

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADO

TITULO DEL PROYECTO

“ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ASISTENCIA DE
PERSONAL DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y ESTUDIANTES PARA EL LICEO
INTEGRAL MANUEL FARFÁN CASTRO UTILIZANDO TECNOLOGÍA BIOMÉTRICA”

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS.

PRESENTADO POR:

AQUINO HERNÁNDEZ, FRANCISCO JOSÉ, CARNET AH07007

OLMEDO MAGAÑA, CARLOS ARTURO, CARNET OM08004

MARTÍNEZ MENDOZA, SAMUEL ALEJANDRO, CARNET MM08146

DOCENTE DIRECTOR
ING. CARLOS ARTURO RUANO MORAN

NOVIEMBRE, 2017

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICE-RECTOR ACADÉMICO

DR MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

ING NELSON BERNABÉ GRANADOS

SECRETARIO GENERAL

LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FISCAL GENERAL

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO

DR. RAUL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICEDECANO

ING. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA

SECRETARIO DE FACULTAD

LIC. DAVID ALFONSO MATA ALDANA

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios y a todas las personas que me han ayudado a llegar a este objetivo en mi vida. A mis padres y hermanos por el incondicional apoyo mostrado, a mis amigos y compañeros de la universidad y mis amigos y compañeros de tesis. A todos los docentes que a lo largo de la carrera con gusto compartieron su conocimiento sin mezquindades. A todos muchas gracias.

--Francisco Aquino

A Dios por darme la oportunidad de estudiar, regalarme fortaleza e inteligencia y nunca abandonar a nuestro grupo de trabajo, ayudándonos en nuestro esfuerzo y permitiéndonos a todos terminar este trabajo de grado, a mis padres que siempre me dan su apoyo en todos los retos a los cuales me enfrento y son ejemplo para seguir adelante y a mi esposa que me acompaña en todo este proceso motivándome a continuar cada día, a todos los amigos, compañeros y docentes que me ayudaron a crecer como persona y profesional, gracias.

--Carlos

Primeramente a Dios por la vida, la fuerza, la salud y el intelecto para cursar y llegar al final de esta carrera. A mis padres por brindarme todo su apoyo desde lo moral hasta lo económico, pues nunca dejaron de creer en mí a pesar de mis fracasos. Agradezco su paciencia y amor en todo este tiempo, para ellos es también este triunfo. A los catedráticos y demás personas que compartieron sus conocimientos intelectuales pues me permitieron seguir avanzando durante este largo camino.

--Samuel

Contenido

CAPÍTULO I: ESTUDIO PRELIMINAR DEL PROYECTO	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA	4
1.4 ALCANCES	6
1.5 LIMITANTES.....	7
1.6 JUSTIFICACIÓN	8
1.7 ESTUDIO SOBRE USO DE TECNOLOGÍA MÓVIL.....	9
CAPÍTULO II: DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	16
RECURSOS DE HARDWARE A UTILIZAR	22
RECURSOS DE SOFTWARE A UTILIZAR.....	23
ANÁLISIS:	24
DISEÑO.....	24
1° VERSIÓN:	24
DESARROLLO	25
PRUEBAS.....	25
IMPLEMENTACIÓN.....	25
2° VERSIÓN:	25
DESARROLLO	25
PRUEBAS.....	25
IMPLEMENTACIÓN.....	26
3° VERSIÓN:	26
DESARROLLO	26
PRUEBAS.....	26
IMPLEMENTACIÓN.....	26
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	27
3.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	27
3.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	29
CONFIABILIDAD	29
FACILIDAD DE USO.....	29
VELOCIDAD	30
TAMAÑO.....	30

EXTERNOS.....	30
3.3 REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN	32
REQUISITOS DE IMPLEMENTACIÓN	32
REQUISITOS EXTERNOS	33
3.4 FACTIBILIDAD TÉCNICA	34
3.5 FACTIBILIDAD ECONÓMICA	36
CAPÍTULO IV: DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA.....	37
DESARROLLO	71
PRUEBAS.....	71
IMPLEMENTACIÓN.....	71
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA	74
5.1 OBJETIVO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	74
5.2 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN	74
5.2.1 REQUISITOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	74
5.2.2 ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACIÓN	75
5.2.3 PRUEBAS AL SISTEMA	75
5.2.4 CARGA DE DATOS AL SISTEMA.....	76
5.2.5 CAPACITACIÓN.....	76
5.2.6 PUESTA EN MARCHA.....	76
5.2.7 PRUEBAS DE IMPLEMENTACIÓN	76
5.2.8 COSTOS FINALES DEL CIRCUITO	78
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	82
ANEXOS	83
BIBLIOGRAFÍA	86
ÍNDICE DE TABLAS	87
ÍNDICE DE GRÁFICAS E IMÁGENES	88

CAPÍTULO I: Estudio preliminar del proyecto

1.1 INTRODUCCION

En el presente, la tecnología se encuentra actualizándose a pasos muy rápidos en todas sus ramas en las cuales se puede apoyar el ser humano para realizar desde sus tareas más básicas hasta las tareas complejas de su vida o en el área de trabajo. Existen diversas soluciones que nos proporciona la tecnología a distintos problemas y que en muchos casos no es bien aprovechada por el ser humano, por ejemplo, el área de la biometría nos brinda opciones que podrían beneficiar aspectos como la seguridad donde algo tan simple como reemplazar las cerraduras tradicionales de las casas, daría la tranquilidad que otras personas no dupliquen el medio de acceso, esto ya es realidad en algunos automóviles en los cuales para abrir la puerta y encenderlos se ocupa un sensor biométrico, donde solo el dueño con el pulgar de su mano puede realizar estas acciones.

En el presente documento detallaremos como se puede incorporar la biometría en el área educativa, se observaran los antecedentes en la cual la institución, Liceo Manuel Farfán Castro, se ve en la necesidad de mejorar su proceso de toma de asistencia tanto de los alumnos como el personal docente, después de esto se define el problema al cual se presentara una alternativa de solución, se observara desde la perspectiva humana hasta la tecnológica del problema y se justificara la propuesta para solucionar la problemática, se detalla porqué se utilizara la tecnología biométrica y en la parte humana se describe como el sistema brindara una ayuda a los agentes involucrados.

Como todo proyecto a desarrollar se traza una serie de objetivos que se esperan alcanzar al finalizar el trabajo de grado, seguido a esto en el marco teórico se explican y definen los conceptos más importantes dentro de la parte técnica del proyecto, dando una idea más clara a la hora de hablar sobre el sistema y la tecnología que se utilizara para su desarrollo.

Se conocerán cuáles son los alcances y las limitantes del sistema en general, además de los beneficios que obtendrá la institución al implementarlo. Se realizará una propuesta capitular y se describirá cada capítulo que contendrá la tesis, a continuación de esto se listan los recursos con que se llevara a cabo el proyecto y los entregables que se presentaran al terminarlo, se definirá la metodología de investigación y desarrollo para el proyecto, y el cronograma estimado para el tiempo de finalización del trabajo de grado, terminando con las referencias bibliográficas en las que se ha documentado para entender mejor todo el proyecto.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un software de Control de Asistencia, y Comunicación, mediante la integración de tecnologías biométricas, web y móviles, dirigido a Estudiantes, personal docente y padres de familia del Liceo Integral Manuel Farfán Castro de la ciudad de Santa Ana.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recopilar información sobre el uso de tecnologías móviles e internet por parte de los padres de familia y personal docente de la institución.
2. Construir un dispositivo capaz de capturar y procesar variables biométricas utilizando un sensor de huella dactilar y Arduino.

3. Optimizar el proceso de registro de asistencia diaria de los estudiantes del Liceo Integral Manuel Farfán Castro.
4. Crear un sistema para el control de asistencia, que genere reportes estadísticos y facilite la comunicación entre la institución y los padres de familia.
5. Presentar una alternativa de software que pueda ser aplicada a futuro en más instituciones educativas del país.

1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA

El Liceo Integral Manuel Farfán Castro aun realiza de forma manual la mayor parte de sus procesos como lo son, el control de asistencia para estudiantes y personal que labora en la institución, generación de reportes y estadísticas exigidas por el ministerio de educación, y él envió de memorándums a los padres de familia.

Esta carga de trabajo está distribuida entre el personal administrativo y docentes de la institución. En el caso del control de asistencia, los docentes son los responsables, por lo que a la larga repercute en pérdidas de horas clase al tomarse la asistencia de todo el año lectivo en papel. De igual manera los reportes y estadísticas que se entregan al MINED mensual y anualmente, se calculan de manera manual por lo cual existen errores humanos y una significativa pérdida de tiempo al encomendársele esta tarea a una sola persona.

El control manual de asistencia para docentes y personal administrativo también repercute de manera negativa, se han reportado problemas con la asistencia del personal docente y administrativo, ya que han llegado a suplantar la firma de otra persona para que no se le tome como llegada tardía.

La poca efectividad de los procesos manuales se extiende a la comunicación existente entre la institución y profesores con los padres de familia. Actualmente se realiza a través de notas y recordatorios de actividades calendarizadas que se envían por medio de los alumnos que muchas

veces extravían u olvidan entregar a sus padres. Por otro lado, cuando los padres necesitan pedir algún tipo de permiso resulta difícil contactar a la persona correspondiente o no se posee el número de teléfono, en consecuencia, de todo esto se observa una comunicación ineficiente y poco confiable.

En síntesis, el problema encontrado en el Liceo Integral Manuel Farfán Castro es la realización manual de los procesos antes indicados, lo que produce una poca efectividad y eficiencia de los mismos.

1.4 ALCANCES

El proyecto que se desarrolla tiene como alcance los siguientes elementos:

1. Se realizará un estudio de mercado orientado a padres de familia y profesores sobre el uso de tecnología móvil e internet.
2. Se construirá e instalará una solución de hardware para la captura de datos biométricos de los estudiantes, docentes y personal administrativo.
3. Se desarrollará un sistema web para el procesamiento de los datos obtenidos por el sistema de hardware previamente instalado.
4. La información que se procesará en el sistema será brindada por parte de la institución.
5. Se configurará una nube de mensajería para la generación de notificaciones.

1.5 LIMITANTES

El proyecto que se desarrolla tiene como limitantes los siguientes elementos:

1. El sistema no será capaz de generar tendencias ni proyecciones a futuro sobre la asistencia de estudiantes.
2. No se generará una aplicación para el sistema operativo iOS ya que no se cuenta con una computadora Mac y las licencias anuales resultan demasiado costosas de adquirir.
3. El sistema no proporcionará un control de acceso físico a las instalaciones por parte de los usuarios.

1.6 JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas, las tecnologías de información se han vuelto parte esencial de la vida cotidiana. Sin importar el rubro, estatus social o económico, cada una de las personas ha hecho parte fundamental de su vida el uso de la tecnología, esta ha venido a facilitar la realización de muchas tareas que antes resultaban tediosas para el ser humano, y no solo eso, a aumentando considerablemente los niveles de productividad de las tareas, ha acortado distancias en un mundo globalizado, de modo que la obtención de la información sea más eficiente.

El Centro Escolar Manuel Farfán Castro requiere llevar estadísticas sobre el control de asistencia de sus estudiantes exigidas por el Ministerio de Educación, este proceso resulta engorroso y tedioso con forme la población estudiantil va a en aumento. Nuestro sistema apoyará la automatización de todo el proceso estadístico de asistencia, por ende, optimizará el tiempo de realización del mismo y la institución se verá beneficiada en la agilización de sus trabajos.

Por otro lado, en nuestro país la delincuencia que se vive día a día, el control sobre los estudiantes en sus centros de estudio ha venido tomando mayor importancia en los diferentes niveles educativos. Sumado a esto los padres de familia no cuentan con un mecanismo para informarse si sus hijos han asistido o no a clases, por lo cual si bien no se puede solucionar el problema de seguridad el sistema podrá brindar herramientas que permitan a los padres tener la certeza sobre la asistencia de sus hijos.

Aprovechando que en la actualidad existen variedades de lectores de huella dactilar o sensores biométricos que son más accesibles al hablar de costos y que se pueden adaptar o manejar por cualquier lenguaje de programación de última generación se ha elegido realizar nuestro sistema de control de asistencia utilizando tecnología biométrica dactilar.

1.7 ESTUDIO SOBRE USO DE TECNOLOGÍA MÓVIL

Población: 230 Familias

Margen de Error: 10 %

Nivel de Confianza: 90%

Muestra: 31 Familias

1- ¿Cuenta usted con un dispositivo móvil inteligente (Smartphone/Tablet)?

Si	26
No	5
Total	31

Tabla 1.1: Padres con Dispositivo Móvil Inteligente



Gráfico 1.1: Personas que utilizan dispositivos inteligentes

Del total de la muestra se encontró que 26 familias cuentan al menos con un dispositivo móvil inteligente, lo que representa entre 163 a 221 familias de la población total, por lo que con la aplicación móvil a desarrollar se logrará alcanzar a la mayoría de la población de padres de familia del Liceo Integral Manuel Farfán Castro.

2- ¿Planea usted adquirir un dispositivo inteligente próximamente?

Si	1
No	4
Total	5

Tabla 1.2: Compra futura dispositivo móvil

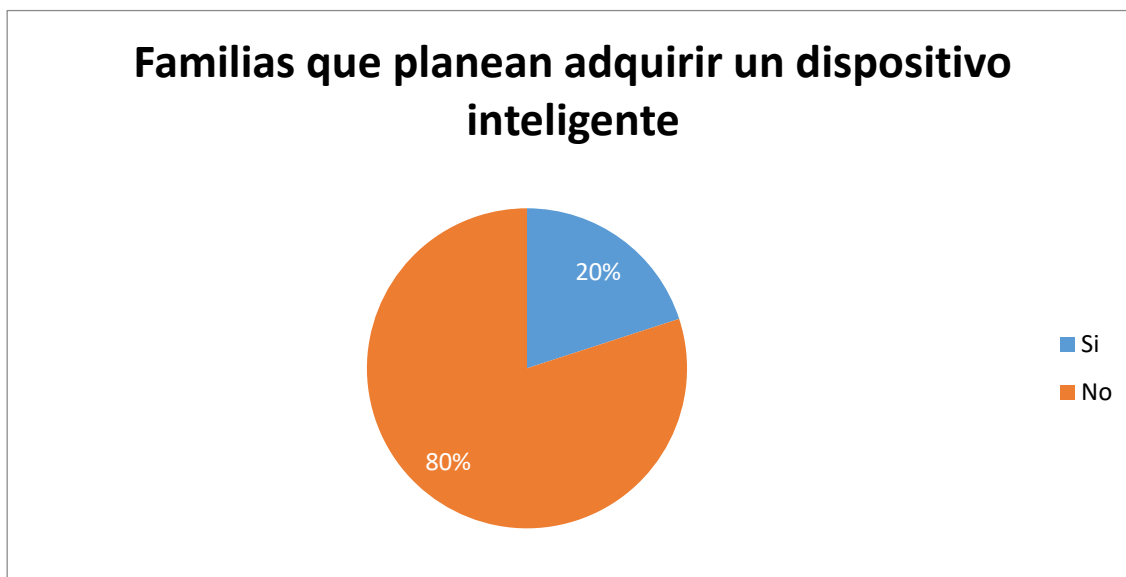


Gráfico 1.2: Familias que planean adquirir un dispositivo inteligente.

1 de cada 5 familias dicen adquirirán un Smartphone próximamente, lo que representa entre 16 a 79 familias de la población total, lo que aumentara el número de familias que contarán con dispositivos móviles inteligentes capaces de ejecutar la aplicación a desarrollar.

3. ¿Qué sistema operativo utiliza su dispositivo móvil de uso diario?

Android	23
iOS	3
Windows Phone	0
Blackberry	0
Total	26

Tabla 1.3: Sistema Operativo de uso diario

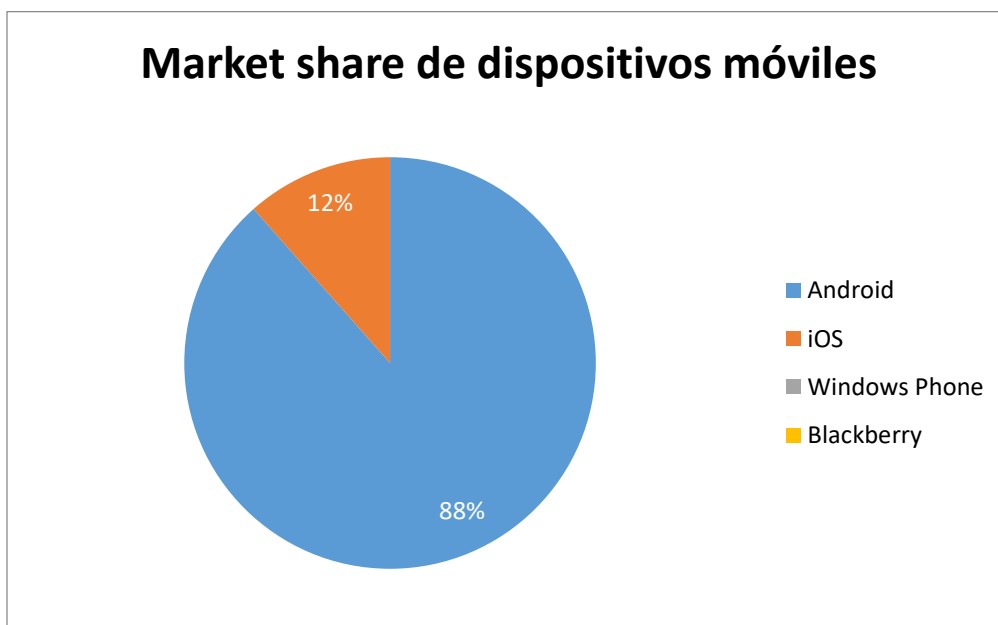


Gráfico 1.3: Market share de dispositivos móviles.

