

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y SISTEMAS



Tesis

Aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial de estudiantes en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas,
UNAMBA

Presentado por:

Melissa Huamani Tintaya

Sandra Tapia Rodriguez

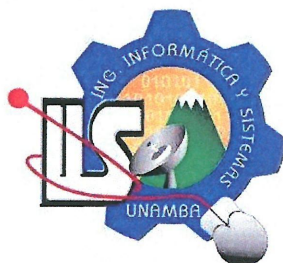
Para optar el título de Ingeniero en Informática y Sistemas

Abancay, Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y SISTEMAS



TESIS

**Aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial de estudiantes en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas,
UNAMBA**

Presentado por **Melissa Huamani Tintaya** y **Sandra Tapia Rodriguez**, para optar el
título de Ingeniero Informático y Sistemas

Sustentado y aprobado 22 abril del 2026 ante el jurado evaluador:

Presidente:



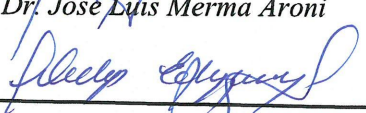
Dr. Manuel Ibarra Cabrera

Primer miembro:



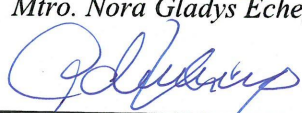
Dr. José Luis Merma Aroni

Segundo miembro:



Mtro. Nora Gladys Echegaray Peña

Asesor:



Dr. Ecler Mamani Vilca



Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N°089-2026

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, *la tesis titulada: Aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial de estudiantes en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas, UNAMBA,* presentado por las Bachilleres: **Melissa Huamani Tintaya y Sandra Tapia Rodríguez**, para optar el título de **Ingeniero Informático y Sistemas**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud ACEPTABLE de **(18%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos en el reglamento de investigación, aprobado con Resolución N°168-2024(2)-CU-UNAMBA.

Abancay, 16 de abril del 2026

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Walquer Huacani Calsín
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c:
Archivo/
WHCE/D-UIFI
YOVANA / SEC
REG. N°296



Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis padres, Mario Tapia y Vilma Rodríguez, y a mi hermano Frank Maykol, por su motivación, comprensión y respaldo incondicional, siendo ellos el motor que impulsa mi formación profesional.

Asimismo, manifiesto mi gratitud a mi asesor, Dr. Ecler Mamani Vilca, por su constante guía, apoyo académico y orientación oportuna ante cada duda surgida durante el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, agradezco profundamente al Vicerrectorado de Investigación por el apoyo brindado a través del concurso de proyectos de tesis, el cual permitió subvencionar este trabajo y contribuir a su culminación.

Sandra Tapia Rodriguez

A mis padres, Gabriel Huamani Huarancca y Cosme Tintaya Sarmiento., por su amor incondicional, apoyo constante y por ser la inspiración que me motiva a alcanzar mis metas académicas y personales.

A mi asesor de tesis, Dr. Ecler Mamani Vilca, por su guía, dedicación y valiosos aportes que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Al Vicerrectorado de Investigación de la UNAMBA, por el apoyo brindado a través del concurso de proyectos de tesis, el cual permitió llevar a cabo este trabajo de manera satisfactoria.

Melissa Huamani Tintaya



Dedicatoria

Dedico este trabajo con profundo cariño y gratitud a mis padres y a mi hermano, quienes han sido mi mayor motivación y apoyo incondicional a lo largo de mi formación universitaria. También lo dedico a mis amigos, por acompañarme en cada etapa y brindarme su aliento para continuar avanzando en mis proyectos de vida.

Sandra Tapia Rodriguez

Dedico este trabajo a mis queridos padres, por su amor y fortaleza que siempre me acompañan; a mis compañeros de la universidad, por su apoyo y ser parte de mi formación académica; y a mis amigos, por estar presentes en cada etapa de este camino académico.

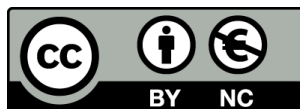
Melissa Huamani Tintaya



Aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial de estudiantes en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas,
UNAMBA

Línea de investigación: Ingeniería de software e innovación tecnológica

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II	9
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
2.1 Objetivos de la investigación	9
2.1.1 Objetivo general	9
2.1.2 Objetivos específicos	9
2.2 Hipótesis de la investigación	10
2.2.1 Hipótesis general	10
2.2.2 Hipótesis específicas	10
2.3 Operacionalización de variables	11
CAPÍTULO III	12
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	12
3.1 Antecedentes	12
3.1.1 Nacionales	12
3.1.2 Internacional	14
3.2 Marco teórico	17
3.2.1 Aplicación web	17
3.2.2 Método CSUQ (Cuestionario de usabilidad de sistemas informáticos)	18
3.2.3 Metodología de desarrollo	20
3.2.4 Arquitectura de una aplicación web	26
3.2.5 Inteligencia artificial	28
3.2.5.1 Deep learning	29
3.2.6 Redes neuronales	29
3.2.7 Redes neuronales convolucionales	31



3.2.7.1	Operación de pooling	31
3.2.8	Modelos pre entrenados de redes neuronales convolucionales existentes	32
3.2.8.1	ArcFace	32
3.2.8.2	FaceNet	36
3.2.8.3	FaceRecognition	37
3.2.8.4	Ventajas de registro de asistencia por reconocimiento facial:	37
3.2.8.5	Desventajas de registro de asistencia por reconocimiento facial:	38
3.2.9	Técnicas de entrenamiento	38
3.2.10	Registro de asistencia	39
3.2.10.1	Ley universitaria	40
3.2.10.2	Reglamento académico	40
3.2.10.3	Proceso de registro asistencia	41
3.2.10.4	Tiempo de preparación del registro de asistencia	42
3.2.10.5	Tiempo de registro de asistencia	43
3.2.10.6	Consolidación de registro de asistencia	44
3.3	Marco conceptual	44
CAPÍTULO IV		46
METODOLOGÍA		46
4.1	Tipo y nivel de investigación	46
4.2	Diseño de la investigación	46
4.3	Población y muestra	48
4.4	Procedimiento	49
4.5	Técnicas e instrumentos	50
4.5.1	Técnicas	50
4.5.2	Instrumentos	51
4.6	Análisis estadístico	53
CAPÍTULO V		54
RESULTADOS Y DISCUSIONES		54
5.1	Análisis de resultados	54
5.2	Contrastación de hipótesis	54
5.2.1	Prueba de hipótesis específica 1	54
5.2.2	Prueba de hipótesis específica 2	56
5.2.3	Resultados de selección del mejor modelo (Arcface, FaceNet, FaceRecognition)	59
5.2.4	Resultado de usabilidad de la aplicación web	60
5.2.4.1	Calidad del sitio web	62
5.2.4.2	Calidad de la información del sitio web	63
5.2.4.3	Calidad de interfaz	64
5.3	Desarrollo de la aplicación web	64



5.3.1	Características	64
5.3.2	Herramientas	65
5.3.3	Caso de uso del sistema	66
5.3.4	Historial de usuario	66
5.3.5	Diagrama de procesos	70
5.3.6	Diseño lógico de la base de datos	75
5.3.7	Arquitectura lógica de la aplicación web	75
5.4	Discusión	77
CAPÍTULO VI		79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		79
6.1	Conclusiones	79
6.2	Recomendaciones	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81
ANEXOS		85

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operación de variables	11
Tabla 2 — Grupos de muestra	48
Tabla 3 — Tiempo promedio de preparación del registro de asistencia por sesión	55
Tabla 4 — Promedio ponderado del tiempo de preparación del registro de asistencia	55
Tabla 5 — Promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante	57
Tabla 6 — Promedio ponderado de tiempo de registro asistencia por estudiante	58
Tabla 7 — Resultado de modelos evaluados	59
Tabla 8 — Resultado de indicadores esperados	60
Tabla 9 — Resultado de reacción a la calidad de la aplicación web	62
Tabla 10 — Resultado de reacción de calidad de información de la aplicación web	63
Tabla 11 — Resultado de reacción a la calidad de interfaz de la aplicación web	64
Tabla 12 — Lista de historias de usuario	66
Tabla 13 — Historia de usuario acceder a la aplicación	67
Tabla 14 — Historia de usuario registrar docente	67
Tabla 15 — Historia usuario registrar curso	68
Tabla 16 — Historia de usuario registrar estudiante	68
Tabla 17 — Historia de usuario registrar horario	68
Tabla 18 — Historia de usuario registrar asistencia	69
Tabla 19 — Historia de usuario ver cursos asignados	69
Tabla 20 — Historia de usuario ver reporte de asistencia	70
Tabla 21 — Lista de diagrama de procesos	70
Tabla 22 — Matriz de consistencia	86
Tabla 23 — Datos de prueba modelo ArcFace	90
Tabla 24 — Matriz de confusión modelo ArcFace	94
Tabla 25 — Métricas modelo ArcFace	95
Tabla 26 — Datos de prueba del modelo FaceNet	98
Tabla 27 — Matriz de confusión modelo FaceNet	102
Tabla 28 — Métricas del modelo FaceNet	103
Tabla 29 — Datos de prueba modelo FaceRecognition	106
Tabla 30 — Matriz de confusión modelo FaceRecognition	110

Tabla 31 — Métricas del modelo FaceRecognition	111
Tabla 32 — Datos de la encuesta	116
Tabla 33 — Datos de encuesta registro de asistencia por estudiante	120

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Arquitectura de la aplicación web	17
Figura 2 — Cuestionario de usabilidad en sistemas informáticos (CSUQ)	19
Figura 3 — Diagrama de MVC	28
Figura 4 — Redes neuronales artificiales	30
Figura 5 — Red neuronal convolucional	31
Figura 6 — Capa pooling	32
Figura 7 — Entrenamiento del modelo de reconocimiento facial ArcFace	34
Figura 8 — Procesos de registro de asistencia - Sistema tradicional	42
Figura 9 — Formato de registro asistencia - UNAMBA	42
Figura 10 — Cámara de seguridad tipo tubo	52
Figura 11 — Cámara web para PC	52
Figura 12 — Región crítica de hipótesis específica 1	56
Figura 13 — Región crítica hipótesis específica 2	58
Figura 14 — Resultado del porcentaje de aceptación de la aplicación web	61
Figura 15 — Resultado del aspecto mejor evaluado de la calidad del sistema	62
Figura 16 — Resultados del aspecto mejor evaluado de la calidad de información	63
Figura 17 — Resultados del aspecto mejor evaluado de la calidad de interfaz	64
Figura 18 — Diagrama de caso de uso	66
Figura 19 — Diagrama de proceso acceder a la aplicación web	71
Figura 20 — Diagrama de proceso de registrar docente	71
Figura 21 — Diagrama de proceso de registro estudiante	72
Figura 22 — Diagrama de proceso de registro de curso	72
Figura 23 — Diagrama de proceso de registro de horario	73
Figura 24 — Diagrama de proceso de registro de asistencia	73
Figura 25 — Diagrama de proceso ver cursos	74
Figura 26 — Diagrama de procesos ver reporte de asistencia	74
Figura 27 — Diseño lógica de la base de datos	75
Figura 28 — Arquitectura lógica de la aplicación web	77
Figura 29 — Registro fotográfico	87
Figura 30 — Prueba del modelo ArcFace	90

Figura 31 — Prueba del modelo ArcFace	90
Figura 32 — Prueba del modelo FaceNet	98
Figura 33 — Prueba del modelo FaceNet	98
Figura 34 — Prueba modelo FaceRecognition	106
Figura 35 — Prueba modelo FaceRecognition	106
Figura 36 — Cuestionario de reacción para calidad del sistema	112
Figura 37 — Captura de pantalla, resultado de cuestionario sobre calidad del sistema	112
Figura 38 — Cuestionario de calidad de la información	113
Figura 39 — Captura de pantalla, resultados del cuestionario de calidad de información	114
Figura 40 — Cuestionario de calidad de la información	114
Figura 41 — Captura de pantalla, respuesta del cuestionario calidad de la información	115
Figura 42 — Prueba 01 de registro por estudiante	123
Figura 43 — Prueba 02 de registro por estudiante	124
Figura 44 — Acceso al sistema	129
Figura 45 — Panel de control	129
Figura 46 — Panel de usuarios	130
Figura 47 — Panel de registro de usuario	130
Figura 48 — Panel de cursos	131
Figura 49 — Panel de estudiantes	131
Figura 50 — Panel registrar horario	132
Figura 51 — Panel de asignación de curso	132
Figura 52 — Panel registro de estudiante a curso	132
Figura 53 — Módulo docentes	133
Figura 54 — Registrar asistencia	133
Figura 55 — Vista de registro de asistencia de entrada	134
Figura 56 — Vista de registro de asistencia de salida	134
Figura 57 — Guardar registro	135
Figura 58 — Vista de reporte de asistencia	135
Figura 59 — Módulo estudiante	135
Figura 60 — Guardar reporte de asistencia	136

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de soluciones tecnológicas a problemáticas como esta se enmarca dentro de la evolución histórica de la inteligencia artificial (IA), disciplina que desde sus orígenes en la década de 1950 ha buscado dotar a las máquinas de capacidades cognitivas propias del ser humano. El campo del reconocimiento facial, en particular, ha sido un motor de avance significativo dentro de la IA. Desde los primeros sistemas geométricos de los años 60 y 70, basados en distancias entre rasgos faciales, se transitó hacia métodos estadísticos como Eigenfaces en la década de 1990, que permitieron un reconocimiento más automatizado, aunque limitado a condiciones controladas. El verdadero punto de inflexión llegó con la llegada del deep learning y las redes neuronales convolucionales (CNN) a principios del siglo XXI.

Las CNN, inspiradas en la organización del área visual biológica, revolucionaron el procesamiento de imágenes al aprender automáticamente jerarquías de características, desde bordes y texturas hasta formas y objetos complejos, directamente desde los datos. Arquitecturas pioneras como LeNet-5 (1998) sentaron las bases, pero fue la combinación de grandes volúmenes de datos, mayor poder computacional y arquitecturas profundas como AlexNet (2012), VGG, ResNet y, más recientemente, modelos especializados en rostros como FaceNet (2015) y ArcFace (2018), la que catapultó la precisión del reconocimiento facial a niveles superiores a los humanos en tareas específicas. Estos modelos, entrenados con millones de imágenes, son capaces de generar representaciones vectoriales (embeddings) altamente discriminativas de una identidad facial, siendo robustos frente a variaciones de iluminación, pose y expresión.

El registro de asistencia es un proceso fundamental dentro del ámbito académico universitario, como un elemento clave para la evaluación del desempeño estudiantil y el cumplimiento de la normativa institucional. En la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac en adelante UNAMBA, específicamente en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas en adelante EAPIIS, este proceso se está llevado de manera tradicional mediante métodos manuales, como listas en papel y hojas de cálculo digitales. Esta práctica, además de consumir un valioso tiempo de clase, está sujeta a errores, lo que dificulta la consolidación y verificación confiable de los datos.



Es en este contexto tecnológico maduro donde se inserta la presente investigación. Ante la problemática identificada en la EAPIIS, la integración de una aplicación web con modelo CNN de reconocimiento facial se presenta como la alternativa idónea para automatizar y optimizar el proceso de registro de asistencia. Esta solución no solo promete superar las deficiencias del método manual, sino que representa la aplicación concreta de un paradigma tecnológico avanzado a un desafío real al proceso académico.

Esta investigación, desarrollada con datos recopilados durante los años 2024 y 2025, se propuso diseñar, implementar y evaluar dicha aplicación web. El estudio parte de la hipótesis de que la integración de un modelo de CNN seleccionado de manera rigurosa mejorará la eficiencia, precisión y confiabilidad del proceso en comparación con el método manual. A través de una metodología mixta y un diseño cuasi - experimental, se evaluaron modelos de CNN de vanguardia (ArcFace, FaceNet, FaceRecognition), se midió el impacto en los tiempos de registro y se desarrolló un prototipo funcional utilizando el framework Flask. Los hallazgos de este trabajo no solo buscan resolver una necesidad concreta dentro de la institución, sino también aportar evidencia aplicada sobre la viabilidad y el impacto de soluciones basadas en IA profunda en la optimización de procesos académicos universitarios.



RESUMEN

El registro de asistencia en la EAPIIS de la UNAMBA se realiza de forma manual, generando demoras, errores en el registro de asistencia en las clases. Frente a este problema, esta investigación tuvo como objetivo desarrollar una aplicación web basada en redes neuronales convolucionales para optimizar el registro mediante reconocimiento facial, evaluando los modelos ArcFace, FaceNet y FaceRecognition para identificar el más preciso.

La investigación fue de tipo aplicada, de nivel explicativo, con diseño mixto cuasi-experimental y descriptivo. La población fue conformada de 479 estudiantes y la muestra de 141. El sistema se desarrolló con la metodología ágil Extreme Programming (XP), integrando módulos de entrenamiento, identificación facial y registro automático.

Los resultados evidenciaron mejoras significativas: reducción del tiempo de preparación en 63.6 % y del registro por estudiante en 50.4 %, optimizando el tiempo lectivo. La consolidación de datos pasó de un proceso manual a uno automático y confiable. ArcFace obtuvo el mejor desempeño con 97 % de exactitud. La aplicación se implementó con Flask. La evaluación de usabilidad (CSUQ) mostró alta aceptación: 80 % en calidad del sistema, 84 % en información y 97.5 % en interfaz.

Se concluye que la solución mejora significativamente el registro de asistencia, brindando mayor precisión, rapidez, confiabilidad y usabilidad, y favoreciendo una gestión adecuada conforme al reglamento académico.

Palabras clave: *Redes neuronales convolucionales, reconocimiento facial, registro de asistencia, ArcFace, inteligencia artificial.*



ABSTRACT

Attendance registration at EAPIIS of UNAMBA is carried out manually, leading to delays, errors, and low efficiency during class sessions. To address this issue, this research aimed to develop a web application based on convolutional neural networks to optimize attendance registration through facial recognition, evaluating the ArcFace, FaceNet, and FaceRecognition models to determine the most accurate one.

The study was applied in nature, with an explanatory level and a mixed quasi-experimental and descriptive design. The population consisted of 479 students, with a sample of 141. The system was developed using the agile Extreme Programming (XP) methodology, integrating modules for model training, facial identification, and automatic attendance recording.

The results showed significant improvements: a 63.6% reduction in preparation time and a 50.4% reduction in registration time per student, optimizing instructional time. Data consolidation shifted from a manual process to an automatic and reliable one. ArcFace achieved the best performance with 97% accuracy. The application was implemented using Flask. Usability evaluation (CSUQ) indicated high acceptance: 80% in system quality, 84% in information quality, and 97.5% in interface quality.

It is concluded that the proposed solution significantly improves attendance registration by providing greater accuracy, speed, reliability, and usability, thereby supporting proper management in accordance with academic regulations.

Keywords: *Convolutional neural networks, facial recognition, attendance registration, ArcFace, artificial intelligence.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En la actualidad, el registro de asistencia en clases en la UNAMBA es fundamental en el proceso académico, ya que en el reglamento académico establece la asistencia como obligatorio para estudiantes y docentes. En este reglamento establece que la Dirección de Escuela y el Departamento Académico son los responsables de asegurar el cumplimiento de las horas programadas en cada asignatura, el docente tiene la obligación de registrar asistencia de los estudiantes en clases teóricas y prácticas de las asignaturas a su cargo (Consejo Universitario , 2019).

Asimismo, el reglamento establece que el estudiante que supera el 30% de inasistencia no podrá ser evaluado, salvo casos debidamente justificados (Consejo Universitario , 2019). Esta disposición resalta la importancia de contar con un sistema de registro de asistencia confiable, preciso y oportuno, ya que cualquier error u omisión en el registro puede afectar directamente la situación académica del estudiante.

En la EAPIIS en la actualidad, según una encuesta realizada a docentes y estudiantes, el registro de asistencia se realiza de forma manual, mediante Excel y formatos físicos, lo cual demanda tiempo considerable por parte del docente y genera interrupciones durante el desarrollo de las clases.

El registro de asistencia de forma manual genera diversas problemáticas pérdida de registros, demora en el registro de asistencia y limitada verificación de la asistencia real. Estas deficiencias dificultan el cumplimiento efectivo del reglamento, especialmente en lo referido al control de inasistencias injustificadas y a la obligación del docente de llevar un registro adecuado de asistencia, tal como lo establece el reglamento de la institución.

En este contexto, se evidencia la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que optimicen el proceso de registro de asistencia mediante reconocimiento facial, utilizando



redes neuronales convolucionales integradas en una aplicación web y contribuyan al cumplimiento del Reglamento Académico de la UNAMBA.

Por tal motivo se plantea desarrollar una aplicación web destinada al registro de la asistencia de los estudiantes de la EAPIIS y así innovar el registro, control y supervisión de la asistencia.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida el desarrollo de la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el proceso de registro de asistencia en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas, UNAMBA?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia?
- ¿En qué medida la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante?
- ¿En cuánto mejora la aplicación web la consolidación de la información de asistencia final?
- ¿Cuál es el mejor modelo ArcFace, FaceNet, FaceRecognition de redes neuronales convolucionales para incluir al aplicativo web?
- ¿Cómo se desarrolla el aplicativo web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial?

1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica por la importancia que tiene el registro de asistencia dentro del proceso académico de la UNAMBA, ya que constituye un requisito obligatorio establecido en el Reglamento Académico y un factor determinante en la evaluación del desempeño de los estudiantes. No obstante, en la EAPIIS, el registro de asistencia se realiza



actualmente de manera manual, utilizando formatos físicos y hojas de cálculo, lo cual genera deficiencias en términos de tiempo, precisión y confiabilidad de la información.

Desde el punto de vista práctico, el uso de métodos manuales ocasiona errores en el registro, pérdida de información y un uso ineficiente del tiempo del docente, especialmente durante la preparación del registro, el llamado individual de los estudiantes, el almacenamiento de la información y la consolidación de los datos de asistencia. Estas limitaciones afectan directamente la eficiencia del proceso académico.

En este contexto, la implementación de una aplicación web basada en redes neuronales convolucionales permitirá automatizar el proceso de registro de asistencia mediante reconocimiento facial, mejorando el tiempo de preparación, reduciendo el tiempo de registro, optimizando el almacenamiento de la información y facilitando la consolidación automática de los reportes de asistencia. Asimismo, se incrementa la precisión y confiabilidad del registro, contribuyendo al cumplimiento del reglamento institucional.

Desde la perspectiva tecnológica y científica, la investigación promueve la aplicación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el reconocimiento facial en el ámbito educativo, generando conocimiento relevante para el área de ingeniería informática y sirviendo como referencia para futuras investigaciones relacionadas con sistemas inteligentes aplicados a la gestión académica.

Finalmente, la automatización del registro de asistencia permitirá optimizar los recursos institucionales al reducir el uso de materiales físicos, disminuir los costos asociados a la impresión y minimizar el tiempo destinado por los docentes a tareas repetitivas. Además, la digitalización del proceso contribuye a la sostenibilidad ambiental mediante la reducción del consumo de papel, alineándose con las políticas de transformación digital y responsabilidad ambiental de la institución.

La presente investigación se delimita al diseño e implementación de una aplicación web basada en redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia de los estudiantes durante las sesiones de clases. El estudio se centra exclusivamente en el proceso de registro, gestión, almacenamiento e integridad de la asistencia académica mediante reconocimiento facial, considerando únicamente el control de asistencia en el desarrollo de las clases.



No se incluye dentro del alcance de la investigación el desarrollo o evaluación de otros módulos de gestión académica, tales como sistemas de matrícula, notas, horarios, pagos, control administrativo u otros procesos institucionales ajenos al registro de asistencia.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Desarrollar la aplicación web con redes neuronales convoluciones para determinar en qué medida mejora el proceso de registro de asistencia en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas, UNAMBA.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar en qué medida el uso de una aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia.
- Determinar en qué medida el uso de una aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante.
- Mejorar la consolidación de la información de asistencia final con la aplicación web con redes neuronales convolucionales.
- Determinar el mejor modelo ArcFace, FaceNet, FaceRecognition de redes neuronales convolucionales para el reconocimiento facial de estudiantes.
- Determinar la usabilidad de la aplicación web mediante Computer System Usability Questionnaire (CSUQ).
- Desarrollar la aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia.



2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Utilizando la aplicación web con en redes neuronales convolucionales mejora el proceso de registro de asistencia en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas, UNAMBA.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Utilizando la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia.
- Utilizando la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiantes.



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operación de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICE/ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN WEB CON REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES Es una herramienta sofisticada de cómputo que no solo brinda funciones al usuario final, también está incorporado con bases de datos de las corporativas, las aplicaciones web también vienen a ser una de las varias categorías de software (Pressman, 2010).	Usabilidad de la aplicación web (CSUQ)	Calidad del sistema elementos del 1 al 6	Escala de Likert
		Calidad de información elemento del 7 a 12	7 = Totalmente de acuerdo 6 = De acuerdo 5 = Regularmente de acuerdo 4 = Neutral 3 = Regularmente en desacuerdo 2 = En desacuerdo 1 = Totalmente en desacuerdo
		Calidad de interface elemento 13 a 16	
	Redes neuronales convolucionales	ArcFace	Accuracy (%)
		FaceNet	
		FaceRecognition	
VARIABLE DEPENDIENTE: REGISTRO DE ASISTENCIA Sistema de control para verificar la presencia y permanencia de usuarios mediante la captura de datos temporales y de identidad (Chiavenato, 2020).	Proceso de registro de asistencia	Tiempo de preparación	Minutos
		Tiempo de registro	Minutos
		Consolidación	Porcentaje (%)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 Nacionales

- a) Cayllahua Aquino y Suarez Macedo (2019) realizó la tesis para optar el grado de Ingeniero Electrónico en la Universidad Ricardo Palma, el cual lleva como título “Redes neuronales de aprendizaje profundo para el reconocimiento facial y control de acceso de estudiantes a un laboratorio”, Esta tesis propone acceder al laboratorio de control de la Universidad Ricardo Palma con un permiso de acceso simple y un sistema de registro manual. Esto conduce a un acceso no autorizado por parte de personas ajenas al laboratorio controlado de la escuela, lo que provoca daños y/o pérdida de valiosos equipos técnicos. Electrónica y electromecánica el software Matlab y su caja de herramientas de aprendizaje profundo, como se explica en las Secciones 3.3 y 3.5, fue el método utilizado para resolver este problema, para completar el entrenamiento y la aplicación de una red neuronal convolucional de aprendizaje profundo para el reconocimiento facial de los estudiantes. quien utilizó el laboratorio de control de la Universidad Ricardo Palma.

Los resultados que obtuvo con una muestra utilizada son 426 Imágenes correspondientes a un total de 14 alumnos utilizando el laboratorio de control del semestre 2019-I; también el software utilizado para entrenar la red MATLAB y su kit de herramientas de aprendizaje profundo. Igual, comenzando con una capa convolucional, luego dos y las últimas tres capas proporcionan los siguientes porcentajes de precisión 15,63%, 94,00% y 67,13%. Se finaliza la tesis con una red neuronas de dos capas convolucionales con 16 y 32 filtros de reconocimiento facial.

- b) Casana Raymundo, Fernando Rafael (2022) en su tesis para optar el grado de Ingeniero en computación y sistemas en la Universidad Privada Antenor Orrego, el cual lleva como título “Sistema de reconocimiento facial para el control de



acceso en la I. E. 81585 Sagrado Corazón de Jesús de Cartavio –Ascope – la libertad en el segundo y tercer bimestre del año lectivo 2022” , Esta tesis planteo como problema la falta de un control de acceso efectivo y eficaz Actualmente control de acceso para personal y alumnos del I.E. Sagrado Corazón de Jesús no aporta la credibilidad necesaria, lo que significó que está ahí por tanto, la posibilidad de robos idénticos a la entrada y a la salida. El objetivo del estudio fue desarrollar un sistema de reconocimiento facial que permite un mejor control del flujo que I.E.

Para solucionar este problema se utilizó OpenCV, una biblioteca de visión por computadora que permite procesar imágenes y así obtener características importantes de una imagen facial reconocida por el modelo Eingenfaces. Educó a I. E. con fotografías del personal y de los estudiantes. Los rostros y nombres de personajes conocidos están rodeados por un rectángulo verde con este valor de confianza arriba.

La precisión de los resultados obtenidos con el modelo Eingenfaces fue del 97%. tiempo de respuesta de 0,5 segundos, en los casos en que la imagen de destino y la imagen de origen no coinciden, el resultado fue desconocido. Es importante tener en cuenta que el sistema está diseñado para detectar un rostro desde la vista frontal, su detección automática está diseñada de esa manera.

- c) Inquitupa Cortez, Patrick Antonio (2024) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Informático y de Sistemas, con título “Implementación de un sistema de reconocimiento facial basado en inteligencia artificial para la detección de intrusos con cámaras de seguridad convencionales en condominios”, la tesis plantea que respecto a la inseguridad que ha venido incrementando en nuestro país el cual afecta a la integridad física y emocional de las familias, por lo cual las familias se preocupan por los peligros y riesgos a las cuales están expuestos no solo el bien material si no también su bienestar físico. Para dar solución al problema plantea implementar un software avanzado en cámaras de seguridad con capacidad de reconocimiento facial, para detectar al intruso cuando este esté intentando ingresar a las viviendas.



Para dar solución al problema se realizó la evaluación de varios modelos de reconocimiento facial utilizando librerías como MediaPipe y OpenCV y se evalúa algoritmos de reconocimiento facial Eigen Faces, Fisher Faces, fase_recognition y LBPH Faces.

El resultado obtenido después de la evaluación y comparación de los diferentes modelos de reconocimiento facial, obtenidos con respecto a Eigen Faces, Fisher Faces y LBPH Faces. Tras comparar su desempeño, se determinó que el algoritmo LBPH Faces es el más preciso, alcanzando una precisión del 96.40 %, superando a Eigen Faces y Fisher Faces, que lograron 95.60 % y 94.40 %. Del mismo modo determino con tres algoritmos de detección de rostros: librería OpenCV con DNN, librería OpenCV con modelo de Haar Cascades y la librería de MediaPipe con Face Detection. Al finalizar la comparación entre la eficiencia de estos 3 algoritmos se vio que resalto con el modelo de Haar Cascades, como el algoritmo más preciso, alcanzando una precisión del 98.71 %, superando a la librería de OpenCV con DNN y a la librería de MediaPipe con Face Detection, que lograron 98.14 % y 96.85 %.

3.1.2 Internacional

- a) Bastidas Gavilanes, Jonny Rodolfo (2019) en su tesis para la obtener el Grado académico de magíster en Automatización y Sistemas de control en la Universidad Técnica de Ambato, 2019, el cual lleva como título “Registro de asistencia de alumnos por medio de reconocimiento facial utilizando visión artificial”, Esta tesis plantea debido a que en ciertos países desarrollados tienen un sistema de control de asistencia. Personas que trabajan en industria, los sectores público y privado y el sector de servicios. Confirmar la presencia y ausencia del empleado. Esto resultó en Sistema de control para apertura o cierre de puerta. Todas las instituciones exigen controles exhaustivos los empleados ayudan a comprender el tiempo dedicado a cada actividad. durante la jornada laboral, así como de diversos tipos técnicas que permiten el control en función de situaciones y circunstancias financieras la tecnología que demostraron



Para resolver este problema se utilizaron redes neuronales artificiales, especialmente se analizó el histograma HOG de gradientes orientados de la red neuronal y la red neuronal CNN, que significa convolución de redes neuronales. Los resultados obtenidos en la evaluación de los resultados. La red neuronal CNN es más lenta que la red neuronal HOG, pero más precisa considerando que solo se utiliza CPU en el proceso. Según los datos obtenidos de pruebas con cinco eventos, la red HOG tiene una tasa de éxito del 50%, mientras que la red neuronal CNN tiene una tasa de éxito superior al 92%. Estos valores se dan con los resultados de cinco pruebas, un mayor porcentaje se obtiene con un número importante de pruebas.

