un-algoritmo.>
- Fiorella, A. (2018). *Visión Artificial.* 185.
- Formoso, J. S. (2017). *Módulo Biométrico de imágenes para reconociendo facial de los usuarios.* Logroño.
- Francisco, A. y Rozar, J. (2020). *Reconhecimento Facial com técnicas de Machine Learning.* Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, Brasil.
fundamentado en algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales. (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones). Universidad de las Fuerzas Armadas. Quito, Ecuador.
- GameDevTraum (2020). *Algoritmos.* GameDevTraum. Recuperado de <https://gamedevtraum.com/es/programacion-informatica/algoritmos/>.
- Gangopadhyay, I., Chatterjee, A., and Das, I. (2019). *Recent Trends in Signal and Image Processing.* Springer.
- García S, I., & Caranqui S, V. (2015). La visión artificial y los campos de aplicación. *Tierra infinita* N.º 1, 92-102.
- García, O. (2016). *Modelo de prototipos.* Proyectum. Recuperado de <https://www.proyectum.com/sistema2016/blog/modelo-de-prototipos/>.
- Geek Factory. (2021). *Módulo L298N Puente H driver motores.* Recuperado de <https://www.geekfactory.mx/tienda/módulo-s-para-desarrollo/modulo-l298n-puente-h-driver-motores/>.
- Ghassemlooy, Z., Popoola, W., Rajbhandari, S. (2019). *Optical Wireless Communications.* Boca Raton: CRC Press, <https://doi.org/10.1201/9781315151724>
- Giraldo, J. C., Jiménez, J., Y Tabares, M. S. (2017). Modelo para optimizar el proceso de gestión de negocio combinando minería de procesos con inteligencia de negocios desde almacenes de datos. *Revista Espacios*, 38(02).
- Gómez, M. (2016). *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

- González, H., Y Velásquez, S. (2019). Facial recognition using viola-jones and binary patterns. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 23(92), 7-7.
- Grado en Óptica y Optometría. (s.f.). *Visión Artificial*. Recuperado de <https://optica.ucm.es/data/cont/docs/13-2017-05-08-B1-070> - 200%20Visi%C3%B3n%20Artificial.pdf
- Granja, I, Moreno, D, Cabrera, F y Valle (2016). *Procesamiento de imágenes para identificación de personas como sistema de seguridad en zonas domiciliarias*. Knowlde E. Recuperado de <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/6233/11605>
- Heredia, D. I. (2018). *Elaboración De Una Guía De Prevención Frente La Contaminación Electromagnética No Ionizante Para Los Centros De Educación Inicial En Riobamba*. (Previa la Obtención Del Título De Ingeniera En Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). Metodología de la investigación. *México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.*
- Ibarra, W. (2020). *Sistema de control de acceso mediante identificación y verificación facial*
- ISOTools. (2015). ISO 9001:2015. Sistema de Gestión de la Calidad. Recuperado de <https://www.isotools.org/>.
- IT NEWSLAT. (13 de mayo de 2020). *Solución de reconocimiento facial de Comba Telecom llega a América Latina*. Recuperado de <https://itnews.lat/soluci-n-de-reconocimiento-facial-de-comba-telecom-llega-a-am-rica-latina.html>
- Jiménez, J. (2015). *Implementación de técnicas de identificación de objetos aplicadas al reconocimiento de rostros en vídeo vigilancia del SIS-ECU-911*. Tesis previa a la obtención de Grado de Magister en Control y Automatización Industriales. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Juárez, U. (2018). Reconocimiento de objetos y rostros con técnicas de visión por computadora e Inteligencia artificial.
- Knight, A. (2019). *Basics of MATLAB and Beyond*. New York: Chapman and Hall/CRC, <https://doi.org/10.1201/9780429186882>.
- Labajo, E. (2016). *El Método Científico* [Diapositiva PowerPoint]. 608104 EL MÉTODO PERICIAL
- Leonardo, J. (2019) *Mejora del Control de Asistencia de Personal a través de un Sistema de Información con Reconocimiento Facial Geolocalizado en AGRO RURAL*. Tesis para

- obtener el Título Profesional de Ingeniero de Software. Universidad tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- López, M., Zabaletta, V., Vivas, L. y López. C (2020). Reconocimiento de Expresiones Faciales Emocionales. Diferencias en el Desarrollo. *Ciencias del comportamiento*, V (36),1-11.
- López, R. (s.f.). *La Era de las máquinas inteligentes*. Recuperado de <https://iaarbook.github.io/>
- Loyo, A. (2019). *Visión Computacional*. Recuperado de <https://sg.com.mx/revista/55/visi-n-computacional>.
- Ma, M. (2018). *Aprovechando la fuerte demanda del mercado de sistemas de control de acceso biométrico*. Comba. Recuperado de <https://www.comba-telecom.com/en/press-releases/industry-releases/item/1566-comba-telecom-launches-scanvis-id-gateguard-an-all-in-one-facial-recognition-and-analytic-solution>
- Martínez. A. (2019). *Estos serán los primeros lugares de Quito que contarán con cámaras de reconocimiento facial*. Recuperado de: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2019/07/02/camaras-reconocimiento-facial-quito.html>
- Marulanda, N. L. (15 de marzo de 2016). *Academia*. Recuperado de https://www.academia.edu/5075869/CLASES_Y_TIPOS_DE_INVESTIGACION_Y_SUS_CARACTERISTICAS
- MathWorks. (2019). MATLAB. Recuperado de <https://es.mathworks.com/products/matlab.html>.
- Matos, A. (2018). *Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas*. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/investigacionbibliografica/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20bibliogr%C3%A1fica%20o%20documental,selecci%C3%B3n%20de%20fuentes%20de%20informaci%C3%B3n>.
- McAndrew, A. (s. f.). *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab Notes for SCM2511 Image Processing*. 264
- Méndez, G. (26 de abril 2019). *¿Qué es el control de acceso y en qué se diferencia del control de personal?* COMPUSISTEM. Recuperado de <http://www.compusistem.com/que-es-control-de-acceso-personal/>