Como se puede observar tanto a nivel mundial como en los padres de familia del Liceo Manuel Farfán Castro, el mercado de los dispositivos móviles inteligentes está dominado por el sistema operativo Android de diferentes marcas, viéndose los dispositivos móviles de la empresa Apple

relegados a un rango entre el 1% y 25% del total de usuarios. Se encuentra que ningún padre de familia utiliza dispositivos de Microsoft o Blackberry.

Este ítem permite justificar el desarrollo de la aplicación móvil dirigida al sistema operativo Android, ya que permitirá abarcar a la mayoría de la población de padres de familia del Liceo Integral Manuel Farfán Castro (entre el 75% y 99% de los padres que poseen smartphone).

4- ¿Cuál es la versión del sistema operativo que utiliza su Smartphone o Tableta?

JellyBean	4
Eclair	1
Lollipop	1
N/S	20
Total	26

Tabla 1.4: Versión de Sistema Operativo de dispositivo móvil

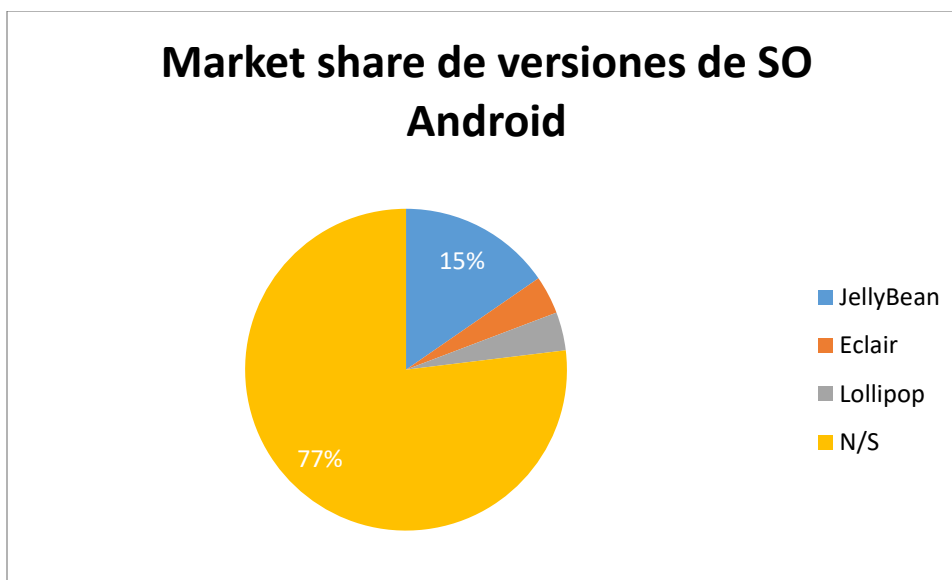


Gráfico 1.4: Market share de versiones de SO Android.

A pesar de que la mayoría de los padres de familia del Liceo Manuel Farfán Castro no conocen la versión del sistema operativo de su dispositivo móvil, se puede constatar que la versión más utilizada es JellyBean (versiones 4.1 a 4.3.1, api nivel 16 a 18) para el sistema operativo Android. Con el objetivo de abarcar a más padres de familia, se desarrollará la aplicación a la versión Ice Cream Sandwich (versiones 4.0–4.0.4, api nivel 14 a 15) la cual es anterior a JellyBean.

5- ¿De qué forma se conecta usted a internet?

Sólo Wifi	9
Sólo Datos	1
Wifi y Datos	16
No utiliza internet	0
Total	26

Tabla 1.5: Formas de conexión a internet

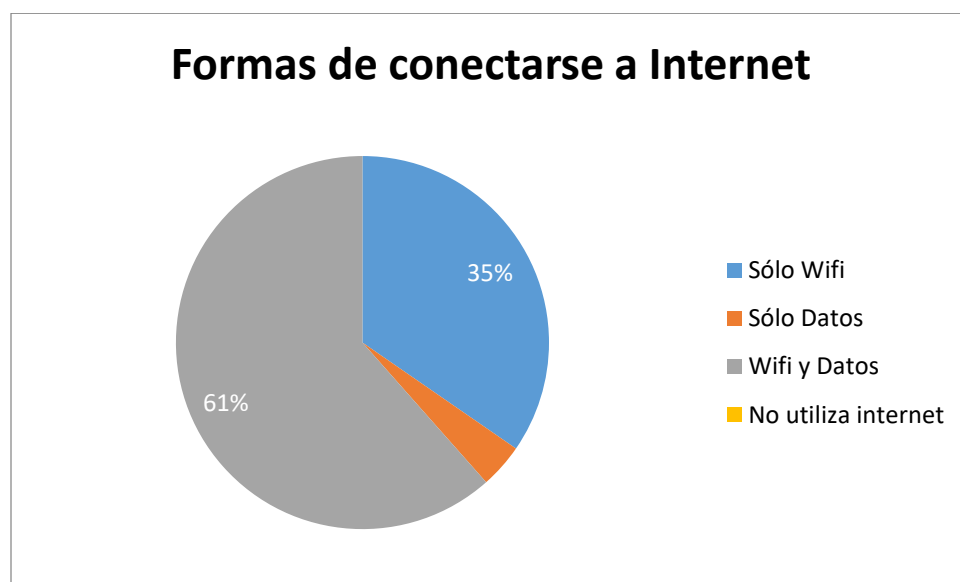


Gráfico 1.5: Formas de conectarse a Internet.

Este ítem muestra que el 100% de las familias del Liceo Manuel Farfán Castro que tienen un smartphone se conectan a internet de una forma u otra. El 61% utiliza conexiones vía wifi y datos, de los padres de familia estudiados el 35% de los padres se conecta únicamente mediante Wifi, mientras que solamente el 4% utiliza conexión mediante datos móviles.

El resultado de este ítem nos permite justificar que de los padres de familia que poseen dispositivos móviles inteligentes, el 100% no tendrá problemas de conectividad al hacer uso de la aplicación móvil a desarrollar.

6- ¿Qué tipo de uso le da a su dispositivo móvil?

Navegación	18
Chat	17
Negocios	12
Juegos	5

Tabla 1.6: Uso de dispositivo móvil

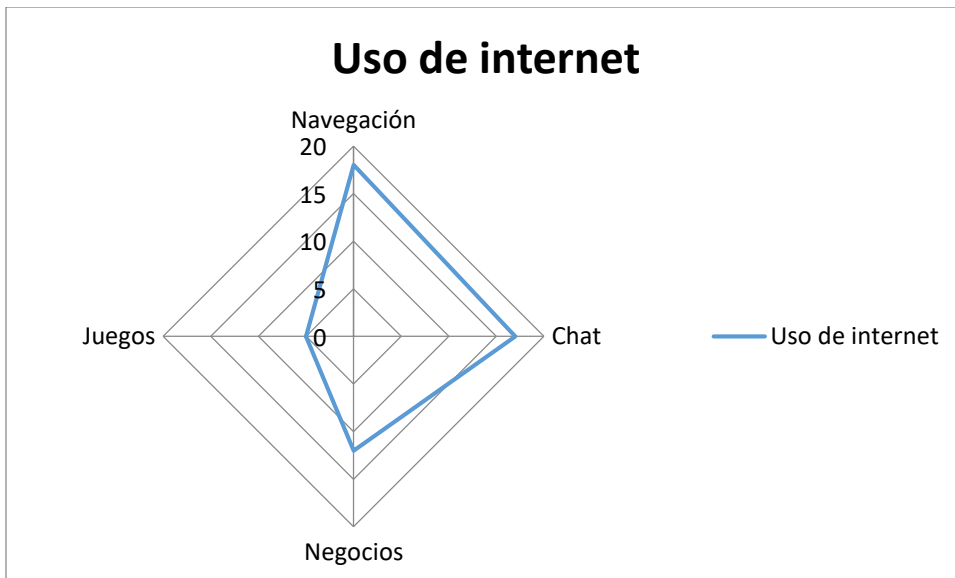


Gráfico 1.6: Uso de Internet.

Este ítem nos demuestra que los padres del Liceo Manuel Farfán Castro hacen uso regular de sus dispositivos móviles inteligentes. Los usos más comunes de los dispositivos móviles son mensajería instantánea, navegación y negocios. Esto permite concluir que los padres de familia no presentaran inconvenientes al utilizar la aplicación móvil a desarrollar.

CAPÍTULO II: Definición de la Problemática

2.1 Técnicas de investigación

La investigación antes de que se realice un proyecto, sin importar al área que este orientado, es realmente un punto importante y el punto de partida para el análisis de lo que se comenzara a realizar, la técnica en el proceso de investigación permite integrar una estructura para lograr alcanzar los objetivos de un proyecto de una forma más ordenada, permite integrar mejores instrumentos para manejar la información, en el proyecto puede llevar un mejor control de los datos que se obtengan y facilita poner en práctica todo el conocimiento acumulado durante la investigación.

Existen formas generales para recopilar la información como son la técnica documental y la técnica de campo, la primera incluye procesos definidos dependiendo de la fuente a la cual se está investigando y la segunda recopila la información mediante observación y testimonios que sustentan los datos obtenidos.

Dentro de estas técnicas podemos mencionar:

Entrevista

Es una técnica que se basa en obtener y acopiar la información mediante una conversación, participan el investigador en el papel de entrevistador y la persona entrevistada que será la fuente de todos los datos necesarios, la misión de obtener todos los datos necesarios recae en el entrevistador por lo que toda la estructura de la entrevista debe de estar analizada para no dejar sin tomar ningún dato importante.

Esta técnica puede ser aplicada a todo tipo de persona sin importar el nivel educativo o edad, sin importar que sea realizada en poco tiempo o una entrevista larga todo depende de que el proceso en que se desarrolle la entrevista este bien definido.

Se puede combinar con un cuestionario para tomar como base durante la entrevista, las respuestas a este cuestionario pueden ser de carácter abierto para que la información que se obtenga dependa totalmente de la persona entrevistada.

Al final de la entrevista, se realiza una síntesis sobre la información y se procesan los resultados para tomarlos como base durante el proyecto a realizar.

Encuesta

La encuesta se basa en un cuestionario previamente elaborado, en el cual se recopilan opiniones y valoraciones de un tema en específico, todos los datos que se adquieren son una muestra de una población a la que se desea investigar, la muestra representa un pequeño grupo que se estudia para apoyar el porqué de hacer un proyecto y se toma aleatoriamente para poder extrapolarla a una población.

A diferencia de la entrevista en la encuesta las personas que contestan el cuestionario lo leen previamente y es respondido por escrito, el encuestador no interviene en ningún momento y las respuestas son llenadas según la opinión de cada persona.

La estructura de la encuesta es la misma para todas las personas involucradas en la muestra, mantiene una forma rígida y su lógica es la misma en todo el proceso de la investigación, las respuestas dan como resultado las mismas variables por lo que se facilita la evaluación de los datos.

Observación

Consiste básicamente en trabajo de campo, en observar detenidamente un fenómeno a estudiar, para recolectar información y hacer un registro posterior y analizar las variables encontradas, existen dos tipos de observación la científica y no científica, la diferencia consta en que en la investigación científica se observa un objetivo definido y claro, las variables son precisas y se sabe exactamente lo que se está analizando en cambio la observación no definida no existe algo preparado previamente.

Para realizar una observación exitosa primero se debe determinar el objeto a investigar, no importa si es un caso o una situación, la información que se va a registrar es elegida, después se pasa a analizar los datos que se han observado cuidadosamente y se han registrado, se pasa a elaborar conclusiones y un informe detallado de cada variable que se ha conocido en el proceso.

2.2 Metodología de la investigación

Existen muchas metodologías que se pueden utilizar para realizar el proceso de investigación, son formas rigurosas, formuladas de manera lógica y estructurada, el propósito de cada método es de llegar a demostrar una hipótesis, llegar a cumplir con los objetivos que se han trazado durante el proyecto y tener una respuesta certera al final de todo el proceso.

Después de utilizar una metodología se conocería a donde se quiere llegar con el proyecto y tener claro el conocimiento sobre lo que se está estudiando, la elección del método se toma en base al problema que se ha planteado.

En el proyecto que se elaborara se tomó el método de análisis y síntesis el cual consta de observar las causas y efectos de los problemas, este método permite conocer la realidad en la cual se encuentra la institución y hacia dónde se dirige la solución, se divide el objeto de estudio en dos partes la primera analizar el estado de la situación e identificar todas las caracterizas que puedan afectarla y la segunda realizar una síntesis que permite ver de forma clara los problemas en separado y como se relacionan entre ellos para después al unir estas dos partes darles una solución.

2.3 Planteamiento del problema

El Liceo Integral Manuel Farfán Castro aun realiza de forma manual la mayor parte de sus procesos como lo son, el control de asistencia para estudiantes y personal que labora en la institución, generación de reportes y estadísticas exigidas por el ministerio de educación, y él envió de memorándums a los padres de familia.

Esta carga de trabajo está distribuida entre el personal administrativo y docentes de la institución. En el caso del control de asistencia, los docentes son los responsables, por lo que a la larga repercute en pérdidas de horas clase al tomarse la asistencia de todo el año lectivo en papel. De igual manera los reportes y estadísticas que se entregan al MINED mensual y anualmente, se calculan de manera manual por lo cual existen errores humanos y una significativa pérdida de tiempo al encomendársele esta tarea a una sola persona.

El control manual de asistencia para docentes y personal administrativo también repercute de manera negativa, se han reportado problemas con la asistencia del personal docente y administrativo, ya que han llegado a suplantar la firma de otra persona para que no se le tome como llegada tardía.

La poca efectividad de los procesos manuales se extiende a la comunicación existente entre la institución y profesores con los padres de familia. Actualmente se realiza a través de notas y

recordatorios de actividades calendarizadas que se envían por medio de los alumnos que muchas veces extravían u olvidan entregar a sus padres. Por otro lado, cuando los padres necesitan pedir algún tipo de permiso resulta difícil contactar a la persona correspondiente o no se posee el número de teléfono, en consecuencia, de todo esto se observa una comunicación ineficiente y poco confiable.

En síntesis, el problema encontrado en el Liceo Integral Manuel Farfán Castro es la realización manual de los procesos antes indicados, lo que produce una poca efectividad y eficiencia de los mismos.

2.4 Recurso Humano

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Grupo de diseño, desarrollo e implementación	3	\$3,600	\$10,800
Personal de la institución para administración del sistema	2	\$0.00	\$0.00
Personal de la institución para facilitar información de los procesos	3	\$0.00	\$0.00
Administrador del servidor	1	\$0.00	\$0.00

Tabla 2.1: Costos de Recursos Humanos

2.5 Equipo Informático

RECURSOS DE HARDWARE A UTILIZAR

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Computadoras (una para cada desarrollador)	3	\$600,00	\$600,00
USB	3	\$8,00	\$24,00
Cables de Conexión	4	\$2,00	\$8,00
Equipo (Servidor) para implementación del sistema	1		
Dispositivos de Red (switch)	1	\$15,00	\$15,00
Dispositivo móvil para pruebas (celular)	1	\$45,00	\$45,00
Dispositivo móvil para pruebas (tablet)	1	\$90,00	\$90,00
Equipo (cliente) para pruebas	1	\$400	\$400
Arduino UNO	1	\$45,00	\$45,00
Sensor Biométrico Genérico	1	\$25,50	\$25,50

Pantalla 3.5 pulgadas	1	\$15,99	\$15,99
------------------------------	---	---------	---------

Tabla 2.2: Costos de Hardware a Utilizar

RECURSOS DE SOFTWARE A UTILIZAR

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Sistema Operativo para cada computadora de desarrollo	3	\$0.00	\$0.00
Sistema Operativo para Servidor	1	\$0.00	\$0.00
Editor de textos para creación de código	6	\$0.00	\$0.00
Gestor de Base de Datos	4	\$0.00	\$0.00
Herramientas de administración para gestor de BD	3	\$0.00	\$0.00
Servidor de Aplicación	3	\$0.00	\$0.00
Lenguaje de programación web	1	\$0.00	\$0.00
Lenguaje de programación para móvil	1	\$0.00	\$0.00
Lenguaje de marcado para web	1	\$0.00	\$0.00
Lenguaje de Scripts para web	1	\$0.00	\$0.00
Editor de Imágenes	3	\$0.00	\$0.00
Framework para soporte de programación web	3	\$0.00	\$0.00
Framework para soporte de programación móvil	3	\$0.00	\$0.00
Navegadores web para pruebas	-		
Compilador Java	3	\$0.00	\$0.00

Api para Sensor Biométrico	1	\$0.00	\$0.00
Compilador Móvil	3	\$0.00	\$0.00

Tabla 2.3: Costos de Software a Utilizar

2.6 Planteamiento de la solución

El sistema se dividirá a grandes rasgos en 3 componentes conectados entre sí:

- Aplicación Web
- Aplicación Móvil
- Hardware para la captación de datos biométricos

ANÁLISIS:

En esta fase se tomarán en cuenta los 3 módulos y se dedicará a la toma de requerimientos funcionales, no funcionales y de implementación para el sistema, planificación de los recursos, reunión con las partes implicadas, al final se contará con un documento de requerimientos bien definido.