- b) Jurado García y Padilla Porras (2018), Realizaron el proyecto de tesis para optar el grado de Ingeniero en programa de ingeniería de sistemas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga 2018, el cual lleva como título “Sistema de reconocimiento facial con redes neuronales para la toma de asistencia en aulas de clase” , Esta tesis planteó que debido al aumento de estudiantes en la universidad y el gran tamaño de los cursos, en especial los de cátedra de la facultad de medicina, se evidencia la necesidad de agilizar el proceso de toma de asistencia de los estudiantes y docentes.

En este se trabajó según especifican los requerimientos de un sistema de reconocimiento facial para la toma de asistencia automatizada en aulas de clase basado en redes neuronales convolucionales y se muestran resultados del desempeño del sistema en un aula de clase de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Su análisis será llevado a cabo por una Red Neuronal Convolucional (CNN), este modelo de red neuronal nos permite usar los principios de “deep learning” donde nuestro sistema llevará un determinado aprendizaje con imágenes de muestra de estudiantes y docentes para hallar patrones diferenciadores o minucias con el objetivo de que el sistema “aprenda” a diferenciar las caras en una imagen.

Los resultados que obtuvo es que con una precisión por cada clase es superior a 89.93%, contando algunas clases con el 100% de precisión se puede decir que



el modelo está identificando Individualmente de manera correcta y precisa. Y con un tiempo máximo de reconocimiento de 37 segundos.

- c) Guzman Toro, Patricio Javier (2023) realizo la tesis para optar el título de Magister en Tecnologías de la Información, “Evaluación de métodos de reconocimiento facial para análisis automático de reportes de prey”, la tesis plantea evaluar distintos modelos de redes neuronales capaces de analizar rostros de personas y crear una representación vectorial de las mismas. El cual permitirá a la empresa desarrollar un dashboard que muestre los distintos individuos presentes en los reportes, reduciendo así el tiempo de revisión.

Para completar el objetivo planteado se construyó un conjunto de datos con información de varios miles de imágenes de rostros, con el cual se evaluaron los modelos de reconocimiento facial VGG-Face, FaceNet, OpenFace, DeepFace, DeepID y ArcFace con sus respectivas comparaciones, y se realizó fine-tuning del modelo ArcFace.

De cual en los resultados obtenidos se vio la presión entre dos modelos que son VGG-Face y ArcFace. Ambos muestran un rendimiento bastante superior a las demás arquitecturas. Se reconoce un equilibrio entre verdaderos positivos y verdaderos negativos manteniendo bajo el nivel de falsos negativos, esto permite evitar que se repitan individuos, el equilibrio entre Precisión y Recall es importante para un modelo de reconocimiento facial, Se necesita un equilibrio importante entre Recall y Precisión: ArcFace mostro un score bastante aceptable en comparación a los demás modelos (0.73) indicando que ambos tipos de errores se encuentran controlados.

La duplicación de personas impacta negativamente en la percepción de la funcionalidad: a pesar de que VGG-Face obtuvo un mejor resultado en Precisión que ArcFace, la diferencia de esto no es tan elevada en comparación a aquella en los resultados de Recall.

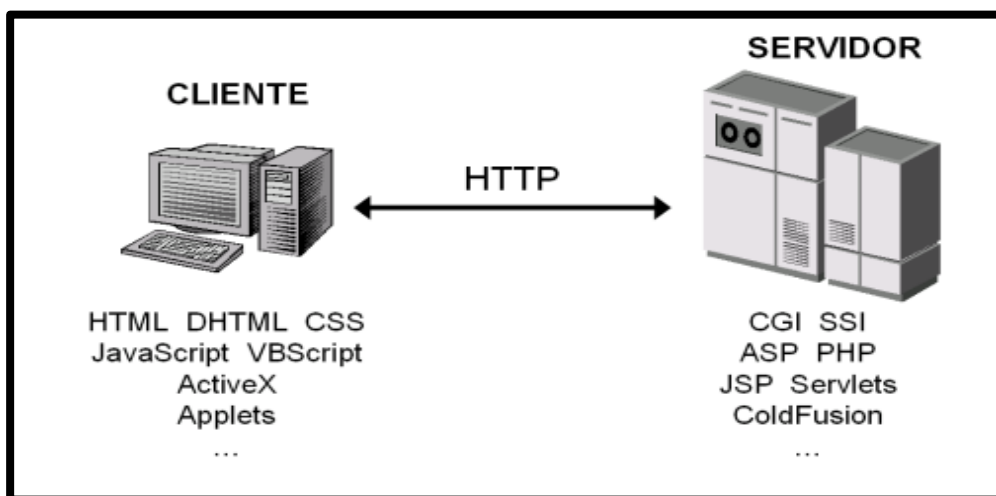
3.2 Marco teórico

3.2.1 Aplicación web

Es una herramienta sofisticada de cómputo que no solo brinda funciones al usuario final, también está incorporado con bases de datos de las corporativas, las aplicaciones web también vienen a ser una de las varias categorías de software (Pressman, 2010).

Una aplicación web es una aplicación cliente/servidor especial donde tanto el cliente (navegador, navegador o visor) como el servidor (servidor web) y el protocolo con el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no necesitan ser creados por el desarrollador (Lugán Mora, 2002). El protocolo HTTP forma parte de la familia TCP/IP de protocolos de comunicación utilizados en Internet. Estos protocolos permiten conectar sistemas heterogéneos facilitando el intercambio de datos entre diferentes ordenadores (Lugán Mora, 2002).

Tecnologías empleadas en el cliente y en el servidor web



FUENTE: Lugán Mora, 2002

Figura 1 — Arquitectura de la aplicación web

a) Cliente

El cliente web es un programa con el que interacciona el usuario para solicitar a un servidor web el envío de los recursos que desea obtener mediante HTTP. La parte cliente de las aplicaciones web suele estar formada por el código Hypert Text Markup Language (HTML) que forma la página web más algo de código ejecutable realizado en lenguaje de script del navegador (JavaScript o VBScript) o mediante pequeños programas (applets) realizados en Java. También se suelen

emplear plug-ins que permiten visualizar otros contenidos multimedia (como flash), aunque no se encuentran tan extendidos como más tecnologías anteriores y plantean problemas de incompatibilidad entre distintas plataformas. Por un tanto la misión del cliente web es interpretar las paginas HTML y los diferentes recursos que contiene (imágenes, sonidos, etc.) (Lugán Mora, 2002).

b) Servidor

El servidor web es un programa que está esperando permanentemente las solicitudes de conexión mediante el protocolo HTTP por parte de los clientes web. En los sistemas Unix suele ser un demonio y en los sistemas Microsoft Windows un servicio. La parte servidor de las aplicaciones web está formada por paginas estáticas que siempre muestran el mismo contenido y por programas o scripts que son ejecutados por el servidor web cuando el navegador del cliente solicita algunas páginas. La salida de este script suele ser una página HTML estándar que envía al navegador del cliente. Tradicionalmente este programa o scripts que es ejecutado por el servidor web se basa en la tecnología Common Gateway Interface (Lugán Mora, 2002).

3.2.2 Método CSUQ (Cuestionario de usabilidad de sistemas informáticos)

El desarrollo del Cuestionario de usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ) siguió al desarrollo del PSSUQ. Sus elementos son similares a los del PSSUQ, excepto que su redacción es apropiada para su uso en entornos de campo o encuestas en lugar de una evaluación de usabilidad basada en escenarios, lo que lo convierte, esencialmente, en una forma alternativa del PSSUQ. La razón principal por el que se desarrolló el CSUQ fue usarlo en un cuestionario enviado por correo electrónico para obtener datos suficientes sobre los elementos del PSSUQ-CSUQ para un análisis factorial legítimo. Para una discusión de esta investigación y una comparación de los elementos del PSSUQ y CSUQ (Hedlefs Aguilar, y otros, 2015).

El instrumento PSSUQ fue diseñado para poder evaluar la satisfacción percibida de los usuarios con sus sistemas informáticos. y este fue un proyecto interno de IBM llamado SUMS (System Usability MetricS) (Hedlefs Aguilar, y otros, 2015).

Hubo tres versiones del cuestionario. La primera versión contenía 18 elementos y la segunda versión contenía 19 elementos. En la misma versión, Lewis encontró que

tres elementos (3, 5, 13) no afectaban la confiabilidad de la escala. Por lo tanto, la tercera edición del cuestionario PPSUQ contenía solo 16 preguntas (Hedlefs Aguilar, y otros, 2015). El cuestionario se utilizó en un laboratorio de usabilidad, lo que significa que los usuarios tuvieron que manipular la interfaz de usuario a través de varios escenarios y finalmente responder la encuesta. La literatura menciona que solo se pudieron aplicar a 48 participantes en la primera versión porque la muestra era pequeña y se usaba en un laboratorio utilizable. Lewis desarrolló el cuestionario CSUQ en 1995 y lo administró junto con el PPSUQ a 325 participantes. Un análisis factorial de la tercera versión del PSSUQ encontró los mismos tres factores que en la versión anterior (Hedlefs Aguilar, y otros, 2015):

- **Calidad del sistema:** Conformado por los elementos del 1 al 6.
- **Calidad de la información:** Conformado por los elementos del 7 al 12.
- **Calidad de la interfaz:** Conformado por los elementos del 13 al 16.

CUESTIONARIO DE USABILIDAD EN SISTEMAS INFORMÁTICOS (CSUQ)		Totalmente en desacuerdo			Totalmente de acuerdo			
		1	2	3	4	5	6	7
1	En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	Fue simple usar este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	Me siento cómodo utilizando este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	Fue fácil aprender a utilizar este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	El sitio web muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	Cada vez que cometo un error utilizando el sitio web, lo resuelvo fácil y rápidamente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) que provee este sitio web es clara.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10	Es fácil encontrar en el sitio web la información que necesito.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11	La información que proporciona el sitio web fue efectiva ayudándome a completar las tareas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12	La organización de la información del sitio web en la pantalla fue clara.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13	La interfaz del sitio web fue placentera.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14	Me gustó utilizar el sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15	El sitio web tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16	En general, estuve satisfecho con el sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

FUENTE: Hedlefs Aguilar y otros, 2015

Figura 2 — Cuestionario de usabilidad en sistemas informáticos (CSUQ)

3.2.3 Metodología de desarrollo

3.2.3.1 Metodología XP

La metodología define cuatro variables para cualquier proyecto de software: costo, tiempo, calidad y alcance que especifica que de estas cuatro variables se centran en potenciar las relaciones interpersonales con clave del éxito, El ciclo de vida de la metodología de XP incluye, al igual que a otras mitologías ágiles entender lo que el cliente necesita, estimar el esfuerzo, crear soluciones y poder entregar el producto final al cliente, XP propone un ciclo de vida dinámico, donde se admite expresamente que, en muchos casos, los clientes no son capaces de especificar sus requerimientos al comienzo de un proyecto (Joskowicz, 2008).

El ciclo de vida de un proyecto XP es muy dinámico, se puede separar en Fases:

- **Fase de exploración**

Es la fase en la que se define el alcance general del proyecto. En esta fase, el cliente define lo que necesita mediante la redacción de sencillas “historias de usuarios”, debe quedar claro que las estimaciones realizadas en esta fase son primarias y se pondrán a variar cuando se analicen más en detalle en cada iteración (Joskowicz, 2008).

- **Fase de planificación**

Es una fase corta, en la que el cliente, los gerentes y el grupo de desarrolladores acuerdan el orden en que deberán implementarse las historias de usuario, y, asociadas a éstas, las entregas. Típicamente esta fase consiste en una o varias reuniones grupales de planificación. El resultado de esta fase es un plan de entregas, o “Release Plan”, como se detallará en la sección “reglas y prácticas” (Joskowicz, 2008).

- **Fase de iteraciones**

Es la fase principal en el ciclo de desarrollo de XP. Las funcionalidades son desarrolladas en esta fase, generando al final de cada una un entregable funcional que implementa las historias de



usuario asignadas a la iteración. Como las historias de usuario no tienen suficiente detalle como para permitir su análisis y desarrollo, al principio de cada iteración se realizan las tareas necesarias de análisis, recabando con el cliente todos los datos que sean necesarios (Joskowicz, 2008).

- **Fase de puesta en producción**

Si bien al final de cada iteración se entregan módulos funcionales y sin errores, puede ser deseable por parte del cliente no poner el sistema en producción hasta tanto no se tenga la funcionalidad completa. En esta fase no se realizan más desarrollos funcionales, pero pueden ser necesarias tareas de ajuste (“fine tuning”) (Joskowicz, 2008).

3.2.3.2 Pruebas y reglas

a) Planificación:

- **Historias de usuarios**

Las “historias de usuarios” (“User stories”) sustituyen a los documentos de especificación funcional, y a los “casos de uso”. Estas “historias” son escritas por el cliente, en su propio lenguaje, como descripciones cortas de lo que el sistema debe realizar. La diferencia más importante entre estas historias y los tradicionales documentos de especificación funcional se encuentra en el nivel de detalle requerido (Joskowicz, 2008). Las historias de usuario deben tener el detalle mínimo como para que los programadores puedan realizar una estimación poco riesgosa del tiempo que llevará su desarrollo. Cuando llegue el momento de la implementación, los desarrolladores dialogarán directamente con el cliente para obtener todos los detalles necesarios. Las historias de usuarios deben poder ser programadas en un tiempo entre una y tres semanas. Si la estimación es superior a tres semanas, debe ser dividida en dos o más historias. Si es menos de una semana, se debe combinar con otra historia (Joskowicz, 2008).



- **Plan de entregas (“Release plan”)**

El cronograma de entregas establece qué historias de usuario serán agrupadas para conformar una entrega, y el orden de las mismas. Este cronograma será el resultado de una reunión entre todos los actores del proyecto (cliente, desarrolladores, gerentes, etc.). XP denomina a esta reunión “Juego de planeamiento” (“Planning game”), pero puede denominarse de la manera que sea más apropiada al tipo de empresa y cliente (por ejemplo, reunión de planeamiento, “Planning meeting” o “Planning workshop”) típicamente el cliente ordenará y agrupará según sus prioridades las historias de usuario. El cronograma de entregas se realiza en base a las estimaciones de tiempos de desarrollo realizadas por los desarrolladores (Joskowicz, 2008).

- **Plan de iteraciones (“iteration plan”)**

Las historias de usuarios seleccionadas para cada entrega son desarrolladas y probadas en un ciclo de iteración, de acuerdo al orden preestablecido. Al comienzo de cada ciclo, se realiza una reunión de planificación de la iteración. Cada historia de usuario se traduce en tareas específicas de programación. Asimismo, para cada historia de usuario se establecen las pruebas de aceptación. Estas pruebas se realizan al final del ciclo en el que se desarrollan, pero también al final de cada uno de los ciclos siguientes, para verificar que subsiguientes iteraciones no han afectado a las anteriores. Las pruebas de aceptación que hayan fallado en el ciclo anterior son analizadas para evaluar su corrección, así como para prever que no vuelvan a ocurrir (Joskowicz, 2008).

- **Reuniones diarias de seguimiento (“stand-up meeting”)**

El objetivo de tener reuniones diarias es mantener la comunicación entre el equipo, y compartir problemas y soluciones. En la mayoría de estas reuniones, gran parte de los participantes simplemente escuchan, sin tener mucho que aportar. Para no quitar tiempo innecesario del equipo, se sugiere realizar estas reuniones en círculo y de pie (Joskowicz, 2008).



b) Diseño:

- **Simplicidad**

Un diseño simple se implementa más rápidamente que uno complejo. Por ello XP propone implementar el diseño más simple posible que funcione. Se sugiere nunca adelantar la implementación de funcionalidades que no correspondan a la iteración en la que se esté trabajando (Joskowicz, 2008).

- **Soluciones “spike”**

Cuando aparecen problemas técnicos, o cuando es difícil de estimar el tiempo para implementar una historia de usuario, pueden utilizarse pequeños programas de prueba (llamados “spike”¹), para explorar diferentes soluciones. Estos programas son únicamente para probar o evaluar una solución, y suelen ser desechados luego de su evaluación (Joskowicz, 2008).

- **Recodificación**

Consiste en escribir nuevamente parte del código de un programa, sin cambiar su funcionalidad, a los efectos de hacerlo más simple, conciso y/o entendible. Muchas veces, al terminar de escribir un código de programa, pensamos que, si lo comenzáramos de nuevo, lo hubiéramos hecho en forma diferente, más clara y eficientemente. Sin embargo, como ya está pronto y “funciona”, rara vez es reescrito. Las metodologías de XP sugieren recodificar cada vez que sea necesario. Si bien, puede parecer una pérdida de tiempo innecesaria en el plazo inmediato, los resultados de esta práctica tienen sus frutos en las siguientes iteraciones, cuando sea necesario ampliar o cambiar la funcionalidad. La filosofía que se persigue es, como ya se mencionó, tratar de mantener el código más simple posible que implemente la funcionalidad deseada (Joskowicz, 2008).

- **Metáforas**

Es algo que todos entienden, sin necesidad de mayores explicaciones. La metodología XP sugiere utilizar este concepto como una manera sencilla de explicar el propósito del proyecto, y guiar la estructura y arquitectura del mismo. Por ejemplo, puede ser una guía para la nomenclatura de los métodos y las clases utilizadas en el diseño del código. Tener nombres claros, que no requieran de mayores explicaciones, redundará en un ahorro de tiempo (Joskowicz, 2008).

c) Desarrollo del código:

- **Uso de estándares**

Si bien esto no es una idea nueva, XP promueve la programación basada en estándares, de manera que sea fácilmente entendible por todo el equipo, y que facilite la recodificación.

- **Programación dirigida por las pruebas (“test-driven programming”)**

En las metodologías tradicionales, la fase de pruebas, incluyendo la definición de los tests, es usualmente realizada sobre el final del proyecto, o sobre el final del desarrollo de cada módulo. La metodología XP propone un modelo inverso, en el que, lo primero que se escribe son los test que el sistema debe pasar. Luego, el desarrollo debe ser el mínimo necesario para pasar las pruebas previamente definidas.

- **Programación en pares**

XP propone que se desarrolle en pares de programadores, ambos trabajando juntos en un mismo ordenador. Si bien parece que esta práctica duplica el tiempo asignado al proyecto (y, por ende, los costos en recursos humanos), al trabajar en pares se minimizan los errores y se logran mejores diseños, compensando la inversión en horas. El producto obtenido es por lo general de mejor calidad que cuando el desarrollo se realiza por programadores individuales.

d) Pruebas:

- **Pruebas unitarias**

Las pruebas unitarias son una de las piedras angulares de XP. Todos los módulos deben de pasar las pruebas unitarias antes de ser liberados o publicados. Por otra parte, como se mencionó anteriormente, las pruebas deben ser definidas antes de realizar el código (“Test-driven programming”). Que todo código liberado pase correctamente las pruebas unitarias es lo que habilita que funcione la propiedad colectiva del código. En este sentido, el sistema y el conjunto de pruebas debe ser guardado junto con el código, para que pueda ser utilizado por otros desarrolladores, en caso de tener que corregir, cambiar o recodificar parte del mismo (Joskowicz, 2008).

- **Detección y corrección de errores**

Cuando se encuentra un error (“bug”), éste debe ser corregido inmediatamente, y se deben tener precauciones para que errores similares no vuelvan a ocurrir. Asimismo, se generan nuevas pruebas para verificar que el error haya sido resuelto (Joskowicz, 2008).

- **Pruebas de aceptación**

Las pruebas de aceptación son creadas en base a las historias de usuarios, en cada ciclo de la iteración del desarrollo. El cliente debe especificar uno o diversos escenarios para comprobar que una historia de usuario ha sido correctamente implementada. Las pruebas de aceptación son consideradas como “pruebas de caja negra” (“Black box system tests”). Los clientes son responsables de verificar que los resultados de estas pruebas sean correctos. Asimismo, en caso de que fallen varias pruebas, deben indicar el orden de prioridad de resolución (Joskowicz, 2008).

3.2.3.3 Valores de la XP

XP se basa en cuatro valores, que deben estar presentes en el equipo de desarrollo para que el proyecto tenga éxito:

- Comunicación



- Simplicidad
- Retroalimentación

3.2.4 Arquitectura de una aplicación web

a) Base de datos

Es una colección organizada de datos almacenados en un sistema informático al que se puede acceder y gestionar de manera eficiente y estructurada. En otras palabras, una base de datos es un archivo electrónico que contiene información organizada de manera que se pueda acceder, administrar y actualizar fácilmente (Piszo Gomez, y otros, 2017).

b) MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto y uno de los sistemas de bases de datos más populares del mundo. MySQL utiliza SQL (lenguaje de consulta estructurado) para acceder y procesar datos en una base de datos relacional. Permite a los usuarios crear y editar tablas, insertar y actualizar datos, ejecutar consultas y más. MySQL también es conocido por su alta escalabilidad y rendimiento, lo que lo hace popular entre los sitios web y aplicaciones de grandes empresas (Piszo Gomez, y otros, 2017).

c) HTTP

Significa "Protocolo de transferencia de hipertexto", un protocolo utilizado en la World Wide Web para transferir datos entre clientes (como navegadores web) y servidores que alojan sitios web (Niño, 2012). HTTP define la sintaxis y la semántica utilizadas para comunicarse entre navegadores web y servidores, permitiendo la transferencia de información como páginas web, imágenes, videos y otro contenido que un cliente envía una solicitud a un servidor y el servidor responde con el contenido solicitado. (Niño, 2012).

d) MVC

Propone la construcción de tres componentes distintos, que son el modelo, la vista y el controlador. El modelo contiene la principal funcionalidad y la información, la vista muestra la información al usuario y los controladores manejan las entradas del usuario (Nyheim, 2019):



- **Modelo**

El modelo permite agrupar los componentes asociados a la gestión de los datos y su almacenamiento. Cuando algo cambia en el modelo, este les notifica a otros componentes llamados «controladores» para que actúen en consecuencia. Muchas veces es una capa que representa el estado de la aplicación, pero, en otros casos, puede mantener conexión directa con la base de datos o el medio de persistencia elegido (Nyheim, 2019).

- **Vista**

La vista permite agrupar los componentes que se presentan al usuario. Un sistema puede tener diferentes vistas (web o mobile) asociadas al mismo modelo y controllers. Presenta el modelo (información y lógica de negocio) en un formato adecuado para interactuar (usualmente, la interfaz de usuario); por tanto, requiere de dicho modelo la información que debe representar como salida (Nyheim, 2019).

- **Controlador**

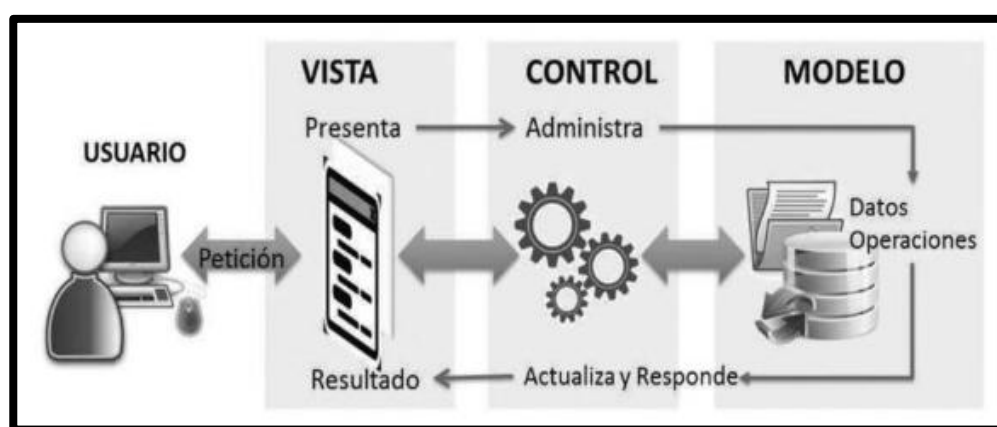
El controlador maneja eventos; normalmente, son acciones que el usuario invoca, maneja los cambios en el modelo y también en la vista. Representa a los componentes de la toma de decisiones y permite relacionar el modelo con las diferentes vistas o representaciones en un sistema. También puede enviar comandos a su vista asociada si se solicita un cambio en la forma en que se presenta el modelo; por tanto, se podría decir que el controlador hace de intermediario entre la vista y el modelo (Nyheim, 2019).

El mecanismo de trabajo del patrón MVC es el siguiente: el modelo proporciona datos y lógica, la vista es responsable de la visualización de los datos y el controlador proporciona coordinación entre el modelo y la vista de acuerdo con el modo de presentación requerido por el usuario. Curiosamente, las vistas y los controladores dependen del modelo, no al revés. Esto se debe, principalmente, a que el modelo puede funcionar de forma independiente de las otras capas (Nyheim, 2019).



A continuación, analizamos el ciclo de vida de este patrón con las diferentes fases por las que pasa la petición:

- El usuario realiza una petición y el controlador captura la petición del usuario.
- El controlador llama al modelo.
- El modelo interactúa con la base de datos.
- El modelo retorna la información al controlador.
- El controlador recibe la información y la envía a la vista.
- La vista procesa la información recibida y la entrega al usuario.



FUENTE: Rouhiainen, 2018

Figura 3 — Diagrama de MVC

3.2.5 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Para ello, utilizan algoritmos que les permiten aprender a partir de datos y tomar decisiones de forma similar a las personas. A diferencia de los seres humanos, los sistemas de IA pueden trabajar sin descanso y analizar grandes cantidades de información al mismo tiempo, lo que reduce los errores en muchas tareas (Rouhiainen, 2018).

Actualmente, la IA puede realizar actividades que antes solo podían hacer los humanos y se utiliza para mejorar la eficiencia en casi todos los ámbitos de la vida. Sin embargo, su rápido crecimiento también hace necesario analizar y prevenir los posibles riesgos y desventajas que puede generar (Rouhiainen, 2018).

La inteligencia artificial tiene aplicaciones en casi todos los sectores, y muchas de ellas están creciendo rápidamente en la actualidad (Rouhiainen, 2018).

3.2.5.1 Deep learning

Una de las aplicaciones más poderosas y de mayor crecimiento de la inteligencia artificial es el aprendizaje profundo (en inglés, deep learning). Se trata de un subcampo del aprendizaje automático que se utiliza para resolver problemas muy complejos y que normalmente implican grandes cantidades de datos (Rouhiainen, 2018).

El aprendizaje profundo se produce mediante el uso de redes neuronales, que se organizan en capas para reconocer relaciones y patrones complejos en los datos. Su aplicación requiere un enorme conjunto de información y una potente capacidad de procesamiento. Actualmente, se utiliza en el reconocimiento de voz, el procesamiento del lenguaje natural, la visión artificial y la identificación de vehículos en los sistemas de asistencia al conductor (Rouhiainen, 2018).

Podemos ver un ejemplo claro en las traducciones realizadas en Facebook, que reveló recientemente que, gracias al aprendizaje profundo, había podido efectuar alrededor de 4.500 millones de traducciones diarias. Éstas tienden a ser segmentos de textos cortos, como las actualizaciones de estado publicadas por los usuarios en sus perfiles. Sin el aprendizaje profundo, sería muy costoso y se requeriría un gran equipo de personas para poder ofrecer el mismo servicio (Rouhiainen, 2018).

En aras de la simplicidad, en este libro se utiliza principalmente el término «inteligencia artificial, a pesar de que muchas veces pueda referirme técnicamente al aprendizaje profundo o al aprendizaje automático (Rouhiainen, 2018).

3.2.6 Redes neuronales

Las redes neuronales intentan imitar el comportamiento del cerebro humano, que se caracteriza por la experiencia y la adquisición de conocimientos a partir de un



conjunto de datos. La red neuronal se basa en la estructura neuronal del cerebro mediante el modelado por computadora y la estructura de procesamiento con ciertas propiedades de computación paralela. Debido a la estructura física del sistema, su arquitectura se asemeja a la estructura de una red neuronal biológica (Basogain Olabe, 2016):

- **Aprender**

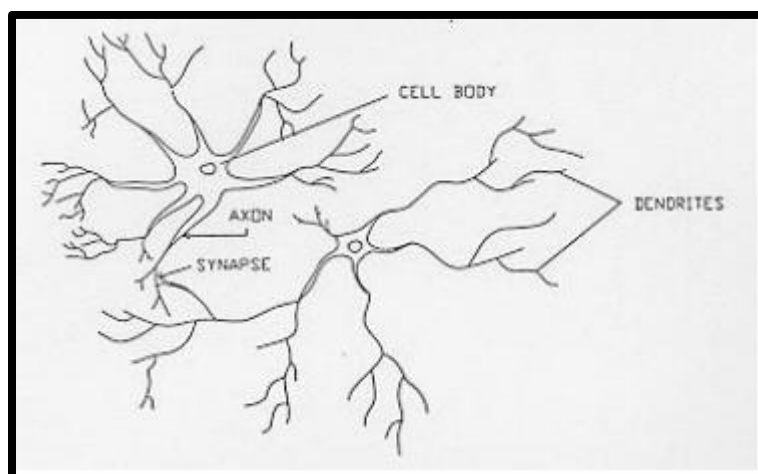
Adquirir conocimiento de algo a través del estudio, la práctica o la experiencia. Las redes neuronales artificiales pueden cambiar su comportamiento en función del entorno. Ven un conjunto de entradas y se ajustan para obtener un resultado consistente. (Basogain Olabe, 2016).

- **Generalizar**

Extender o extender algo. Las RNA se generalizan automáticamente debido a su estructura y naturaleza. Estas redes son capaces de proporcionar respuestas correctas a entradas en un rango con pequeñas variaciones debido al ruido o la distorsión (Basogain Olabe, 2016).

- **Abstraer**

La cualidad de un objeto visto en aislamiento o aislamiento mental. Algunas redes neuronales artificiales son capaces de abstraer la naturaleza de un conjunto de entradas que aparentemente no tienen aspectos comunes o esenciales. (Basogain Olabe, 2016).