- Minga, J., Nazareno, N., Ramirez, E. (2019). *Biometría, su evolución a través de la historia*. Club de investigación para la redacción científica de la Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador.
- Mosquera, L.V y Romero, V.E. (2016) *Diseño De Un Software Piloto De Reconocimiento Facial Para El Control De Asistencia En La Escuela De Telecomunicaciones De La Universidad De Carabobo*. Trabajo Especial De Grado Optar Al Título De Ingeniero De Telecomunicaciones. Universidad de Carabobo, Bárbula, Venezuela.
- Olvea, J. C. (s.f.). *Reconocimiento Facial Basado en el Algoritmo EIGENFACE*. 8
- OpenCV. (2019). *OPENCV*. Recuperado de <https://docs.opencv.org/2.4/modules/core/doc/intro.html>.
- OpenCV. (2020). *OpenCV. 3.2.0*. Recuperado de <https://docs.opencv.org/3.2.0/d1/dfb/intro.html>.
- Oriele, K. (2020). *Enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo*. Docsity. Recuperado de <https://www.docsit-y.com/es/enfoque-cuantitativo-y-enfoque-cualitativo/5723587/>
- Ortiz, A. (19 de junio 2020). *¿Por qué es Python popular en Data Science?* HostDime. Recuperado de <https://www.hostdime.com.pe/blog/por-que-es-python-popular-en-data-science/>.
- Palacios, S. B. (2018). *Sistema de Detección y Reconocimiento*. Madrid: UNIVERSIDAD DE ALCALA.
- Pardo, L. (2018). *Los mejores módulos para Raspberry Pi*. N+ Neoteo. Recuperado de <https://www.neoteo.com/modulos-para-raspberry-pi/>
- Parilli, M. (2020). *Procesos automatizados: Ventajas, desventajas y más*. Tecnoinformatic.com. Recuperado de <https://tecnoinformatic.com/c-avances-tecnologicos/procesos-automatizados/>.
- Pawan, G. (2020). *ML / Face Recognition Using Eigenfaces (PCA Algorithm)*. GeetsForGeeKs. Recuperado de <https://www.geeksforgeeks.org/ml-face-recognition-using-eigenfaces-pca-algorithm/t>.
- Pérez, M. (25 de enero 2020) *Algoritmo*. Concepto Definición. Recuperado de <https://conceptodefinition.de/algoritmo/>.
- PETLANO B., MOGHAAOAM AND STARNER ., (1994), "View based and modular eigenspaces for face recognition", IEEE Conf. On Computer Vision & Pattern Recognition. *Seattle, WA*.
- Quesada G, C., y López P, J. (2019). Historia de la identificación personal: desde el reconocimiento facial hasta el ADN dental. *Vol. 14*, Núm. 1 (2019), p19.

- QuestionPro. (2018). *¿Qué es la investigación descriptiva?* Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>
- RAE. (2020). *Prototipo*. Real Académica Española. Recuperado de <https://dle.rae.es/prototipo>
- Ramírez, F. (11 de junio 2020). *¿Qué es y cómo funciona la Inteligencia Artificial?* *Prensa – UChile*.
- Reglamento general de Estudiantes resolución N075-Csup-2017. Capítulo VIII de los Deberes y Derecho de los estudiantes. Art 58, literal f). pp. 1 a 40.
- Rodríguez, K. (2017). *Análisis e implementación del algoritmo de detección facial de violaciones*. (Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica). Universidad técnica del Norte. Ibarra, Ecuador
- Rodríguez, V. (21 de julio 2019). *Reconocimiento facial en el límite entre la seguridad y la pérdida de privacidad*. Recuperado de <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/reconocimiento-facial-seguridad-privacidad/>
- Rosero, S.B. (2019). *Reconocimiento facial: técnicas tradicionales y técnicas de aprendizaje profundo, un análisis*. Previa a la obtención del título de: Magister en Ciencias de la Computación. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Ruffino, M.E. (2020). *Algoritmo en Informática*. Concepto.de. Recuperado de <https://concepto.de/algoritmo-en-informatica/>
- Ruiz, A. (01 de marzo de 2018). *Observatorio Tecnológico*. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/software/servidores/800-monografico-servidores-wamp>.
- Sancho, F. (2020). *Aprendizaje Supervisado y No Supervisado*. Caparrini. Recuperado de <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=77>
- Simancas, B. (2018) *Desarrollo De Un Sistema De Identificación Mediante Técnicas De Reconocimiento Facial*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de León. León, España.
- Smith, A., Vishnu, S., Ashwini. (2020). A Survey on Machine Learning Algorithms for Face Recognition. *IEJET*, 7(06), 1072-1075.
- Smith, B. (15 de abril de 2020). *News Center Microsoft Latinoamérica*. Microsoft. Recuperado de <https://news.microsoft.com/es-xl/al-fin-un-avance-en-la-regulacion-del-reconocimiento-facial/>

- Sosa, J. T. R., Ojeda, M. A., y Del Rosario, L. R. (2011). Teoría de la mente, reconocimiento facial y procesamiento emocional en la esquizofrenia. *Revista de psiquiatría y salud mental*, 4(1), 28-37.
- Terán, A. (2019). *¿Para qué sirve la investigación acción?* Recuperado de <https://online-tesis.com/investigacion-accion-online-tesis-online-tesis/>
- The MathWorks, Inc. (2019). *Mathworks*. Recuperado de <https://la.mathworks.com/help/vision/examples/face-detection-and-tracking-using-the-klt-algorithm.html>
- Velasco, R. (2020). *Actualiza Raspbian: el Linux para el Raspberry Pi llega repleto de novedades*. SoftZone. Recuperado de softzone.es/noticias/open-source/raspbian-novedades-raspberry-pi/.
- Wei, J. (2020). *Algorithm*. Techopedia - Where IT and Business Meet. Recuperado de <https://www.techopedia.com/definition/3739/algorithm>
- Westreicher, G. (2020). *Proceso*. Conomipedia. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/proceso.html>.
- Wilkins, N. (2020). *Inteligencia Artificial Una Guía Completa sobre la IA, el Aprendizaje Automático, el Internet de las Cosas, la Robótica, el Aprendizaje Profundo, el Análisis Predictivo y el Aprendizaje Reforzado*. Bravex Publications.
- Woody Web. (24 de agosto 2015). Metodologías de desarrollo. UnADM. Recuperado de <https://woodyweb.wordpress.com/2015/08/24/metodologias-de-desarrollo/>.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN INFORMATICA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Ayala Heredia Clara Mariela CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401998398
NIVEL/PARALELO: 0 PERIODO ACADÉMICO: 0

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. GUANO CÁRDENAS CARLITOS ALBERTO
LECTOR: MSC. HIDALGO GUIJARRO JAIRO VLADIMIR
ASESOR: MSC. DEL HIERRO MOSQUERA MILTON GABRIEL

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: VIRTUAL **AULA:** VIRTUAL
FECHA: lunes, 17 de mayo de 2021
HORA: 08H30

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6,09
2) Trabajo escrito 2,58
Nota final de PRE DEFENSA 8,67

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el lunes, 17 de mayo de 2021

Firmado digitalmente por
CARLITOS ALBERTO
GUANO CÁRDENAS
MSC. GUANO CÁRDENAS CARLITOS ALBERTO
PRESIDENTE