DISEÑO

Al contar con el listado de los requerimientos de la fase anterior, se definirá la arquitectura con la que funcionara el sistema, se especificara a detalle el funcionamiento interno de cada uno de los 3 componentes y de cómo estarán relacionados entre sí.

Para las siguientes 3 fases se iterará sobre 3 versiones incrementales e implementales, añadiendo funcionalidades a todo el sistema en cada una de ellas y se describen a continuación:

1° VERSIÓN:

Captura, almacenamiento y validación de variables biométricas.

Módulos implicados: Web y hardware biométrico.

DESARROLLO

Creación de la base de datos en su totalidad, incluyendo tablas para uso en posteriores entregables.

Codificación de un CRUD utilizando el sensor de huellas biométrico.

PRUEBAS

Comprobación sobre falsos positivos al registrar huellas, y verificación que todas realiza todas las operaciones de manera correcta.

IMPLEMENTACIÓN

Instalación del hardware para la captura de datos biométricos.

Instalación del servidor web y adecuación de la base de datos al sistema existente.

2º VERSIÓN:

Generación de notificaciones a dispositivos móviles.

Módulos implicados: Web, hardware y móvil.

DESARROLLO

Codificación de la aplicación móvil acorde a lo diseñado. Codificación del envío automático de notificaciones generadas por el sensor, configuradas automáticamente, y a discreción del usuario.

PRUEBAS

Comprobación de la correcta generación y recepción de notificaciones.

IMPLEMENTACIÓN

Instalación de la nueva versión del sistema web en el servidor, distribución de la aplicación móvil para el uso de los padres de familia.

3° VERSIÓN:

Generación de estadísticas y reportes.

Módulos implicados: Web, hardware y móvil.

DESARROLLO

Codificación para la generación de estadísticas y reportes requeridos por la institución y por el Ministerio de Educación.

PRUEBAS

Comprobación que los datos generados por los reportes sean acordes a los datos existentes en la base de datos.

IMPLEMENTACIÓN

Instalación de la nueva versión del sistema web en el servidor.

CAPÍTULO III: Análisis de Requerimientos

3.1 Requerimientos funcionales

1. El sensor tendrá la capacidad de digitalizar, enviar la huella del alumno y mostrar el resultado de la verificación.
2. El sistema web recibe, verifica y envía el resultado al sensor.
3. El sistema contara con distintos roles para los usuarios los cuales tendrán diferentes niveles de acceso de acuerdo con su rol (Superusuario, Usuarios Internos, Usuarios Externos).
4. El sistema será capaz de almacenar la hora de marcación de entrada y salida de acuerdo con el usuario.
5. El usuario administrador podrá modificar el registro de asistencia de los estudiantes.
6. El usuario creara, editara y modificara las notificaciones para su posterior envío.
7. El módulo web enviara notificaciones ya sea de forma predeterminada o a discreción del usuario cuando así lo requiera, los tipos de notificaciones con que contara el sistema son por asistencia, recordatorio y notificación personalizada.

8. El sistema web recibirá los permisos que soliciten los padres de familia.
9. El módulo web generara estadísticas en base a la asistencia diaria, semanal, mensual y anual que los usuarios podrán leer e imprimir los reportes sobre estas estadísticas.
10. El sistema será capaz de registrar, actualizar y eliminar huellas de los alumnos.
11. El usuario podrá realizar cambios en los horarios de entrada y salida de la institución.
12. La aplicación móvil permitirá el ingreso de padres de familia por medio de logueo, donde podrán observar la información de sus hijos.
13. La aplicación móvil será capaz de recibir las notificaciones generadas por el sistema web, permitiéndole especificar cuáles notificaciones desean recibir.
14. El padre de familia podrá solicitar permisos desde la aplicación móvil, permitiéndole elegir el motivo y la cantidad de días.

3.2 Requerimientos no funcionales

Confiabilidad

- El sistema web debe mantenerse funcionando correctamente; debe mantenerse sin fallos un 99% del tiempo que el servidor se encuentre activo.
- El lector biométrico debe mantenerse funcionando correctamente; debe mantenerse en línea y registrar el 95% de las entradas al sistema, en caso de que el lector falle debe alertarse al administrador.
- La aplicación móvil debe recibir la mayoría de las notificaciones debe recibir el 90% de las notificaciones generadas por los diferentes medios.

Facilidad de uso

- La interfaz de usuario de las aplicaciones web y móviles deben ser amigables y la interfaz de usuario debe ser consistente en toda la aplicación, web y móvil.
- El tiempo empleado para la capacitación de los usuarios no debe exceder a 1 hora
- El sistema debe ser fácil de instalar, el software debe ser capaz de instalarse en menos de 15 minutos.

Velocidad

- El sistema web debe ser rápido, debe tener un tiempo de respuesta muy alto, ante cualquier operación que se realice no debe tardar más de 2 segundos en obtenerse una respuesta.
- El sistema biométrico debe ser capaz de capturar una huella en menos de 3 segundos
- Las notificaciones de parte del sistema web no deben tardar más de 1 minuto en enviarse.

Tamaño

- El sistema debe ser eficiente, el sistema no debe ocupar más de 2,000 kb en memoria del ordenador cliente y no debe ocupar más de 50 Mb de disco duro.

Externos

- No tendrá fines de lucro para la institución: Es un software a la medida para la institución en la cual se implementará, por lo cual no se puede vender a otras instituciones.
- Interoperabilidad: El sistema académico del instituto Liceo Manuel Farfán Castro y el sistema a desarrollar compartirán acceso a la base de datos, específicamente en los datos de los alumnos.
- Reportes según el Mined: Los reportes deben de cumplir con el formato establecido por el Ministerio de Educación.

- Seguridad en los datos: El sistema no revelara datos de otros alumnos a los padres de familia, solo podrán observar los de sus hijos.
- Seguridad en la mensajería: Las notificaciones del sistema no pueden ser leídas por otros que no sean su destinatario.

3.3 Requerimientos de implementación

Requisitos de implementación

- Elección del mejor lugar para el sensor: La institución deberá contar con un lugar adecuado para implementar el sensor biométrico, donde se encuentre seguro ya sea del medio ambiente como de humanos y animales, además el lugar tiene que ser de fácil acceso para mantenimiento.
- Servidor: Servidor Linux ya sea Debian o Ubuntu para implementar el sistema, debe contar con acceso a internet y sin problema de suministro de electricidad.
- Servidor de aplicaciones para java
- Base de datos: Gestor de bases de datos para MySQL.
- Accesibilidad al sistema: Se podrá acceder desde cualquier navegador y desde cualquier tipo de dispositivo por lo cual se utilizará Responsive Web Design o desarrollo web adaptable.
- Accesibilidad a la Aplicación Móvil: La descarga de la aplicación móvil debe de estar accesible para todos los padres de familia.

Requisitos externos

- Administrador para el sistema: que sea el encargado de manejar y crear las cuentas para los usuarios, que esté capacitado para ayudar a los usuarios.
- No tendrá fines de lucro para la institución: Es un software a la medida para la institución en la cual se implementará por lo cual no se puede vender a otras instituciones.
- Interoperabilidad: El sistema académico del instituto y nuestro sistema compartirán acceso a la base de datos, específicamente en los datos de los alumnos.
- Reportes: El sistema brindara los debidos reportes para llenar los documentos pedidos por el MINED.
- Seguridad en los datos: El sistema no revelara datos de otros alumnos a los padres de familia, solo podrán observar los de sus hijos.
- Seguridad en la mensajería: Las notificaciones del sistema no pueden ser leídas por otros que no sean sus destinatarios.

3.4 Factibilidad Técnica

Como todo proyecto informático es necesario cumplir una serie de requisitos para el desarrollo y puesta en marcha del mismo, entre los cuales se toman en cuenta una serie de aspectos tecnológicos, hardware y software, legales y de infraestructura. En el estudio de factibilidad técnica de este proyecto de trabajo de grado se descartarán entornos ambientales y geográficos ya que el sistema no se ve afectado por ninguno.

1- Hardware

Para la construcción del dispositivo biométrico de este proyecto es necesario contar con un lector óptico de huella dactilar, una micro computadora Arduino UNO y una pantalla de 3.5 pulgadas. Estos componentes se pueden encontrar tanto en territorio nacional como afuera, pero debido a la cercanía lo decidimos comprar en una electrónica (Electrónica 2001). Al desarrollar un sistema orientado a la web y que sigue el modelo cliente-servidor, las computadoras clientes deben contar con acceso a la red mediante la utilización de al menos una de las siguientes interfaces como son inalámbrica con tecnología G y cableada con puertos RJ-45.

2- Software

Es indispensable que del lado del servidor exista un conjunto de software especializado en la prestación de ciertos servicios como lo son bases de datos y aplicaciones web. Para proporcionar la gestión de bases de datos se opta por utilizar MySQL y la plataforma para el sistema web se utilizará Tomcat, en ambos casos el software es capaz de ejecutarse en la mayoría de los sistemas operativos disponibles en el mercado tanto privativos como libres. En el lado del cliente es necesario que la computadora cuente con un navegador actualizado, las versiones mínimas para

que se ejecute aplicaciones que cuenten con etiquetas HTML5 y CSS3. Para la aplicación móvil es necesario que el teléfono posea una versión mínima 2.2 del sistema operativo Android.

3- Legal

Para el desarrollo de este sistema no se tendrá ningún tipo de problema de aspecto legal con respecto a las licencias del software a utilizar, ya que todo posee licencias ya sea de código abierto o de software libre.

4- Infraestructura

El lugar donde estará el sistema cuenta con todas las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento como son seguridad tanto en el local del servidor como el lugar destinado para el lector de huellas dactilares, es un lugar con la temperatura adecuada y cubierta a la intemperie, no habrá inconveniente con la fuente de energía ya que se cuenta con una red eléctrica apropiada a las necesidades del sistema y el lector.

3.5 Factibilidad Económica

Estudio de Costos | Sensor Dactilar Biométrico para la toma de asistencias

<i>Descripción</i>	<i>Lugar de Compra</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Total</i>
Placa Arduino + Interfaz de Red Ethernet	Electrónica 2001	\$44.50	\$44.50
Sensor dactilar óptico GT-511C5	www.adh-tech.com.tw	\$46	\$46
Pantalla LCD 12 x 2	Electrónica 2001	\$12	\$12
Tecno ducto	Vidri	\$0.42 (metro)	\$4.20
Cable de Red Categoría 5	-	\$0.25 (metro)	\$2.50
Conectores RJ45	-	\$0.15	\$0.60
			\$109.80

Tabla 3.1: Estudio de Costos Sensor Dactilar Biométrico

CAPÍTULO IV: Diseño y Desarrollo del Sistema

Para el desarrollo del sistema se ha elegido programar en base al método de la Programación orientada a objetos y para cumplir con todos los requerimientos y funcionalidades de la aplicación en general, se realizará en base a los distintos diagramas que conforman el Lenguaje Unificado de Modelado o Lenguaje UML.

Los diagramas en que se apoyara para realizar el sistema son:

- Diagrama Entidad-Relación
- Diagrama de Casos de Uso
- Diagrama de Secuencias
- Diagrama de Clases

4.1 Diagrama Entidad-Relación

El diagrama o modelo entidad-relación muestra gráficamente la composición de la base de datos del proyecto o sistema, incluye una entidad que son las tablas y como se relacionan entre ellas, las tablas cumplen la normalización de bases de datos para ser optimizadas y permitir un flujo mejor de los datos y que no se encuentre concurrencias entre los mismos, las relaciones cumplen con ciertas restricciones como son de uno a uno, de uno a muchos y de muchos a muchos la cual es necesario romperla, dentro del diagrama se definen la clave primaria de cada tabla y la clave foránea la cual es utilizada para relacionar la tabla.

Aquí se muestra el diagrama E-R del sistema y también un diagrama de las tablas principales de la base de datos:

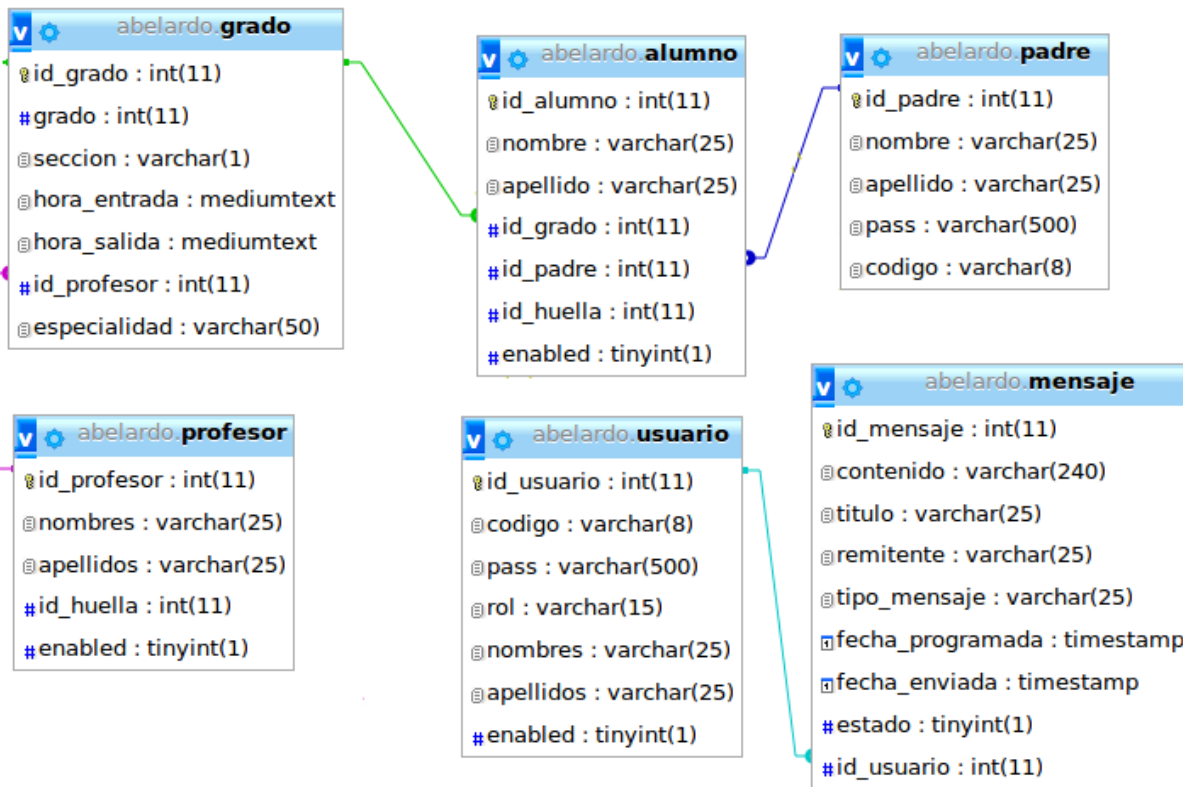
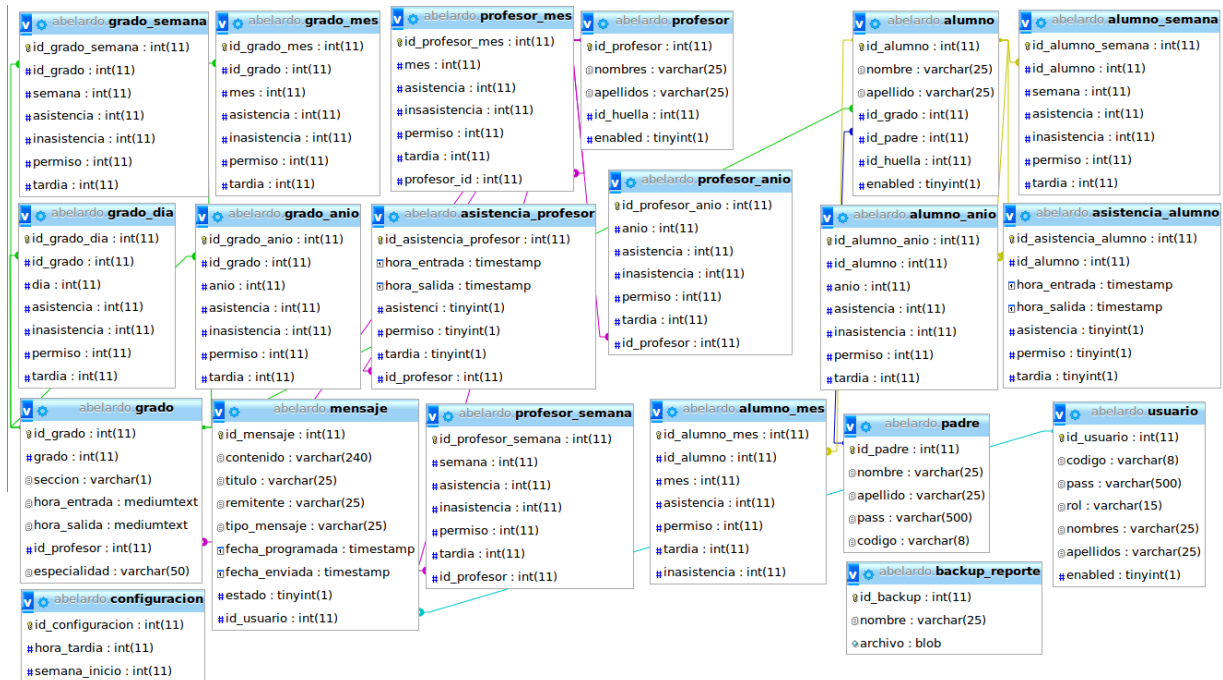


Gráfico 4.1: Diagrama de la Base de Datos.