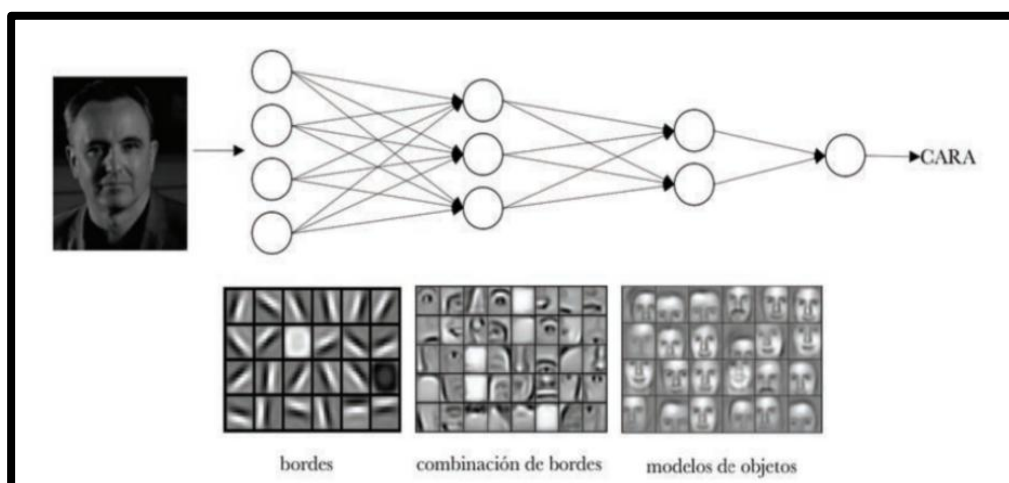


FUENTE: Basogain Olabe, 2016

Figura 4 — Redes neuronales artificiales

3.2.7 Redes neuronales convolucionales

Es un tipo de red de deep learning especializada en el análisis de imágenes y muy utilizada en visión por computador. Su principal característica es que asume que la entrada es una imagen, lo que le permite aprender automáticamente características visuales como bordes, formas y texturas, y combinarlas para reconocer objetos complejos, como una cara, considerando la relación entre sus partes (Torres, 2020).



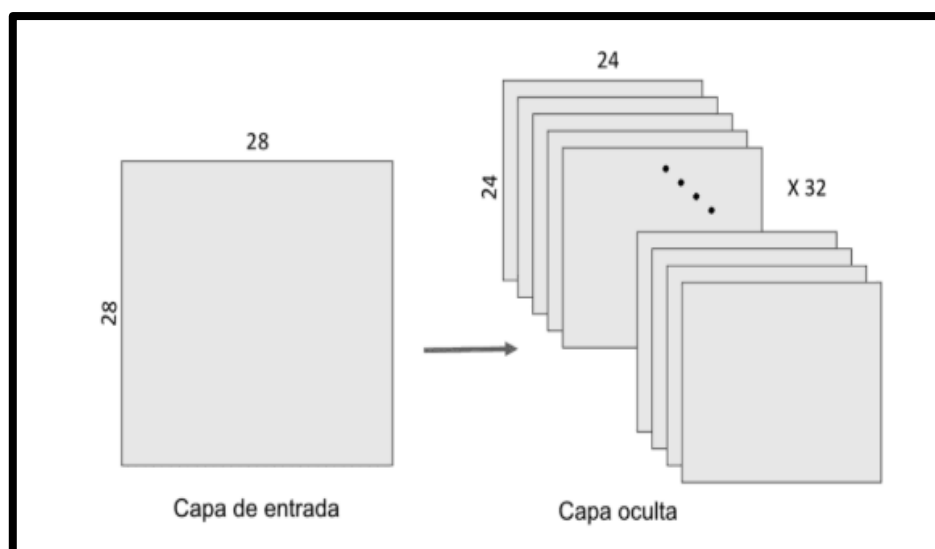
FUENTE: Torres, 2020

Figura 5 — Red neuronal convolucional

3.2.7.1 Operación de pooling

Las redes neuronales convolucionales acompañan a la capa de convolución con unas capas de pooling -que podríamos traducir por agrupación, que suelen ser aplicadas inmediatamente después de las capas convolucionales. Una primera aproximación para entender para qué sirven estas capas es considerar que las capas de pooling hacen una simplificación de la información recogida por la capa convolucional y crean una versión condensada de la información contenida en esta capa (Torres, 2020).

En nuestro ejemplo de dígitos MNIST, vamos a escoger una ventana de 2×2 sobre la capa convolucional y vamos a sintetizar la información en un punto en la capa de pooling (Torres, 2020).



FUENTE: Torres, 2020

Figura 6 — Capa pooling

3.2.8 Modelos pre entrenados de redes neuronales convolucionales existentes

Las computadoras actuales tienen núcleos y procesadores más eficientes, lo que nuevamente ha dado a las redes neuronales un tema de investigación. Y al igual que este progreso en la calidad de las computadoras, el conocimiento en muchos campos diferentes ha aumentado en los últimos años (Berrones Reyes, 2019).

3.2.8.1 ArcFace

Es un método avanzado de reconocimiento facial basado en *Deep Learning*, diseñado para mejorar la discriminación entre rostros de diferentes personas. Fue propuesto como una función de pérdida (*loss function*) llamada Additive Angular Margin Loss, que se utiliza durante el entrenamiento de redes neuronales convolucionales para reconocimiento facial (Deng, y otros, 2015).

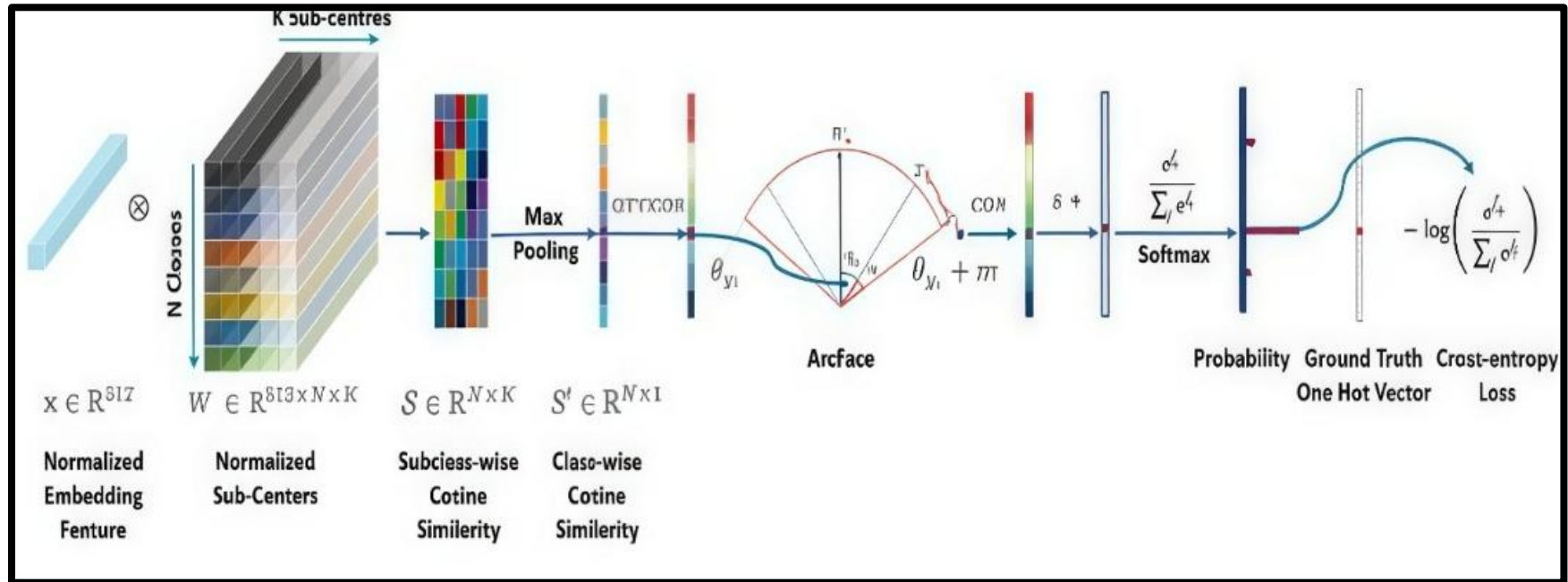
El objetivo principal de ArcFace es lograr que las imágenes de una misma persona estén más juntas en el espacio de características, mientras que las de personas distintas estén más separadas. Para ello, introduce un margen angular entre las clases, lo que mejora significativamente la precisión del sistema (Deng, y otros, 2015).

ArcFace representa los rostros como vectores normalizados en un espacio angular. Al añadir un margen en el ángulo entre estos vectores, el modelo

aprende límites de decisión más estrictos y claros. Esto hace que el sistema sea más robusto frente a variaciones como iluminación, expresiones faciales, poses o edad (Deng, y otros, 2015).

Gracias a este enfoque, ArcFace ha alcanzado resultados sobresalientes en benchmarks de reconocimiento facial y es ampliamente utilizado en aplicaciones como:

- Verificación de identidad
- Sistemas de seguridad y control de acceso
- Autenticación biométrica
- Vigilancia inteligente



FUENTE: Deng y otros, 2015

Figura 7 — Entrenamiento del modelo de reconocimiento facial ArcFace

- **Normalized Embedding Feature:** La red extrae vector de características de dimensión 512 (embedding) y este vector se normaliza, para esta pueda trabajar solo en un importe de ángulo. Cada rostro queda representado como un punto sobre una esfera.
- **Normalized Sub-Centers:** Cada clase (persona) tiene un K-Centros, para que permita modelar variaciones de iluminación, expresión y pose esto ayuda a que mejore la representación de una persona con múltiples apariencias.
- **Subclass Cosine Similarity:** Una matriz de similitudes entre el rostro y todos los sub-centros, se calcula la similitud de cocenos entre embedding (extraen características visuales relevantes) y sub centros.
- **Max Pooling:** Para cada clase, se elige el sub-centro con mayor similitud coseno y se toma la mejor representación de cada persona frente al rostro evaluado.
- **ArcFace – Margen Angular:** Se obtiene el ángulo utilizando el $\theta = \arccos(\cos(\theta))$, la clase correcta se le añade un margen angular m y se vuelve a calcular $\cos(\theta + m)$, con este proceso obliga a que los embeddings de la misma persona estén más cerca angularmente.
- **Escalamiento:** Coseno produce valores entre $[-1, 1]$ y con el escalamiento estabiliza el entrenamiento mejorando la convergencia del softmax. El softmax convierte las similitudes en probabilidades a cada clase.
- **Ground Truth (One-Hot Vector):** Se compara la salida del softmax con la clase real el cual vale 1 y el resto 0.
- **Cross-Entropy Loss:** Verifica si el rostro no está suficientemente cerca de su clase real y si está demasiado cerca de otras clases.



3.2.8.2 FaceNet

Es un modelo de deep learning diseñado para el reconocimiento y verificación facial. Su objetivo principal es aprender de imágenes de rostros una representación numérica compacta (embedding) en un espacio euclidiano en el que la distancia entre vectores refleja directamente la similitud entre caras: rostros de la misma persona quedan cerca, y los de personas diferentes quedan lejos.

A diferencia de otros enfoques que optimizan capas intermedias, FaceNet optimiza directamente estos vectores de representación utilizando una función de pérdida conocida como triplet loss. Esta técnica compara tres imágenes a la vez (ancor, positiva, negativa) para minimizar la distancia entre pares de la misma identidad y maximizarla entre distintas.

Este método logró resultados de vanguardia en benchmarks de reconocimiento facial como Labeled Faces in the Wild, alcanzando precisiones muy altas con vectores de solo 128 dimensiones.

FaceNet se utiliza ampliamente en sistemas de verificación de identidad, control de acceso, seguridad biométrica y cualquier aplicación que requiera comparar rostros con alta precisión.

a) Funcionamiento

Una CNN procesa la imagen del rostro. La red genera un vector de 128 dimensiones que representa el rostro. Se entrena usando Triplet Loss, comparando:

- Una imagen base (*anchor*).
- Una imagen de la misma persona (*positive*).
- Una imagen de otra persona (*negative*).

El modelo aprende a minimizar la distancia entre rostros iguales y maximizarla entre rostros diferentes.

El reconocimiento se realiza midiendo distancias euclidianas entre vectores.

3.2.8.3 FaceRecognition

Es una tecnología biométrica que permite identificar o verificar la identidad de una persona a partir de una imagen o un video de su rostro. Funciona analizando características faciales distintivas como la distancia entre los ojos, la forma de la nariz o el contorno del rostro y convirtiéndolas en una representación numérica que puede compararse con otras almacenadas en una base de datos (Alireza Sepas, y otros, 2019).

En los sistemas modernos, el reconocimiento facial se basa en redes neuronales profundas, especialmente redes neuronales convolucionales (CNN). Estos modelos aprenden automáticamente representaciones faciales robustas (embeddings), lo que permite reconocer a una persona incluso con cambios de iluminación, expresión facial, ángulo o edad (Alireza Sepas, y otros, 2019).

a) Funcionamiento:

- Captura de la imagen
- Detección del rostro
- Alineación y normalización
- Extracción de características
- Generación del embedding
- Comparación
- Decisión

3.2.8.4 Ventajas de registro de asistencia por reconocimiento facial:

- Es una de las biometrías más completas y robustas.
- Solo requiere una webcam convencional, sin necesidad de hardware adicional.
- Permite la autenticación en toda la sesión de clases.
- Posibilita el seguimiento del alumno a lo largo de múltiples sesiones de clases.
- Presenta una buena relación coste-efectividad.

- Suplantación de identidad en la sesión de clases (Rivas, y otros, 2017).

3.2.8.5 Desventajas de registro de asistencia por reconocimiento facial:

- Depende de la calidad de la cámara y de las condiciones de iluminación.
- Puede generar preocupaciones sobre la privacidad y el uso de datos biométricos.
- Su eficacia puede verse afectada por cambios físicos del usuario (iluminación, ángulo, expresiones).
- Requiere una conexión estable para realizar el análisis continuo (Rivas, y otros, 2017).

3.2.9 Técnicas de entrenamiento

a) MTCNN

Es un método de detección y alineación de rostros basado en redes neuronales convolucionales profundas. Es decir, este método puede realizar la detección y alineación de rostros simultáneamente. En comparación con el método tradicional, MTCNN ofrece un mejor rendimiento, permite localizar el rostro con precisión y es más rápido. Además, MTCNN puede detectar en tiempo real. MTCNN consta de tres cascadas de redes neuronales: P-Net, R-Net y O-Net. Para lograr el reconocimiento facial a escala unificada, la imagen original debe escalarse a diferentes escalas para formar una pirámide de imágenes antes de utilizar estas redes.

- **P-net:** Es una red convolucional completa que se utiliza para generar vectores de regresión de ventana y borde candidatos, Propone regiones candidatas donde podría haber una cara.
- **R-net:** Se ingresará a R-Net a través de las ventanas candidatas de p-net, se rechazará la mayoría de las ventanas falsas y se continuará utilizando la regresión de caja y la fusión, Refina las regiones candidatas.

- **O-Net:** Ajusta bounding boxes y detecta landmarks (ojos, nariz, boca, etc.).

b) Haar-Cascade

El algoritmo funciona mediante un conjunto de clasificadores entrenados, conocidos como características tipo Haar, que son esencialmente patrones rectangulares de píxeles con valores de brillo variables. Estos clasificadores se utilizan para escanear una imagen a diferentes escalas y posiciones para detectar objetos que coinciden con un conjunto específico de características. El clasificador en cascada de Haar se entrena con un amplio conjunto de datos de imágenes positivas y negativas. Las imágenes positivas contienen los objetos que el algoritmo busca detectar, mientras que las negativas contienen otros objetos o elementos de fondo.

Durante el entrenamiento, el algoritmo construye un modelo que puede diferenciar entre las imágenes positivas y negativas.

El algoritmo del Clasificador en Cascada de Haar para la detección de rostros es un proceso multietapa que consta de varios pasos:

- Recolección de datos
- Extracción de características
- Entrenamiento de clasificadores
- Clasificador en cascada
- Detección de rostros
- Procesamiento

3.2.10 Registro de asistencia

El registro de asistencia es un proceso de control de acceso y permanencia que permite validar la identidad de un usuario en un tiempo y espacio determinado. En entornos académicos, evoluciona de un simple listado manual que garantiza la autenticidad y el no repudio de la asistencia (Laudon, y otros, 2019).



3.2.10.1 Ley universitaria

La asistencia a las actividades académicas constituye un pilar fundamental en el proceso de formación universitaria, no solo como una métrica administrativa, sino como un requisito legal y pedagógico de carácter obligatorio. Este concepto se sustenta en una estructura jerárquica que vincula la normativa nacional con la reglamentación institucional (Congreso de la Republica , 2014).

En primer término, la Ley Universitaria N° 30220, en su Artículo 99, establece los deberes del estudiante, destacando la obligación de cumplir con los reglamentos internos y dedicarse con responsabilidad a su formación académica y profesional. Bajo este marco legal, el registro de asistencia se convierte en el instrumento técnico que certifica el cumplimiento de dichas obligaciones y garantiza que el estudiante ha completado las horas lectivas exigidas para la obtención de grados y títulos, conforme al régimen de estudios previsto en el Artículo 40 de la referida ley (Congreso de la Republica , 2014).

3.2.10.2 Reglamento académico

A nivel institucional, y en ejercicio de su autonomía normativa (Art. 8 de la Ley 30220), de la UNAMBA precisa estas disposiciones a través del Reglamento Académico General (Resolución N° 471-2019-CU-UNAMBA). En este documento, el registro de asistencia adquiere un carácter determinante para la permanencia del estudiante en el ciclo académico (Consejo Universitario , 2019):

- **Condición de evaluación (Art. 74°):** Se establece de manera taxativa que el acumulado de inasistencias superior al 30% en una asignatura inhabilita al estudiante de ser evaluado, asumiendo el registro de asistencia como un filtro crítico de carácter eliminatorio (Consejo Universitario , 2019).
- **Puntualidad y disciplina (Art. 75°):** La norma define la asistencia no solo como presencia física, sino como puntualidad,



otorgando una tolerancia máxima de diez (10) minutos; superado este tiempo, el registro se consigna como inasistencia, lo cual refuerza la formación en hábitos de responsabilidad profesional (Consejo Universitario , 2019).

- **Control y responsabilidad (Art. 76° y 77°):** La normativa asigna al docente la responsabilidad directa de llevar el control de asistencia y al Departamento Académico la vigilancia del cumplimiento de las horas programadas, otorgando al registro la validez de documento oficial de gestión académica (Consejo Universitario , 2019).

En conclusión, el registro de asistencia es la evidencia formal que permite a la universidad validar que el proceso de enseñanza-aprendizaje ha ocurrido de manera efectiva, siendo el sustento legal que permite o restringe el derecho a la evaluación del estudiante según su compromiso con la presencialidad.

3.2.10.3 Proceso de registro asistencia

El proceso de registro de asistencia se define como el conjunto de actividades orientadas a la captura, validación, almacenamiento y gestión de la información relacionada con la presencia de los estudiantes en una sesión académica, constituyendo un componente esencial de los sistemas de información educativa (Laudon, y otros, 2019).

En la actualidad el proceso de registro de asistencia se realiza de forma tradicional en la que el docente llama a cada estudiante y verifica su asistencia en la sesión de clases.



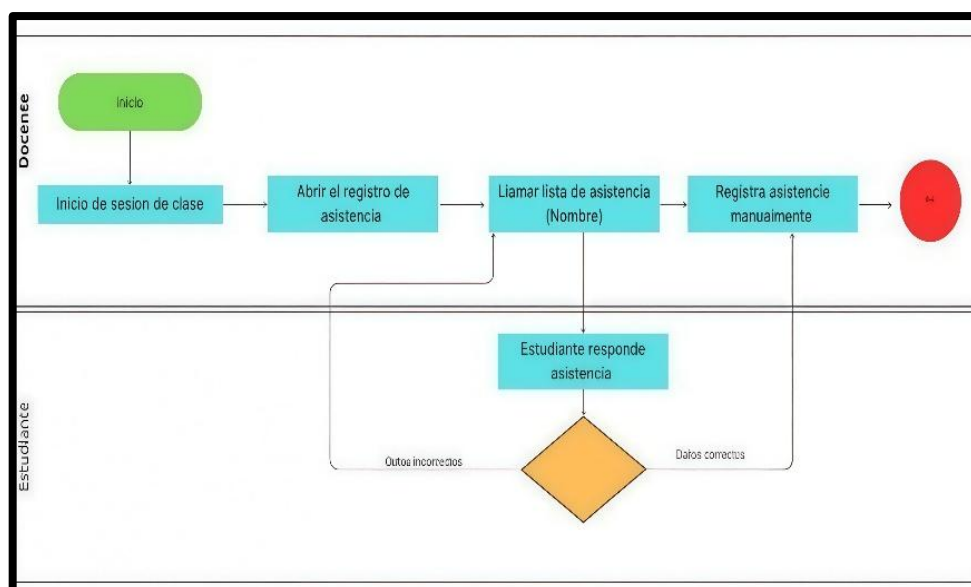


Figura 8 — Procesos de registro de asistencia - Sistema tradicional

Figura 9 — Formato de registro asistencia - UNAMBA

3.2.10.4 Tiempo de preparación del registro de asistencia

Corresponde al tiempo transcurrido desde que el docente ingresa al aula y se posiciona en su escritorio hasta que dispone completamente de los materiales o recursos necesarios para iniciar el registro formal de asistencia. Este intervalo comienza cuando el docente se ubica en el lugar desde el cual realizará el registro y finaliza cuando ha completado todas

las acciones preparatorias y cuenta con el medio de registro listo para su uso inmediato.

Dicho medio puede consistir en una hoja de papel y un lápiz dispuestos sobre el escritorio con la sección de asistencia previamente identificada, en el caso del método manual, o en una laptop encendida con el software de hoja de cálculo abierto y el archivo específico de asistencia cargado y visible en pantalla, en el caso del método digital.

Actividades incluidas en el tiempo:

- Sacar los materiales (cuaderno, lista impreso) de la mochila o carpeta.
- Encender la laptop y esperar a que cargue el sistema operativo.
- Buscar y abrir el archivo digital de asistencia en la computadora.
- Buscar la pestaña, hoja o columna correspondiente a la fecha del día.

3.2.10.5 Tiempo de registro de asistencia

El tiempo del registro de asistencia es el intervalo cronológico medido desde el momento en que el docente pronuncia el nombre del primer estudiante para iniciar el proceso formal de toma de asistencia, hasta el instante en que se registra o valida la condición (asistencia, tardanza, ausencia) del último estudiante en la lista oficial.

Actividades que se realizan:

- Llamar el nombre de cada estudiante en secuencia.
- Esperar y escuchar la respuesta del estudiante ("presente", "aquí").
- Realizar la marca manual en la hoja o lista.
- Hacer clic en la celda correspondiente en una hoja de cálculo.
- Verificar visualmente al estudiante que responde para evitar confusiones.
- Registrar incidencias como "tardanza" o "justificante".
- Corregir un error en el registro de un estudiante previo.



- El procesamiento de reconocimiento facial de cada estudiante por parte del sistema automático.

3.2.10.6 Consolidación de registro de asistencia

La consolidación de registro de asistencia es el documento mediante el cual se reúnen, resumen y organizan los datos diarios de asistencia de los estudiantes durante el semestre académico.

Según Reglamento Académico General artículo X: De la asistencia y la evaluación. Se establece que el acumulado de inasistencias superior al 30% en una asignatura inhabilita al estudiante de ser evaluado, asumiendo el registro de asistencia como un filtro crítico de carácter eliminatorio (Consejo Universitario , 2019).

3.3 Marco conceptual

- a) **Aplicación web con redes neuronales convolucionales:** Es un sistema informático que utiliza arquitecturas de aprendizaje profundo inspiradas en la corteza visual humana para el análisis de datos con estructura de cuadrícula, como imágenes o videos (LeCun, 1998).
- b) **Registro de asistencia:** Sistema de control para verificar la presencia y permanencia de usuarios mediante la captura de datos temporales y de identidad (Chiavenato, 2020).
- c) **Neuronas artificiales:** Una red neuronal artificial consiste en neuronas artificiales interconectadas y organizadas en distintos niveles conocidos como capas.
- d) **Detección:** Es el descubrimiento mediante un aparato algo que no puede ser vistos en una forma directa.
- e) **Accuracy:** Se trata de la precisión de las predicciones realizadas por un modelo de clasificación, siendo una de las métricas clave para evaluar diferentes modelos de clasificación.
- f) **Pooling:** Indica la unión y el aprovechamiento de recursos con el fin de mejorar los procedimientos operativos.



- g) **Pixel:** Es el punto más pequeño que forma una imagen en una pantalla o fotografía digital.
- h) **Proceso:** Conjunto de actividades sistemáticas mediante las cuales se identifica, verifica en cumplimiento de una tarea específica.
- i) **Registro de asistencia:** Es considerar la presencia de individuos en una actividad determinada.
- j) **Fotografía:** Es capturar una imagen en una superficie mediante una luz.
- k) **Python:** Es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y de propósito general, conocido por su sintaxis clara y legible. Se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones.
- l) **Interfaz gráfica:** Es todo lo que una persona ve y usa para interactuar en una aplicación, páginas web, programas y dispositivos.
- m) **Framework:** Es un marco de trabajo en el ámbito de la programación que facilita y acelera la construcción de aplicaciones utilizando cualquier lenguaje de programación.
- n) **OpenCV:** Es una biblioteca de código abierto que incluye cientos de algoritmos de visión artificial, tiene una estructura modular, lo que significa que el paquete incluye varias bibliotecas compartidas o estáticas.
- o) **MTCNN:** Es un método que sirve para detectar caras en una imagen, funciona como buscador de rostros inteligente.
- p) **Tiempo de preparación de registro de asistencia:** Corresponde al tiempo transcurrido desde que el docente ingresa al aula y se posiciona en su escritorio hasta que dispone completamente de los materiales o recursos necesarios para iniciar el registro formal de asistencia.
- q) **Tiempo de registro de asistencia:** El tiempo del registro de asistencia es el intervalo cronológico medido desde el momento en que el docente pronuncia el nombre del primer estudiante para iniciar el proceso formal de toma de asistencia, hasta el instante en que se registra o valida la condición (asistencia, tardanza, ausencia) del último estudiante en la lista oficial.



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

Es una investigación aplicada, hace referencia al estudio e investigación científica que busca resolver problemas prácticos. Su objetivo es encontrar conocimientos que se pueden aplicar para resolver problemas (Pereyra Enrique, 2020).

La información aplicada es utilizada para encontrar soluciones del día a día, desarrollar tecnologías innovadoras (Pereyra Enrique, 2020).

La investigación se centró en la aplicación de las redes neuronales convolucionales para evaluar su eficacia en la detección de imágenes a través del reconocimiento facial. Esto se llevó a cabo mediante la medición del registro de asistencia en la EAPIIS de la UNAMBA, así como el tiempo requerido para la detección.

b) Nivel de investigación

El nivel de investigación que se utilizó es de nivel explicativo, en la investigación mixta se enfoca en la comprensión de las relaciones de causa y efecto entre variables al combinar métodos cuantitativos y cualitativos (Medina Romero, y otros, 2023).

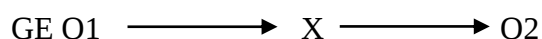
Asimismo, el estudio tiene un alcance descriptivo complementario, ya que permite observar, medir y caracterizar el comportamiento de variables específicas, como la comparación de modelos de reconocimiento facial, la consolidación de los registros de asistencia y la evaluación de la usabilidad mediante el cuestionario CSUQ.

4.2 Diseño de la investigación

La investigación presenta un diseño de investigación mixto que combina cuasi experimental con un alcance descriptivo simple:



- a) El diseño cuasi experimental con manipulación de variables, pero sin asignación aleatoria completa, de un solo grupo, también llamado diseño pre-test post-test de un solo grupo, consiste en aplicar una intervención o tratamiento a un único grupo de participantes, realizando una medición antes y después de la intervención. No existe grupo de control ni asignación aleatoria, por lo que el mismo grupo funciona como su propio punto de comparación (Campbell, y otros, 1963).



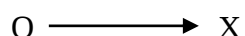
donde

- O1 Medición pre-test (antes de la aplicación web);
- X Variable independiente (aplicación web);
- O2 Medición post-test (después de la aplicación web).

- b) De manera complementaria, se utilizó el diseño descriptivo simple, para analizar aspectos que no implicaron manipulación de variables, como:

- La comparación de modelos de reconocimiento facial, La consolidación de registros de asistencia y la evaluación de la usabilidad de la aplicación web mediante el cuestionario CSUQ.

Este diseño permitió observar, medir y describir el comportamiento de las variables en su contexto natural.



donde

- O Comparación de modelos, consolidación de registro de asistencia;
- X Aplicación web.

4.3 Población y muestra

c) Población

La población del presente estudio estuvo conformada por los estudiantes pertenecientes a la EAPIIS de la UNAMBA, quienes se encontraban debidamente matriculados durante el semestre académico 2025. La información necesaria para la identificación y caracterización de dicha población fue obtenida a partir de los registros oficiales proporcionados por la Unidad de Servicios Académicos de la mencionada escuela profesional. Estos datos constituyeron la base fundamental para el proceso de determinación de la muestra, garantizando así la representatividad y validez del estudio.

$$N = 479$$

d) Muestra

La muestra fue seleccionada de manera no probabilística por conveniencia, considerando la accesibilidad de los participantes y la disponibilidad para recolectar datos (Tamara Otzen, y otros, 2017).

Para alcanzar el tamaño muestral de 141 estudiantes, se incluyeron cinco cursos de la EAPIIS, los cuales fueron seleccionados debido a que contaban con grupos completos y permitieron una adecuada aplicación del instrumento de evaluación. La suma del total de estudiantes matriculados en dichos cursos conformó la muestra final del estudio.

Tabla 2 — Grupos de muestra

Cursos	Cantidad de estudiantes
Inglés	30
Estructura de datos	34
Base de datos I	34
Sistemas distribuidos	26
Computación gráfica	17
TOTAL	141

$$n = 141$$



4.4 Procedimiento

Se realizó los siguientes procedimientos:

I. Fase: Se realizó recolección de información sobre la asistencia en la EAPIIS:

- Encuesta a estudiantes y docentes.
- Lista de estudiantes actual de los grupos de la muestra.

II. Fase: Se selecciono el modelo CNN para el reconocimiento facial:

- Redimensionamiento de imágenes según modelo CNN.
- Codificación de modelos de CNN: Se implementaron los modelos Arcface, FasNet, FaceRecognition.

III. Fase: Se desarrollo la aplicación web con metodología XP

a) Planificación:

- **Historia de usuario:** Recopilar requisitos de los usuarios como paso previo a la implementación correspondiente.
- **Iteración:** Desarrollar un conjunto específico de requisitos funcionales basados en las historias de usuario establecidas.
- **Velocidad del proyecto:** Estimación del tiempo necesario para completar todo el desarrollo del proyecto.
- **Reunión diaria:** Encuentro regular para revisar avances y abordar problemas en el equipo del proyecto.

b) Diseño:

- **Diseños fáciles:** Diseñar interfaces gráficas de usuarios entendibles.
- **Metáfora del sistema:** Definir la estructura arquitectónica que guía la forma de trabajo.

c) Codificación:

- **Estándares de codificación:** Los patrones permiten que los algoritmos en su codificación de aplicaciones web sean verificados.
- **Propiedad colectiva de código:** Todos los miembros del equipo crean los algoritmos, por lo que deben informar sobre los patrones que utilizan o los cambios que realizan.



d) Pruebas

Las pruebas de aceptación ayudan a determinar si han realizado las actividades o tareas especificadas en los requisitos funcionales.