MILTON GABRIEL
DEL HIERRO
MOSQUERA
Firmado digitalmente por MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
Fecha: 2021.05.17
10:19:26 -05'00'

MSC. DEL HIERRO MOSQUERA MILTON GABRIEL
TUTOR



Firmado electrónicamente por:
JAIRO VLADIMIR
HIDALGO
GUIJARRO

MSC. HIDALGO GUIJARRO JAIRO VLADIMIR
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Clara Mariela Ayala Heredia

Fecha de recepción del abstract: 12 de junio de 2021

Fecha de entrega del informe: 12 de junio de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se validó dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Informe de Originalidad



MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
F. Facultad de Ingeniería de Materiales
C. Carrera de Ingeniería de Materiales
E. Escuela de Ingeniería de Materiales
T. Teléfono: 098 253 16 11
E. Email: 0982531611@upec.edu.ec

Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Clara Ayala
Título del ejercicio: Tesis Clara Ayala
Título de la entrega: Tesis Clara Ayala
Nombre del archivo: tesis_Clara_Ayala.docx
Tamaño del archivo: 23.31M
Total páginas: 117
Total de palabras: 26,107
Total de caracteres: 143,886
Fecha de entrega: 11-may-2021 04:25p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1583896295



Derechos de autor 2021 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Anexo 4: Autorización de uso de Raspberry pi de la Carrera


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Ley No.2006-36. Publicada en el Segundo Suplemento del el Registro oficial No. 244 del 5 de abril del 2006


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL - CARCHI - UPEC
AUTORIZADO
RECTOR

Fecha: Tulcán, 28 de octubre de 2020

Señor(a):
PhD. JORGE MINA
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

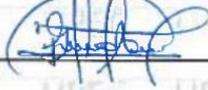
Presente.

De mi consideración

Yo, Clara Mariela Ayala Heredia CC 0401998398
Estudiante de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales Carrera de _____
Ingeniería en Informática Semestre _____ Paralelo _____
Jornada _____ a usted comedidamente solicito: se me autorice hacer uso de un Raspberry Pi con su respectivo cargador y un protoboard, para el desarrollo del proyecto de titulación denominado "Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020", los cuales no perjudican la integridad de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi

Por la favorable atención que se digne dar al presente, anticipo mi agradecimiento

Atentamente


Observaciones: _____
Se autoriza el uso de los equipos, quedando responsable el tutor MSc. Milton Del Hierro 

Resolución: _____

Anexo 5: Encuesta dirigida a Directivos, Docentes, TIC, y personal de limpieza autorizado en ingreso a los laboratorios de las carreras de: Computación e Ingeniería en Informática.

Ficha N° 1.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES



Carrera de Ingeniería en Informática

La presente encuesta pretende conocer el nivel de aceptación de implementación de un sistema para el control y registro, con el uso de Reconocimiento de rostro, para ingreso de personas a los centros tecnológicos de la carrera de Computación e Informática de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi como parte de un ejercicio académico.

Instrucciones

Lea cuidadosamente cada enunciado y seleccione una opción de respuesta de acuerdo con lo que crea conveniente

Muchas gracias por su colaboración.

Género

1. Masculino
2. Femenino

Edad

1. Persona encuestada

- a) Directivo
- b) Docente
- c) Administrativo (TIC)
- d) Personal de Limpieza

2. ¿Cómo es la seguridad dentro de los centros tecnológicos del campus?

- a. Buena
- b. Excelente
- c. Regular
- d. Malo

3. ¿Ha sucedido algún suceso de inseguridad en el área que usted labora?

- a. Frecuente
- b. Poco Frecuente
- c. Nunca

4. Cree usted ¿Qué pierde mucho tiempo en el acceso a los distintos laboratorios de la Universidad para continuar con sus labores diaria?

- a. Nada
- b. Un Poco
- c. Mucho
- d. Medianamente de acuerdo
- e. Demasiado

5. Usted está de acuerdo ¿Qué es necesario la implementación de un sistema de control y registro de acceso para el personal en los centros tecnológicos en la Upec?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Medianamente de acuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

6. En que Rango cree ¿Qué el sistema facilitara el control y registro de acceso a los centros tecnológicos?

	1	2	3	5	5	6
1 nada probable	<input type="checkbox"/>					
6 muy probable						

7. ¿existe inconformidad con el proceso de registro actual de las personas que acceden a los centros tecnológicos?

- a. Alto
- b. Medio
- c. Bajo

8. ¿Cree que un sistema informático de control de acceso en centros tecnológicos mejorará el tiempo de acceso?

- a. Muy probable
- b. Probable

c. Nada Probable

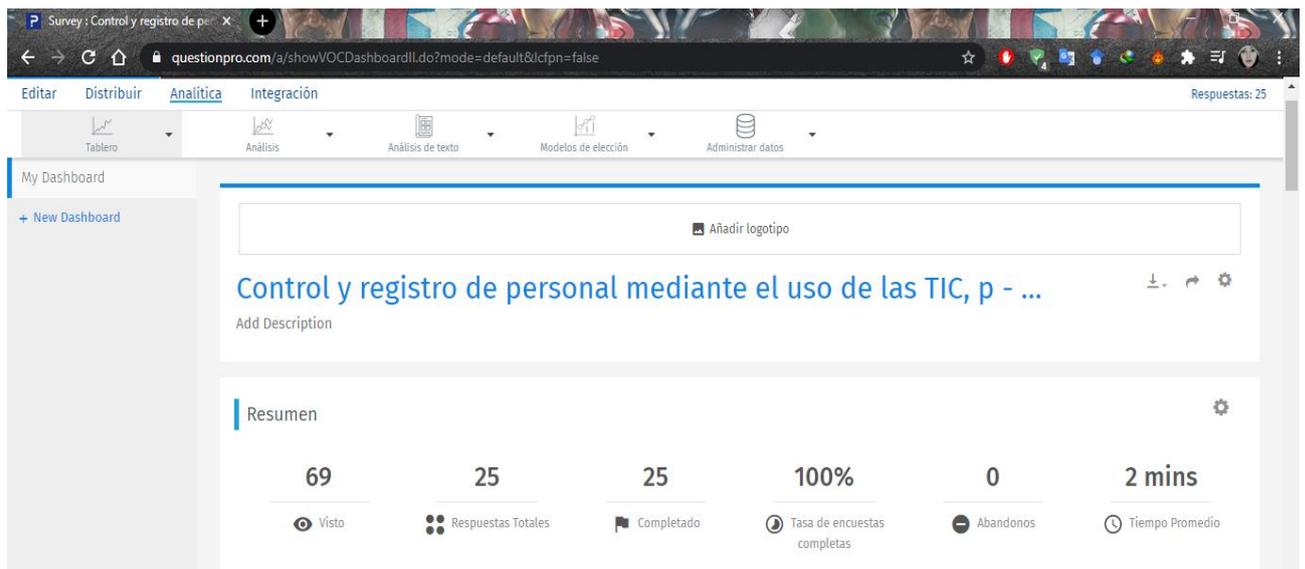
9. ¿Cuál es su grado de confiabilidad ante un sistema de control de seguridad biométrico de reconocimiento facial?