4.2 Diagrama de Casos de Uso

Los diagramas de casos de uso describen las tareas que podrán realizar los usuarios o actores, según su nivel dentro del sistema, diagraman todas las acciones que podrá realizar el sistema y hasta donde será capaz de ser utilizado, dentro de los actores que utilizaran el sistema tenemos al administrador, profesores, alumnos y padres de familia.

- Casos de uso Sistema Biométrico:

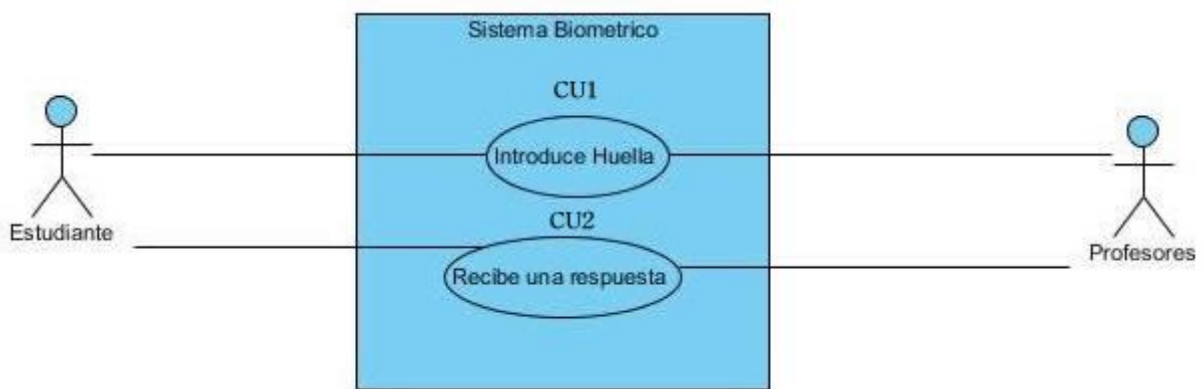


Gráfico 4.2: Casos de uso de Sistema Biométrico.

CU1: El actor, ya sea el estudiante o el profesor marcan su llegada y salida introduciendo la huella por medio del sensor.

CU2: El actor recibe una respuesta sobre su identificación de parte del sensor donde puede ver la hora de entrada y de salida en la pantalla del dispositivo.

Casos de uso Aplicación Móvil:

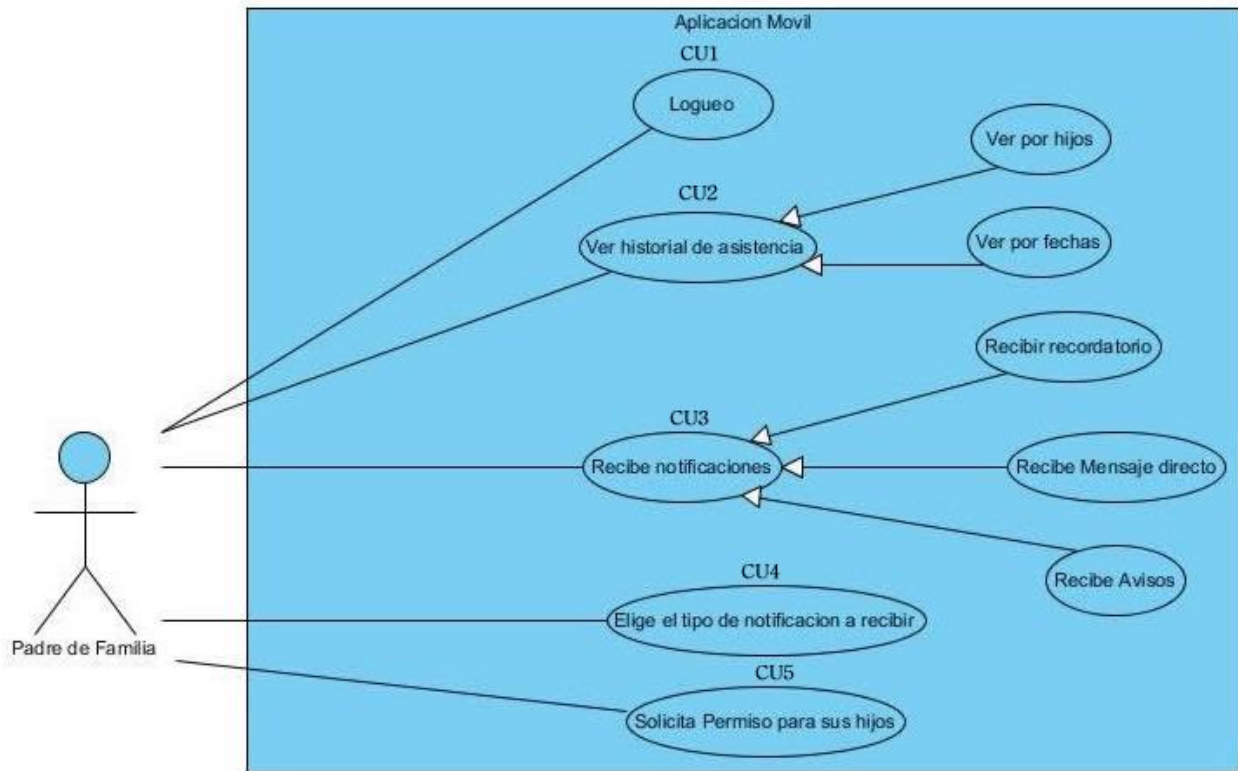


Gráfico 4.3: Casos de uso de Aplicación Móvil.

Descripción de casos de usos:

CU1: El actor (padre de familia) al ingresar sus credenciales se logueara para ingresar a la aplicación.

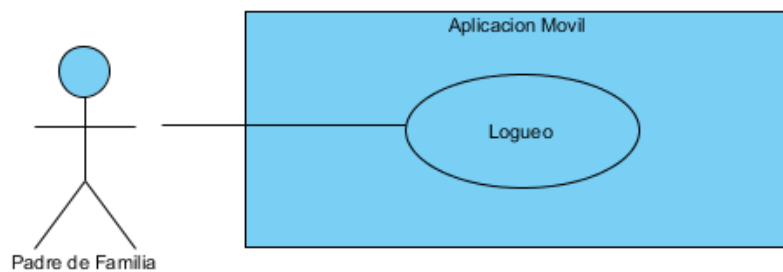


Gráfico 4.4: Casos de uso 1 de Aplicación Móvil.

CU2: El actor podrá observar el historial de asistencia de cada hijo y también la asistencia por fechas específicas.



Gráfico 4.5: Casos de uso 2 de Aplicación Móvil.

CU3: El actor puede recibir 3 tipos de notificaciones, recordatorios, mensajes directos y avisos. Los recordatorios son notificaciones de actividades ya programadas en el calendario escolar, los mensajes directos son notificaciones enviadas por parte de la institución hacia los padres de familia y los avisos son notificaciones de actividades que no están en el calendario escolar.

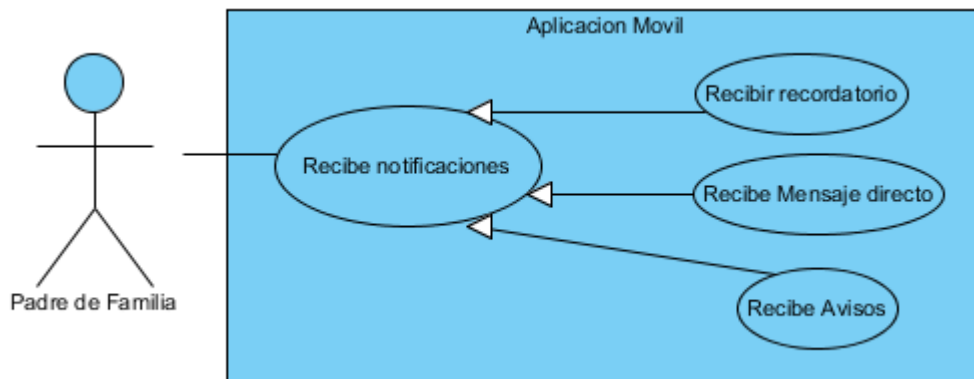


Gráfico 4.6: Casos de uso 3 de Aplicación Móvil.

CU4: El actor tiene la facilidad para elegir qué tipo de notificación desea recibir en su celular.

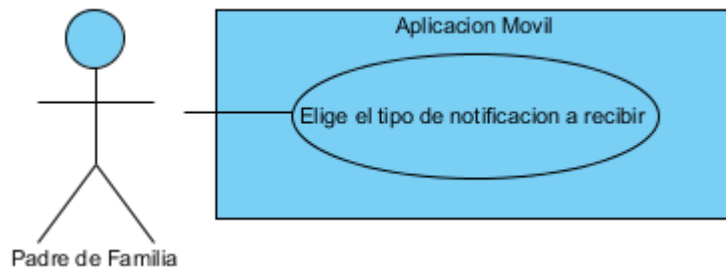


Gráfico 4.7: Casos de uso 4 de Aplicación Móvil.

CU5: El padre de familia podrá solicitar permiso para que sus hijos por inasistencia y esperar por la aprobación del mismo.

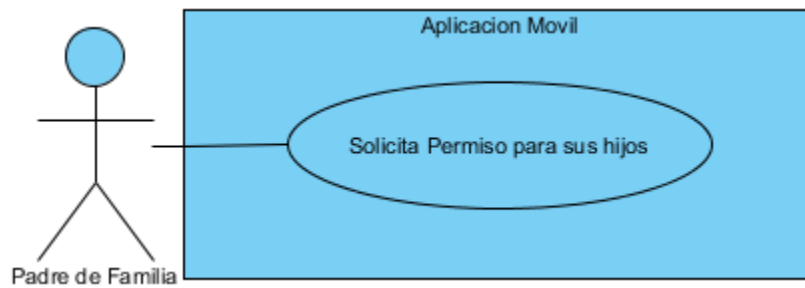


Gráfico 4.8: Casos de uso 5 de Aplicación Móvil.

- Casos de uso Sistema Web:

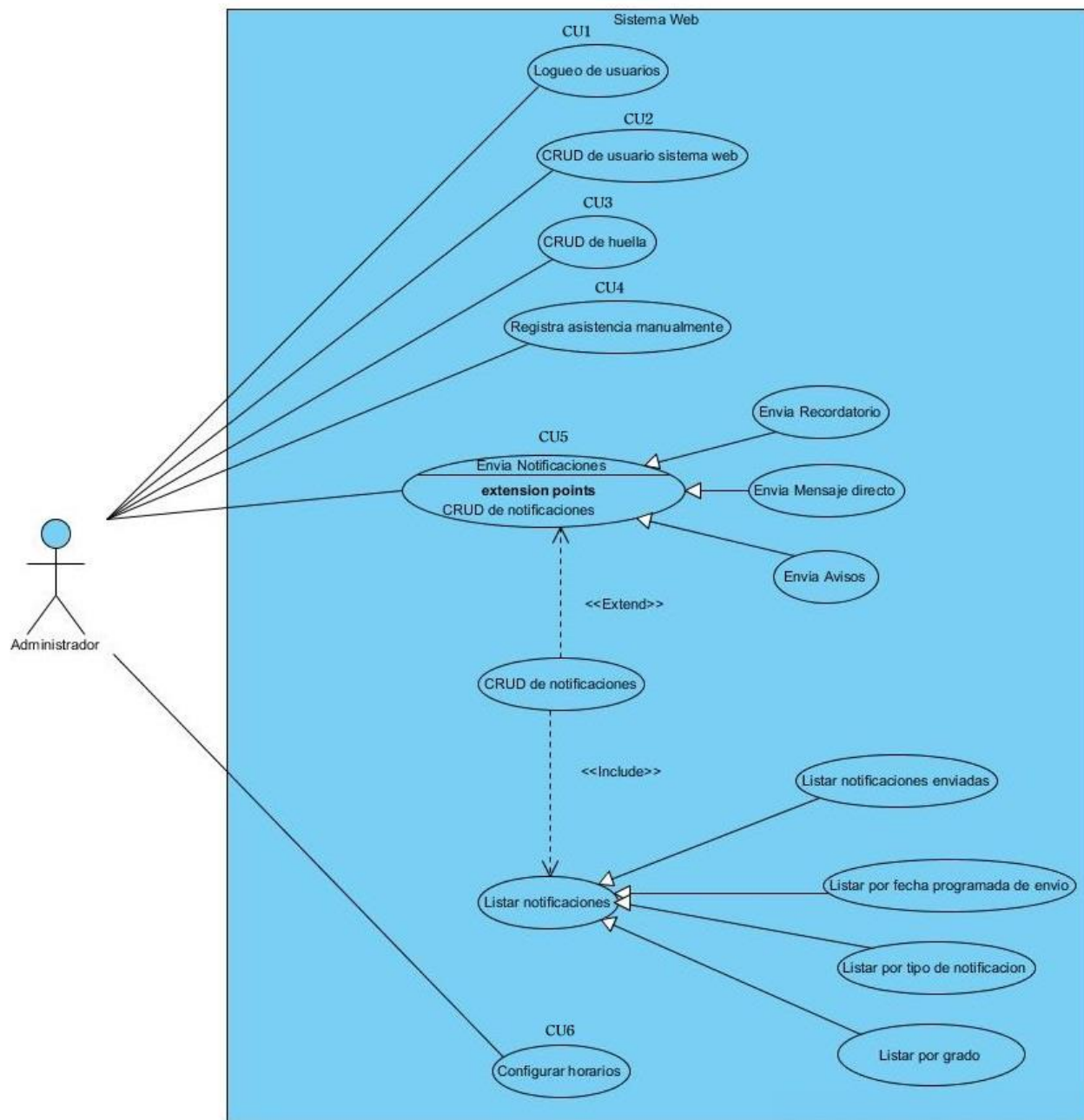


Gráfico 4.9: Casos de uso del Sistema Web.

CU1: El Administrador tendrá la capacidad de loguearse en el sistema web por medio de sus credenciales además que tendrá acceso a todos los módulos del sistema en comparación de otros usuarios que tendrán ciertas restricciones.

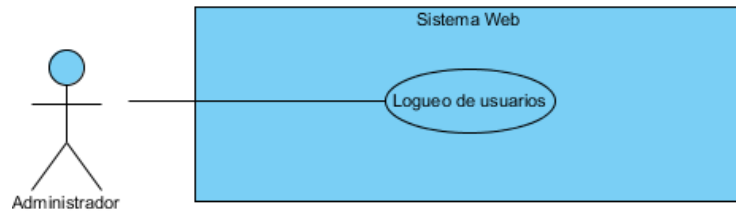


Gráfico 4.10: Casos de uso 1 del Sistema Web.

CU2: El administrador podrá ingresar, modificar y borrar usuarios del sistema.

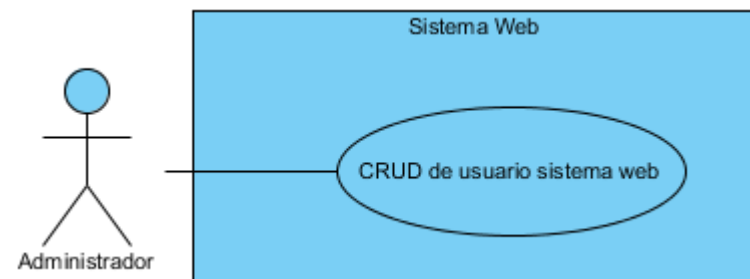


Gráfico 4.11: Casos de uso 2 del Sistema Web.

CU3: El administrador será capaz de registrar huellas de los alumnos en el sistema web.

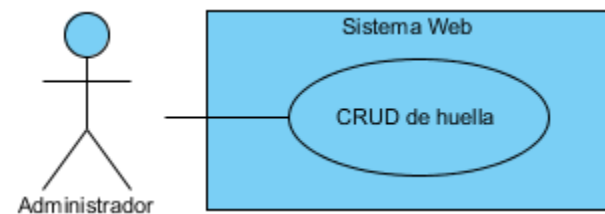


Gráfico 4.12: Casos de uso 3 del Sistema Web.

CU4: La asistencia se generará de manera automática por medio del sistema biométrico, pero en el sistema web se podrá registrar y modificar la asistencia de los alumnos manualmente por parte del administrador.

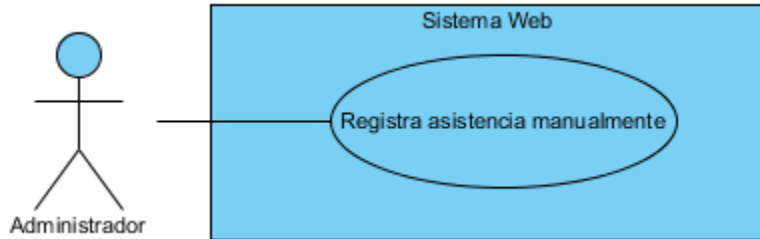


Gráfico 4.13: Casos de uso 4 del Sistema Web.