IV. Fase:

- Se aplicaron los instrumentos de recolección de datos.
- Se registró información antes de la aplicación web.
- Se registró información después de la aplicación web.
- Se elaboraron figuras y tablas de datos analizados y procesados.

V. Fase:

- Se realizaron comparativos de los datos en los resultados obtenidos.
- Se analizaron los resultados finales.

VI. Fase: Aplicación web

- Se realizó la evaluación de la aplicación web mediante el cuestionario CSUQ.

VII. Fase:

- Se elaboró el contenido del informe final.

4.5 Técnicas e instrumentos

4.5.1 Técnicas

a) Encuestas

La encuesta se basa en un cuestionario o conjunto de preguntas que se preparó con el propósito de obtener información de las personas, pero cada vez pierde más credibilidad debido al sesgo de las personas encuestadas (Bernal Torres, 2010).

b) Observación

Se utilizó la observación para registrar de manera objetiva los tiempos y el desarrollo del proceso de registro de asistencia antes y después de la implementación de la aplicación web.



4.5.2 Instrumentos

La información necesaria para el presente proyecto de investigación se obtendrá de los siguientes instrumentos de recolección de información:

a) Cuestionario de tiempo de registro sin aplicación web

Se utilizó para recopilar información sobre los tiempos antes del uso de la aplicación web desarrollada.

b) Registros de asistencias manuales

- **Registro de asistencia tradicional**

Este registro se utilizó para verificar la cantidad de estudiantes y el procedimiento de almacenamiento de los registros de asistencia realizados de manera manual, mediante el uso de hojas físicas, permitiendo el control y resguardo de la información registrada.

c) Cámara de seguridad y web cam

Se dispuso de dos dispositivos de captura de imagen independientes. El primero se dedicó exclusivamente a la etapa de adquisición y recolección de datos para la conformación del conjunto de entrenamiento (Dataset). El segundo dispositivo se utilizó durante la fase de validación, ejecutando las pruebas de los modelos entrenados y verificando la funcionalidad operativa de la aplicación en tiempo real.

Características de las 02 cámaras se adjunta a continuación:

- **Alcance IR (Infra roja):** 30m - 50m (promedio).
- **Material:** Metal (para anti vandalismo) o policarbonato reforzado.
- **Alimentación:** 12V DC o PoE (Power over Ethernet en modelos IP).
- **Tecnologías:** WDR (para compensar luz de fondo), DNR (reducción de ruido digital).



Figura 10 — Cámara de seguridad tipo tubo

- Alta definición FULL HD 1080P WEBCAM e imágenes en color verdadero.
- 1920 x1080P con doble micrófono incorporado.
- Ángulo ajustable hacia arriba y hacia abajo.
- Lente óptica, alta precisión y sin imágenes distorsionadas.
- Enfoque automático.
- Diseñado tanto para computadora portátil como de escritorio.
- Compatible con USB 2.0.
- Ajuste automático del brillo.
- Balance de blancos automático, corrección automática de color.
- Soporte para Windows 2000 / XP / 7/ 8/ 10/ 11 y MAC
- Admite varios programas de video para reuniones.
- Compatible con todos los programas y aplicaciones de videoconferencia.



Figura 11 — Cámara web para PC

d) Cuestionario CSUQ

Se utilizó como instrumento de medición con el propósito de evaluar el nivel de usabilidad del sistema desde la percepción de los usuarios:

- Calidad del sitio web.
- Calidad de la información del sitio web.
- Calidad de la interfaz del sitio web.

4.6 Análisis estadístico

- Prueba para una media poblacional relacionados con una población lo que se quiere probar es si la media población μ , con μ_0 conocida, es igual a un valor específico μ_0 , en contra de la alternativa que sean diferentes, tomando muestras de tamaño n (Depool Rivero, y otros, 2013).

$$Z_c = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}}$$

donde:

n	Numero de muestra
$\bar{x}$	Media muestral
s	Desviación estándar
μ_0	Media poblacional
α	Nivel de significancia

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

A continuación, se describen los resultados según los datos recopilados en la aplicación web.

5.2 Contrastación de hipótesis

5.2.1 Prueba de hipótesis específica 1

Mejora del promedio de tiempo de preparación de registro de asistencia de estudiantes.

a) Formulación de hipótesis

- **Hipótesis estadística**

- **H0:** $\mu \geq \mu_0$ [El uso de la aplicación web con redes neuronales convolucionales no mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia]
- **H1:** $\mu < \mu_0$ [El uso de la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia]

b) Criterios de decisión

$Z_{calculado} < -1.645 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

$Z_{calculado} \geq -1.645 \rightarrow$ No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

$$Z_c = \frac{\bar{X} - \mu_o}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}}$$



c) Datos

Los siguientes datos fueron extraídos de una encuesta que se muestra en el **anexo 06** el cual se realizó a estudiantes y para contrastar la información se realizó encuesta a docentes los resultados que se muestra en la tabla 4 se detalla en el **anexo 04**.

Tabla 3 — Tiempo promedio de preparación del registro de asistencia por sesión

Cursos	Cantidad estudiantes	Promedio tiempo manual (minutos)	Tiempo con la aplicación web (minutos)
Ingles	30	4.37	1
Estructura de Datos	34	3.82	1.2
Base de Datos 1	34	3.82	1.5
Sistemas Distribuidos	26	2.70	1.5
Computación Gráfica	17	3.88	1.8

Tabla 4 — Promedio ponderado del tiempo de preparación del registro de asistencia

Método	Tiempo promedio (minutos)
Manual	3.74
Aplicación web	1.36

d) Nivel de significancia

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

e) Prueba estadística

$$n = 141$$

$$\bar{x} = 1.36$$

$$s = 1.05$$

$$\mu_0 = 3.74$$

$$\alpha = 0.05$$

$$gl = 140$$

$$Z_c = \frac{1.36 - 3.74}{\frac{1.05}{\sqrt{141}}}$$

$$Z_c = \frac{-2.38}{0.0884}$$

$$Z_c = -26.92$$

f) Región crítica

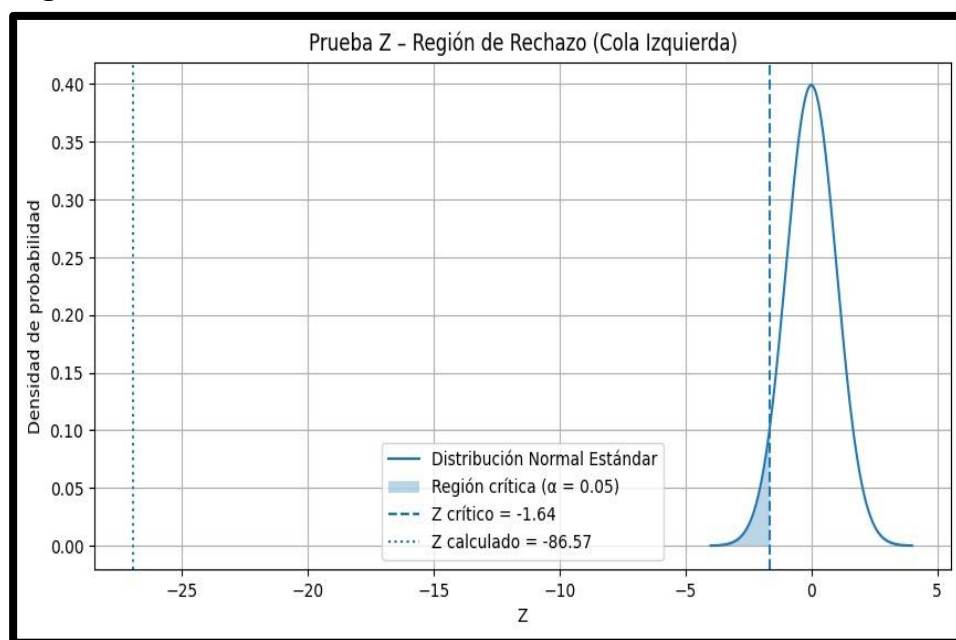


Figura 12 — Región crítica de hipótesis específica 1

Dado que el valor de Z calculada -26.92 es menor que el valor de Z crítica -1.645 , se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia del 5%.

- Interpretación

En consecuencia, se concluye que el uso de la aplicación web con reconocimiento facial basada en redes neuronales convolucionales reduce significativamente el tiempo de preparación de registro de asistencia en sesión clases en comparación con el método manual.

5.2.2 Prueba de hipótesis específica 2

Mejora del promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante.

a) Formulación de hipótesis

• Hipótesis estadística

- **H0:** $\mu \geq \mu_0$ [El uso de la aplicación web con redes neuronales convolucionales no mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante]
- **H1:** $\mu < \mu_0$ [El uso de la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante]

b) Criterios de decisión

$Z_{calculado} < -1.645 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

$Z_{calculado} \geq -1.645 \rightarrow$ No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

$$Z_c = \frac{\bar{X} - \mu_o}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}}$$

g) Datos

Los siguientes datos fueron extraídos de una encuesta que se muestra en el **anexo 06**, realizada a estudiantes y para contrastar la información se realizó encuesta a docentes los resultados que se muestra en la tabla 4 se detalla en el **anexo 05**.

Tabla 5 — Promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante

Grupos	Cantidad estudiantes	Tiempo manual (minutos)	Tiempo con la aplicación web (minutos)
Ingles	30	6.56	3.5
Estructura de datos	34	5.32	2.1
Base de datos 1	34	5.14	2.24
Sistemas distribuidos	26	5.38	3.2
Computación grafica	17	6.64	3.4

Tabla 6 — Promedio ponderado de tiempo de registro asistencia por estudiante

Método	Tiempo promedio (minutos)
Manual	5.62
Aplicación web	2.79

h) Nivel de significancia

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

i) Prueba estadística

$$n = 141$$

$$\bar{x} = 2.79$$

$$s = 1.43$$

$$\mu_0 = 5.62$$

$$\alpha = 0.05$$

$$gl = 140$$

$$Z_c = \frac{2.79 - 5.62}{\frac{1.43}{\sqrt{141}}}$$

$$Z_c = \frac{-2.83}{0.1204}$$

$$Z_c = -23.5$$

j) Región crítica

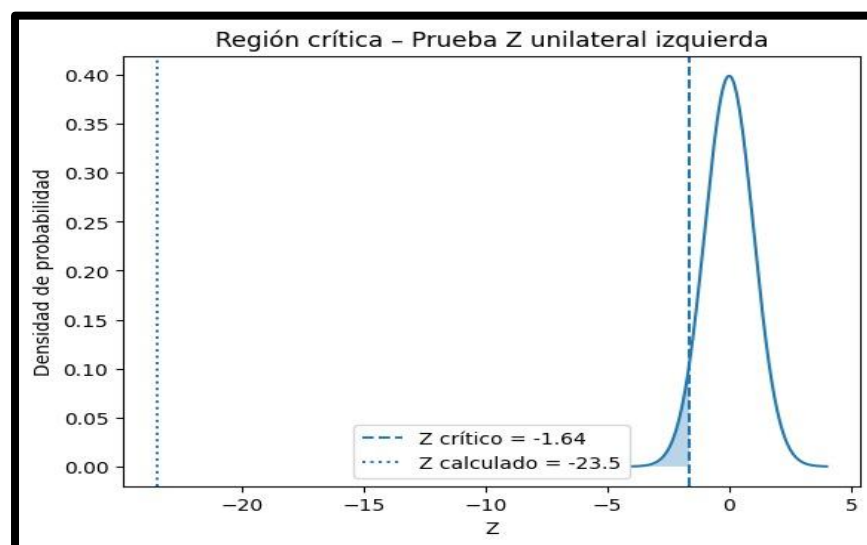


Figura 13 — Región crítica hipótesis específica 2

Dado que el valor de Z calculada -23.5 es menor que el valor de Z crítica -1.645 , se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia del 5%.

- **Interpretación**

En consecuencia, se concluye que el uso de la aplicación web con reconocimiento facial basada en redes neuronales convolucionales reduce significativamente el tiempo de registro de asistencia en comparación con el método manual.

5.2.3 Resultados de selección del mejor modelo (Arcface, FaceNet, FaceRecognition)

Las pruebas se realizaron con una base de datos de 141 estudiantes, utilizando 2 imágenes por estudiante en las cuales se evaluaron los modelos ArcFace, FaceNet y FaceRecognition bajo las mismas condiciones de iluminación y resolución. De acuerdo con los resultados obtenidos, presentan desempeños diferenciados en cuanto a precisión, sensibilidad (recall), F1-score y exactitud (accuracy).

Los valores de True Positive (TP), False Positive (FP), True Negative (TN) y False Negative (FN) representan los posibles resultados de la clasificación realizada por el sistema de reconocimiento facial, a más detalle de la **tabla 7** y **tabla 8** y la implementación de cada modelo y su evaluación se encuentran en el **anexo 01**.

Donde:

- **TP:** True positive (verdadero positivo)
- **FP:** False positive (falso positivo)
- **TN:** True negative (verdadero negativo)
- **FN:** False negative (falso negativo)

Tabla 7 — Resultado de modelos evaluados

Modelo CNN	TP	FP	TN	FN	Total, de rostros
Arcface	135	4	0	2	141
FaceNet	91	34	1	15	141
FaceRecognition	83	22	0	36	141



Entre ellos, Arcface demuestra el rendimiento más equilibrado y robusto, alcanzando una exactitud del 97%, precisión del 97%, un recall del 98%, y F1-score del 97.50%. Estos valores indican que el modelo no solo identifica correctamente la mayoría de los rostros reales, sino también mantiene un bajo nivel de falsos positivos, evidenciando un comportamiento estable y confiable para aplicaciones de reconocimiento facial.

Por otro lado, FaceNet presenta un recall 85.85%, lo cual refleja una buena capacidad de detección, aunque su precisión más baja 72.80% y su F1-score de 65% indican una mayor tendencia a generar falsos positivos. Esto sugiere que el modelo es más adecuado para entornos donde sea prioritario no omitir coincidencias, aun a costa de disminuir la pureza de las predicciones.

Finalmente, FaceRecognition muestra una precisión de 79.05% y un recall de 69.75%, evidenciando un comportamiento más conservador: identifica correctamente cuando reconoce un rostro, pero omite algunos verdaderos positivos. Con una exactitud de 58.87%, su desempeño general se ubica por debajo del obtenido por Arcface.

Tabla 8 — Resultado de indicadores esperados

Modelo CNN	Exactitud (%)	Precisión (%)	Recall (%)	F1-score (%)
Arcface	97	97	98	97.50
FaceNet	65	72.80	85.85	78.78
FaceRecognition	58.87	79.05	69.75	74.10

5.2.4 Resultado de usabilidad de la aplicación web Para medir la usabilidad de la aplicación web, se utilizó el Computer System Usability Questionnaire (CSUQ), basado en una escala de Likert de siete categorías (del 1 al 7), donde los valores más altos representan una mejor percepción de usabilidad. El cuestionario fue elaborado en formato digital y aplicado a cinco usuarios que interactúan directamente con la aplicación web.

La selección de estos usuarios se justifica porque la muestra del estudio estuvo conformada por 5 cursos, que en conjunto suman 141 estudiantes, utilizados únicamente para la evaluación técnica del sistema. Sin embargo, el uso y manejo directo de la aplicación web corresponde exclusivamente a los docentes, responsables del registro de asistencia en dichos cursos.

Para el procesamiento de la información, las respuestas obtenidas en la escala de Likert fueron codificadas numéricamente del 1 al 7 y organizadas en una matriz de datos. Posteriormente, se calcularon los promedios por cada ítem, sumando las puntuaciones otorgadas por los usuarios y dividiéndolas entre el número total de participantes. Asimismo, los ítems del cuestionario fueron agrupados en tres dimensiones de evaluación: calidad del sistema (preguntas 1 a 6), calidad de la información (preguntas 7 a 12) y calidad de la interfaz (preguntas 13 a 16), a partir de esta agrupación, se determinó el promedio por cada dimensión, calculado mediante la suma de los promedios de los ítems que la conforman dividida entre el número de preguntas correspondientes.

Para más información de los resultados en el cuestionario, este se encuentra en el **anexo 03**.

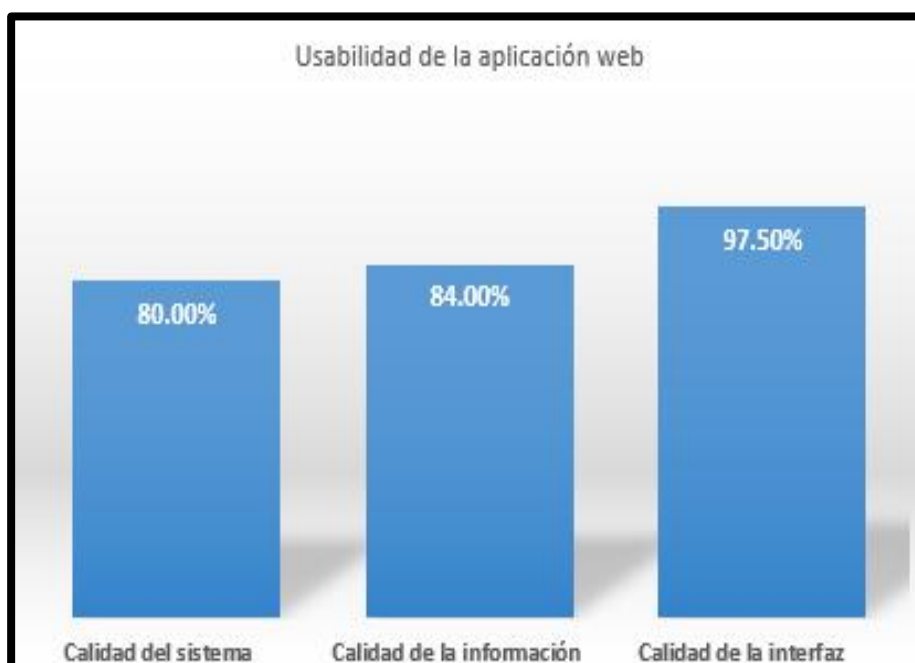


Figura 14 — Resultado del porcentaje de aceptación de la aplicación web

5.2.4.1 Calidad del sitio web

Mediante el planteamiento de las 6 preguntas sobre calidad de sistema de la aplicación web, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9 — Resultado de reacción a la calidad de la aplicación web

Numero de pregunta	Promedio obtenido
Pregunta 1	5.8
Pregunta 2	5.6
Pregunta 3	5.8
Pregunta 4	5
Pregunta 5	5.6
Pregunta 6	5.8
Total	33.6

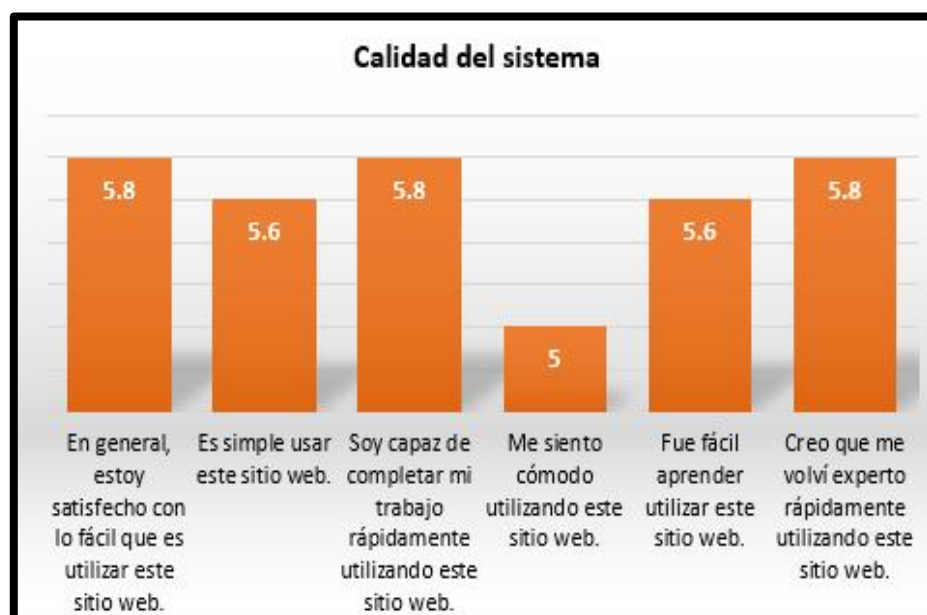


Figura 15 — Resultado del aspecto mejor evaluado de la calidad del sistema

- Interpretación

De acuerdo al resultado, se concluye que la calidad de sistema de la aplicación web, es aceptado favorablemente en un 80% por los usuarios.

5.2.4.2 Calidad de la información del sitio web

Mediante el planteamiento de las 6 preguntas sobre calidad de la información de la aplicación web, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 10 — Resultado de reacción de calidad de información de la aplicación web

Numero de pregunta	Promedio obtenido
Pregunta 7	5.6
Pregunta 8	6
Pregunta 9	6
Pregunta 10	6
Pregunta 11	5.4
Pregunta 12	6.2
Total	35.2

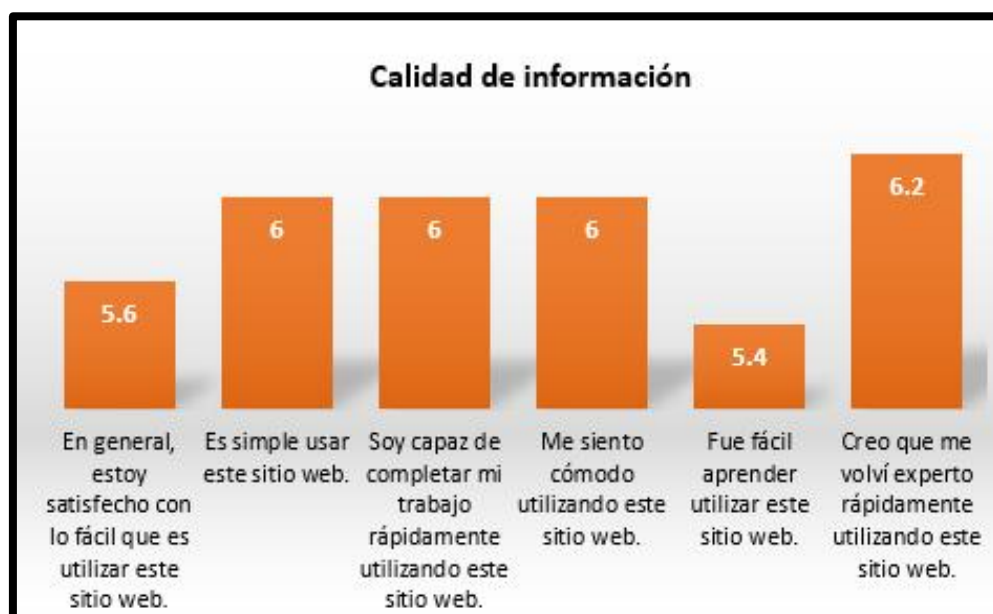


Figura 16 — Resultados del aspecto mejor evaluado de la calidad de información

- Interpretación

De acuerdo al resultado, se concluye que la calidad de la información de la aplicación web, es aceptado favorablemente en un 84% por los usuarios.

5.2.4.3 Calidad de interfaz

Mediante el planteamiento de las 4 preguntas sobre calidad de interfaz de la aplicación web, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11 — Resultado de reacción a la calidad de interfaz de la aplicación web

Numero de pregunta	Promedio obtenido
Pregunta 12	5.8
Pregunta 14	6
Pregunta 15	5.4
Pregunta 16	6.2
Total	23.4



Figura 17 — Resultados del aspecto mejor evaluado de la calidad de interfaz

- **Interpretación**

De acuerdo al resultado, se concluye que la calidad de interfaz de la aplicación web, es aceptado favorablemente en un 97.5% por los usuarios.

5.3 Desarrollo de la aplicación web

5.3.1 Características

Los módulos de la aplicación web son los siguientes:

- **Mantenimientos generales:** Se registran a los docentes, cursos y estudiantes, así como su visualización.
- **Gestión de usuarios:** Se registran las usuarias con distintos roles según corresponda.
- **Gestión de cursos:** Se visualizan todos los cursos existentes según la malla curricular de la EAPIIS
- **Gestión de docentes:** Se registra y visualiza los docentes, asignado cursos según la distribución brindada por la dirección de la EAPIIS
- **Gestión de estudiantes:** Se realiza la matrícula de los estudiantes y visualizan todos los cursos en la que se encuentran matriculados según su semestre y la malla curricular de la EAPIIS
- **Registro de asistencia:** Se realiza el registro de asistencia mediante la cámara y el uso de la aplicación web.
- **Reportes:** Se presentan distintos reportes, para ayudar en la toma de decisiones de acuerdo a las asistencias de los estudiantes.

5.3.2 Herramientas

Las herramientas que se utilizaron para el desarrollo fueron:

- Lenguajes de programación (Python).
- Frameworks (Flask).
- Gestor de base de datos MySQL.
- Sistema de control de versiones Git.
- Modelo de reconocimiento facial (MTCNN, ArcFace).
- Editor de desarrollo Visual Studio Code.



5.3.3 Caso de uso del sistema

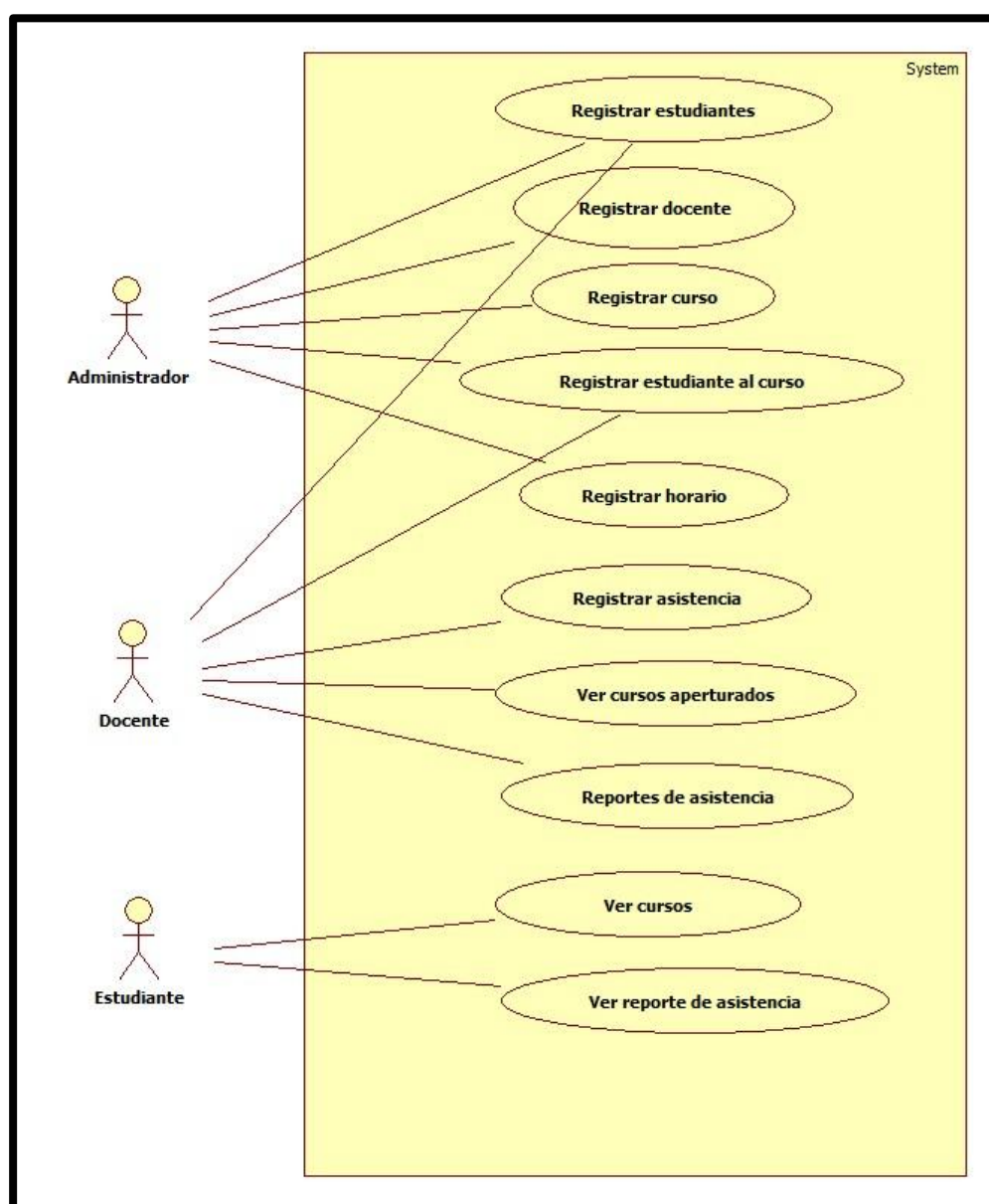


Figura 18 — Diagrama de caso de uso

5.3.4 Historial de usuario

A continuación, se muestra una tabla de resumen de las historias de usuario:

Tabla 12 — Lista de historias de usuario

Nº	Descripción
HU-01	Acceso a la aplicación web
HU-02	Registrar docente
HU-03	Registrar curso
HU-04	Registrar estudiantes
HU-05	Registrar horario
HU-06	Registrar asistencia

HU-07	Ver cursos
HU-08	Reportes de asistencia

Tabla 13 — Historia de usuario acceder a la aplicación

HU-01 Acceder a la aplicación web	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 3	Interacción asignada: 1
Responsables: Melissa Huamani Tintaya	
Descripción Una vez que el usuario ha sido registrado, puede acceder a la plataforma utilizando el nombre de usuario y la contraseña asignados. Ingresará con los roles asignados y mediante el botón “ Iniciar sesión ”.	
Observación Ninguna	

Tabla 14 — Historia de usuario registrar docente

HU-02 Registrar docente	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	Interacción asignada: 2
Responsables: Sandra Tapia Rodriguez	
Descripción Una vez iniciada la sesión en el módulo de administrador, el usuario puede registrar nuevos docentes en el sistema, con el fin de mantener actualizada la base de datos de docentes que dictan cursos en el semestre académico.	
Observación Ninguna	

Tabla 15 — Historia usuario registrar curso

HU-03 Registrar curso	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	Interacción asignada: 2
Responsables: Melissa Huamani Tintaya	
Descripción Una vez iniciada la sesión en el módulo de administrador, el usuario puede registrar nuevos cursos en el sistema, con el fin de mantener actualizada la base de datos de cursos apertura dos en el semestre académico.	
Observación Ninguna	

Tabla 16 — Historia de usuario registrar estudiante

HU-04 Registrar estudiante	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	Interacción asignada: 2
Responsables: Sandra Tapia Rodriguez	
Descripción Una vez iniciada la sesión en el módulo de administrador y docente, los usuarios pueden registrar a los estudiantes en un curso determinado, con el fin de mantener actualizada la base de datos de estudiantes inscritos en el semestre académico.	
Observación Ninguna	

Tabla 17 — Historia de usuario registrar horario

HU-05 Registrar horario	
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Media
Puntos estimados: 8	Interacción asignada: 2
Responsables: Melissa Huamani Tintaya	

Descripción Una vez iniciada la sesión en el módulo de administrador, el usuario puede registrar los estudiantes en un curso determinado, junto con su respectivo horario, con el fin de mantener actualizada la base de datos de inscritos en el semestre académico.
Observación Ninguna