- a. 1-25%
- b. 26-50%
- c. 51-75%
- d. 76-100%

10. De las siguientes características ¿Cual considera más importante en un sistema en control?

- a. Optimización de tiempo
- b. Rapidez
- c. Precisión
- d. Facilidad de uso

Anexo 6. Encuesta virtual



Anexo 7.: Recursos Humanos

Persona	Contacto	Rol
Mariela Ayala	claritamariela@gmail.com	Responsable del Proyecto
Ing. Milton Del Hierro	Milton.delhierro@upec.edu.ec	Tutor del Proyecto
Ing. Jairo Hidalgo	Jairo.hidalgo@upec.edu.ec	Lector del Proyecto

Anexo 8: Recursos Institucionales y materiales

Material	Utilidad
Internet	Búsqueda de información
Biblioteca	Búsqueda de información
Universidad Politécnica Estatal Del Carchi	Conocimiento
Computador	Digitar Información
Memoria Flash	Guardar Información

Anexo 9: Costo de Software

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
1	Raspberry Pi OS	0,00	0,00
1	Python	0,00	0,00
1	Geany	0,00	0,00
1	OpenCV	0,00	0,00
1	Fritzing	0,00	0,00
1	SQLite	0,00	0,00
	Total		0,00

Anexo 10. Presupuesto de Hardware para Prototipo

Cantidad	Detalle	Valor Unitario	Total
1	Cámara Para Raspberry Pi 3 5 mp Píxeles	50,00	50,00
1	Módulo L298N Puente H	7,00	7,00
1	Chapa Electromagnética	10,00	10,00
1	Raspberry Pi 3 Model B	115,00	115,00
5	Disipadores de calor	1,00	5,00
1	Cable HDMI	5,00	5,00
10	Cables Jumper	0,25	2,50
1	Cable ethernet	1,50	1,50
1	Fuente de poder	12,00	12,00
1	Motor DC	5,00	5,00

1	Tríplex	7,00	7,00
1	Pegamento	4,00	4,00
15	Tornillos	0,05	0,75
10	Accesorios	0,10	1,00
Sub Total			233,25
Imprevistos 5%			11,66
Total			244,91

Anexo 11. Presupuesto para un sistema real

Cantidad	Detalle	Valor Unitario	Total
1	Cámara Para Raspberry Pi 3 5 mp Píxeles	75,99	75,99
1	Soporte para cámara	45,50	45,50
1	Módulo L298N Puente H	7,00	7,00
1	Chapa Electromagnética	120,00	120,00
1	Raspberry Pi 4 Model B	154,00	154,00
5	Disipadores de calor	4,00	20,00
5	Canaletas	1,86	9,30
1	Cables	20,00	20,00
20	Jumper	1,50	15,00
1	Fuente	12,00	12,00
1	Motor de 24V	240,00	240,00
1	Pantalla táctil 7 P"	135,00	135,00
15	Tornillos	0,25	3,75
1	Teclado	10,00	10,00
Sub Total			867,54
Imprevistos 5%			43,37
Total			910,91

Anexo 12. Función de cada dispositivo

Ficha N°2.

Dispositivos		
Tipo	Características	Función
Módulo de cámara	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara de 5 mpx • Visión infrarroja y foco ajustable • Detecta la intensidad de la luz ambiente • Longitud focal de 1.85 mm • Compatible con todas las versiones de Raspberry pi 	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de rostros • Captura de rostros • Reconocimiento de rostros
Chapa electromagnética	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de funcionamiento 12v • Corriente de 0.6a • Potencia 7.5w 	<ul style="list-style-type: none"> • Abrir puerta
Motor DC	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de funcionamiento 5.9v • Soporta 2 motores 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar puerta
Módulo L298N puente H	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente pico de 4 amperios • Corriente constante de 2 amperios • Voltaje lógico de 5v • Potencia máximo 25 w 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión con protección a Raspberry

Anexo 13. Rúbrica de evaluación de prototipo por parte del cliente



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
 FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y
 CIENCIAS AMBIENTALES
 CARRERA DE INGENIERA EN INFORMÁTICA
 RUBRICA PARA EVALUAR EL PROTOTIPO



Tema: "Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020"

Estudiante: Ayala Heredia Clara Mariela

Marque con X donde crea conveniente

Diseño gráfico de la interfaz
 Reúne todas las condiciones optimas
 Consistencia entre el prototipo y su funcionamiento
 Facilidad de manejo
 Optimización de tiempo

	Excelente	Satisfactorio	Aceptable	Debe mejorar	No aceptable
	1	2	3	4	5

Anexo 14. Documento de conformidad de la Unidad de Redes de la Universidad



ACTA DE FIN DE PROYECTO

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a través de la Unidad de Redes y Telecomunicaciones, en colaboración con estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Informática, buscan integrar proyectos tecnológicos que permitan proteger los espacios con equipamiento tecnológico dentro de la Universidad. por ello se ve la necesidad de implementar un sistema prototipo de control de acceso y registro del personal a los laboratorios de la Carrea de Computación e Informática mediante el uso de las TIC y reconocimiento facial.