CU5: En el sistema web el administrador creara, modificara y eliminara las notificaciones, las enviara y elegirá el tipo de notificación que se ajuste a lo que desee realizar, obtendrá del sistema web un listado de notificaciones como son enviadas, programadas mostrando la fecha de envió, filtradas por tipo y por grado.

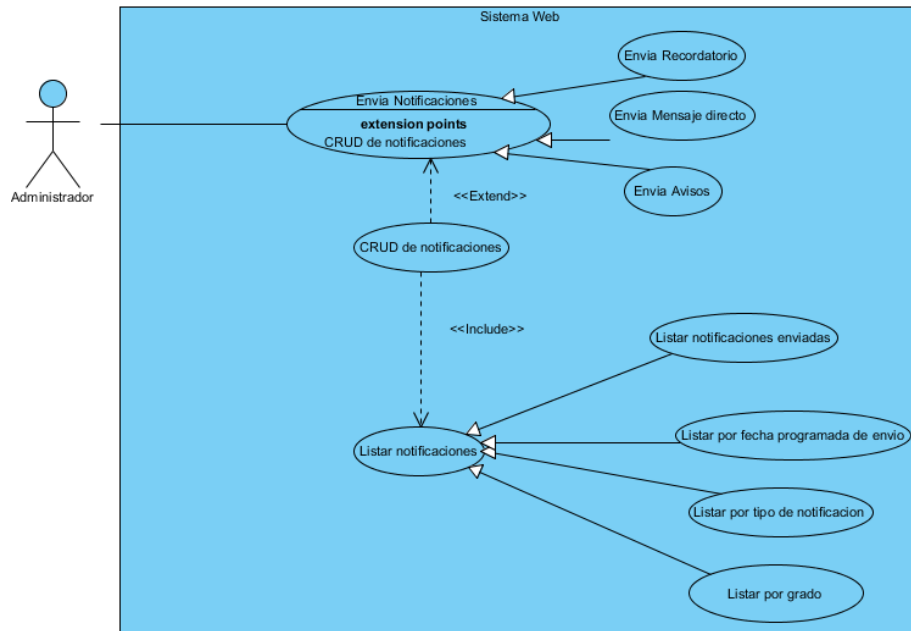


Gráfico 4.14: Casos de uso 5 del Sistema Web.

CU6: En conjunto con el sistema biométrico se configurará los horarios de entrada y de salida de los alumnos para poder manejar llegadas tardías y llevar un mejor control de las asistencias.

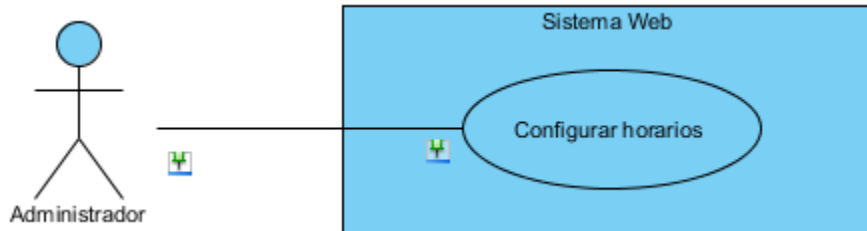


Gráfico 4.15: Casos de uso 6 del Sistema Web.

4.3 Diagrama de Secuencias

Los diagramas de secuencia permiten conocer cómo se relacionan las clases entre ellas y como los métodos dentro de las clases interactúan y transfieren información entre ellos, los diagramas muestran como es el ciclo de vida de cada actividad o tarea que se puede realizar ya sea en la aplicación móvil, sistema web o modulo biométrico. Cada secuencia de las actividades demuestra la funcionalidad de los casos de uso y como se llevarán a cabo por parte de cada actor o usuario.

- Diagrama de secuencia Sistema Biométrico.

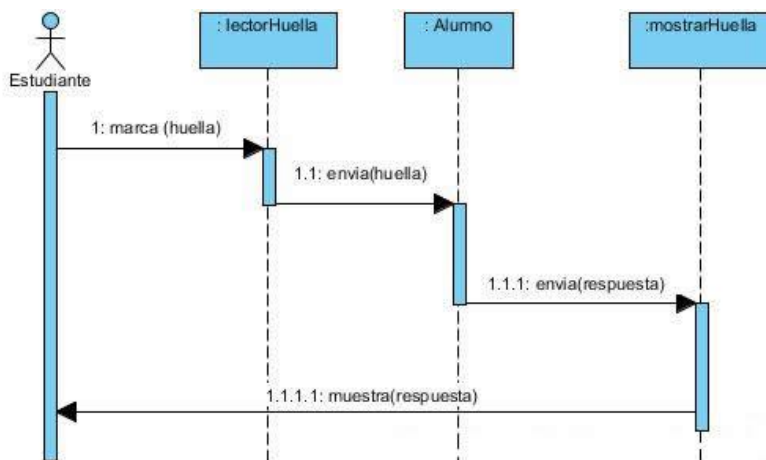


Gráfico 4.16: Diagrama de Secuencia del Sistema Biométrico.

- Diagrama de secuencia Aplicación Móvil.

Secuencia CU1: Logeo a la aplicación:

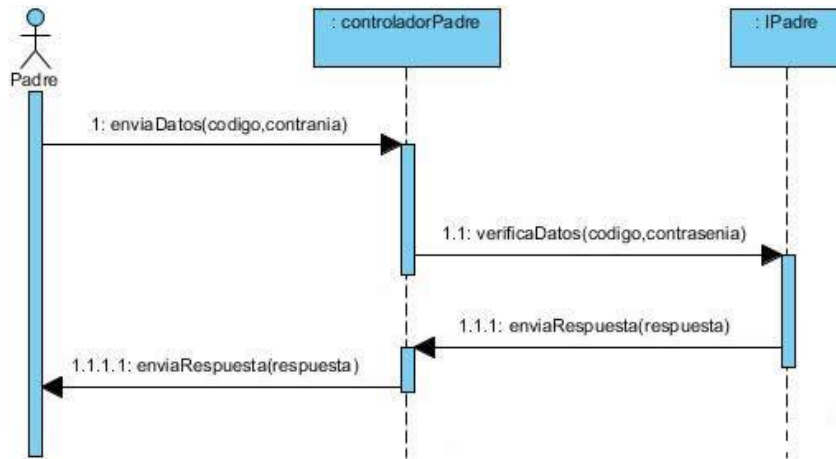


Gráfico 4.17: Diagrama de Secuencia CU1 de aplicación móvil.

Secuencia CU2: Historial de Asistencia

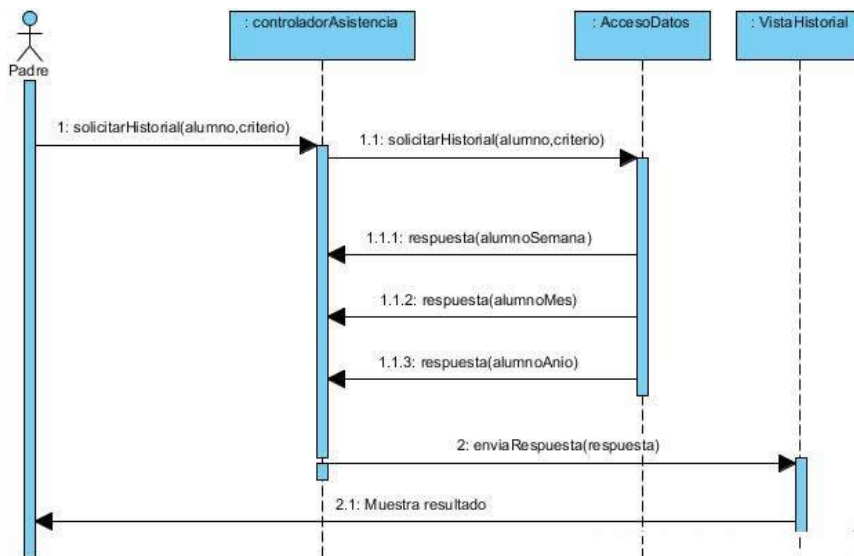


Gráfico 4.18: Diagrama de Secuencia CU2 de aplicación móvil.

Secuencia CU3: Recibir Notificaciones.

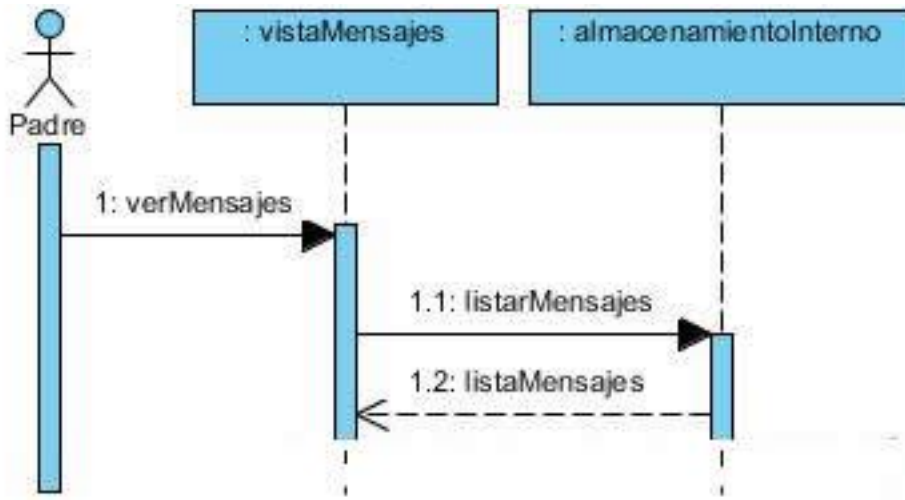


Gráfico 4.19: Diagrama de Secuencia CU3 de aplicación móvil.

Secuencia CU4: Elegir tipo de notificaciones a recibir.

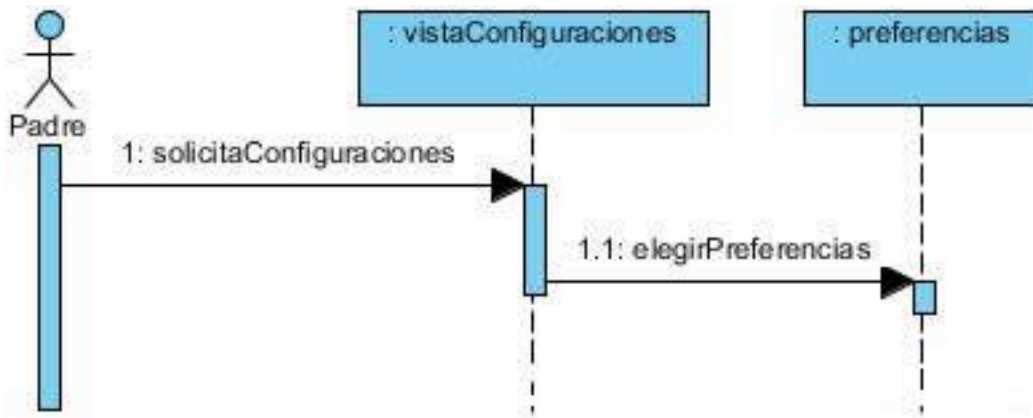


Gráfico 4.20: Diagrama de Secuencia CU4 de aplicación móvil.

Secuencia CU5: Solicitar permiso

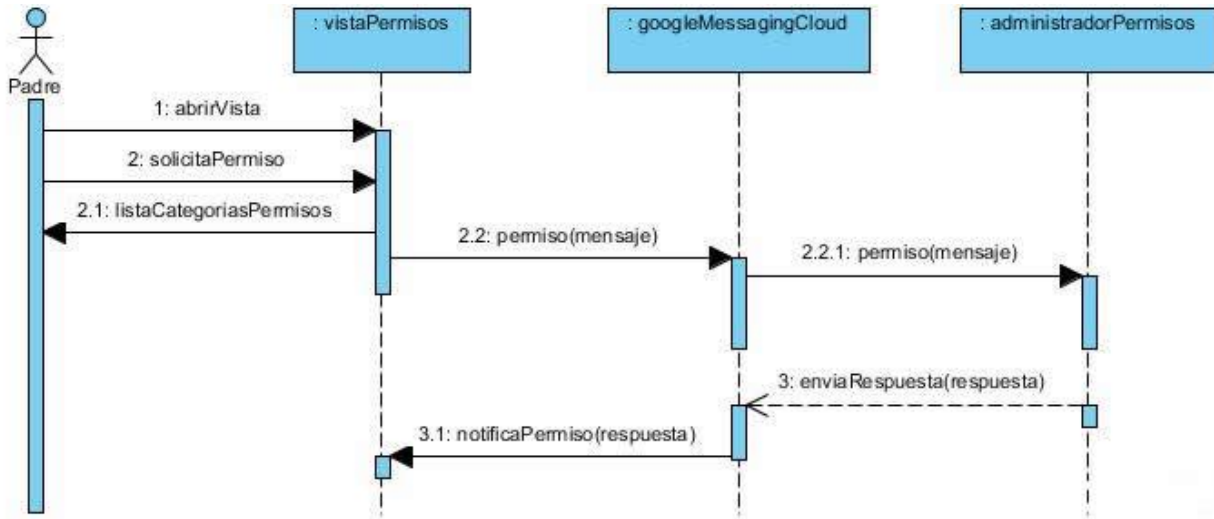


Gráfico 4.21: Diagrama de Secuencia CU5 de aplicación móvil.

- Diagrama de secuencia Sistema Web:

Secuencia CU1: Logueo a sistema web.

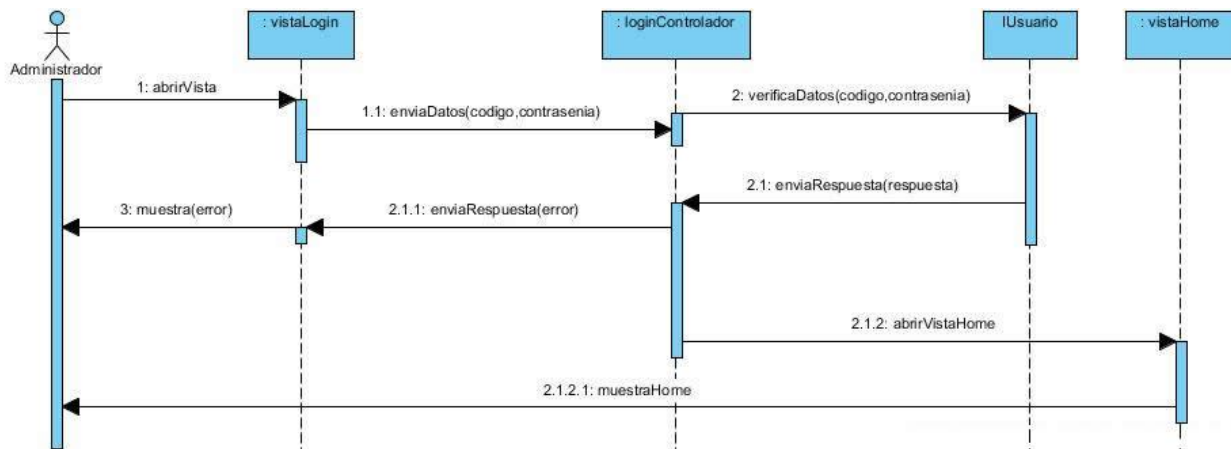


Gráfico 4.22: Diagrama de Secuencia CU1 Sistema Web.

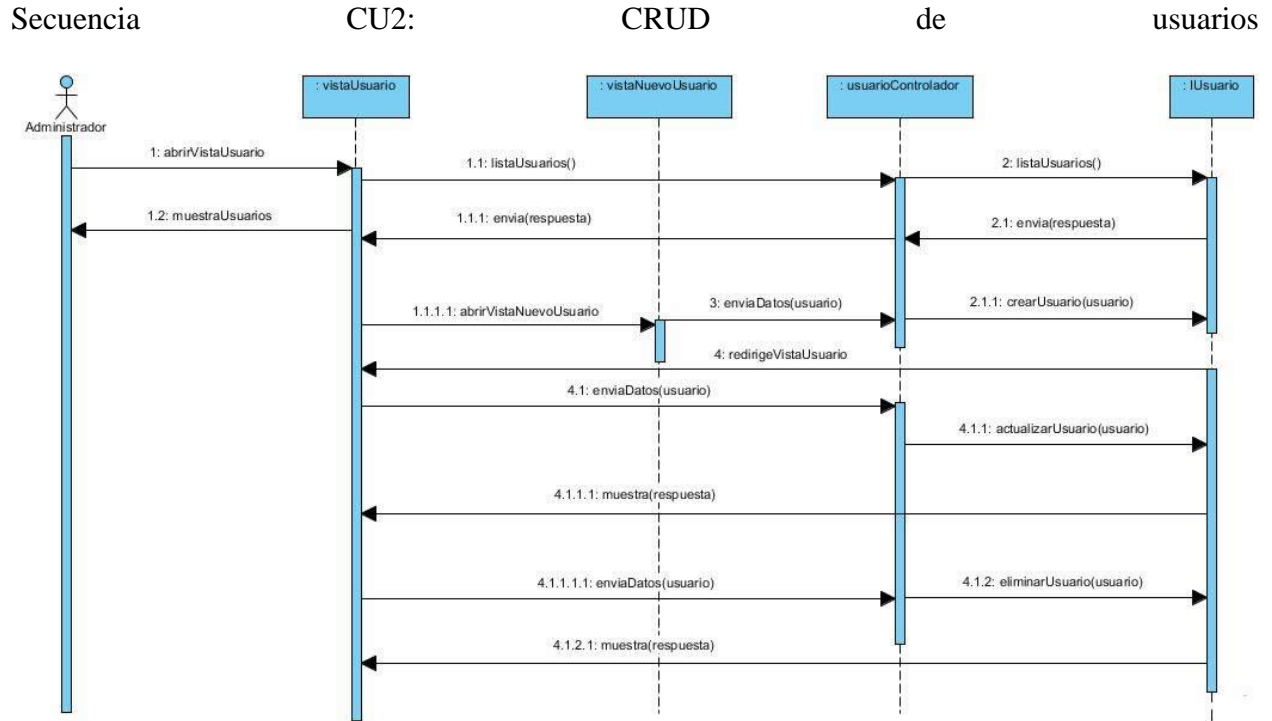


Gráfico 4.23: Diagrama de Secuencia CU2 Sistema Web.