Tabla 18 — Historia de usuario registrar asistencia

HU-06 Registrar asistencia	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Alta
Puntos estimados: 8	Interacción asignada: 3
Responsables: Melissa Huamani Tintaya y Sandra Tapia Rodriguez	
Descripción Una vez iniciada la sesión como docente, el usuario puede realizar el registro de asistencia de los estudiantes mediante el sistema de reconocimiento facial, con el fin de llevar un control preciso y automatizado de la participación en cada sesión académica.	
Observación Ninguna	

Tabla 19 — Historia de usuario ver cursos asignados

HU-07 Ver curso	
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo de desarrollo: Baja
Puntos estimados: 3	Interacción asignada: 4
Responsables: Sandra Tapia Rodriguez	
Descripción Una vez iniciada la sesión en el módulo del estudiante y docente, los usuarios pueden visualizar los cursos asignados, junto con horario correspondiente.	
Observación Ninguna	



Tabla 20 — Historia de usuario ver reporte de asistencia

HU-08 Ver reporte de asistencia	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	Interacción asignada: 4
Responsables: Sandra Tapia Rodriguez	
Descripción Una vez iniciada la sesión en el módulo estudiante y docente, los usuarios pueden visualizar el reporte detallado de su asistencia a los cursos asignados, con el fin de realizar un seguimiento de su participación en cada clase y verificar el cumplimiento del porcentaje mínimo requerido.	
Observación Ninguna	

5.3.5 Diagrama de procesos

A continuación, presentamos los diagramas de proceso de la aplicación web

Tabla 21 — Lista de diagrama de procesos

Numero	Descripción
01	Acceso a la aplicación web
02	Registrar docente
03	Registrar curso
04	Registrar estudiante
05	Registrar horario
06	Registrar asistencia
07	Ver cursos
08	Reportes de asistencia

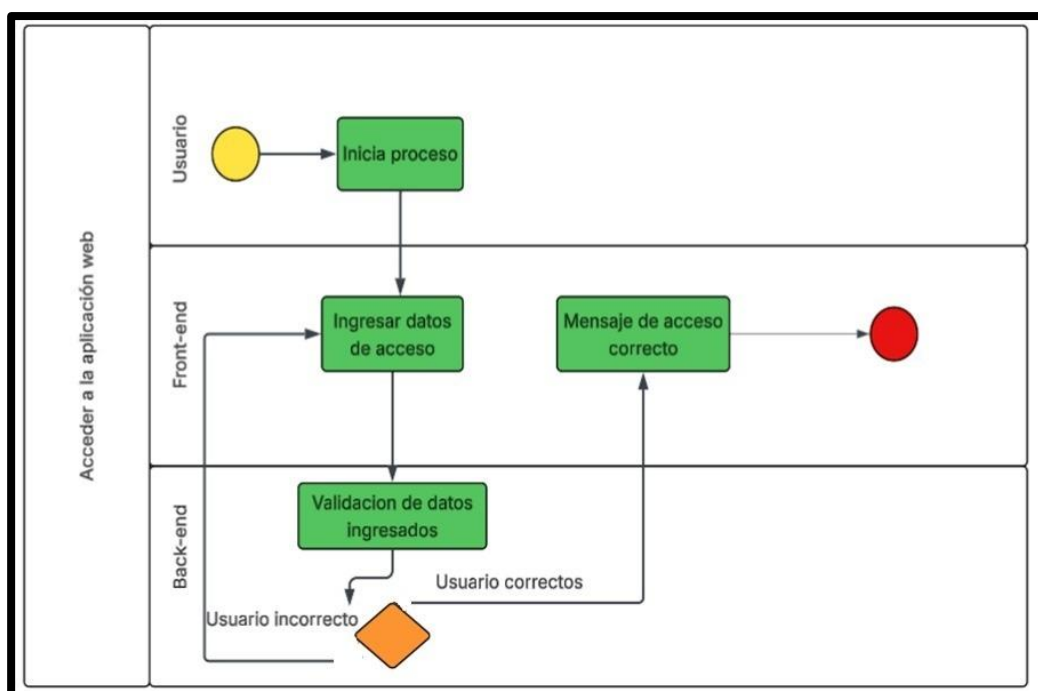


Figura 19 — Diagrama de proceso acceder a la aplicación web

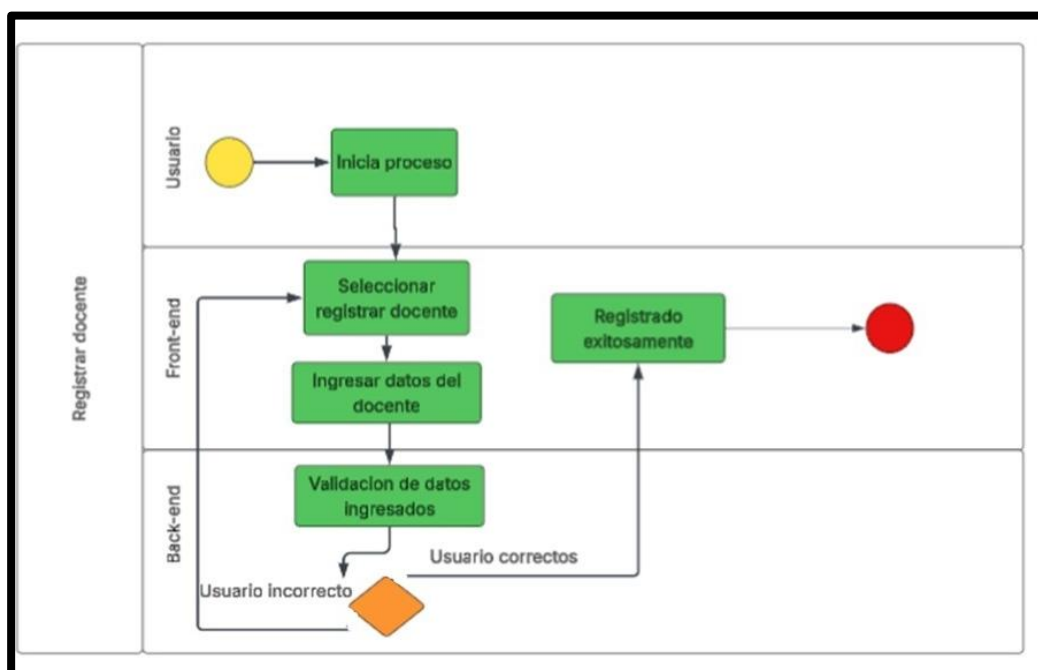


Figura 20 — Diagrama de proceso de registrar docente

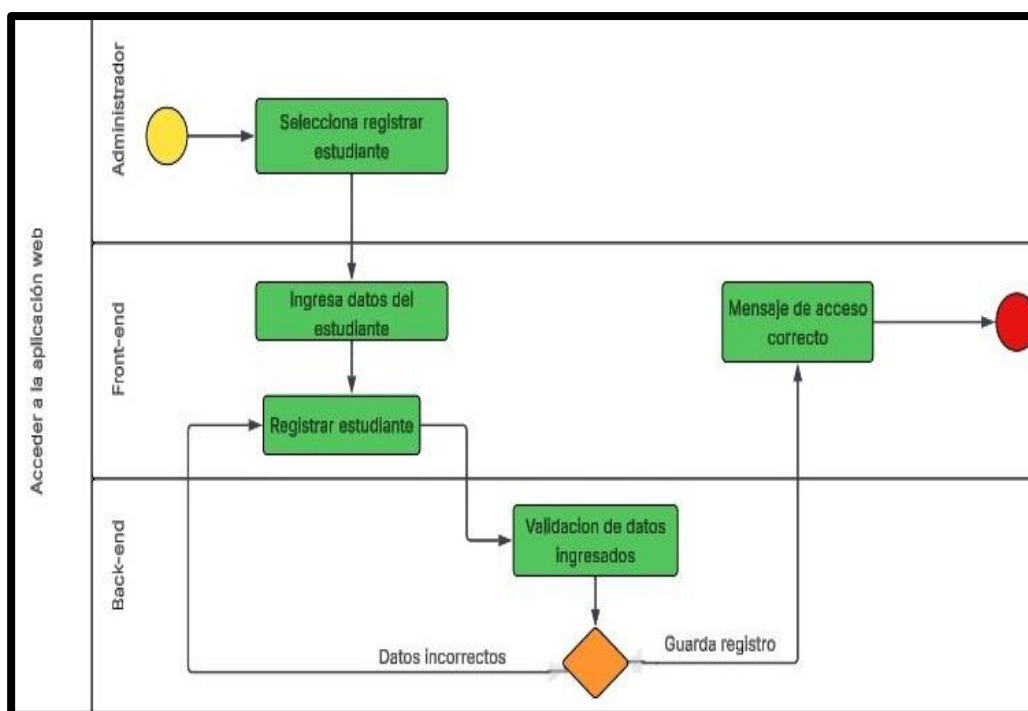


Figura 21 — Diagrama de proceso de registro estudiante

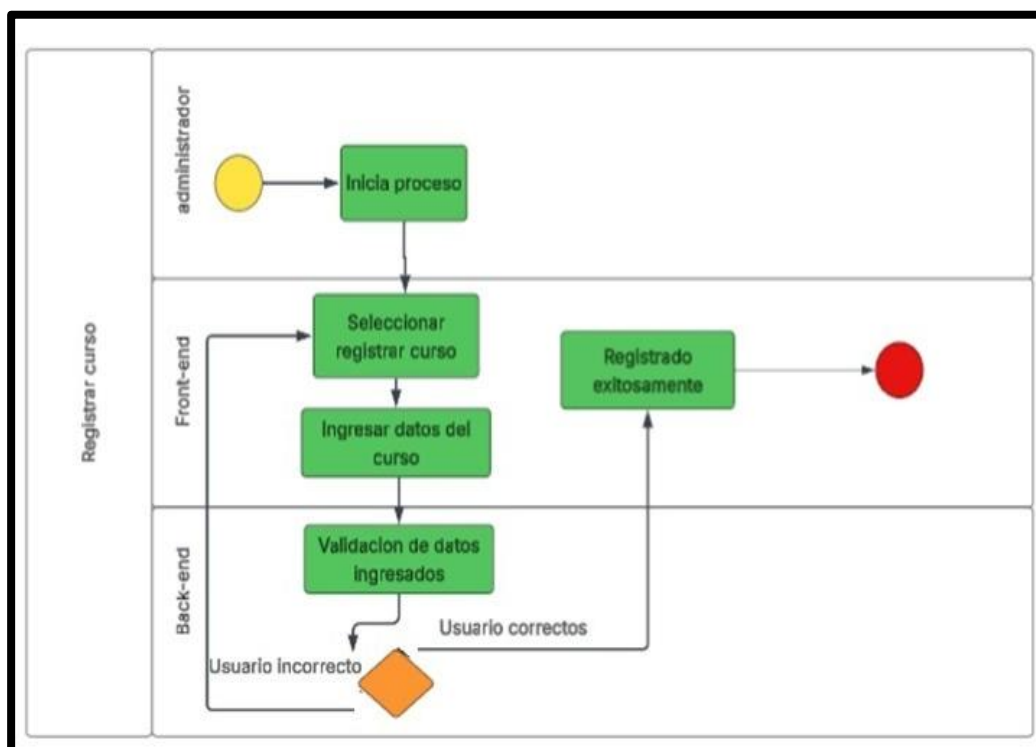


Figura 22 — Diagrama de proceso de registro de curso

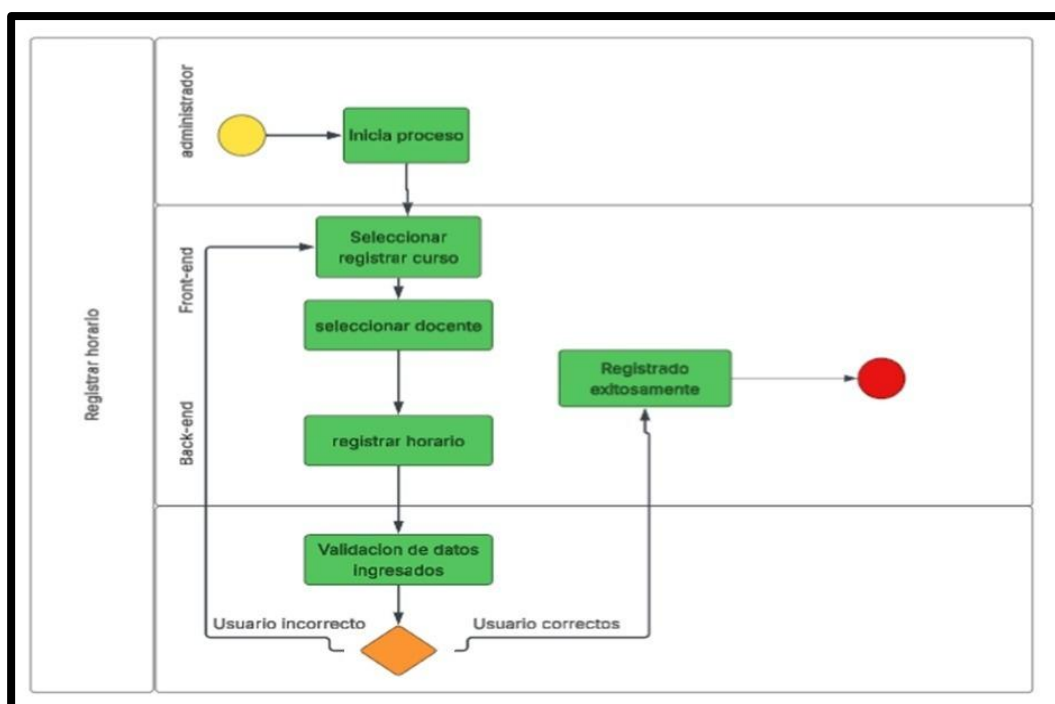


Figura 23 — Diagrama de proceso de registro de horario

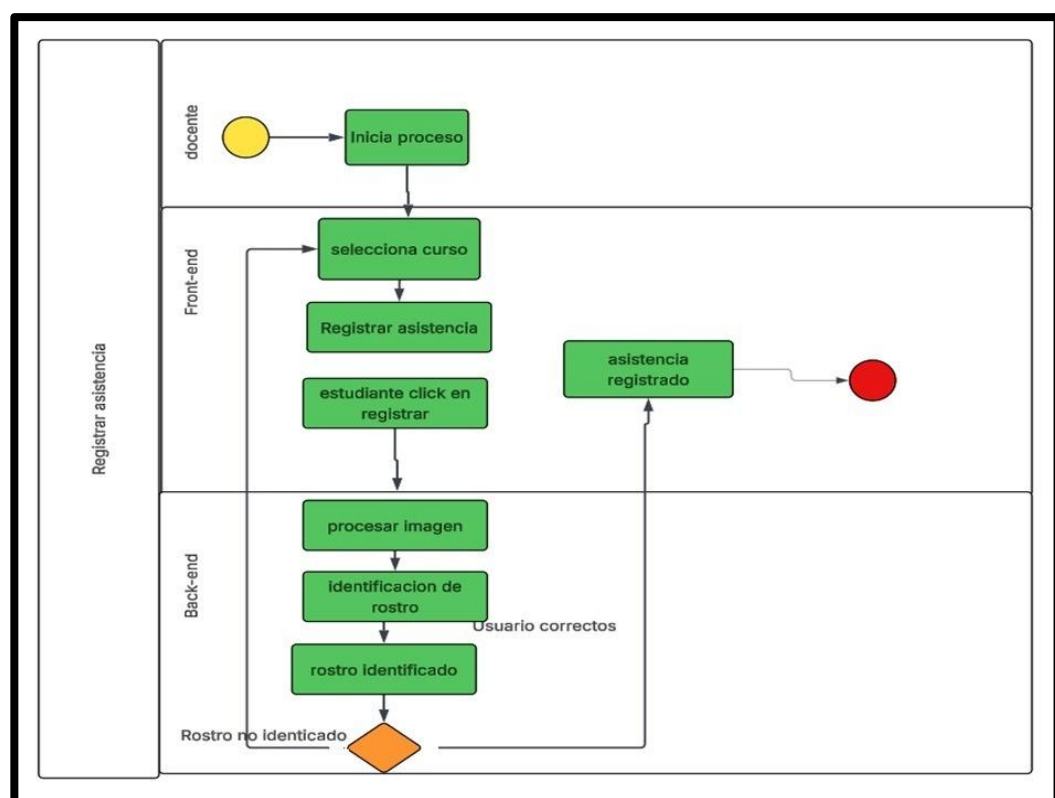


Figura 24 — Diagrama de proceso de registro de asistencia

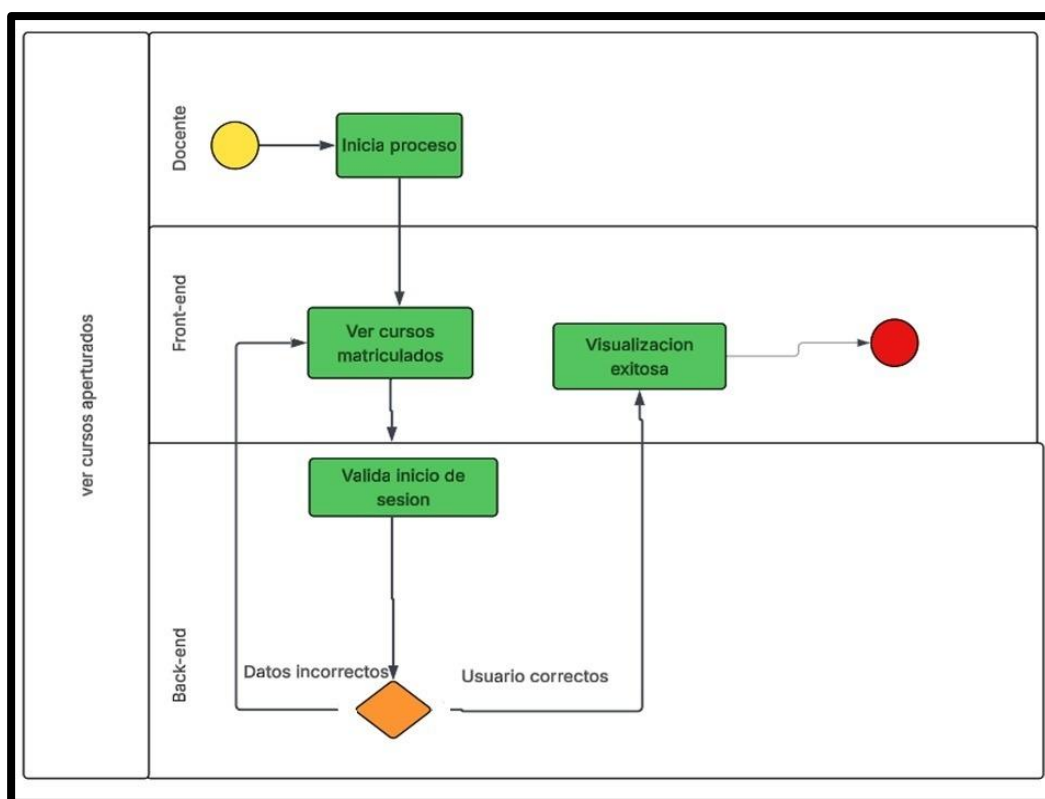


Figura 25 — Diagrama de proceso ver cursos

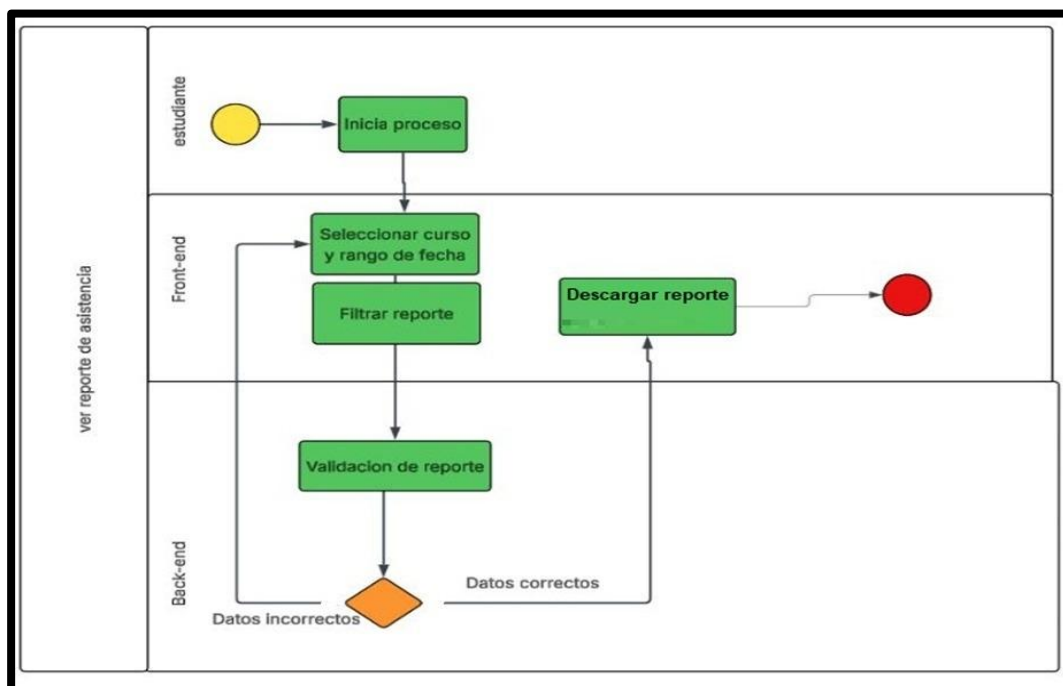


Figura 26 — Diagrama de procesos ver reporte de asistencia

5.3.6 Diseño lógico de la base de datos

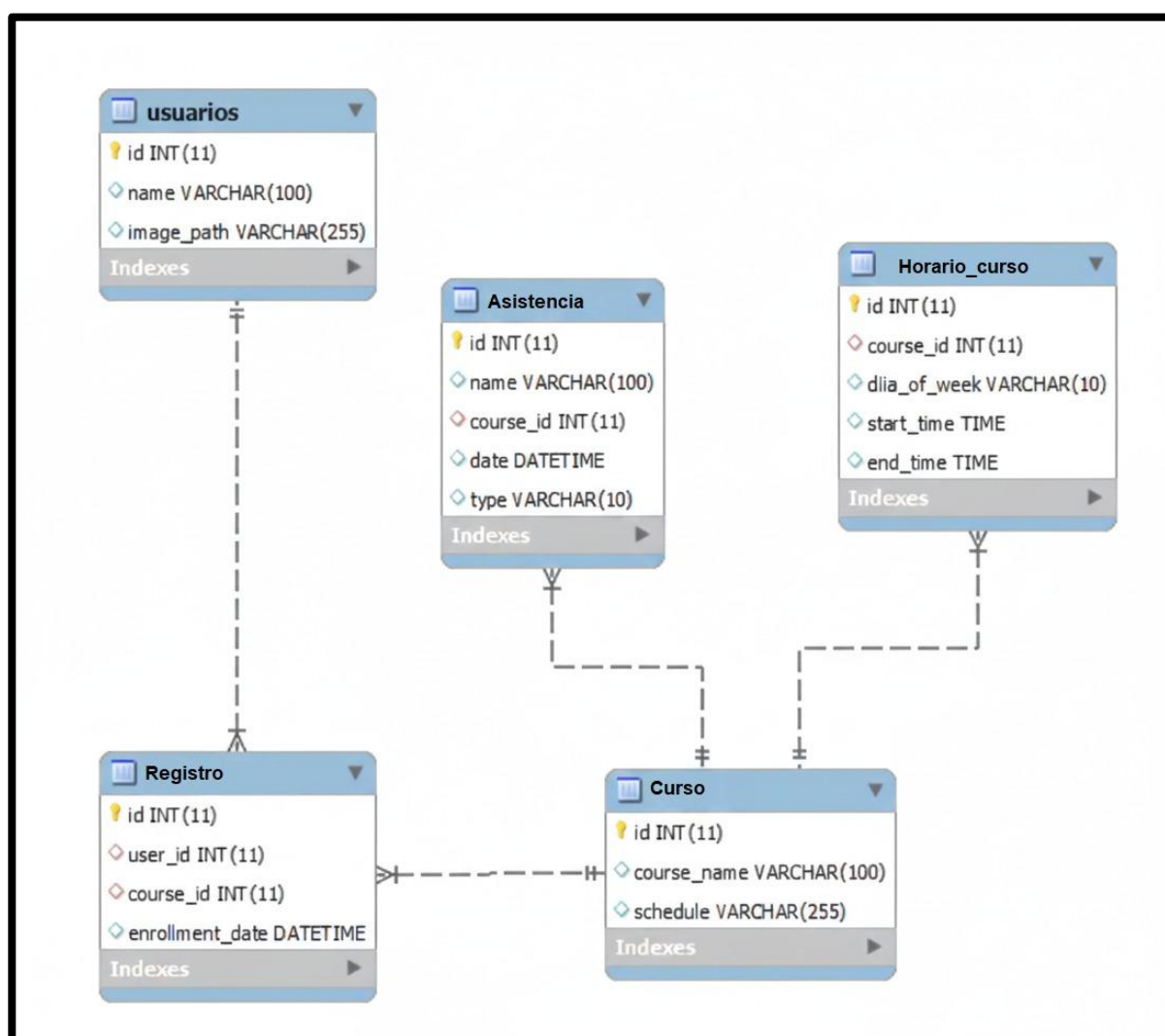


Figura 27 — Diseño lógico de la base de datos

5.3.7 Arquitectura lógica de la aplicación web

- **Módulo de autenticación (usuario):** El docente accede a la aplicación web mediante un inicio de sesión seguro. El servidor Flask valida las credenciales, gestiona la sesión activa y, una vez autenticado el usuario, habilita el acceso a la cámara web para iniciar el proceso de reconocimiento facial.
- **Módulo de captura (Webcam):** El navegador web captura imágenes en tiempo real desde la cámara del dispositivo del usuario. Estos frames de video son enviados de forma controlada al backend desarrollado en Flask para su posterior procesamiento.

- **Módulo de red neuronal convolucional (CNN – ArcFace):** Este módulo se encarga del procesamiento facial mediante tres etapas principales:
 - Detección facial: Se identifica la región del rostro dentro de cada frame capturado.
 - Representación facial: El modelo ArcFace transforma la imagen del rostro en una representación numérica.
 - Embedding facial: Se genera un vector de características (firma matemática) que describe de manera única la identidad facial del estudiante.
- **Módulo de decisión:** El sistema compara el embedding facial obtenido en tiempo real con los embeddings almacenados en la base de datos de estudiantes (FaceBank), utilizando la métrica de similitud del coseno para determinar el grado de coincidencia.
- **Módulo de respuesta:** Si el valor de similitud es mayor o igual al umbral establecido (0.6), el sistema reconoce al estudiante y registra automáticamente su asistencia. En caso contrario, el sistema no valida la identidad y registra la inasistencia.



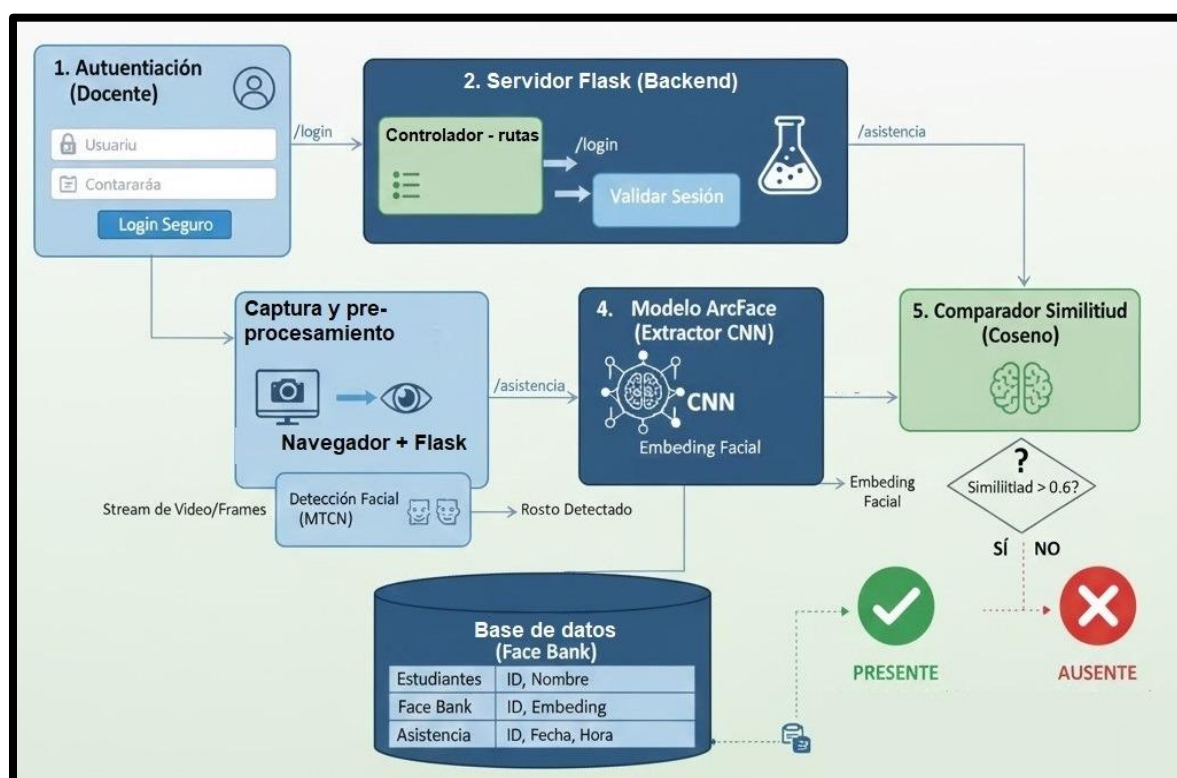


Figura 28 — Arquitectura lógica de la aplicación web

5.4 Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman la tendencia observada en los antecedentes analizados, donde los modelos basados en técnicas profundas recientes muestran un rendimiento superior frente a métodos tradicionales de reconocimiento facial. En este estudio, ArcFace alcanzó una exactitud (accuracy) del 97 %, superando de manera significativa a FaceNet que tiene una exactitud (accuracy) (65%) y a FaceRecognition una exactitud (accuracy) (58.87 %). Esta superioridad coincide con lo reportado en estudios previos, donde ArcFace y VGG-Face demostraron niveles de desempeño más altos y un mejor equilibrio entre Precisión y Recall, reduciendo errores tanto de identificación como de duplicación de usuarios.

En los antecedentes, los métodos clásicos como EigenFaces, FisherFaces y LBPH lograron desempeños relativamente altos, destacando particularmente LBPH con 96.40%, y EigenFaces con valores cercanos al 97 % bajo condiciones controladas. Sin embargo, también se señaló que estos métodos son sensibles a variaciones de iluminación, pose y orientación, y requieren vistas frontales o condiciones específicas para mantener altos

niveles de precisión. Los resultados actuales reafirman esta limitación: aunque EigenFaces mostró en trabajos previos precisiones elevadas, ArcFace logra ese mismo rendimiento del 97% con mayor consistencia y tolerancia a variaciones ambientales, lo que implica una adaptación más robusta a escenarios reales.