Gracias al apoyo de la carrera, se ha podido plasmar el sistema de control y registro cual permite:

- Registro de personas autorizadas
- Acceso al centro tecnológico por medio de verificación de información y reconocimiento facial
- Apertura y cierre de la puerta con la ayuda de un motor de corriente continua

Este proyecto se lo desarrolló como requisito de titulación denominado: “Control y registro de personal mediante el uso de las TIC, para el acceso a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el periodo 2019-2020”, realizado por la estudiante Clara Mariela Ayala Heredia con C.I. 0401998398



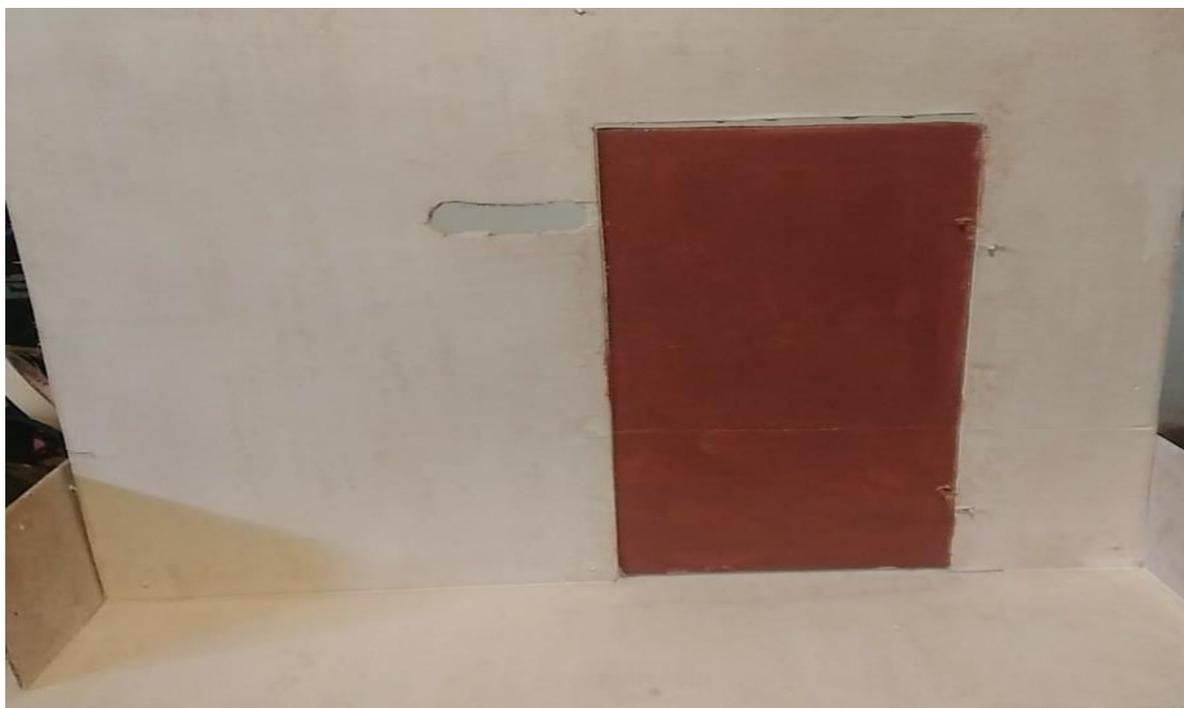
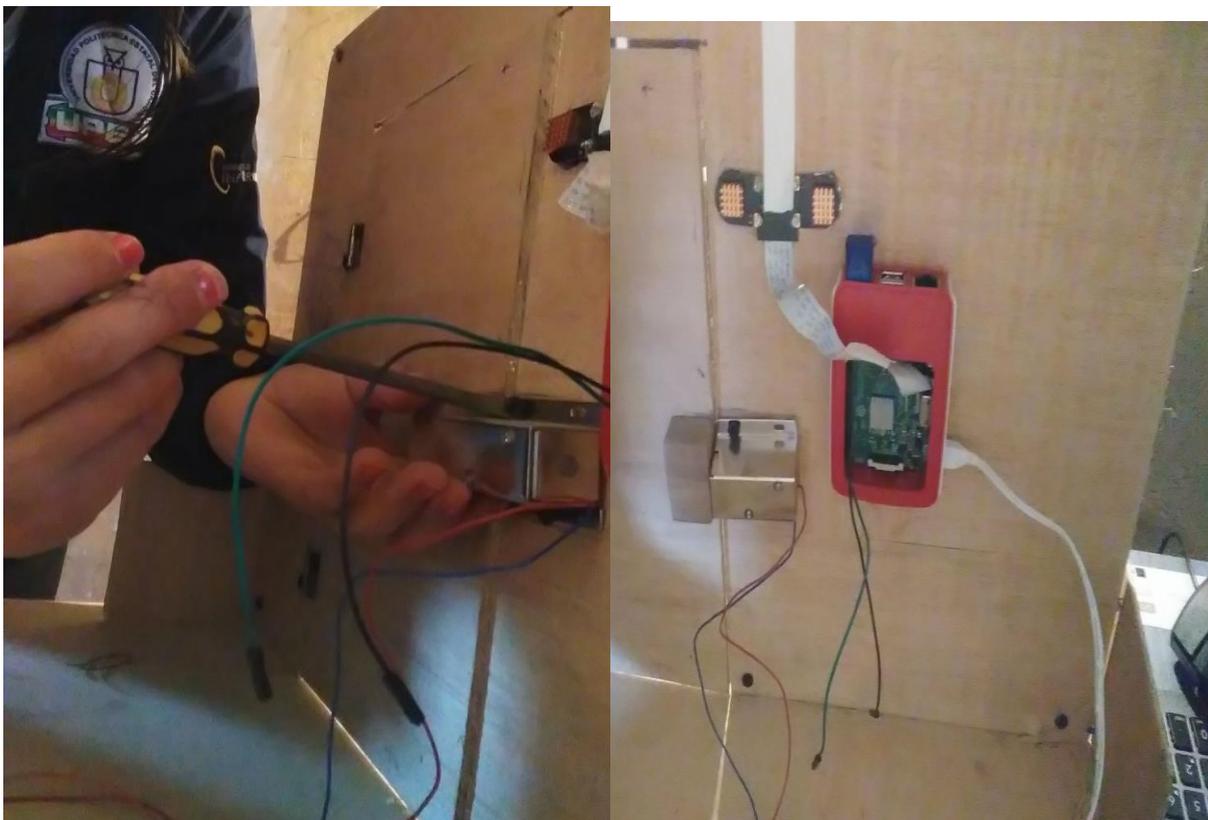
Firmado electrónicamente por:
WILSON ANDRES
ZABALA
VILLARREAL