Secuencia CU3: CRUD de huellas alumno.

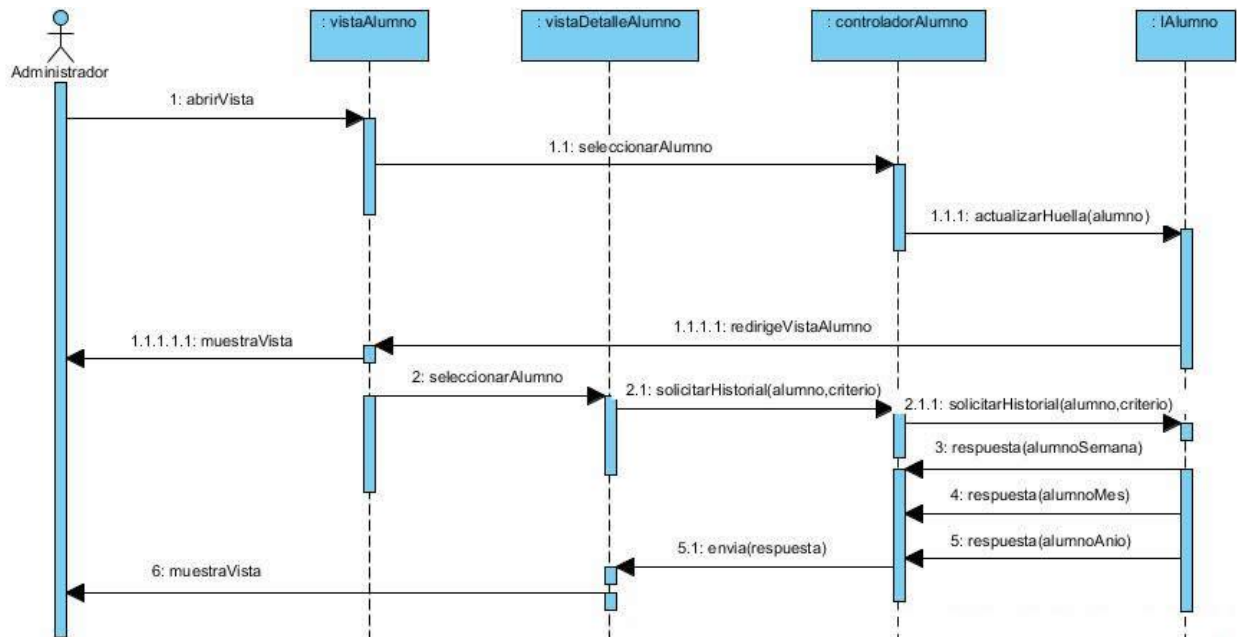


Gráfico 4.24: Diagrama de Secuencia CU3 Sistema Web.

Secuencia CU4: Asistencia manual.

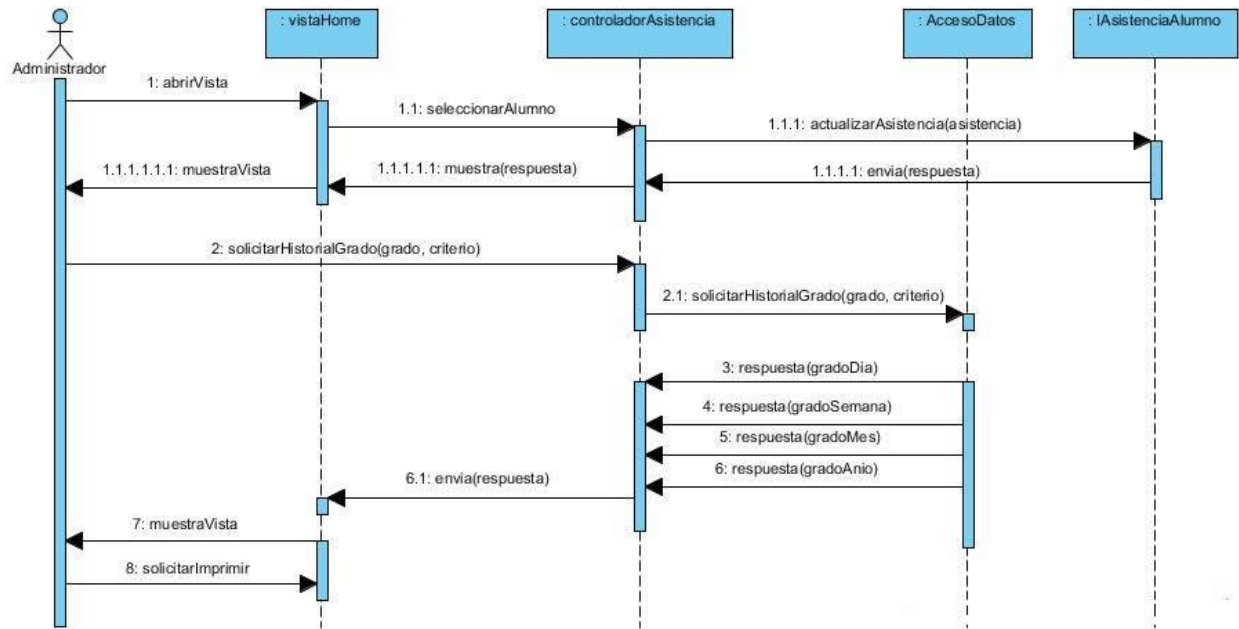


Gráfico 4.25: Diagrama de Secuencia CU4 Sistema Web.

Secuencia CU5: CRUD de notificaciones, envió y lista de notificaciones.

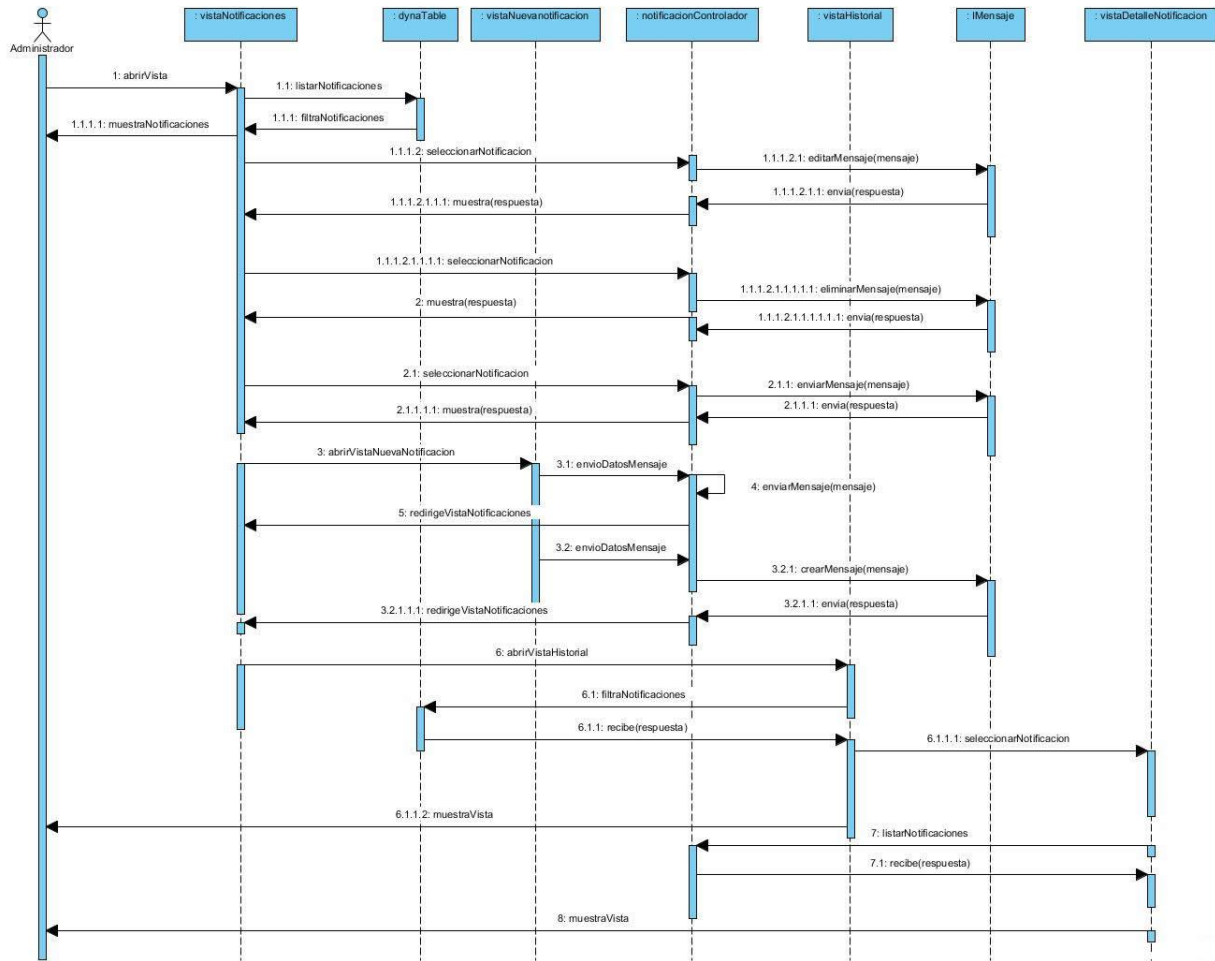


Gráfico 4.26: Diagrama de Secuencia CU5 Sistema Web.

Secuencia CU6: Configuraciones

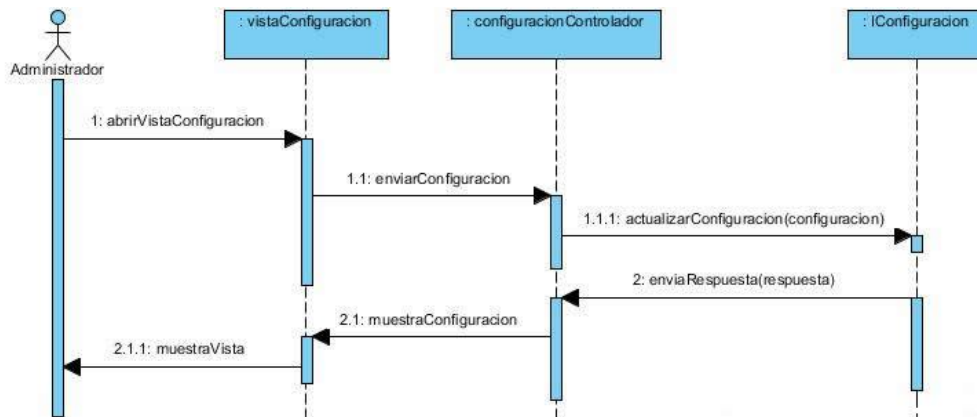


Gráfico 4.27: Diagrama de Secuencia CU6 Sistema Web.

4.4 Diagrama de Clases

Tomando como base los requerimientos proporcionados por la Institución Liceo Manuel Farfán Castro, se han definido las clases y métodos a utilizar en todo el sistema en general y ya que se está trabajando en Spring Framework utilizando el lenguaje de programación java, se han dividido en tres paquetes los cuales son la capa de acceso a datos, controladores a utilizar y esquema DAO para utilizar interfaces que tomen los objetos hacia la persistencia de datos.

- Clases de Acceso a Datos.

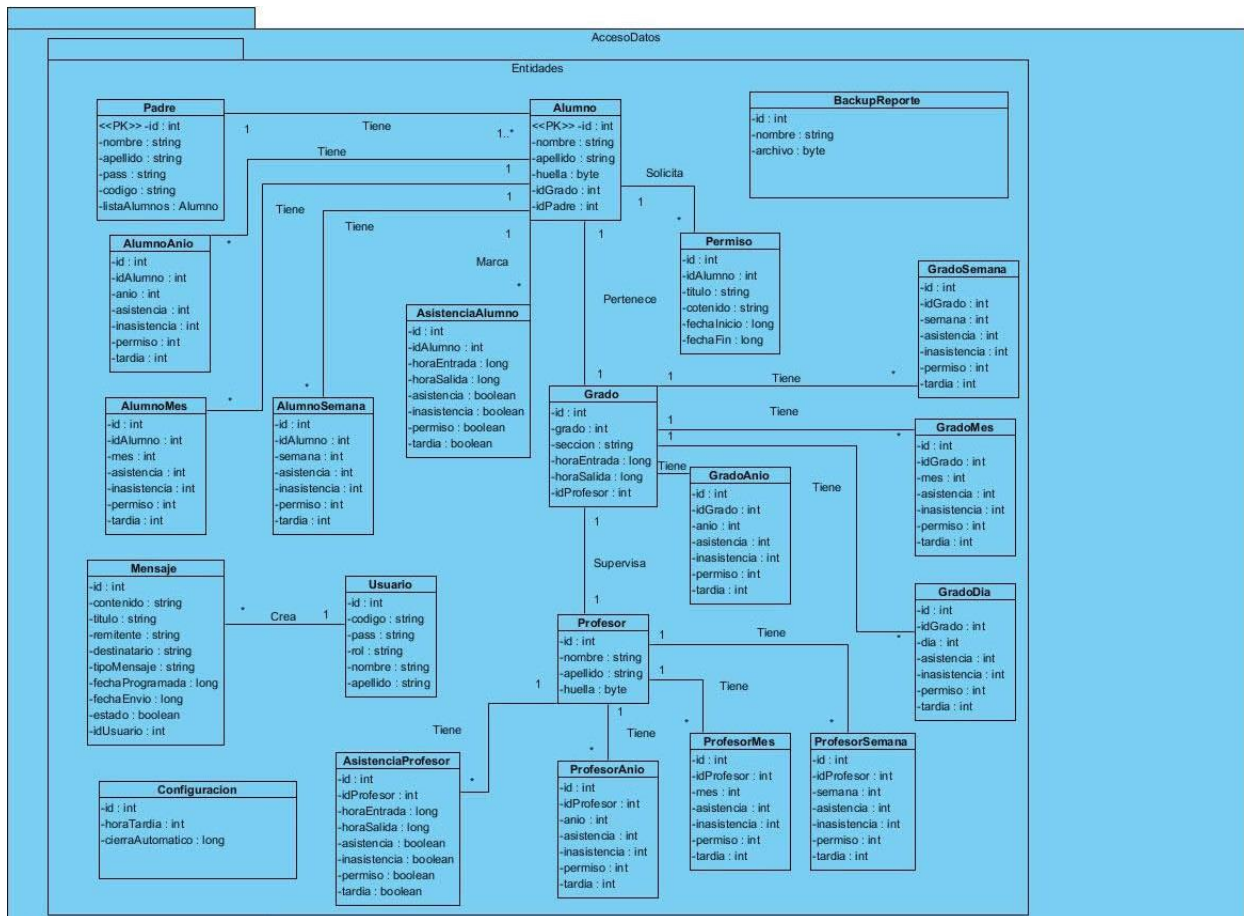


Gráfico 4.28: Diagrama Clases Acceso a Datos.