En cuanto a la detección facial, los antecedentes mostraron que Haar Cascades obtuvo un desempeño destacado con 98.71%, demostrando la importancia de una detección estable previa al reconocimiento. La precisión lograda por ArcFace en esta investigación es coherente con este contexto, ya que un detector confiable facilita la extracción de características profundas que optimizan la clasificación final.

Finalmente, los antecedentes que compararon VGG-Face y ArcFace evidenciaron que ambos modelos presentan un equilibrio favorable entre verdaderos positivos y verdaderos negativos. En estas comparaciones, ArcFace mostró un score aceptable en términos de balance entre Precisión y Recall, controlando ambos tipos de error. Ello coincide con los hallazgos del presente estudio: aunque FaceNet y FaceRecognition también son modelos basados en aprendizaje profundo, su precisión fue considerablemente menor, lo que indica que ArcFace no solo hereda las ventajas de arquitecturas profundas modernas, sino que las optimiza mediante la separación angular reforzada propuesta en su diseño.

En conjunto, la discusión basada en los antecedentes permite afirmar que los resultados obtenidos con ArcFace eran esperables y coherentes con la literatura especializada: el modelo mantiene un rendimiento destacado, supera ampliamente a alternativas contemporáneas probadas en este estudio, y evidencia un nivel de exactitud comparable o superior al de métodos tradicionales en contextos controlados, pero con mayor robustez en escenarios reales.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- Se logró optimizar significativamente el tiempo de preparación del registro de asistencia, con un promedio de 1.36 minutos usando la aplicación web frente a 3.74 minutos con el método manual. Esta diferencia fue validada mediante la prueba de hipótesis, donde $Z = -26.92 < -1.645$, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia; en consecuencia, se concluye que la aplicación reduce significativamente el tiempo de preparación.
- Se evidenció una optimización en el tiempo de registro de asistencia por estudiante, con un promedio de 2.79 minutos usando la aplicación web frente a 5.62 minutos con el método manual. Esta diferencia fue validada mediante la prueba de hipótesis, donde $Z = -23.5 < -1.645$, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia; en consecuencia, se concluye que la aplicación reduce significativamente el tiempo de registro de asistencia en comparación con el método manual.
- Se logró una correcta consolidación del registro de asistencia, cumpliendo con los porcentajes establecidos en el Reglamento Académico General, lo que garantiza la validez y confiabilidad de la información generada por el sistema.
- El modelo de reconocimiento facial ArcFace, seleccionado para el desarrollo de la aplicación web, alcanzó una exactitud del 97 %, superando a los modelos FaceNet con una exactitud del 65% y FaceRecognition exactitud 58.87% en el reconocimiento de los rostros de los estudiantes, lo que demuestra la robustez, precisión y fiabilidad del modelo ArcFace.



- El desarrollo de la aplicación web se realizó siguiendo la metodología XP (Extreme Programming) y utilizando el framework Flask, compatible con el lenguaje de programación Python, lo que permitió implementar un sistema ágil, escalable y adaptable a los requerimientos funcionales del sistema y a la integración del modelo de redes neuronales convolucionales.
- Se realizó la evaluación de la usabilidad, realizada mediante la aplicación del cuestionario CSUQ, evidenciando un alto nivel de aceptación del sistema por parte de los usuarios. Los resultados obtenidos reflejaron valores favorables en las dimensiones evaluadas, alcanzando un 80 % en la calidad del sistema, un 84 % en la calidad de la información y un 97,5 % en la calidad de la interfaz, lo que confirma que el sistema presenta un desempeño satisfactorio en términos de usabilidad.

Finalmente, los resultados obtenidos demuestran que la aplicación web desarrollada no solo optimiza el tiempo del proceso de registro de asistencia y permite seleccionar el modelo más adecuado de redes neuronales convolucionales, sino que además contribuye a la modernización del sistema de control de asistencia de la EAPIIS, proporcionando una herramienta eficiente, actualizada y alineada con las tecnologías emergentes.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar evaluaciones continuas de nuevos modelos o versiones mejoradas de redes neuronales convolucionales, considerando el constante avance de estas tecnologías. Esto permitirá incrementar la precisión del reconocimiento facial y reducir los tiempos de procesamiento e identificación.
- Se recomienda implementar técnicas de escalabilidad y optimización del rendimiento del servidor, especialmente si se proyecta un aumento en la cantidad de usuarios que utilicen el sistema de manera simultánea. Con ello se garantizará un funcionamiento estable, eficiente y fluido en diversos escenarios de carga.
- Se recomienda extender la aplicación hacia otras escuelas profesionales de la UNAMBA e incluso a otras instituciones educativas interesadas. Esto permitirá adaptar y aplicar el sistema en distintos contextos, beneficiando a una mayor población estudiantil.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DENG, JIANKANG, y otros. 2015. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. 2015, Vol. 14, 8.

GARCÍA SÁNCHEZ, Eugenio. 2019. *Introducción a las redes neuronales de convolución. Aplicación a la visión por ordenador.* Zaragoza : s.n., 2019.

GUERRERO, Diego. 2012. Diego Guerrero . [En línea] 25 de Marzo de 2012.
<http://www.diegoguerrero.info/tag/reconocimiento-facial/>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Dr. Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Dr. Carlos y BAPTISTA LUCIO, Dra. María del Pilar. 2010. *Metodología de la Investigación.* Mexico : s.n., 2010. Vol. Quinta Edicion. ISBN: 978-607-15-0291-9.

ISOLDE HEDLEFS AGUILAr, María, y otros. 2015. Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática.* 2015, Vol. 4, 8.

VARGAS CORDERO, Zoila Rosa. 2009. La investigacion aplicada: Una forma de conocer la realidades con evidencia cientifica . *Revista Educación* . 2009.

AGRESTI FRANKILIN Klinberg. 2018. *Statistics The Art and Science of Learning from data.* Inglaterra : s.n., 2018.

ALIREZA SEPAS, Moghaddam, PEREIRA, Fernando y LOBATO CORREIA, Paulo. 2019. Face Recognition: A Novel Multi-Level Taxonomy based Survey. 2019.

ANDRÉS CRUZ , Yoris. Primeros pasos con Flask Aquí continúa tu camino en el desarrollo de aplicaciones web en Python con Flask.

ARDENT, Dertat. 2017. *Aprendizaje profundo aplicado: Parte 4: Redes neuronales convolucionales.* 2017.

ASANA RAYMUNDO, Fernando Rafael. 2022. *Sistema de Reconocimiento Facial para el control de acceso en la I.E. 81585 Sagrado Cprazpn de Jesús de Cartavio - ASCOPE - la Libertad en el segubdo y tercer bimestre del año lectivo 2022.* Univerdidad privada Antenor Orrego, Trujillo - Peru : 2022.

BASOGAIN OLABE, Xabier. 2016. *Redes neuronales Artificaaales y sus Aplicaciones.* Bilbao : s.n., 2016.

BASTIDAS GAVILEZ, Jonny Rodolfo. 2019. *Registro de Asistencia de alumnos por medio de Reconocimiento Facial utilizando vision Artificial.* Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador : 2019.



- BERNAL TORRES, Cesar Augusto. 2010.** *Metodologia de Investigacion*. Colombia : s.n., 2010.
- BERRONES REYES, Ing Mayra. 2019.** *Clasificacion de mamografias mediante Redes Neuronales Covoluciones*. Universidad Autónoma de Nuevo León, s.l. : 2019.
- CADENA MOREANO, José Augusto , y otros. 2017.** Reconocimiento facial basado en imagenes. 2017, Vol. Vol 5.
- CAMPBELL, Donald T y STANLEY, Julian C. 1963.** *Experimental and Quasi-experimental Designs for Research*. s.l. : Rand McNally, 1963.
- CARO BARRANCO, Dylan Andrés y LÓPEZ RONCANCIO , Alexa Carolina. 2018.** *Sistema Inteligente para el Registro de Asistencia Basado en Procesamiento Digital de Imágenes y Redes Neuronales Convolucionales*. Universidad del Norte, Barranquilla - Ecuador : 2018.
- CAYLLAHUA AQUINO, Nestor Asbel y SUAREZ MACEDO, Juan Carlos. 2019.** *Redes neuronales de aprendizaje profundo para el reconocimiento facial y control de acceso de estudiantes a un laboratorio*. Universidad Ricardo Palma. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.
- CHIAVENATO, Idalberto . 2020.** *Gestión del Talento Human*. 2020.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA , Perú. 2014.** Ley Universitaria, Ley N.º 30220. *Diario Oficial El Peruano*. 2014.
- CONSEJO UNIVERSITARIO . 2019.** Reglamento General Academico - Unamba. *Universidad Nacional Micaela Bastidad de Apurímac*. 2019.
- Deep Face Recognition*. **M. PARKHI, Omkar, VEDALDI, Andrea y ANDREW, Zisserman. 2025.** 2025, pág. 12.
- DENG, JIANKANG, y otros. 2015.** ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. 2015, Vol. 14, 8.
- DEPOOL RIVERO, Dr. Ramon y DIOSCORO, Ing Monasterio. 2013.** *Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería*. Sucre : s.n., 2013.
- DORYS LISSETE, Moreira Ramos. 2021.** *Aplicación de un modelo de reconocimiento de objetos utilizado Yolo(You Online Look Once)*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La libertad - Ecuador : 2021.
- EGG, Ander. 2017.** Tipos y niveles de investigacion. 2017.
- GOODRICK , Delwyn. 2014.** *Estudios de casos compativos*. florencia- Italia : Unicef, 2014.
- GUZMAN TORO, Patricio Javier. 2023.** *Evaluacion De Metodos De Reconocimiento Facial Para Analisis Automatico De Reportes De Prey*. Universidad de Chile, Santiago : 2023.



HEDLEFS AGUILAR, María Isolda, y otros. 2015. adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*. 2015, Vol. 4, 8.

INQUITA CORTEZ, Patrick Antonio. 2024. *Implementacion De Un Sistema De Reconocimiento Facial Basado En Inteligencia Artificial Para La Deteccion De Intrusos Con Camaras De Seguridad Convencionales En Condominios*. UNSAC, Cusco : 2024.

JOSKOWICZ, José. 2008. *Reglas y Prácticas en eXtreme Programming*. España : s.n., 2008.

JURADO GARCIA, Miguel Eugenio y PADILLA PORRAS, Andres Felipe. 2018. *Sistema de Reconocimiento Facial Con reconocimiento facial Para la toma de asistencia en las aulas de clases*. Universidad Nacional de Bucaramanga, Bucaramanga : 2018.

LAUDON, Kenneth C. y LAUDON, Jane P. 2019. *Sistema de información gerencial*. Mexico : s.n., 2019.

LECUN, Yann . 1998. *Software basado en navegador que integra capas convolucionales para el procesamiento inteligente de imágenes*. 1998.

LUGÁN MORA, Sergio. 2002. *Progrmacion de aplicacion web: Historia y principios Basicos y clientes web*. españa : s.n., 2002.

LUJAN MORA , sergio . 2002. *Programaion de aplicacion web: Historia, Principios básicos y clientes web*. Alicante : s.n., 2002.

Mdn Web docs. 2023. Mdn Web docs;. [En línea] agosto de 2023.
https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Serverside/Django/Introduction#%C2%BFqu%C3%A9_es_django.

MEDINA ROMERO, Miguel Ángel, y otros. 2023. *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Perú : Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., 2023.

NIÑO, Elias. 2012. *Modelo Cliente servidor*. 2012.

NYHEIM, Peter D. 2019. *Estrategias Tcnologicas para la industria de la hosteleria*. Argentina : s.n., 2019.

PEREYRA ENRIQUE, Luis. 2020. *Metodologia de la Investigacion*. s.l. : Klik, 2020.

PISZO GOMEZ, Angel, y otros. 2017. *Fundamentos obre la gestion de Bae de Datos*. s.l. : Areas de novacion de desarrollo S.L, 2017.

PRESSMAN, Rojer. 2010. *Ingeniería del Software*. Mexico : s.n., 2010.

REY MARTÍN , Karina . 2000. *Satisfacción de usuario: un concepto en azar*. Barselona : s.n., 2000.



RIVAS, Begoña, GALVEZ, Mari Carmen y NATALIA, Esteban. 2017. *La innovación educativa como agente de transformación digital en la Educación Superior. Acciones para el cambio.* España : Dykinson, 2017.

ROUHIAINEN, Lasse. 2018. *Inteligencia artificial.* España : Alienta Editorial, 2018.

TAMARA, Otzen y MANTEROLA, Carlos. 2017. *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.* 2017.

THIRIMACHOS BOURLAI. 2024. *Face Recognition Across the imaging spectrum.* USA : s.n., 2024.

TORRES, Jordi. 2020. *Python Deep Learning: Introducción práctica con Keras y TensorFlow 2.* Colombia : Alpha Editorial, 2020.

UNAMBA . 2019. Unamba.edu.pe. [En línea] 14 de noviembre de 2019.
https://drive.google.com/file/d/15lOrYn0IC2Hv145kVe-upZ7lIxRJzRi_/view.



ANEXOS



Anexo A

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 22 — Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general ¿En qué medida el desarrollo de la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el proceso de registro de asistencia en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA?	Objetivo general Desarrollar la aplicación web con redes neuronales convoluciones para determinar en qué medida mejora el proceso de registro de asistencia en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA.	Hipótesis general Utilizando la aplicación web con en redes neuronales convolucionales mejora el proceso de registro de asistencia en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA.	VARIABLE INDEPENDIENTE Aplicación web con reconocimiento facial y redes neuronales convolucionales	Usabilidad de la aplicación web (CSUQ)	Calidad del sistema Calidad de la información Calidad de interface	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo Descriptivo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica		Redes neuronales convolucionales	ArcFace FaceNet FaceRecognition	Diseño de Investigación Mixto: Cuasi Experimental Descriptivo simple Población: 479 Estudiantes Muestra: 141 Estudiantes Técnica: Encuesta, observación
¿En qué medida la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia? ¿En qué medida la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiante? ¿En cuánto mejora la aplicación web la consolidación de la información de asistencia final? ¿Cuál es el mejor modelo ArcFace, FaceNet, FaceRecognition de redes neuronales convolucionales para incluir al aplicativo web? ¿Cómo se desarrolla el aplicativo web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial?	- Determinar en qué medida el uso de una aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia. - Determinar en qué medida el uso de una aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el tiempo de registro de asistencia por estudiante. - Mejorar la consolidación de la información de asistencia final con la aplicación web con redes neuronales convolucionales. - Determinar el mejor modelo ArcFace, FaceNet, FaceRecognition de redes neuronales convolucionales para el reconocimiento facial de estudiantes. - Desarrollar la aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia.	Utilizando la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de preparación del registro de asistencia. Utilizando la aplicación web con redes neuronales convolucionales mejora el promedio de tiempo de registro de asistencia por estudiantes.	VARIABLE DEPENDIENTE Registro de asistencia	Proceso de registro de asistencia	Tiempo de preparación Tiempo de registro Consolidación	

Anexo B

SELECCIÓN DE MODELO

B.1 Recolección de información

Se realizó una recolección de fotografías de estudiantes de la EAPIIS de la UNAMBA para implementar un sistema de reconocimiento facial y registro de asistencia. Las imágenes fueron tomadas con un teléfono de buena calidad, enfocándose únicamente en el rostro (desde el cuello hasta la cabeza) y cuidando factores como la iluminación. Luego se seleccionaron las fotos según su calidad y variación de posiciones.

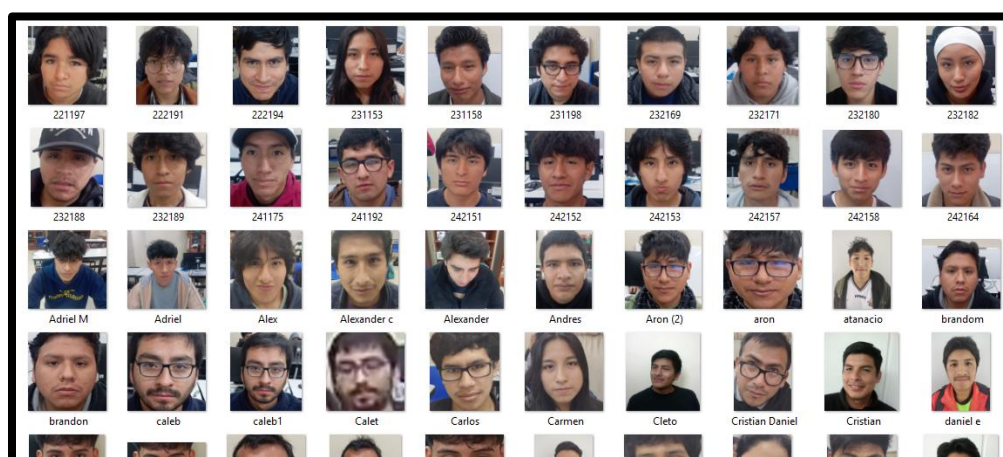


Figura 29 — Registro fotográfico

Posteriormente, en la etapa de preparación y etiquetado, se redimensionaron tres imágenes por estudiante según los requerimientos de tres modelos pre entrenados (112×112, 160×160 y 224×224 píxeles). Finalmente, las imágenes procesadas fueron organizadas en carpetas y etiquetadas con el nombre y apellido del estudiante para ser utilizadas en pruebas de reconocimiento facial en tiempo real.

B.2 Configuración ArcFace

Para la configuración de ArcFace se creó un entorno virtual en la ruta D:\ASIS1, donde luego se instalaron las dependencias necesarias para el reconocimiento facial, como OpenCV, NumPy, Torch, InsightFace y otras librerías relacionadas. La estructura del proyecto incluye el script principal (arcface.py), el entorno virtual, una carpeta con las imágenes de los estudiantes y una imagen del salón de clases utilizada para las pruebas.

- **Código fuente**

```
import cv2
import NumPy as np
import os
MODEL_PATH = "w600k_r50.onnx"
KNOWN_FACES_PATH = "imput_image"
THRESHOLD = 0.5
IMG_SIZE = (112, 112)
seccion=onnxruntime.InferenceSession(MODEL_PATH,
provid=["CPUExecutionProvider"])
def preproceso(img):  img = cv2.resize(img, IMG_SIZE)
    img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    img = np.transpose(img, (2, 0, 1)).astype(np.float32)
    img = (img - 127.5) / 128.0
    return np.expand_dims(img, axis=0)
def get_embedding(img):
    preproceso = preproceso (img)
    inputs = { seccion.get_inputs()[0].name: preproceso}
    output = seccion_run(None, inputs)[0][0]
    return output / np.linalg.norm(output)
def cosine_similarity(a, b):
    return np.dot(a, b)
print("Cargando rostros conocidos")
known_embeddings = []
known_names = []
for filename in os.listdir(KNOWN_FACES_PATH):
    path = os.path.join(KNOWN_FACES_PATH, filename)
    img = cv2.imread(path)
    if img is None:
        continue
    embedding = get_embedding(img)
    known_embeddings.append(embedding)
    name = os.path.splitext(filename)[0]
    known_names.append(name)
```



```
print(f"{len(known_names)} rostros cargados.")
face_cascade=cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades+'haarcascade_frontalface_default.xml')
def reconocer_en_imagen(image_path):
    image = cv2.imread(image_path)
    if image is None:
        print(f"No se pudo cargar la imagen: {image_path}")
        return
    faces = face_cascade.detectMultiScale(image, scaleFactor=1.3, minNeighbors=5)
    print(f"Se detectaron {len(faces)} rostro(s) en la imagen.")
    for (x, y, w, h) in faces:
        face_img = image[y:y+h, x:x+w]
        if face_img.size == 0:
            continue
        try:
            emb = get_embedding(face_img)
        except Exception as e:
            print(f"Error al obtener el embedding: {e}")
            continue
        best_score = -1
        name = "Desconocido"
        for known_emb, known_name in zip(known_embeddings, known_names):
            score = cosine_similarity(emb, known_emb)
            if score > best_score:
                best_score = score
                name = known_name
        if best_score >= THRESHOLD:
            label = f"{name} ({best_score*100:.2f}%)"
            color = (0, 255, 0)
        else:
```



```
label = "Desconocido"
color = (0, 0, 255)

cv2.rectangle(image, (x, y), (x+w, y+h), color, 2)
cv2.putText(image, label, (x, y-10), 2, 0.7, color, 2, cv2.LINE_AA)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

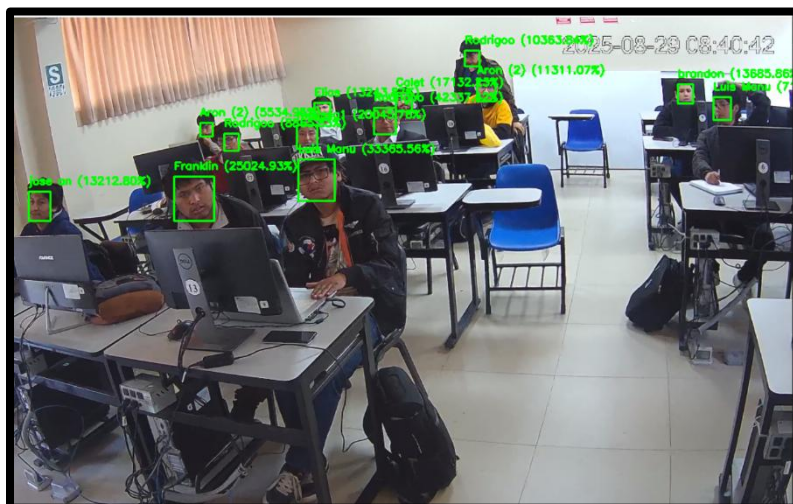


Figura 30 — Prueba del modelo ArcFace



Figura 31 — Prueba del modelo ArcFace

Tabla 23 — Datos de prueba modelo ArcFace

Estudiante	TP	FP	TN	FN
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0

5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
7	0	1	0	0
8	1	0	0	0
9	1	0	0	0
10	1	0	0	0
11	1	0	0	0
12	1	0	0	0
13	1	0	0	0
14	1	0	0	0
15	1	0	0	0
16	1	0	0	0
17	1	0	0	0
18	1	0	0	0
19	1	0	0	0
20	1	0	0	0
21	1	0	0	0
22	1	0	0	0
23	1	0	0	0
24	1	0	0	0
25	1	0	0	0
26	1	0	0	0
27	0	0	0	1
28	1	0	0	0
29	1	0	0	0
30	1	0	0	0
31	1	0	0	0
32	1	0	0	0
33	1	0	0	0
34	1	0	0	0
35	1	0	0	0
36	1	0	0	0
37	1	0	0	0
38	0	1	0	0
39	1	0	0	0
40	1	0	0	0
41	1	0	0	0
42	0	0	0	1
43	1	0	0	0
44	1	0	0	0
45	1	0	0	0
46	1	0	0	0
47	1	0	0	0
48	1	0	0	0
49	1	0	0	0

50	1	0	0	0
51	1	0	0	0
52	1	0	0	0
53	0	1	0	0
54	1	0	0	0
55	1	0	0	0
56	1	0	0	0
57	1	0	0	0
58	1	0	0	0
59	1	0	0	0
60	0	1	0	0
61	1	0	0	0
62	1	0	0	0
63	1	0	0	0
64	1	0	0	0
65	1	0	0	0
66	1	0	0	0
67	1	0	0	0
68	1	0	0	0
69	1	0	0	0
70	1	0	0	0
71	1	0	0	0
72	1	0	0	0
73	1	0	0	0
74	1	0	0	0
75	1	0	0	0
76	1	0	0	0
77	1	0	0	0
78	1	0	0	0
79	1	0	0	0
80	1	0	0	0
81	1	0	0	0
82	1	0	0	0
83	1	0	0	0
84	1	0	0	0
85	1	0	0	0
86	1	0	0	0
87	1	0	0	0
88	1	0	0	0
89	1	0	0	0
90	1	0	0	0
91	1	0	0	0
92	1	0	0	0
93	1	0	0	0
94	1	0	0	0

95	1	0	0	0
96	1	0	0	0
97	1	0	0	0
98	1	0	0	0
99	1	0	0	0
100	1	0	0	0
101	1	0	0	0
102	1	0	0	0
103	1	0	0	0
104	1	0	0	0
105	1	0	0	0
106	1	0	0	0
107	1	0	0	0
108	1	0	0	0
109	1	0	0	0
110	1	0	0	0
111	1	0	0	0
112	1	0	0	0
113	1	0	0	0
114	1	0	0	0
115	1	0	0	0
116	1	0	0	0
117	1	0	0	0
118	1	0	0	0
119	1	0	0	0
120	1	0	0	0
121	1	0	0	0
122	1	0	0	0
123	1	0	0	0
124	1	0	0	0
125	1	0	0	0
126	1	0	0	0
127	1	0	0	0
128	1	0	0	0
129	1	0	0	0
130	1	0	0	0
131	1	0	0	0
132	1	0	0	0
133	1	0	0	0
134	1	0	0	0
135	1	0	0	0
136	1	0	0	0
137	1	0	0	0
138	1	0	0	0
139	1	0	0	0

140	1	0	0	0
141	1	0	0	0

- **Matriz de confusión**

La evaluación del modelo ArcFace para el reconocimiento de imágenes detalla la matriz de confusión detalla el modelo clasificó las instancias reales y predichas:

- **True Positive (TP)**

Ocurre cuando el sistema identifica correctamente a un estudiante registrado y confirma su asistencia, y efectivamente el estudiante sí pertenece a la base de datos.

- **False Positivo (FP)**

Ocurre cuando el sistema identifica incorrectamente a una persona como un estudiante registrado, cuando en realidad no pertenece a la base de datos. Este caso representa un error de aceptación.

- **True Negative (TN)**

Se produce cuando el sistema rechaza correctamente a una persona que no pertenece a la base de datos de estudiantes, confirmando adecuadamente la no asistencia.

- **False Negative (FN)**

Ocurre cuando el sistema no reconoce a un estudiante que sí pertenece a la base de datos, generando un error de rechazo.

Tabla 24 — Matriz de confusión modelo ArcFace

	Valores de predicción		
Valores reales		Positivo	Negativo
	Positivo	True Positive: 135	False Negative: 2
	Negativo	False Positive: 4	True Negative: 0

A partir de TP, FP, TN y FN se calculan métricas que permiten evaluar la eficacia del sistema de reconocimiento facial.

a) Exactitud (Accuracy)

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

b) Precisión

$$precisión = \frac{TP}{TP + FP}$$

c) Recall

$$sensibilidad = \frac{TP}{TP + FN}$$

d) F1-score

$$F1 - score = 2 \times \frac{precisión \times sensibilidad}{precisión + sensibilidad}$$

Los valores obtenidos para cada métrica se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 25 — Métricas modelo ArcFace

Modelo CNN	Exactitud (%)	Precisión (%)	Recall (%)	F1-score (%)
Arcface	97	97	98	97.50

B.3 Configuración de FaceNet

Instalación del entorno virtual: Al instalar faceNet-pytorch dentro del entorno virtual, también se incorporan automáticamente PyTorch, torchvision y las dependencias necesarias para el funcionamiento del detector facial MTCNN.

- **Código fuente**

```
import cv2
import numpy as np
import os

MODEL_PATH = "facenet512.onnx"
KNOWN_FACES_PATH=" Imagen_entrada"
TEST_IMAGE_PATH = "imagen2.png"
THRESHOLD =
IMG_SIZE = (368, 368)
sesion=onnxruntime.InferenceSession(MODEL_PATH,
providers=["CPUExecutionProvider"])

def preproceso (img):
    img = cv2.resize(img, IMG_SIZE)
    img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    img = img.astype(np.float32) / 255.0
    img = np.transpose(img, (2, 0, 1))
    img = np.expand_dims(img, axis=0)
    return img

def get_embedding(img):
    img_input = preproceso (img)
    inputs = { sesion.get_inputs()[0].name: img_input}
    output = sesion.run(None, inputs)[0]
    emb = output[0]
    return emb / np.linalg.norm(emb)

def cosine_similarity(a, b):
    a = a.flatten()
    b = b.flatten()
    return float(np.dot(a, b))

print("Cargando rostros conocidos...")
known_embeddings = []
known_names = []

for filename in os.listdir(KNOWN_FACES_PATH):
    path = os.path.join(KNOWN_FACES_PATH, filename)
    img = cv2.imread(path)
    if img is None:
        continue
    emb = get_embedding(img)
    known_embeddings.append(emb)
```

```
known_names.append(os.path.splitext(filename)[0])

print(f'{len(known_names)} rostros cargados.')

image = cv2.imread(TEST_IMAGE_PATH)
if image is None:
    print("No se pudo cargar la imagen de prueba")
    exit()

face_cascade=cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml')

caras      =      face_cascade.detectMultiScale(image,      scaleFactor=1.3,
minNeighbors=5)

for (x, y, w, h) in caras:
    face_img = image[y:y+h, x:x+w]
    if face_img.size == 0:
        continue

    try:
        emb = get_embedding(face_img)
    except:
        continue

    best_score = -1
    name = "Desconocido"

    for known_emb, known_name in zip(known_embeddings, known_names):
        score = cosine_similarity(emb, known_emb)
        if score > best_score:
            best_score = score
            name = known_name

    if best_score >= THRESHOLD:
        label = f'{name} ({best_score*100:.2f}%)'
        color = (0, 255, 0)
    else:
        label = "Desconocido"
        color = (0, 0, 255)
    cv2.rectangle(image, (x, y), (x + w, y + h), color, 2)
    cv2.putText(image, label, (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7,
color, 2)
cv2.imshow("Resultado - FaceNet512", image)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```





Figura 32 — Prueba del modelo FaceNet



Figura 33 — Prueba del modelo FaceNet

Tabla 26 — Datos de prueba del modelo FaceNet

Estudiante	TP	FP	TN	FN
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
7	0	0	0	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	0
10	1	0	0	0
11	1	0	0	0

12	0	1	0	0
13	0	0	0	1
14	1	0	0	0
15	1	0	0	0
16	0	1	0	0
17	1	0	0	0
18	1	0	0	0
19	1	0	0	0
20	1	0	0	0
21	1	0	0	0
22	1	0	0	0
23	0	0	0	1
24	1	0	0	0
25	0	1	0	0
26	1	0	0	0
27	0	1	0	0
28	0	1	0	0
29	1	0	0	0
30	1	0	0	0
31	0	1	0	0
32	1	0	0	0
33	1	0	0	0
34	0	1	0	0
35	1	0	0	0
36	1	0	0	0
37	0	1	0	0
38	0	0	0	1
39	1	0	0	0
40	1	0	0	0
41	1	0	0	0
42	1	0	0	0
43	0	1	0	0
44	1	0	0	0
45	1	0	0	0
46	0	1	0	0
47	1	0	0	0
48	1	0	0	0
49	0	1	0	0
50	1	0	0	0
51	0	1	0	0
52	0	0	1	0
53	1	0	0	0
54	1	0	0	0
55	1	0	0	0
56	1	0	0	0

57	0	0	0	1
58	1	0	0	0
59	1	0	0	0
60	0	0	0	1
61	1	0	0	0
62	1	0	0	0
63	0	1	0	0
64	1	0	0	0
65	1	0	0	0
66	0	1	0	0
67	1	0	0	0
68	0	0	0	1
69	1	0	0	0
70	0	1	0	0
71	1	0	0	0
72	0	0	0	1
73	1	0	0	0
74	0	1	0	0
75	0	0	0	1
76	1	0	0	0
77	0	1	0	0
78	0	0	0	1
79	0	1	0	0
80	1	0	0	0
81	1	0	0	0
82	0	1	0	0
83	1	0	0	0
84	1	0	0	0
85	1	0	0	0
86	1	0	0	0
87	0	0	0	1
88	1	0	0	0
89	1	0	0	0
90	1	0	0	0
91	1	0	0	0
92	0	1	0	0
93	0	0	0	1
94	1	0	0	0
95	1	0	0	0
96	0	1	0	0
97	1	0	0	0
98	1	0	0	0
99	1	0	0	0
100	1	0	0	0
101	1	0	0	0

102	1	0	0	0
103	0	0	0	1
104	1	0	0	0
105	0	1	0	0
106	1	0	0	0
107	0	1	0	0
108	0	1	0	0
109	1	0	0	0
110	1	0	0	0
111	0	1	0	0
112	1	0	0	0
113	1	0	0	0
114	0	1	0	0
115	1	0	0	0
116	1	0	0	0
117	0	1	0	0
118	0	0	0	1
119	1	0	0	0
120	1	0	0	0
121	1	0	0	0
122	1	0	0	0
123	0	1	0	0
124	1	0	0	0
125	1	0	0	0
126	0	1	0	0
127	1	0	0	0
128	1	0	0	0
129	0	1	0	0
130	1	0	0	0
131	0	1	0	0
132	0	0	0	1
133	1	0	0	0
134	1	0	0	0
135	1	0	0	0
136	1	0	0	0
137	0	1	0	0
138	1	0	0	0
139	1	0	0	0
140	0	1	0	0
141	1	0	0	0

- **Matriz de confusión**

La evaluación del modelo FaceNet para el reconocimiento de imágenes detalla la matriz de confusión detalla el modelo clasificó las instancias reales y predichas:



- **True Positive (TP)**

Ocurre cuando el sistema identifica correctamente a un estudiante registrado y confirma su asistencia, y efectivamente el estudiante sí pertenece a la base de datos.