Ing. Andrés Zabala Villarreal MSc.
DIRECTOR DEL CENTRO DE TIC

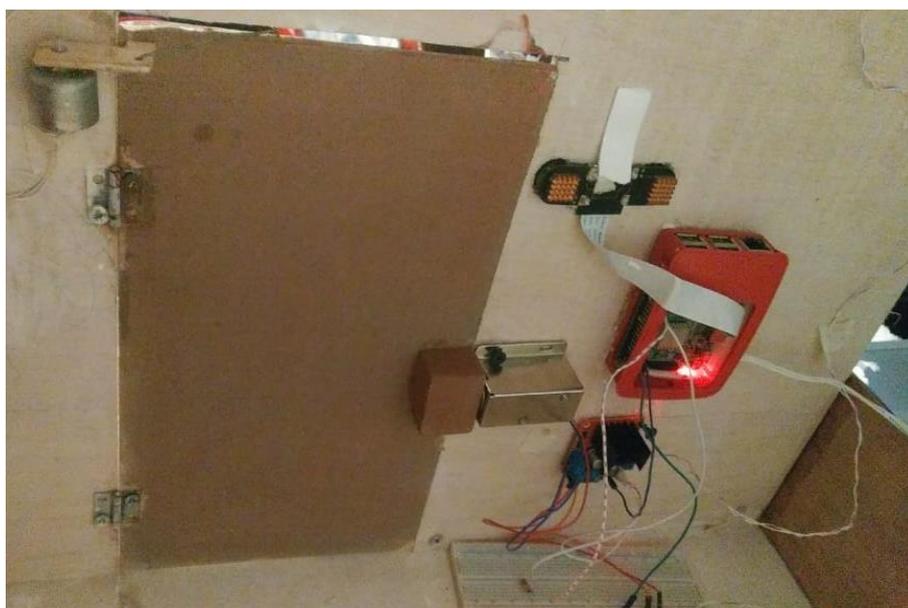
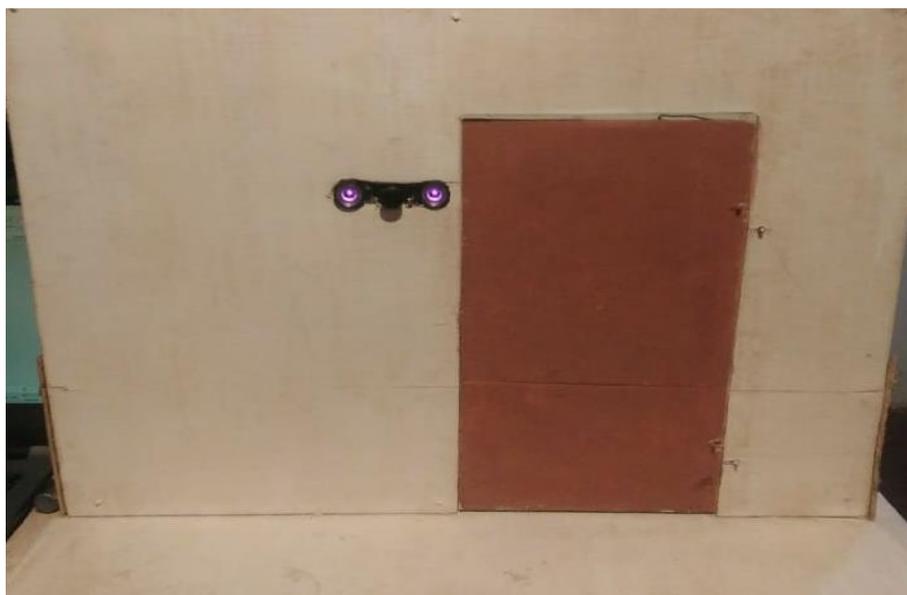
Anexo 15. Construcción de la Maqueta



Anexo 16. Instalación de dispositivos electrónicos en la maqueta

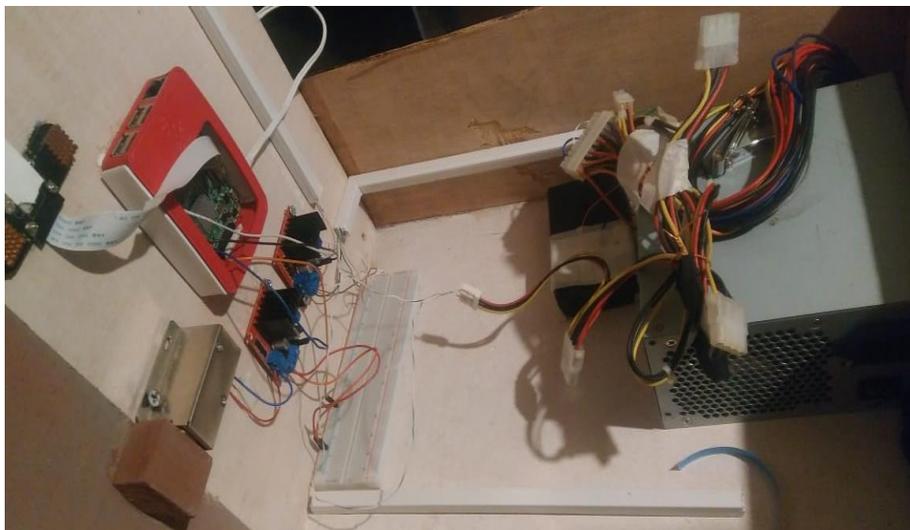


Anexo 17. Maqueta terminada



Anexo 18. Maqueta reformada terminada y funcional







Anexo 19. Manual de usuario.

En el presente manual de usuario, se encuentra organizado en secuencia de la siguiente manera:

- Registro de usuario
- Acceso de usuario

Registro de usuario

Paso 1.- Para el registro de un nuevo usuario, diríjase a la parte inferior y haga clic en botón registro.

Reconocimiento Facial

Reconocimiento Facial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

UPEC

Nombre :

Contraseña :

Entrar

No tienes una cuenta? : [Registro](#)

Paso 2.- Ingrese todos los campos con sus respectivos datos requeridos, luego haga clic en el botón registrar, cada campo esta especificado a continuación

Registro de Usuario

Cédula: 0401998398

Nombre: Mariela

Apellido: Ayala

cargo: Estudiante

contraseña: *****

confirme contraseña: *****

Registrar !

Cédula: la cédula debe ser única, ya que, se utilizará como código único de usuario

Nombre: nombre de usuario se utilizará para el ingreso.

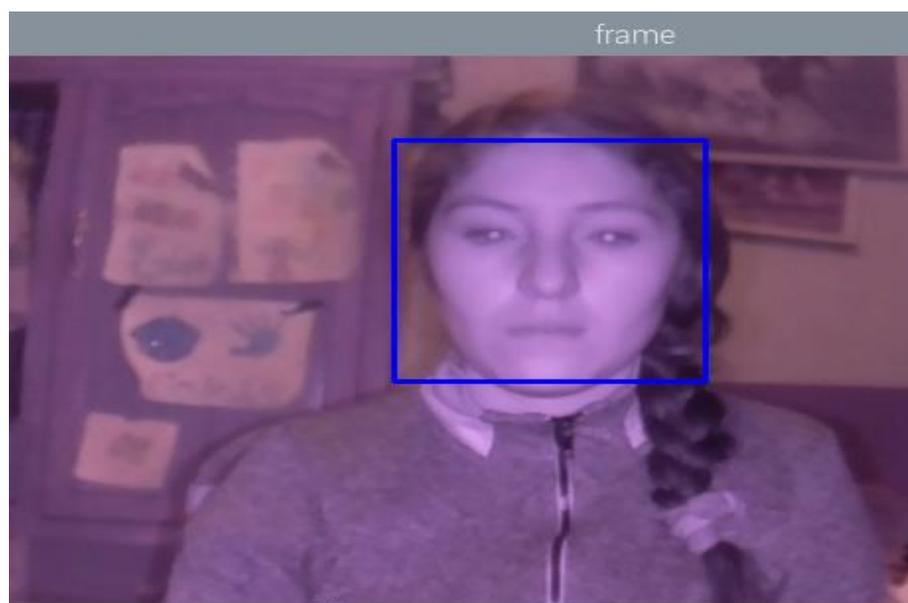
Apellido: apellido de usuario

Cargo: cargo de usuario (funcionario, docente, personal administrativo de TIC, personal de limpieza)

Contraseña: contraseña de seguridad, servirá para el ingreso.