- Clases DAO

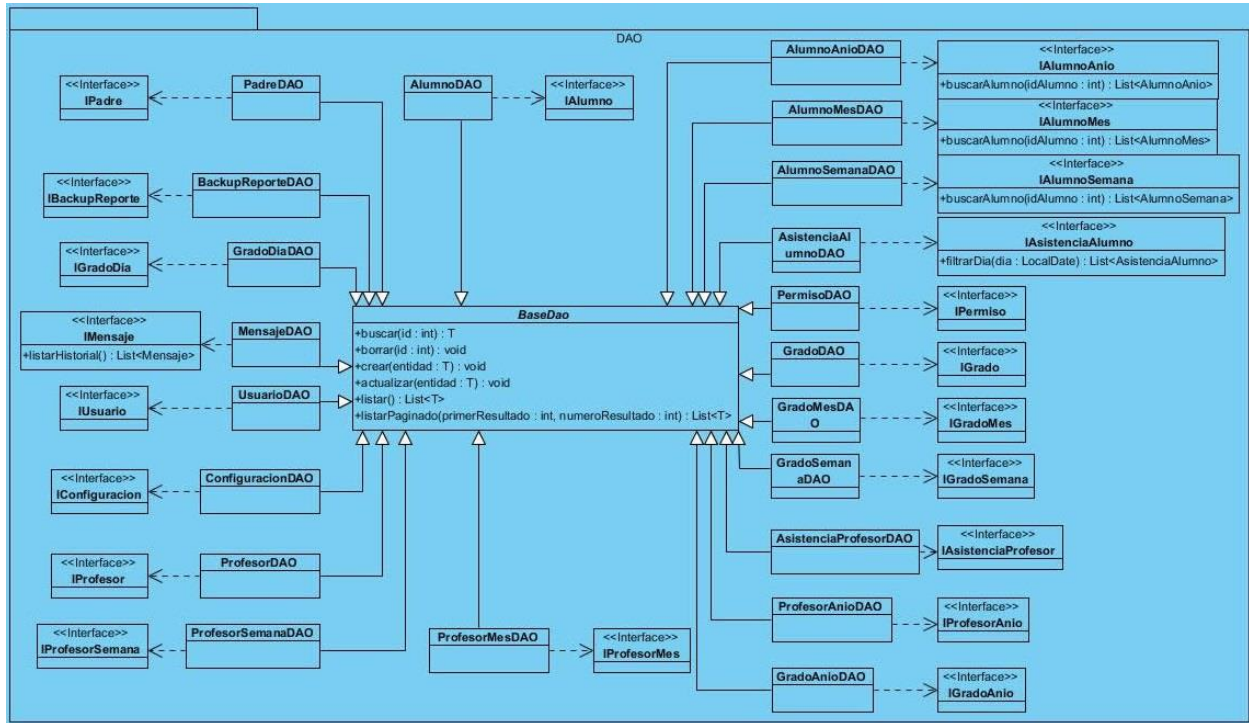


Gráfico 4.29: Diagrama Clases DAO.

- Clases Controladores

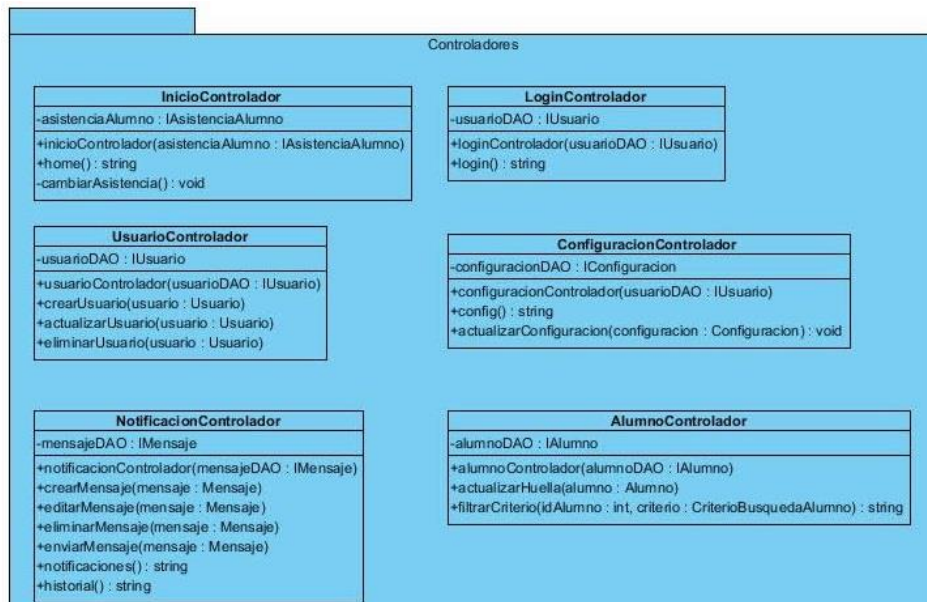


Gráfico 4.30: Diagrama Clases Controladores.

- Clases Enum para filtrado de datos

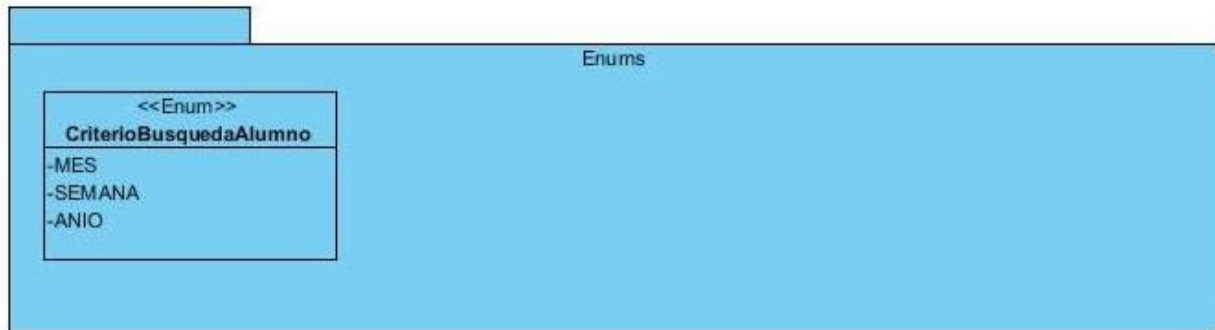


Gráfico 4.31: Diagrama Clase Enum.

4.5 Diseño de modulo biométrico

Construcción y desarrollo de Sensor biométrico con Arduino UNO.

La funcionalidad básica de un sensor biométrico es la de realizar una lectura y verificar si es correcta, después de verificarla manda al servidor por medio del protocolo MQTT para que este la registre en la base de datos, se combinan estas 2 tecnologías de forma que el protocolo MQTT tiene configurado un tema al cual el sensor biométrico está suscrito.

La forma en que el sensor biométrico trabaja es encendiendo su led y hace una captura de lo que se presiona en él, para esto se utilizara un pulsador el cual encenderá este led cada vez que se vaya a realizar esta lectura.

La construcción del sistema biométrico se necesitará estos elementos:

- Arduino UNO + Interfaz de red Ethernet
- Sensor dactilar óptico GT-511C3
- Pantalla LCD 12 x 2 con interfaz I2C
- Cable JST SH (utilizado para conectar el sensor con Arduino)

- Resistencia de 1k Ω
- Resistencia 560 Ω
- Resistencia de 10k Ω
- Pulsador de 2 tiempos
- Placa

Conectar el sensor biométrico a la placa de Arduino:

Conectamos por medio del cable JST SH el sensor biométrico a la placa de Arduino, el cable negro (GND) a tierra y a 5V conectamos el cable rojo (Vcc), el cable blanco (Tx) al pin 3 de Arduino y el cable verde (Rx) se conecta entre la Resistencia de 560 Ω y la resistencia de 1k Ω que va a tierra, luego de la resistencia de 560 Ω se conecta a la placa de Arduino al pin 4

Ejemplos:

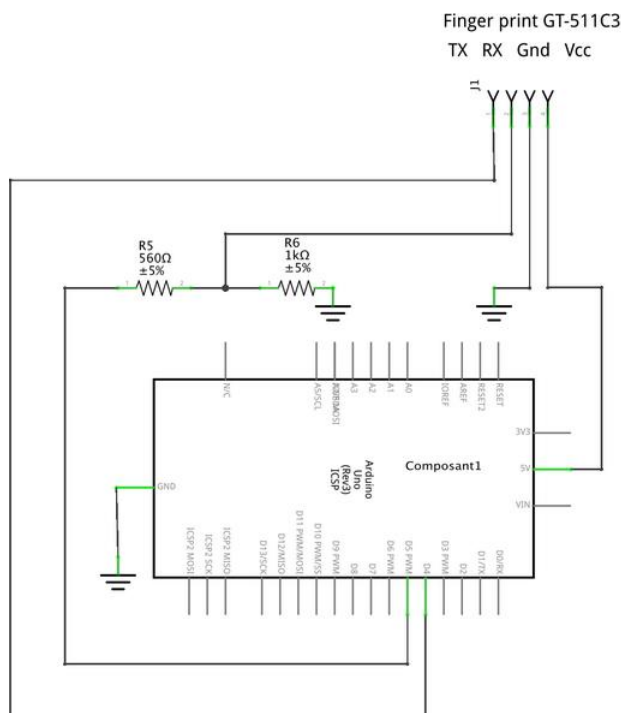


Gráfico 4.32: Diagrama Eléctrico sensor biométrico.

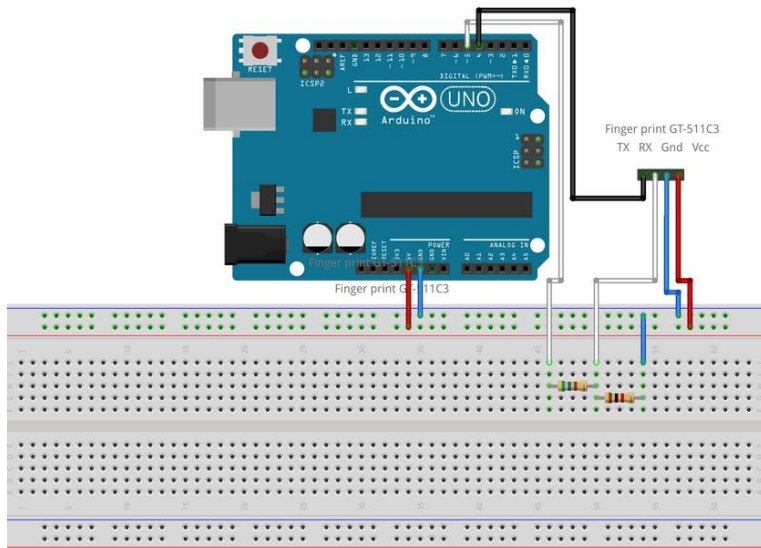


Gráfico 4.33: Diagrama de conexión sensor biométrico.

Para encender el sensor biométrico se conecta a un pulsador, existen 2 formas de realizar esta conexión, la primera es resistencia pulldown, en la cual al presionar el pulsador se obtiene un valor de HIGH mandando 5v y enciendo el sensor y la segunda la resistencia pullup en la cual mientras el pulsador este sin presionar se obtiene 5v, se utilizará la conexión resistencia pulldown para encender el sensor biométrico.

Primero conectamos el pulsador a 5v en la primera patilla, luego se conecta a la segunda patilla el pin 13 de Arduino y se conecta la resistencia de 10k también a la segunda patilla del pulsador hacia tierra para realizar la conexión de resistencia pulldown, es de tomar en cuenta al conectar el pulsador que 2 patillas están siempre conectadas unas con otra y dos patillas no están conectadas y estas son las que forman el interruptor

Ejemplo:

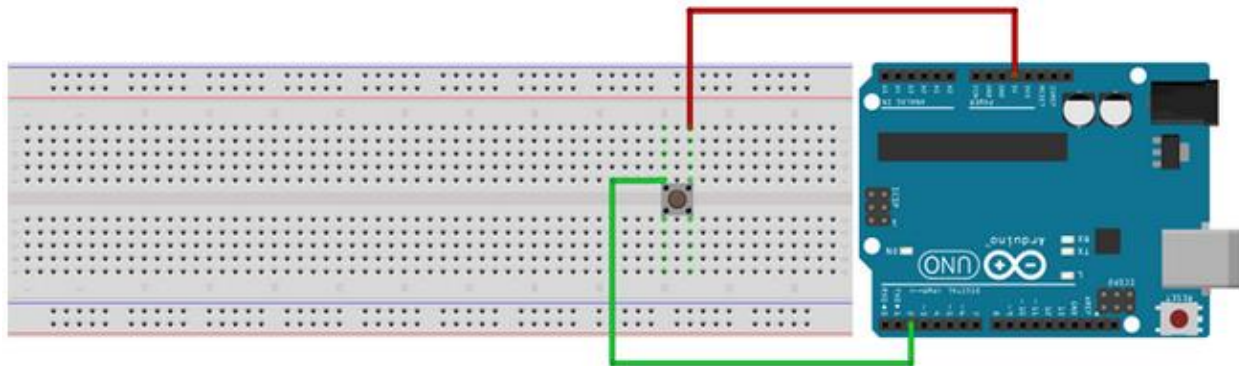


Gráfico 4.34: Diagrama de conexión interruptor sensor biométrico

Conectar la pantalla led para mostrar mensajes de respuesta:

Por medio de una pantalla LED con interfaz I2C se mostrarán los mensajes al usuario, conectamos el pin GND a tierra y el Vcc a 5v de Arduino, luego conectamos el pin SDA al pin A4 (pin análogo en Arduino SDA) y conectamos el pin de clock (SCL) de la pantalla al pin A5 (SDL).

Ejemplo:

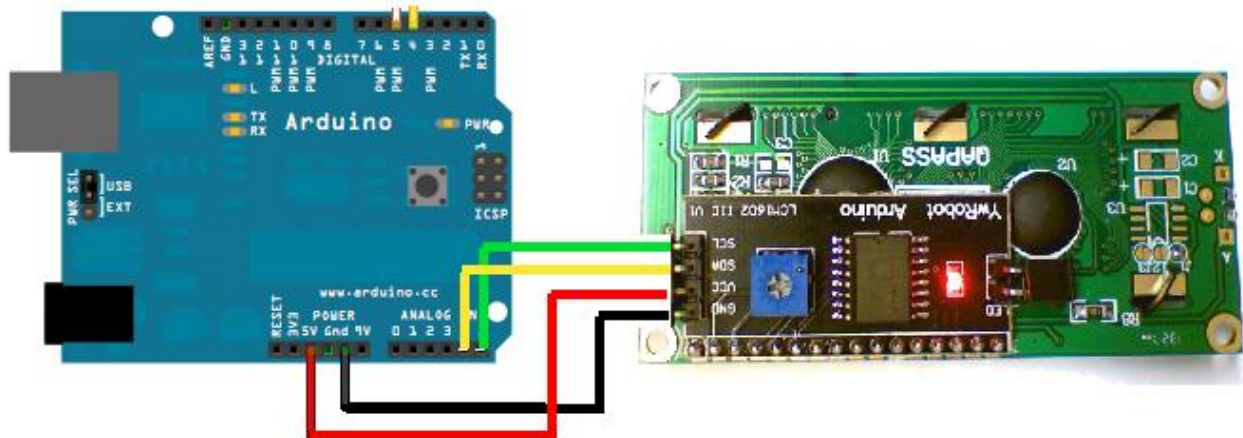


Gráfico 4.35: Diagrama de conexión pantalla – Arduino.

Diagrama completo de circuito

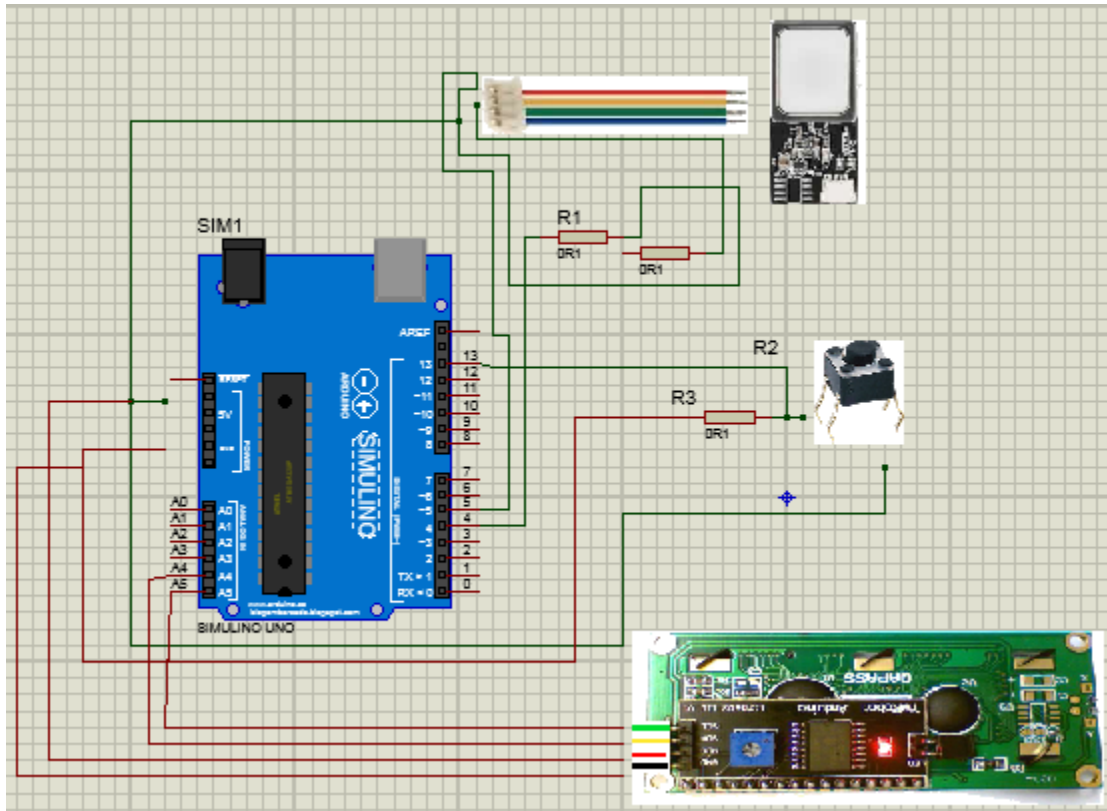


Gráfico 4.36: Diagrama completo sensor biométrico.