- **False Positivo (FP)**

Ocurre cuando el sistema identifica incorrectamente a una persona como un estudiante registrado, cuando en realidad no pertenece a la base de datos. Este caso representa un error de aceptación.

- **True Negative (TN)**

Se produce cuando el sistema rechaza correctamente a una persona que no pertenece a la base de datos de estudiantes, confirmando adecuadamente la no asistencia.

- **False Negative (FN)**

Ocurre cuando el sistema no reconoce a un estudiante que sí pertenece a la base de datos, generando un error de rechazo.

Tabla 27 — Matriz de confusión modelo FaceNet

		Valores de predicción	
Valores reales		Positivo	Negativo
	Positivo	True Positive: 91	False Negative: 15
	Negativo	False Positive: 34	True Negative: 1

A partir de TP, FP, TN y FN se calculan métricas que permiten evaluar la eficacia del sistema de reconocimiento facial:

e) Exactitud (Accuracy)

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

f) **Precisión**

$$precisión = \frac{TP}{TP + FP}$$

g) **Recall**

$$sensibilidad = \frac{TP}{TP + FN}$$

h) **F1-score**

$$F1 - score = 2 \times \frac{precisión \times sensibilidad}{precisión + sensibilidad}$$

Los valores obtenidos para cada métrica se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 28 — Métricas del modelo FaceNet

Modelo CNN	Exactitud (%)	Precisión (%)	Recall (%)	F1-score (%)
FaceNet	65	72.80	85.85	78.78

B.4 Configuración de face-recognition

Para usar `face_recognition` se recomienda Python 3.8–3.10, ya que versiones superiores pueden fallar con Dlib. Es necesario contar con compilación C++ mediante Visual Studio Build Tools con la opción Desktop development with C++. Luego se instalan las dependencias básicas (cmake, dlib, face_recognition, OpenCV, NumPy, Pillow, Matplotlib). Se sugiere organizar el proyecto con un script principal y una carpeta de imágenes. Finalmente, se verifica la instalación ejecutando los comandos de ayuda y revisión de versiones.