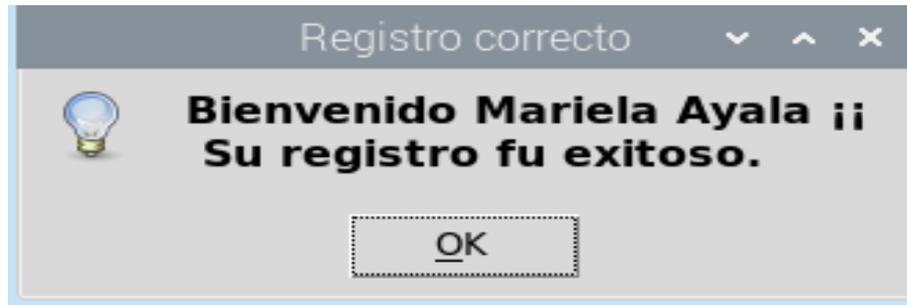
Confirme contraseña: confirmación de la contraseña ingresada.

Una vez ingresada toda la información haga clic en el botón registrar, espere unos segundos mientras se inicia la cámara.



Una vez que la cámara detecta su rostro, tomará 200 fotografías para tener una mejor precisión al momento del reconocimiento.

Nota: Se recomienda al usuario, que en el momento de la captura de su rostro presenta diferentes expresiones faciales.



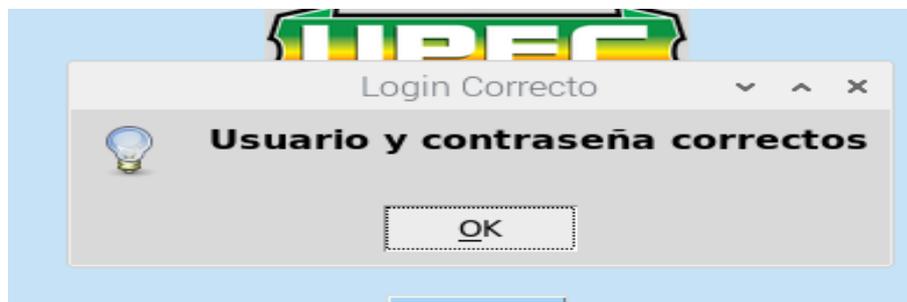
Una vez culminado el registro se mostrará un mensaje de bienvenida.

Acceso de usuario

Paso 1.- En la pantalla principal del sistema se debe ingresar el nombre con el cuál se registró y su respectiva contraseña y hacer clic en el botón entrar.

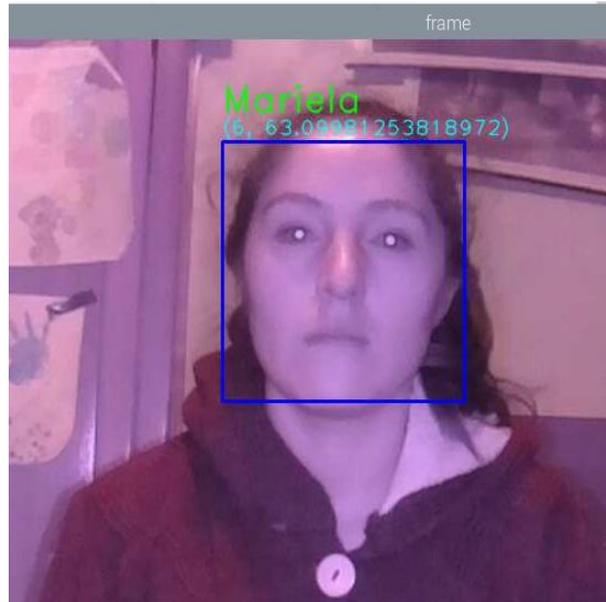
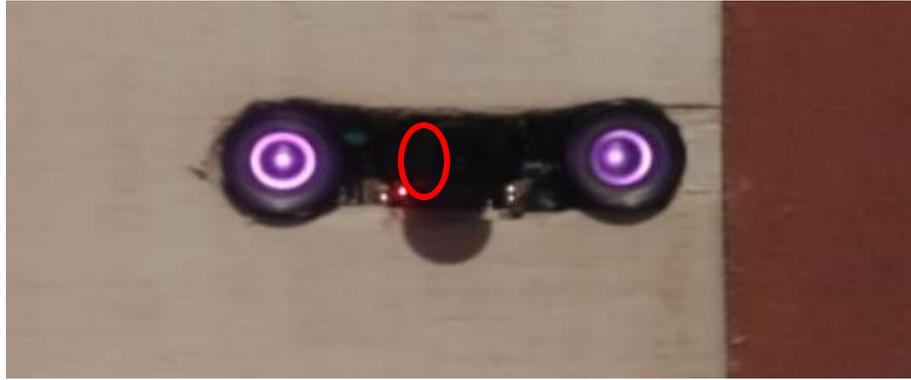


una vez que se verifique, los datos ingresados se muestra el siguiente mensaje, posteriormente haga clic en el botón Ok, para encender la cámara.



Paso 2. – colóquese frente de la cámara, para proceder al respectivo reconocimiento.

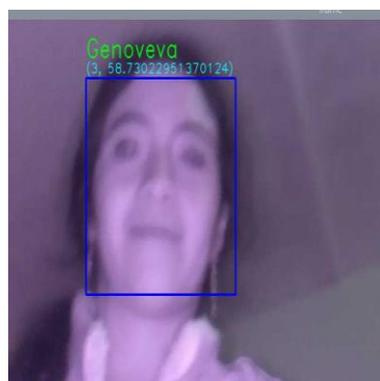
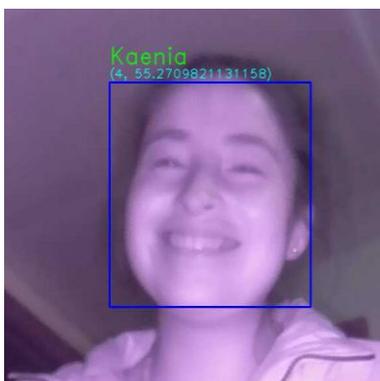
Nota: Se puede identificar que la cámara esta encendida, por la pequeña luz roja en la parte inferior izquierda



Se abrirá automáticamente la puerta una vez que se verifique, que el rostro identificado pertenece a los datos ingresados anteriormente para dar cumplimiento al doble factor de autenticación.