- **Código fuente**

```
import os
import cv2
import numpy as np
```



```
from facenet_pytorch import MTCNN
from PIL import Image
mtcnn = MTCNN(keep_all=True, device='cpu')
imageFacesPath = " imput_image"
test_image_path = " img2.jpg"
facesEncodings = []
facesNames = []
for file_name in os.listdir(imageFacesPath):
    image_path = os.path.join(imageFacesPath, file_name)
    image = cv2.imread(image_path)
    if image is None:
        continue
    image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    encodings = face_recognition.face_encodings(image)

    if encodings:
        facesEncodings.append(encodings[0])
        facesNames.append(file_name.split(".")[0])
    else:
        print(f"No se detectó rostro en: {file_name}")
image_bgr = cv2.imread(test_image_path)
if image_bgr is None:
    print("Error: No se pudo cargar la imagen de prueba.")
    exit()

image_rgb = cv2.cvtColor(image_bgr, cv2.COLOR_BGR2RGB)
image_pil = Image.fromarray(image_rgb)
boxes, _ = mtcnn.detect(image_pil)
if boxes is None:
    print("No se detectaron rostros en la imagen de prueba.")
else:
    for box in boxes:
        x1, y1, x2, y2 = [int(coord) for coord in box]
        x1, y1 = max(0, x1), max(0, y1)
```



```
x2, y2 = min(image_rgb.shape[1], x2), min(image_rgb.shape[0], y2)
face_encoding_list = face_recognition.face_encodings(
    image_rgb, known_face_locations=[(y1, x2, y2, x1)]
)
name = "Desconocido"
color = (50, 50, 255)
similarity_text = ""

if face_encoding_list:
    face_encoding = face_encoding_list[0]
    distancia = face_recognition.face_distance(facesEncodings,
face_encoding)
resultado = face_recognition.compare_faces(facesEncodings, face_encoding)
    if len(distancia) > 0:
        best_match_index = np.argmin(distancia)
        best_score = distancia[best_match_index]

        if resultado[best_match_index] and best_score < 0.5:
            name = facesNames[best_match_index]
            color = (125, 220, 0)
            similarity = max(0, 100 - best_score * 100)
            similarity_text = f"{similarity:.2f}%"
cv2.rectangle(image_bgr, (x1, y1), (x2, y2), color, 2)
cv2.rectangle(image_bgr, (x1, y2), (x2, y2 + 30), color, -1)
cv2.putText(image_bgr, name, (x1 + 5, y2 + 25), 2, 0.5, (255, 255, 255), 2)
if similarity_text:
    cv2.putText(image_bgr, similarity_text, (x1 + 5, y1 - 10), 2, 0.7, (255,
255, 255), 2)
cv2.imshow("Resultado ", image_bgr)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```



9	0	0	0	1
10	1	0	0	0
11	1	0	0	0
12	0	1	0	0
13	0	0	0	1
14	1	0	0	0
15	1	0	0	0
16	0	0	0	1
17	1	0	0	0
18	1	0	0	0
19	1	0	0	0
20	0	1	0	0
21	1	0	0	0
22	1	0	0	0
23	0	0	0	1
24	1	0	0	0
25	0	0	0	1
26	1	0	0	0
27	0	1	0	0
28	0	0	0	1
29	1	0	0	0
30	1	0	0	0
31	0	1	0	0
32	1	0	0	0
33	1	0	0	0
34	0	1	0	0
35	1	0	0	0
36	1	0	0	0
37	0	1	0	0
38	0	0	0	1
39	1	0	0	0
40	1	0	0	0
41	1	0	0	0
42	1	0	0	0
43	0	1	0	0
44	1	0	0	0
45	1	0	0	0
46	0	0	0	1
47	1	0	0	0
48	1	0	0	0
49	0	1	0	0
50	1	0	0	0
51	0	1	0	0
52	1	0	0	0
53	1	0	0	0
54	0	0	0	1

55	1	0	0	0
56	1	0	0	0
57	0	0	0	1
58	1	0	0	0
59	1	0	0	0
60	0	0	0	1
61	1	0	0	0
62	1	0	0	0
63	0	1	0	0
64	1	0	0	0
65	1	0	0	0
66	0	0	0	1
67	1	0	0	0
68	0	0	0	1
69	1	0	0	0
70	0	0	0	1
71	1	0	0	0
72	0	0	0	1
73	0	0	0	1
74	0	1	0	0
75	0	0	0	1
76	1	0	0	0
77	0	0	0	1
78	0	0	0	1
79	0	1	0	0
80	1	0	0	0
81	1	0	0	0
82	0	1	0	0
83	1	0	0	0
84	1	0	0	0
85	1	0	0	0
86	1	0	0	0
87	0	0	0	1
88	1	0	0	0
89	1	0	0	0
90	1	0	0	0
91	1	0	0	0
92	0	0	0	1
93	0	0	0	1
94	1	0	0	0
95	1	0	0	0
96	0	1	0	0
97	1	0	0	0
98	1	0	0	0
99	1	0	0	0
100	1	0	0	0

101	1	0	0	0
102	1	0	0	0
103	0	0	0	1
104	1	0	0	0
105	0	1	0	0
106	0	0	0	1
107	0	1	0	0
108	0	1	0	0
109	1	0	0	0
110	1	0	0	0
111	0	1	0	0
112	1	0	0	0
113	1	0	0	0
114	0	0	0	1
115	1	0	0	0
116	1	0	0	0
117	0	0	0	1
118	0	0	0	1
119	1	0	0	0
120	1	0	0	0
121	0	0	0	1
122	1	0	0	0
123	0	1	0	0
124	1	0	0	0
125	1	0	0	0
126	0	0	0	1
127	1	0	0	0
128	1	0	0	0
129	0	1	0	0
130	1	0	0	0
131	0	0	0	1
132	0	0	0	1
133	1	0	0	0
134	0	0	0	1
135	1	0	0	0
136	1	0	0	0
137	0	1	0	0
138	1	0	0	0
139	1	0	0	0
140	0	0	0	1
141	0	1	0	0

- **Matriz de confusión**

La evaluación del modelo FaceRecognition para el reconocimiento de imágenes detalla la matriz de confusión detalla el modelo clasificó las instancias reales y predichas:

- **True Positive (TP)**

Ocurre cuando el sistema identifica correctamente a un estudiante registrado y confirma su asistencia, y efectivamente el estudiante sí pertenece a la base de datos.

- **False Positivo (FP)**

Ocurre cuando el sistema identifica incorrectamente a una persona como un estudiante registrado, cuando en realidad no pertenece a la base de datos. Este caso representa un error de aceptación.

- **True Negative (TN)**

Se produce cuando el sistema rechaza correctamente a una persona que no pertenece a la base de datos de estudiantes, confirmando adecuadamente la no asistencia.

- **False Negative (FN)**

Ocurre cuando el sistema no reconoce a un estudiante que sí pertenece a la base de datos, generando un error de rechazo.

Tabla 30 — Matriz de confusión modelo FaceRecognition

	Valores de predicción		
		Positivo	Negativo
	Valores reales		
	Positivo	True Positive: 83	False Negative:36
	Negativo	False Positive: 22	True Negative: 0

A partir de TP, FP, TN y FN se calculan métricas que permiten evaluar la eficacia del sistema de reconocimiento facial:



i) **Exactitud (Accuracy)**

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

j) **Precisión**

$$precisión = \frac{TP}{TP + FP}$$

k) **Recall**

$$sensibilidad = \frac{TP}{TP + FN}$$

l) **F1-score**

$$F1 - score = 2 \times \frac{precisión \times sensibilidad}{precisión + sensibilidad}$$

Los valores obtenidos para cada métrica se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 31 — Métricas del modelo FaceRecognition

Modelo CNN	Exactitud (%)	Precisión (%)	Recall (%)	F1-score (%)
FaceRecognition	58.87	79.05	69.75	74.10

Anexo C

CUESTIONARIO CSUQ Y SUS RESULTADOS

C.1 Reacción a la calidad del sistema

	1	2	3	4	5	6	7
1: En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2: Es simple usar este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3: Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4: Me siento cómodo utilizando este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5: Fue fácil aprender utilizar este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6: Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 36 — Cuestionario de reacción para calidad del sistema

N°	Docentes	En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este sitio web.	Es simple usar este sitio web.	Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando este sitio web.	Me siento cómodo utilizando este sitio web.	Fue fácil aprender utilizar este sitio web.	Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.
1	Harrison Ochoa Rivas (Sistemas Digitales)	6	6	7	6	7	6
2	Ecler Mamani Vilca (Estructura de Datos)	5	5	5	4	5	6
3	Ebert Gomez Ayquipa (Base de Datos I)	7	7	6	6	6	6
4	Ecler Mamani Vilca (Computacion Grafica)	5	5	5	4	5	6
5	Erech Ordoñez Ramos (Ingles)	6	5	6	5	5	5
Promedio		5.8	5.6	5.8	5	5.6	5.8
Suma total de promedios		33.6					
Porcentaje de aceptacion		80%					

Figura 37 — Captura de pantalla, resultado de cuestionario sobre calidad del sistema

C.2 Reacción a la calidad de la información

	1	2	3	4	5	6	7
7: El sitio web muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver mis problemas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8: Cada vez que cometo un error utilizando el sitio web lo resuelvo fácil y rápidamente.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9: La información (como ayuda en línea, mensaje en pantalla y otro documentación) provee este sitio web es clara.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10: Es fácil encontrar en el sitio web la información que necesito.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10: Es fácil encontrar en el sitio web la información que necesito.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11: La información que proporciona el sitio web es efectiva ayudándome las tareas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12: La organización de la información del sitio web en la pantalla fue clara.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 38 — Cuestionario de calidad de la información

N°	Docentes	En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este sitio web.	Es simple usar este sitio web.	Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando este sitio web.	Me siento cómodo utilizando este sitio web.	Fue fácil aprender utilizar este sitio web.	Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.
1	Harrison Ochoa Rivas (Sistemas Digitales)	6	6	6	7	6	6
2	Ecler Mamani Vilca (Estructura de Datos)	5	6	5	5	5	6
3	Ebert Gomez Ayquipa (Base de Datos I)	7	7	7	7	6	7
4	Ecler Mamani Vilca (Computacion Grafica)	5	6	5	5	5	6
5	Erech Ordoñez Ramos (Ingles)	5	5	7	6	5	6
Promedio		5.6	6	6	6	5.4	6.2
Suma total de promedios		35.2					
Porcentaje de aceptacion		84%					

Figura 39 — Captura de pantalla, resultados del cuestionario de calidad de información

C.3 Reacción a la calidad de interfaz

	1	2	3	4	5	6	7
13: La interfaz del sitio web fue placentera.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14: Me gusto utilizar el sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15: El sitio web tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16: En general, estoy satisfecho con el sitio web.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 40 — Cuestionario de calidad de la información

Nº	Docentes	La interfaz del sitio web fue placentera	Me gusto utilizar el sitio web.	El sitio web tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	En general, estoy satisfecho con el sitio web.
1	Harrison Ochoa Rivas (Sistemas Digitales)	6	7	6	6
2	Ecler Mamani Vilca (Estructura de Datos)	5	5	5	6
3	Ebert Gomez Ayquipa (Base de Datos I)	7	7	6	7
4	Ecler Mamani Vilca (Computacion Grafica)	5	5	5	6
5	Erech Ordoñez Ramos (Ingles)	6	6	5	6
Promedio		5.8	6	5.4	6.2
Suma total de promedios		23.4			
Porcentaje de aceptacion		97.5%			

Figura 41 — Captura de pantalla, respuesta del cuestionario calidad de la información

Anexo D

TIEMPO DE PREPARACIÓN DE REGISTRO DE ASISTENCIA

Se realizó una encuesta a 141 estudiantes, agrupados por cursos, para medir el tiempo que demora el docente en preparar el registro de asistencia y pasar lista en cada sesión de clases.

Tabla 32 — Datos de la encuesta

Curso	Número de estudiantes	¿Cuánto tiempo tarda el docente en preparar su registro de asistencia en cada sesión de clases? (minutos)
Inglés	1	5
	2	3
	3	5
	4	5
	5	5
	6	2
	7	5
	8	5
	9	3
	10	5
	11	5
	12	5
	13	5
	14	3
	15	5
	16	2
	17	5
	18	5
	19	5
	20	5
	21	5
	22	3
	23	5
	24	5
	25	5
	26	5
	27	3
	28	5
	29	5
	30	2
Estructura de datos	31	3
	32	4
	33	5
	34	2

	35	4
	36	4
	37	3
	38	4
	39	4
	40	2
	41	5
	42	3
	43	5
	44	4
	45	5
	46	2
	47	4
	48	4
	49	3
	50	4
	51	5
	52	3
	53	4
	54	4
	55	5
	56	4
	57	5
	58	4
	59	4
	60	5
	61	3
	62	4
	63	4
	64	2
Base de datos I	65	3
	66	4
	67	3
	68	4
	69	4
	70	4
	71	2
	72	4
	73	5
	74	4
	75	3
	76	4
	77	4
	78	3
	79	4
	80	5
	81	2

	82	4
	83	5
	84	4
	85	3
	86	4
	87	4
	88	4
	89	5
	90	3
	91	4
	92	5
	93	4
	94	5
	95	4
	96	4
	97	4
	98	2
Sistemas distribuidos	99	3
	100	2
	101	3
	102	3
	103	2
	104	3
	105	2
	106	2
	107	5
	108	2
	109	2
	110	2
	111	3
	112	2
	113	3
	114	2
	115	4
	116	3
	117	2
	118	3
	119	3
	120	2
	121	4
	122	2
	123	3
	124	3
Computación gráfica	125	5
	126	4
	127	3
	128	4

	129	5
	130	4
	131	3
	132	4
	133	4
	134	4
	135	2
	136	4
	137	4
	138	5
	139	4
	140	4
	141	3

Anexo E

TIEMPO DE REGISTRO DE ASISTENCIA POR ESTUDIANTE

Se realizó una encuesta a un total de 141 estudiantes, quienes se encontraban agrupados por cursos, con el propósito de recopilar información sobre el tiempo que emplea el docente en el registro y llamado de la asistencia durante cada sesión de clases.

La encuesta permitió conocer la percepción de los estudiantes respecto al proceso de control de asistencia, considerando el tiempo destinado a esta actividad al inicio o durante el desarrollo de la clase, como parte de las tareas administrativas habituales del docente.

Tabla 33 — Datos de encuesta registro de asistencia por estudiante

Curso	Número de estudiantes	¿Cuánto tiempo tarda el docente en registrar asistencia por estudiante en cada sesión de clases? (minutos)
Inglés	1	10
	2	8
	3	5
	4	5
	5	5
	6	8
	7	10
	8	5
	9	8
	10	5
	11	8
	12	5
	13	8
	14	5
	15	8
	16	5
	17	8
	18	5
	19	5
	20	5
	21	8
	22	10
	23	5
	24	5
	25	5
	26	5
	27	5

Estructura de datos	28	5
	29	5
	30	5
	31	5
	32	5
	33	5
	34	8
	35	5
	36	5
	37	5
	38	5
	39	5
	40	5
	41	5
	42	5
	43	5
	44	10
	45	5
	46	5
	47	5
	48	5
	49	5
	50	5
	51	5
	52	5
	53	5
	54	5
	55	5
	56	5
	57	5
	58	8
	59	5
	60	5
	61	5
	62	5
Base de datos I	63	5
	64	5
	65	5
	66	5
	67	5
	68	5
	69	5
	70	5
	71	5
	72	5
	73	5
	74	10

	75	5
	76	5
	77	5
	78	5
	79	5
	80	5
	81	5
	82	5
	83	5
	84	5
	85	5
	86	5
	87	5
	88	5
	89	5
	90	5
	91	5
	92	5
	93	5
	94	5
	95	5
	96	5
Sistemas distribuidos	97	5
	98	5
	99	5
	100	5
	101	5
	102	5
	103	5
	104	10
	105	5
	106	5
	107	5
	108	5
	109	5
	110	5
	111	5
	112	5
	113	5
	114	5
	115	10
	116	5
	117	5
	118	5
	119	5
	120	5
	121	5

Computación gráfica	122	5
	123	5
	124	5
	125	8
	126	5
	127	5
	128	8
	129	8
	130	5
	131	8
	132	5
	133	5
	134	5
	135	8
	136	5
	137	5
	138	5
	139	8
	140	5
	141	5



Figura 42 — Prueba 01 de registro por estudiante

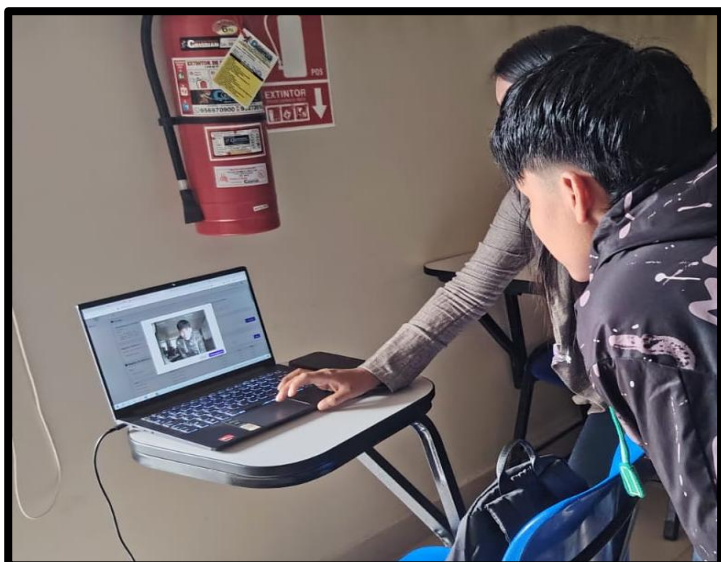


Figura 43 — Prueba 02 de registro por estudiante

Anexo F

ENCUESTA A ESTUDIANTES Y DOCENTES

CUESTIONARIO PARA INVESTIGACIÓN:

Aplicación web con redes neuronales convolucionales para el registro de asistencia por reconocimiento facial en la EAP de Ingeniería Informática y Sistemas, UNAMBA

PARTE I: ENCUESTA A DOCENTES DE LA EAPIIS

Instrucciones:

Marque con una "X" la opción que mejor represente su experiencia o percepción. En preguntas abiertas, escriba su respuesta de manera clara y concisa.

SECCIÓN A: PRÁCTICAS ACTUALES DE REGISTRO DE ASISTENCIA

1. ¿Cuántos cursos tiene a su cargo en la EAPIIS actualmente?
☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5 o más
2. ¿Con qué frecuencia realiza el registro de asistencia?
☐ En cada sesión de clase
☐ Una vez por semana
☐ Solo en evaluaciones o actividades importantes
☐ Al inicio y final del semestre
☐ No realizo control de asistencia
→ Si eligió "No realizo control de asistencia", indique por qué:
3. ¿Actualmente cómo gestiona el control de asistencia?
☐ Manual (lista en papel)
☐ Digital (Excel, formularios en línea)
☐ Mixto (combinación de papel y digital)
☐ Otro: _____
4. ¿Qué problemas principales identifica en el sistema actual de control de asistencia? (Marque todas las que correspondan)
☐ Pérdida de tiempo en cada sesión
☐ Falta de precisión en los registros
☐ Suplantación de identidad por parte de estudiantes
☐ Dificultad para almacenar y recuperar datos históricos
☐ Otro: _____
5. Aproximadamente, ¿cuánto tiempo le toma pasar asistencia en cada sesión de clase?
☐ Menos de 5 minutos
☐ Entre 5 y 10 minutos
☐ Más de 10 minutos
☐ No paso asistencia regularmente
6. ¿Cuántas veces suele pasar asistencia durante una misma sesión de clase?
→ Varias veces durante la clase
☐ Solo cuando es necesario (evaluaciones, actividades específicas)
☐ No suelo pasar asistencia

SECCIÓN B: PERCEPCIÓN SOBRE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

7. Según su experiencia, ¿en qué medida considera que un sistema de reconocimiento facial mejoraría el control de asistencia?
- ☐ Mejoraría significativamente
 - ☐ Mejoraría moderadamente
 - ☐ No generaría cambios importantes
 - ☐ Empeoraría el proceso
 - ☐ No sé / No opino
8. Indique su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

Afirmación	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
El reconocimiento facial ahorraría tiempo valioso de clase	☐	☐	☐	☐	☐
Confiaría en la precisión de un sistema automatizado	☐	☐	☐	☐	☐
Estaría dispuesto(a) a utilizar esta tecnología	☐	☐	☐	☐	☐

9. ¿Qué aspectos le preocupan sobre la implementación de reconocimiento facial? (Marque hasta 3 opciones)
- ☐ Privacidad y protección de datos de estudiantes
 - ☐ Fiabilidad técnica del sistema
 - ☐ Resistencia al cambio por parte de la comunidad universitaria
 - ☐ Costos de implementación y mantenimiento
 - ☐ Complejidad de uso
 - ☐ Aspectos éticos en el uso de biométricos
 - ☐ Otro: _____

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

ENCUESTA A ESTUDIANTES DE LA EAPIIS

Instrucciones:

Sus respuestas son anónimas y confidenciales. Marque con una "X" su opción preferida.

SECCIÓN A: EXPERIENCIA ACTUAL CON CONTROL DE ASISTENCIA

1. **Género:**
 - ☐ Femenino
 - ☐ Masculino
 - ☐ Prefiero no especificar
2. **Ciclo que cursa actualmente:**
 - ☐ I - II
 - ☐ III - IV
 - ☐ V - VI
 - ☐ VII - VIII
 - ☐ IX - X
3. **¿Cómo se realiza actualmente el control de asistencia en la mayoría de sus clases?**
 - ☐ El docente llama lista manualmente
 - ☐ Registro mediante (celular móvil, Tablet, laptop)
 - ☐ Los estudiantes firman en una hoja de asistencia
 - ☐ No se realiza control de asistencia sistemático
 - ☐ Otro: _____
4. **¿Con qué frecuencia se pasa asistencia en sus clases?**
 - ☐ En todas las clases
 - ☐ Una vez por semana
 - ☐ Solo en evaluaciones o actividades importantes
 - ☐ Rara vez o nunca
5. **Aproximadamente, ¿cuánto tiempo estima que se emplea en pasar asistencia por clase?**
 - ☐ Menos de 5 minutos
 - ☐ Entre 5 y 10 minutos
 - ☐ Más de 10 minutos
 - ☐ No se pasa asistencia
6. **Aproximadamente, ¿en cuánto tiempo se demora el docente en preparar su registro de asistencia en cada sesión de clases ?**
 - ☐ 2 minutos
 - ☐ 3 minutos
 - ☐ 4 minutos
 - ☐ 5 minutos

SECCIÓN B: ACTITUD HACIA TECNOLOGÍAS EMERGENTES

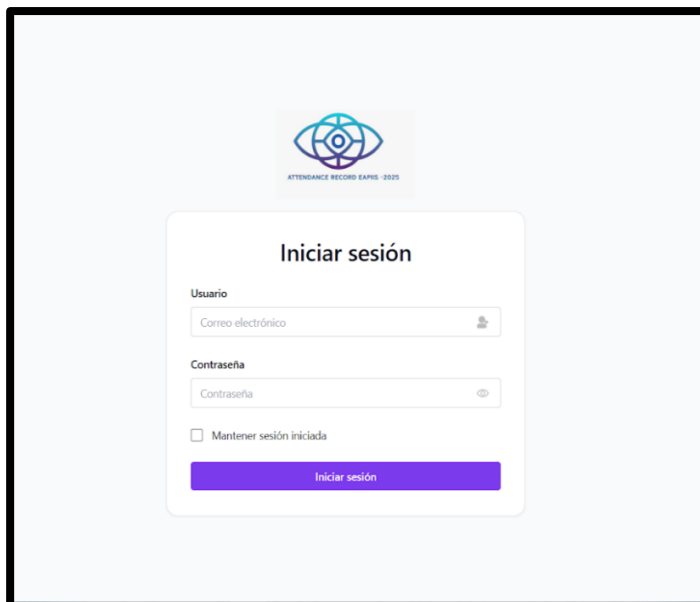
7. **¿Estaría de acuerdo con la implementación de un sistema de reconocimiento facial para el registro de asistencia?**
- ☐ Sí, totalmente de acuerdo
 - ☐ Sí, con algunas reservas
 - ☐ Indeciso(a)
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
8. **¿Qué nivel de comodidad sentiría al usar un sistema de reconocimiento facial?**
- ☐ Muy cómodo(a)
 - ☐ Cómodo(a)
 - ☐ Neutral
 - ☐ Incómodo(a)
 - ☐ Muy incómodo(a)
9. **¿Qué condiciones considerarías importantes para aceptar este sistema?** *(Marque hasta 3 opciones)*
- ☐ Garantías explícitas de protección de datos personales
 - ☐ Información clara sobre el uso y almacenamiento de imágenes
 - ☐ Opción de método alternativo para casos excepcionales
 - ☐ Supervisión y aprobación por autoridades universitarias
 - ☐ Beneficios académicos claros (mejor seguimiento, etc.)
 - ☐ Capacitación previa sobre el uso del sistema
 - ☐ Otro: _____
10. **¿Qué ventajas principales anticipa en un sistema de reconocimiento facial?** *(Marque hasta 2 opciones)*
- ☐ Mayor precisión en los registros
 - ☐ Ahorro de tiempo en clases
 - ☐ Reducción de suplantación de identidad
 - ☐ Acceso más rápido a registros históricos
 - ☐ Modernización de procesos académicos
 - ☐ Otro: _____

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo G

INTERFAZ DE LA APLICACIÓN WEB

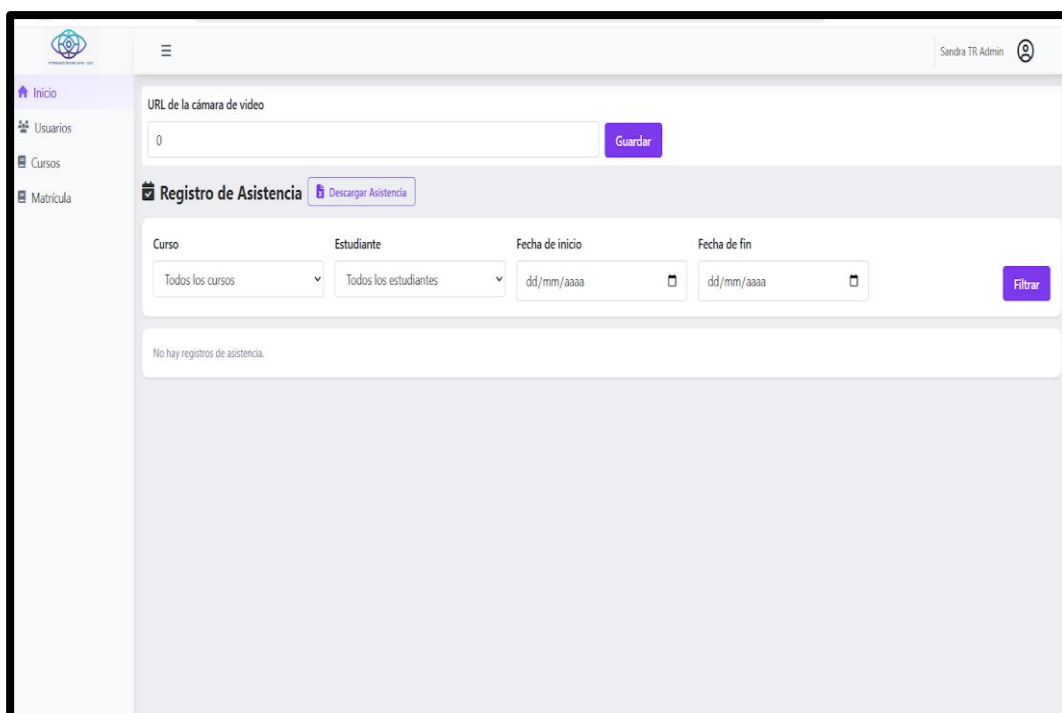
G.1 Acceso al sistema



The screenshot shows a login interface with a logo at the top center that reads "ATTENDANCE RECORD EXPIES - 2025". Below the logo is a white box titled "Iniciar sesión". Inside this box, there are two input fields: "Usuario" (with a placeholder "Correo electrónico") and "Contraseña" (with a placeholder "Contraseña"). Below these fields is a checkbox labeled "Mantener sesión iniciada". At the bottom of the box is a purple button labeled "Iniciar sesión".

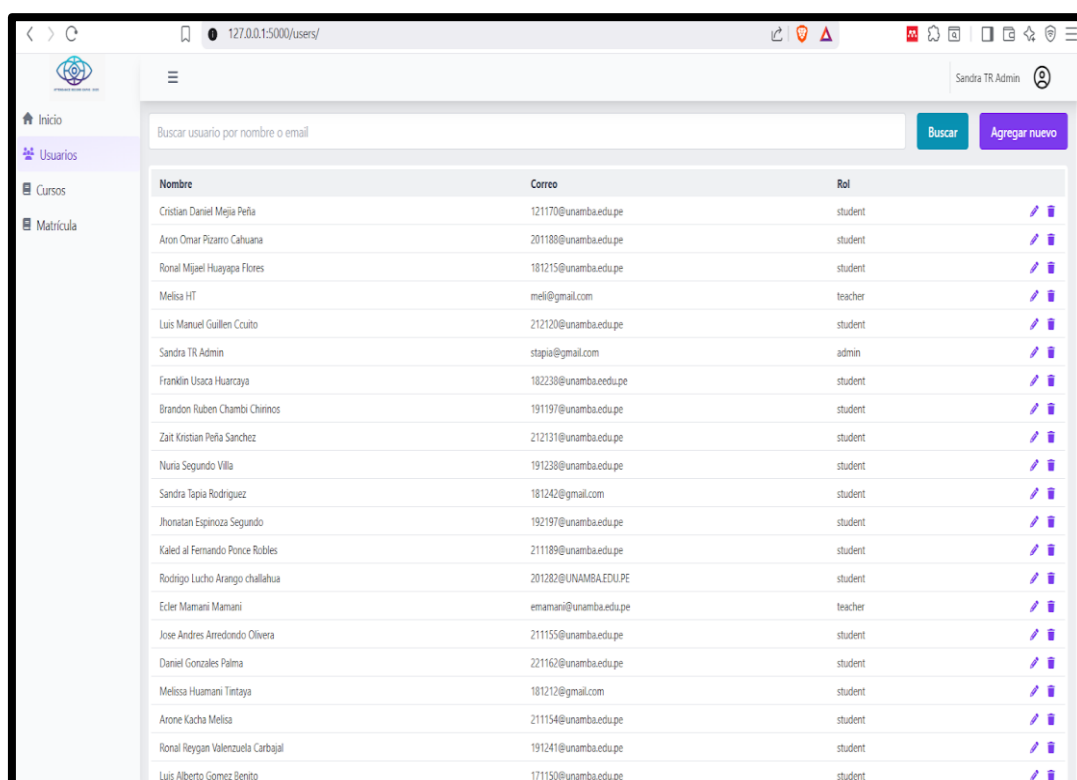
Figura 44 — Acceso al sistema

G.2 Módulos administrados



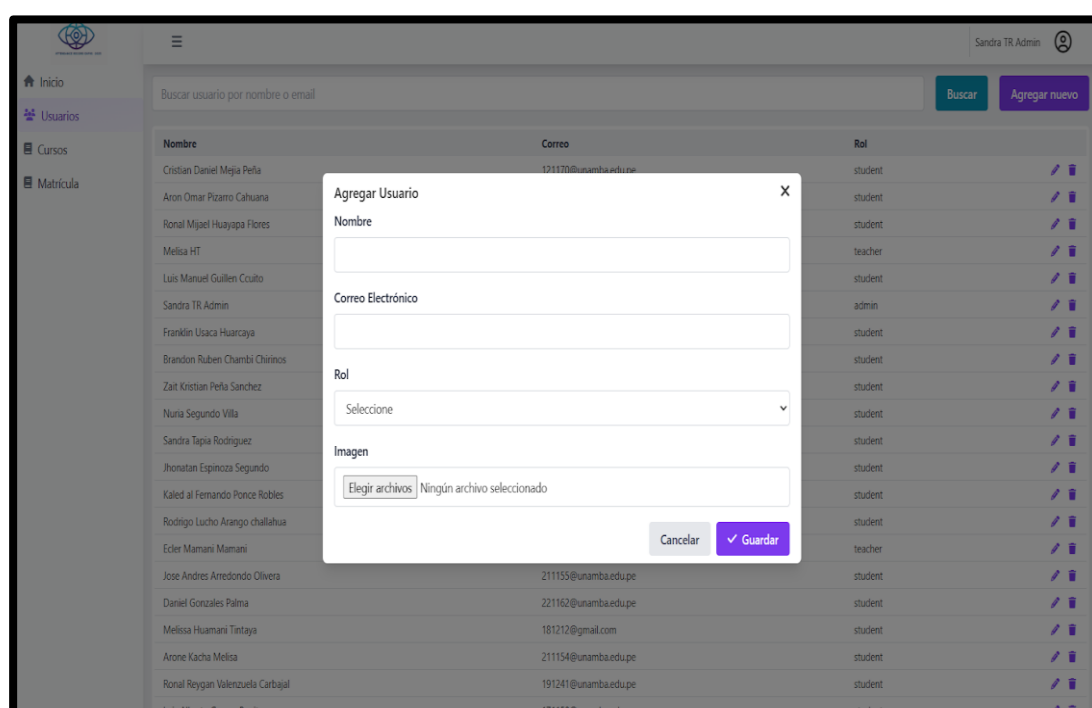
The screenshot shows a control panel with a sidebar on the left containing links: "Inicio", "Usuarios", "Cursos", and "Matrícula". The main content area has a header with a menu icon and a user profile "Sandra TR Admin". Below the header, there is a section "URL de la cámara de video" with a text input field containing "0" and a purple "Guardar" button. Below this is a section "Registro de Asistencia" with a "Descargar Asistencia" button. Underneath, there are four filters: "Curso" (dropdown with "Todos los cursos"), "Estudiante" (dropdown with "Todos los estudiantes"), "Fecha de inicio" (calendar icon with "dd/mm/aaaa"), and "Fecha de fin" (calendar icon with "dd/mm/aaaa"). A purple "Filtrar" button is on the right. Below the filters, a message states "No hay registros de asistencia."

Figura 45 — Panel de control



Nombre	Correo	Rol
Cristian Daniel Mejia Peña	121170@unamba.edu.pe	student
Aron Omar Pizarro Cahuana	201188@unamba.edu.pe	student
Ronal Mijael Huaypa Flores	181215@unamba.edu.pe	student
Melisa HT	mel6@gmail.com	teacher
Luis Manuel Guillen Cuito	212120@unamba.edu.pe	student
Sandra TR Admin	stapia@gmail.com	admin
Franklin Usaca Huarcaya	182238@unamba.edu.pe	student
Brandon Ruben Chambi Chirinos	191197@unamba.edu.pe	student
Zait Kristian Peña Sanchez	212131@unamba.edu.pe	student
Nuria Segundo Villa	191238@unamba.edu.pe	student
Sandra Tapia Rodriguez	181242@gmail.com	student
Jhonatan Espinoza Segundo	192197@unamba.edu.pe	student
Kaled al Fernando Ponce Robles	211189@unamba.edu.pe	student
Rodrigo Lucho Arango challahua	201282@UNAMBA.EDU.PE	student
Ecler Mamani Mamani	emamani@unamba.edu.pe	teacher
Jose Andres Arredondo Olivera	211155@unamba.edu.pe	student
Daniel Gonzales Palma	221162@unamba.edu.pe	student
Melissa Huamani Tintaya	181212@gmail.com	student
Arone Kacha Melisa	211154@unamba.edu.pe	student
Ronal Reygan Valenzuela Carbajal	191241@unamba.edu.pe	student
Luis Alberto Gomez Benito	171150@unamba.edu.pe	student

Figura 46 — Panel de usuarios



Agregar Usuario

Nombre

Correo Electrónico

Rol

Imagen

Elegir archivos Ningún archivo seleccionado

Cancelar Guardar

Figura 47 — Panel de registro de usuario

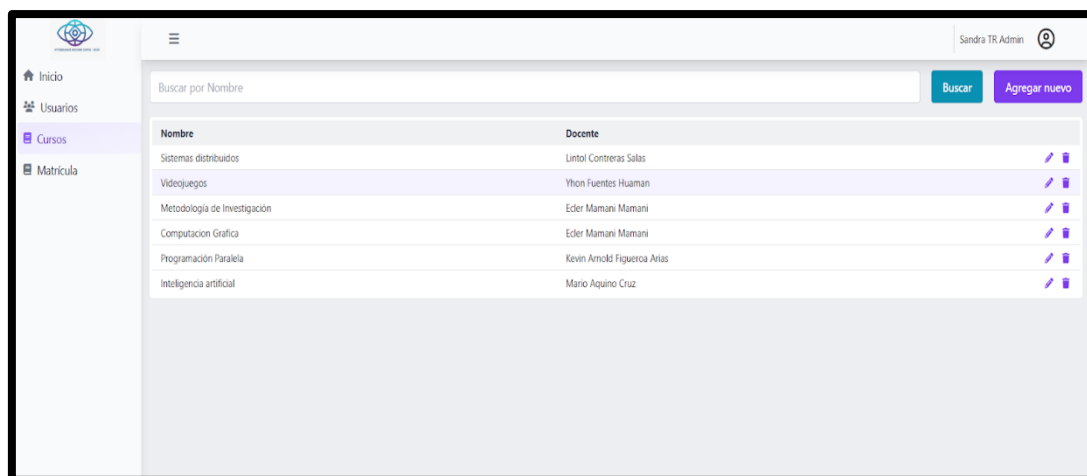


Figura 48 — Panel de cursos

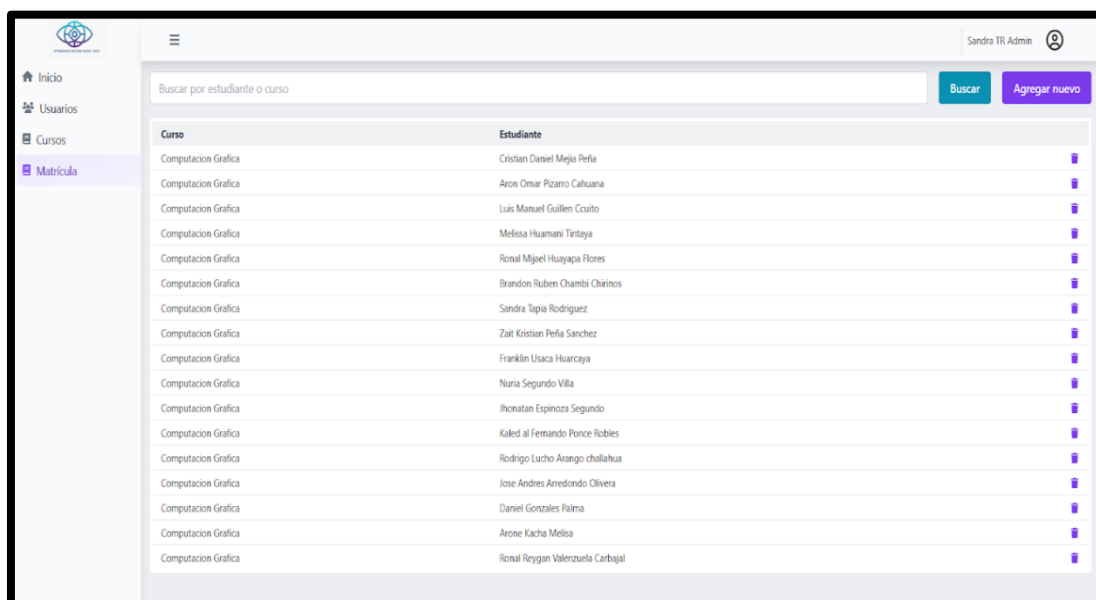


Figura 49 — Panel de estudiantes

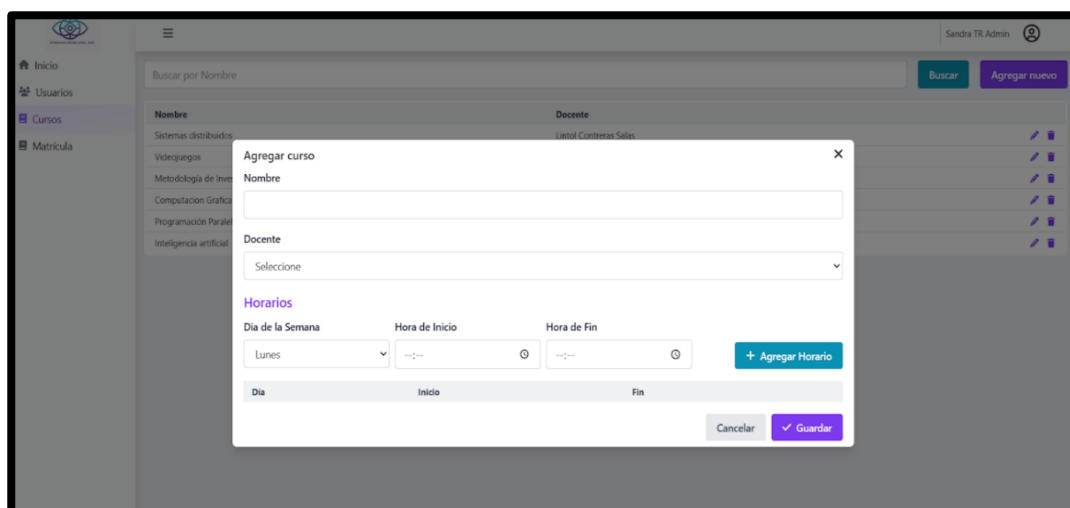


Figura 50 — Panel registrar horario

The screenshot shows a web application interface for managing courses. On the left, there is a sidebar with navigation links: Inicio, Usuarios, Cursos, and Matricula. The main area has a search bar labeled 'Buscar por Nombre' and a button 'Agregar nuevo'. Below the search bar, there is a table with columns 'Nombre' and 'Docente'. A modal window titled 'Agregar curso' is open, showing fields for 'Nombre', 'Docente', and 'Horarios'. The 'Horarios' section has dropdowns for 'Dia de la Semana', 'Hora de Inicio', and 'Hora de Fin'. There are buttons for 'Agregar Horario', 'Cancelar', and 'Guardar'.

Figura 51 — Panel de asignación de curso

The screenshot shows a web application interface for managing course enrollments. On the left, there is a sidebar with navigation links: Inicio, Usuarios, Cursos, and Matricula. The main area has a search bar labeled 'Buscar por estudiante o curso' and a button 'Agregar nuevo'. Below the search bar, there is a table with columns 'Curso' and 'Estudiante'. A modal window titled 'Agregar Inscripción' is open, showing dropdowns for 'Curso' and 'Estudiante'. There are buttons for 'Agregar Inscripción', 'Cancelar', and 'Guardar'.

Figura 52 — Panel registro de estudiante a curso

G.3 Módulos docentes

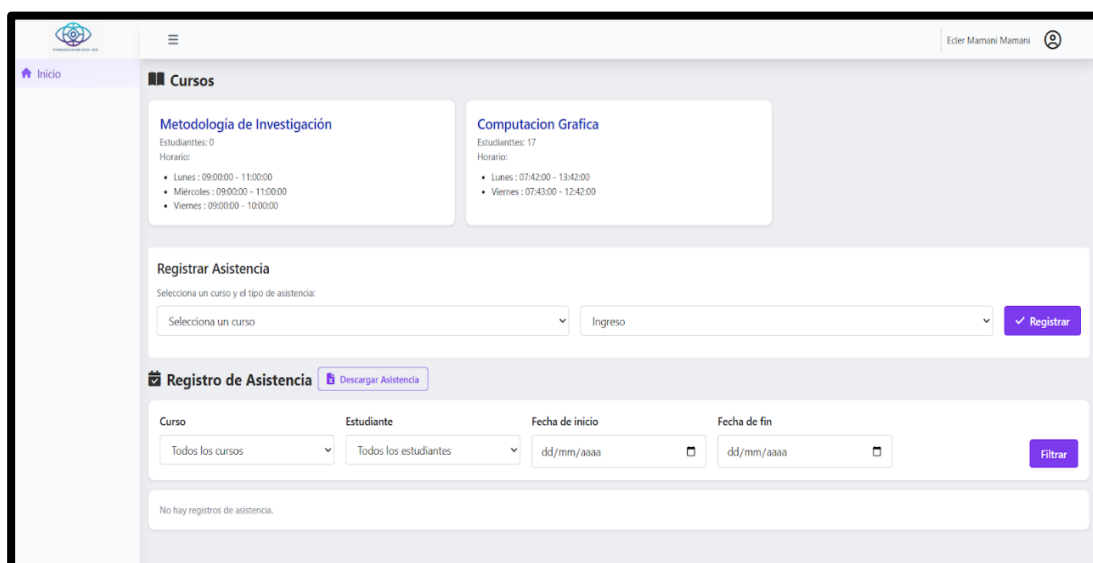


Figura 53 — Módulo docentes

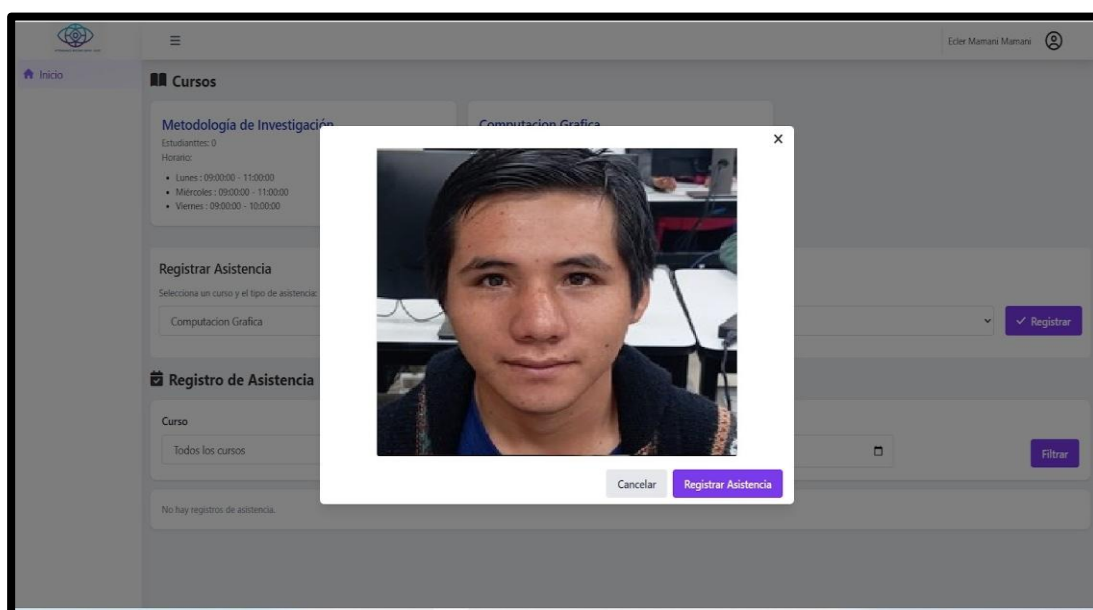


Figura 54 — Registrar asistencia

Registrar Asistencia

Selecciona un curso y el tipo de asistencia:

Selecciona un curso Ingreso

Registro de Asistencia

Curso: Estudiante: Fecha de inicio: Fecha de fin:

Curso	Estudiante	Fecha	Hora	Estado
Computacion Grafica	Melisa Huamani Tintaya	29/08/2025	09:06	Salida
Computacion Grafica	Ronal Mijael Huaypa Flores	29/08/2025	09:04	Salida
Computacion Grafica	Cristian Daniel Mejia Peña	29/08/2025	09:04	Salida
Computacion Grafica	Sandra Tapia Rodriguez	29/08/2025	09:04	Salida
Computacion Grafica	Aron Omar Pizarro Cahuana	29/08/2025	09:04	Salida
Computacion Grafica	Rodrigo Lucho Arango challahua	29/08/2025	09:03	Salida
Computacion Grafica	Aron Kacha Melisa	29/08/2025	09:03	Salida
Computacion Grafica	Ronal Reygan Valenzuela Carbajal	29/08/2025	09:03	Salida
Computacion Grafica	Brandon Ruben Chambi Chirinos	29/08/2025	09:02	Salida
Computacion Grafica	Franklin Usaca Huarcaya	29/08/2025	09:02	Salida
Computacion Grafica	Kaled al Fernando Ponce Robles	29/08/2025	09:02	Salida

Figura 55 — Vista de registro de asistencia de entrada

Curso	Estudiante	Fecha	Hora	Estado
Computacion Grafica	Jose Andres Arredondo Oliveira	29/08/2025	09:04	Salida
Computacion Grafica	Daniel Gonzales Palma	29/08/2025	09:02	Salida
Computacion Grafica	Luis Manuel Guillen Cuello	29/08/2025	09:02	Salida
Computacion Grafica	Zait Kristian Peña Sanchez	29/08/2025	09:01	Salida
Computacion Grafica	Jhonatan Espinoza Segundo	29/08/2025	09:01	Salida
Computacion Grafica	Nuria Segundo Villa	29/08/2025	09:00	Salida
Computacion Grafica	Aron Kacha Melisa	29/08/2025	08:06	Ingreso
Computacion Grafica	Zait Kristian Peña Sanchez	29/08/2025	08:05	Ingreso
Computacion Grafica	Ronal Mijael Huaypa Flores	29/08/2025	08:04	Ingreso
Computacion Grafica	Luis Manuel Guillen Cuello	29/08/2025	08:04	Ingreso
Computacion Grafica	Jhonatan Espinoza Segundo	29/08/2025	08:03	Ingreso
Computacion Grafica	Rodrigo Lucho Arango challahua	29/08/2025	08:03	Ingreso
Computacion Grafica	Ronal Reygan Valenzuela Carbajal	29/08/2025	08:03	Ingreso
Computacion Grafica	Aron Omar Pizarro Cahuana	29/08/2025	08:03	Ingreso
Computacion Grafica	Cristian Daniel Mejia Peña	29/08/2025	08:03	Ingreso
Computacion Grafica	Kaled al Fernando Ponce Robles	29/08/2025	08:02	Ingreso
Computacion Grafica	Jose Andres Arredondo Oliveira	29/08/2025	08:02	Ingreso
Computacion Grafica	Daniel Gonzales Palma	29/08/2025	08:02	Ingreso
Computacion Grafica	Franklin Usaca Huarcaya	29/08/2025	08:01	Ingreso
Computacion Grafica	Brandon Ruben Chambi Chirinos	29/08/2025	08:01	Ingreso
Computacion Grafica	Nuria Segundo Villa	29/08/2025	08:00	Ingreso
Computacion Grafica	Sandra Tapia Rodriguez	29/08/2025	08:00	Ingreso
Computacion Grafica	Melisa Huamani Tintaya	29/08/2025	08:00	Ingreso

Figura 56 — Vista de registro de asistencia de salida

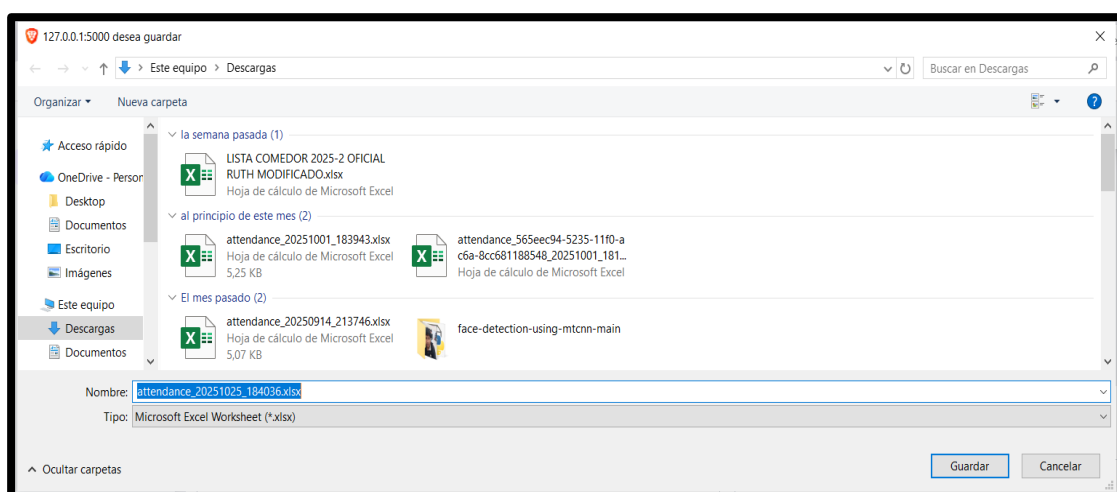


Figura 57 — Guardar registro

										
UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC										
VICERRECTORADO ACADÉMICO										
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS – OFICINA DE REGISTRO Y ARCHIVOS										
Escuela Académico Profesional:			INGENIERÍA INFORMÁTICA Y SISTEMAS				Código de Asignatura:			9F258824
Semestre:			SEMESTRE ACADÉMICO 2025-2				Creditaje:			4
Asignatura:			Computación Gráfica				Categoría:			AFPE
Docente:			ECLER MAMANI MAMANI				Grupo:			B
Lista de Asistencia de Estudiantes										
N°	Código Estudiante	Apellidos y Nombres	29/08/2025	28/10/2025	10/11/2025	Asistencias	Faltas			
1	202312	ARON OMAR PIZARRO CAHUANA	A	F	F	1	2			
2	202311	ARONE KACHA MELISA	A	F	F	1	2			
3	202310	BRANDON RUBEN CHAMBI CHIRINOS	A	F	F	1	2			
4	202309	CRISTIAN DANIEL MEJIA PEÑA	A	F	F	1	2			
5	202308	DANIEL GONZALES PALMA	A	F	F	1	2			
6	202307	FRANKLIN USACA HUARCAYA	A	F	F	1	2			
7	202306	JHONATAN ESPINOZA SEGUNDO	A	F	F	1	2			
8	202305	JOSE ANDRES ARREDONDO OLIVERA	A	F	F	1	2			
9	202304	KALED AL FERNANDO PONCE ROBLES	A	F	F	1	2			
10	202303	LUIS MANUEL GUILLÉN CCUITO	A	F	F	1	2			
11	202302	MELISSA HUAMANI TINTAYA	A	F	F	1	2			
12	202301	NURIA SEGUNDO VILLA	A	F	F	1	2			
13	202300	RODRIGO LUCHO ARANGO CHALLAHUA	A	F	F	1	2			
14	202299	ROMAN BENJAMIN VALENZUELA CABRERA	A	F	F	1	2			

Figura 58 — Vista de reporte de asistencia

G.4 Módulos estudiantes

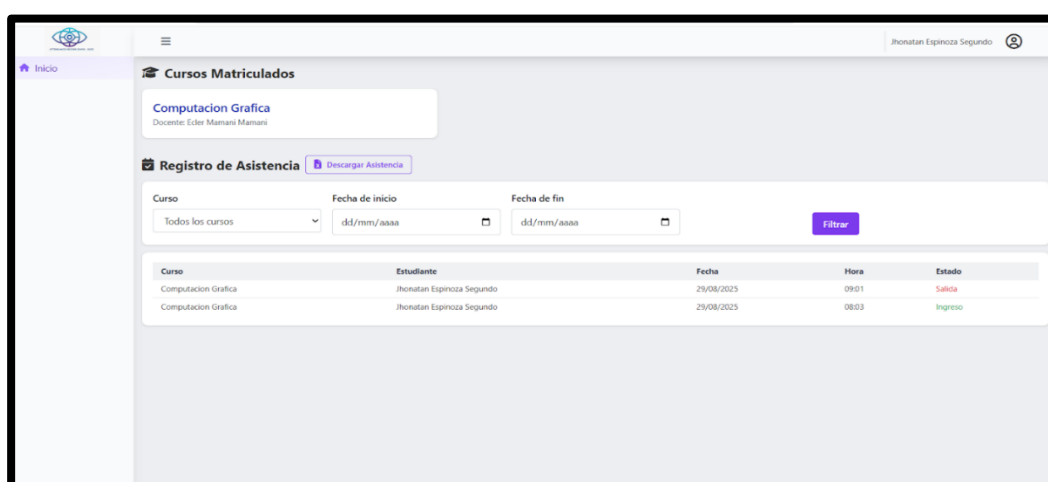


Figura 59 — Módulo estudiante

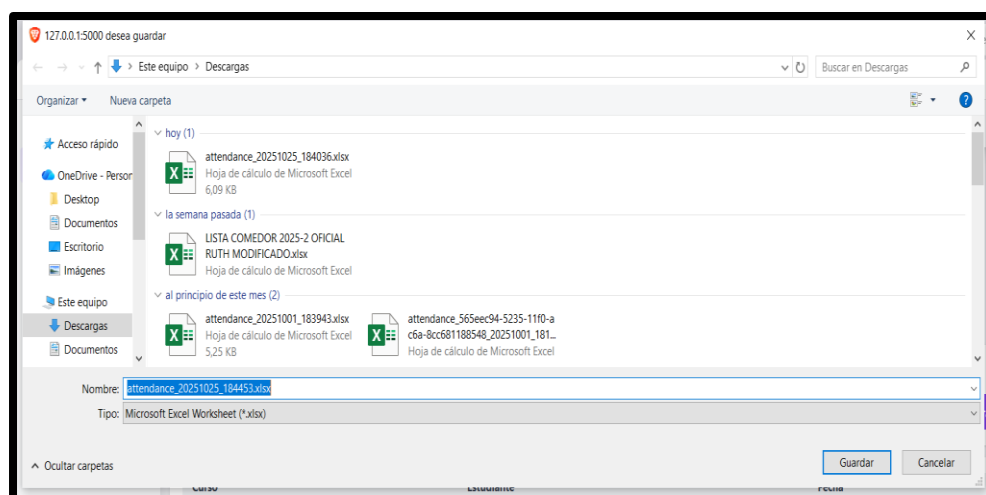


Figura 60 — Guardar reporte de asistencia