Cabe indicar que la puerta permanecerá abierta por 10 minutos, para permitir el ingreso de los estudiantes.

Anexo 20. Reconocimiento con LBPH



Anexo 21. Importación de librerías

```
#sistema basado en LBPH
from tkinter import *
import tkinter as tk
from PIL import ImageTk, Image
from tkinter import messagebox as mb
import sqlite3
import cv2
import os
import imutils
import numpy as np
import RPi.GPIO as GPIO
import time
from PIL import Image
import xml.etree.ElementTree
nombre = []
```

Anexo 22. Apertura y cierre de chapa

```
def chapa():
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    GPIO.setup(3, GPIO.OUT)
    GPIO.output(3, True)
    print('chapa abierta')
    time.sleep(2)
    Control_Motor(0.02, 99, 18)
    print('Motor abierto')
    time.sleep(10)
    Control_Motor(0.02, 70, 21)
    print('motor cerrado')
    GPIO.output(3, False)
    time.sleep(1)
    print('chapa cerrada')
```

Anexo 23. Control del Motor

```
def Control_Motor(v, t, pin):
    #GPIO.cleanup()
    GPIO.setwarnings(False)
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    GPIO.setup(pin, GPIO.OUT)
    p = GPIO.PWM(pin, 100)
    p.start(0)
    s = v
    for i in range(t):
        p.ChangeDutyCycle(t - i)
        time.sleep(s)
    p.ChangeDutyCycle(0)
    p.stop()
```

Anexo 24. Captura de rostro

```
def rostro(Nombre):
    personaName = Nombre
    dataPath = '/home/pi/Facial/data'
    personPath = dataPath + '/' + personaName
    if not os.path.exists(personPath):
        print('Carpeta creada: ', personPath)
        os.makedirs(personPath)
    # encender camara
    cap = cv2.VideoCapture(0)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1280)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 720)
    faceClassif = cv2.CascadeClassifier('/home/pi/opencv/data/haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml')
    count = 0
    while True:
        ret, frame = cap.read()
        if ret == False: break
        frame = imutils.resize(frame, width=640)
        gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        auxFrame = frame.copy()
        faces = faceClassif.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
        for (x,y,w,h) in faces:
            cv2.rectangle(frame, (x,y), (x+w,y+h), (255,0,0), 2)
            rostro = auxFrame[y:y+h,x:x+w]
            rostro = cv2.resize(rostro, (150,150), interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
            cv2.imwrite(personPath + '/rostro_{}.jpg'.format(count), rostro)
            count = count + 1
        cv2.imshow('frame', frame)

        k = cv2.waitKey(1)
        if k == 27 or count >= 100:
            break

    cap.release()
    can.release()
```

Anexo 25. Entrenamiento de método.

```
def entrenador():
    dataPath = '/home/pi/Facial/data'
    peopleList = os.listdir(dataPath)
    print('Lista de personas: ', peopleList)

    labels = []
    facesData = []
    label = 0

    for nameDir in peopleList:
        personPath = dataPath + '/' + nameDir
        print('Leyendo las imágenes')

        for fileName in os.listdir(personPath):
            print('Rostros: ', nameDir + '/' + fileName)
            labels.append(label)
            facesData.append(cv2.imread(personPath+'/'+fileName, 0))
            image = cv2.imread(personPath + '/' + fileName, 0)
            #cv2.imshow('image', image)
            #cv2.waitKey(10)
            label = label + 1

        face_recognizer = cv2.face.createLBPHFaceRecognizer()
        print("Entrenando..")
        face_recognizer.train(facesData, np.array(labels))
        face_recognizer.save('/home/pi/Facial/modelLBPHFace.xml')
        print("Modelo almacenado..")
        cv2.destroyAllWindows()

def reconocimiento(usuario):
```

Anexo 26. Reconocimiento de rostro

```
def reconocimiento(usuario):
    dataPath = ('/home/pi/Facial/data')
    imagePaths = os.listdir(dataPath)
    #print('imagePaths=', imagePaths)

    face_recognizer = cv2.face.createLBPHFaceRecognizer()
    #leyendo el modelo
    face_recognizer.load('/home/pi/Facial/modelo/LBPHFace.xml')

    cap = cv2.VideoCapture(0)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1280)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 720)
    #cap= cv2.VideoCapture('/home/pi/tomas/Mary.mp4')

    faceClassif = cv2.CascadeClassifier('/home/pi/opencv/data/haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml')
    cont = 0
    while True:
        ret,frame = cap.read()
        if ret == False: break
        gray = cv2.cvtColor(frame,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        auxFrame = gray.copy()

        faces = faceClassif.detectMultiScale(gray,1.3,5)

        for (x,y,w,h) in faces:
            rostro = auxFrame[y:y+h,x:x+w]
            rostro = cv2.resize(rostro,(150,150),interpolation = cv2.INTER_CUBIC)
            result = face_recognizer.predict(rostro)
            cv2.putText(frame, '{}'.format(result), (x, y-5), 1, 1.3, (255, 255, 0), 1, cv2.LINE_AA)

            if result[1] < 80:
                cv2.putText(frame, '{}'.format(imagePaths[result[0]]), (x, y-25), 2, 1.1, (0, 255, 0), 1, cv2.LINE_AA)

                cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)
                RName = frame, '{}'.format(imagePaths[result[0]])
                Resultado = RName[1]
                print("resultado", Resultado)
                if Resultado == usuario:
                    print('Ingreso Correcto', usuario)
                    Resultado=""
                    usuario="1"
                    cont = 1
                    time.sleep(5)
                    chapa()
                    print("entro")

                else:
                    cv2.putText(frame, 'Desconocido', (x, y-20), 2, 0.8, (0, 255, 0), 1, cv2.LINE_AA)
                    cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (0, 0, 255), 2)
                    print("no se encontro coincidencias")

            if cont > 0:
                break
            cv2.imshow('frame', frame)
            k= cv2.waitKey(1)
            if k == 10:
                break

    cap.release()
    cv2.destroyAllWindows()
```