4.6 Diseño Interfaz de modulo web

Se presenta en esta sección las interfaces del módulo web, tomando en cuenta las nuevas normas para el desarrollo o la programación del lado FrontEnd (Tecnologías del lado del cliente) todas las pantallas del sistema web se basan en la experiencia de usuario o UX que es el termino con el que se conoce, esta forma de hacer el diseño web se basa en la filosofía de que el producto final pueda satisfacer el correcto y fácil funcionamiento de la aplicación por parte del cliente, toma un proceso de conocer a fondo los usuarios finales e investigar el porqué de realizar la aplicación, todo el proceso se realiza de forma similar o igual, por ejemplo, si se ingresan datos a la aplicación sin importar que estén en distintas pantallas todo el proceso se realiza de la misma manera dando

sensación al usuario final de que si conoce como agregar datos en una pantalla también conoce como hacer este proceso en las demás, se tiene el cuidado de elegir hasta los mismos controles o botones para que sea más fácil aprender cómo utilizar de mejor manera el sistema, al poner en práctica esta forma de diseñar el sistema se obtienen virtudes como una mejor accesibilidad al sistema, usabilidad y mejor performance del sistema, se evitan que las capacitación sean demasiado extensas ya que todo se desarrolla de forma interactiva entre las pantallas.

El sistema muestra un login para entrar a la aplicación, dependiendo del tipo de usuario se podrá entrar a distintos módulos del sistema ya que cada tipo tiene sus privilegios, para entrar se necesita el nombre y la contraseña del usuario.



Imagen 4.1: Login sistema web.

Al entrar al sistema se muestran en el formulario principal la asistencia diaria de los alumnos en la parte derecha y en la izquierda las estadísticas diarias en tiempo real de cada grado, además del ingreso total en el día.

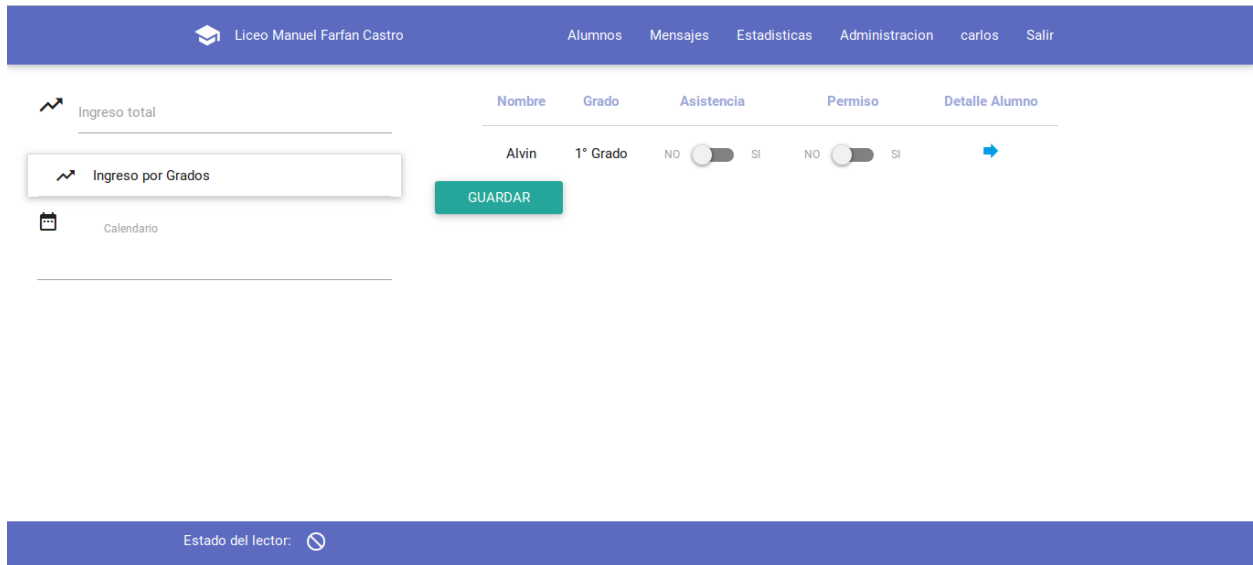


Imagen 4.2: Vista Inicio sistema web.

Al dar click en el menú en la pestaña de mensajes se muestra un formulario en el cual se puede enviar o guardar un nuevo mensaje, se tiene en la parte izquierda un menú en el cual podemos ver mensajes recordatorios los cuales se envían a los padres de familia de parte de la institución, historial de mensajes y permisos enviados por parte de los padres de familia hacia la institución.

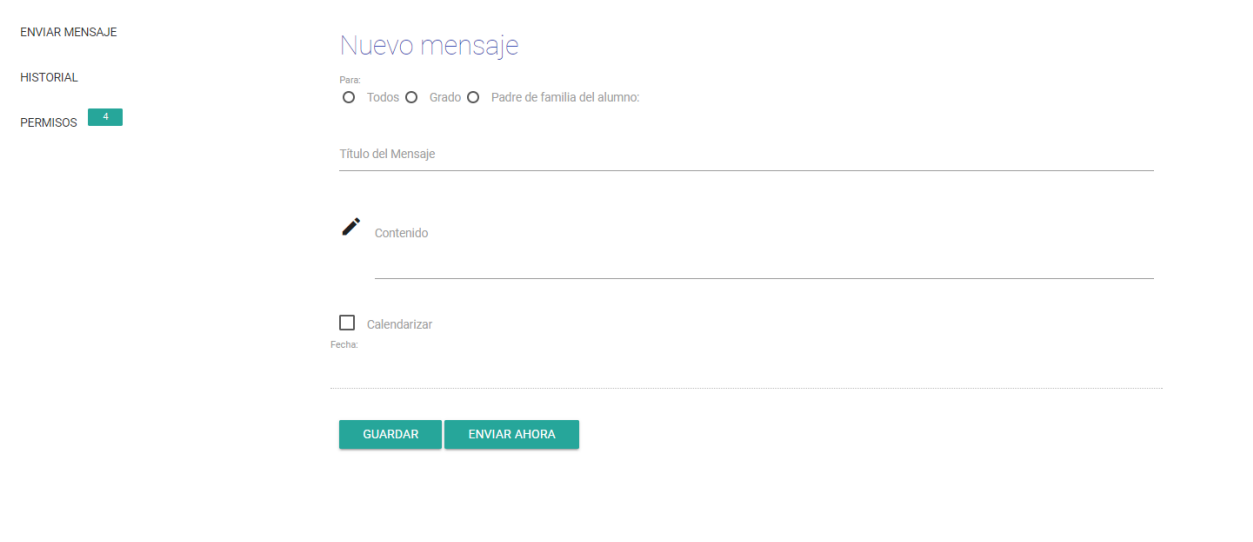


Imagen 4.3: Vista Mensajes sistema web.

Formulario en el cual se muestran los mensajes enviados, se muestra el título, el remitente que lo envía, la fecha programada de su envío, en caso de ser ya enviado se muestra la fecha y el tipo de mensaje.

Título	Destinatario	Enviado	Acciones
Suspensión de Clases	Quinto Grado A	SI	DETALLES
Reunion de Padres	Quinto Grado A	SI	DETALLES
Recordatorio Actividad	Quinto Grado A	SI	DETALLES
Entrega de Notas	Quinto Grado A	SI	DETALLES
Prueba	Quinto Grado A	SI	DETALLES
Prueba	Quinto Grado A	SI	DETALLES
Prueba	Quinto Grado A	SI	DETALLES
test		SI	DETALLES

Imagen 4.4: Vista Historial de mensajes sistema web.

Los permisos pendientes ya sean por confirmar o rechazar se muestran en este formulario, podemos ver el alumno por el cual se pide el permiso, el grado en que se encuentra, un motivo por el cual el alumno está faltando a clases y las acciones a tomar por parte de la institución.

Alumno	Grado	Motivo	Acciones
carlos charlie	5	Enfermedad	DETALLES
carlos charlie	5	Viaje	DETALLES
carlos charlie	5	Enfermedad	DETALLES
carlos charlie	5	bdtzbdbx	DETALLES
carlos charlie	5	prueba	DETALLES
carlos charlie	5	prueba 2	DETALLES
carlos charlie	5	prueba servidor	DETALLES
carlos charlie	5	qhehdhhs	DETALLES
carlos charlie	5	qjes	DETALLES

Imagen 4.5: Vista Permisos sistema web.

Se puede crear una solicitud de permiso en el caso que el alumno se comunique por otro medio con la institución y así tener registrado el permiso.

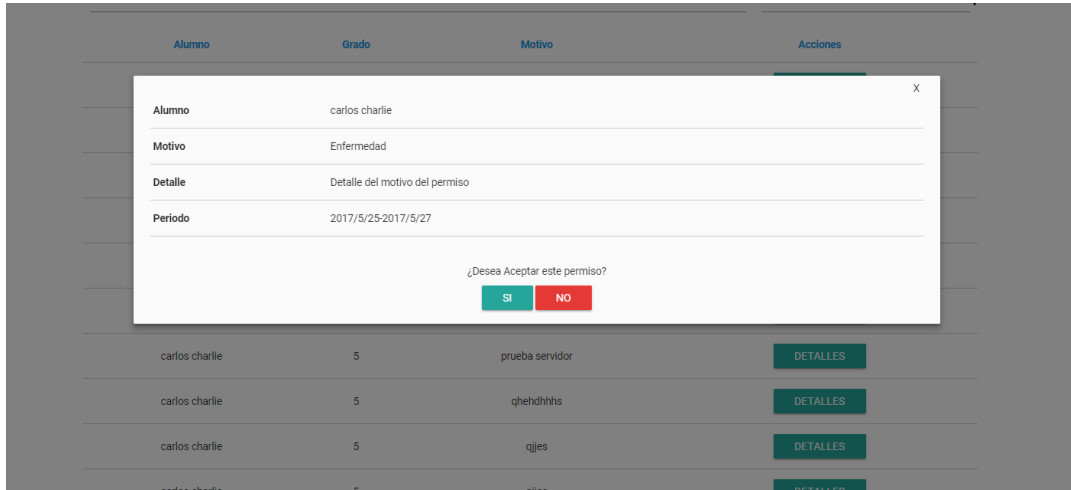


Imagen 4.6: Vista Detalle permisos sistema web.

El formulario de estadísticas muestra el total de asistencias, inasistencia y permisos a la institución ya sea por grado o por alumno en específico, se puede elegir por periodo de tiempo y se observa reflejado en la tabla y en el grafico para tener una manera más los resultados.

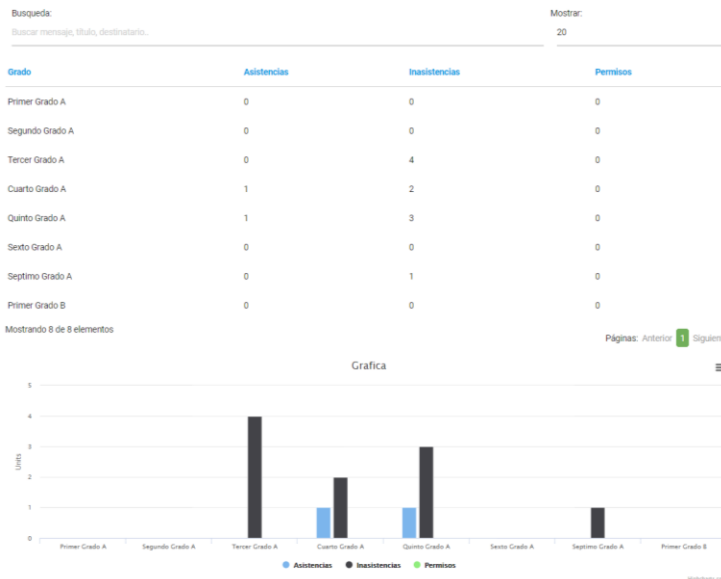


Imagen 4.7: Vista Estadísticas sistema web.

Por parte del administrador del sistema puede configurar unas variables globales tomadas en cuenta por el módulo biométrico como son la hora de entrada y de salida y desde que hora se considera una llegada tardía a la institución.

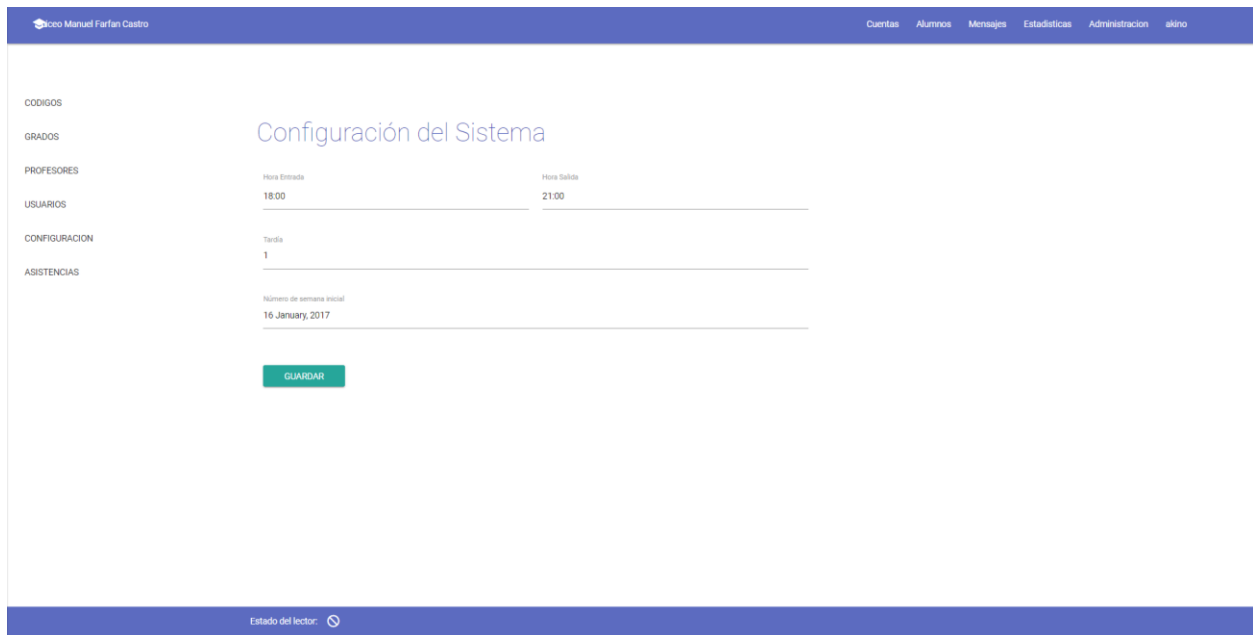


Imagen 4.8: Vista Configuración sistema web.

El formulario de profesores muestra una lista en la cual están los profesores activos y a los que se han dado de baja en el sistema, pero siempre se mantiene el registro de ellos, se puede agregar y editar la información de los profesores

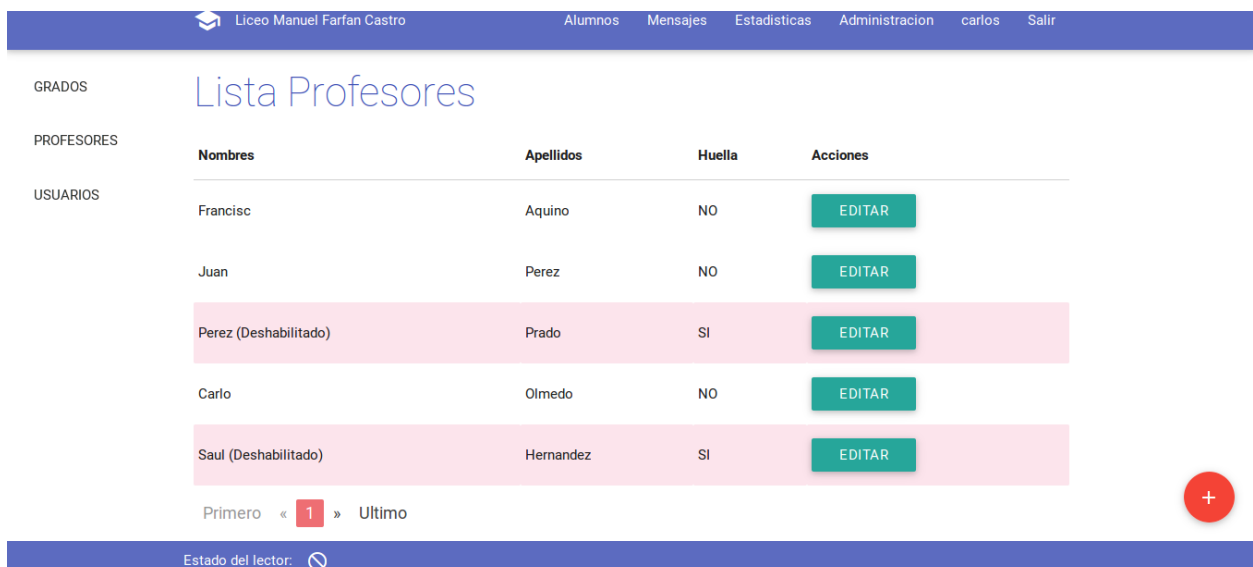


Imagen 4.9: Vista Profesores sistema web.

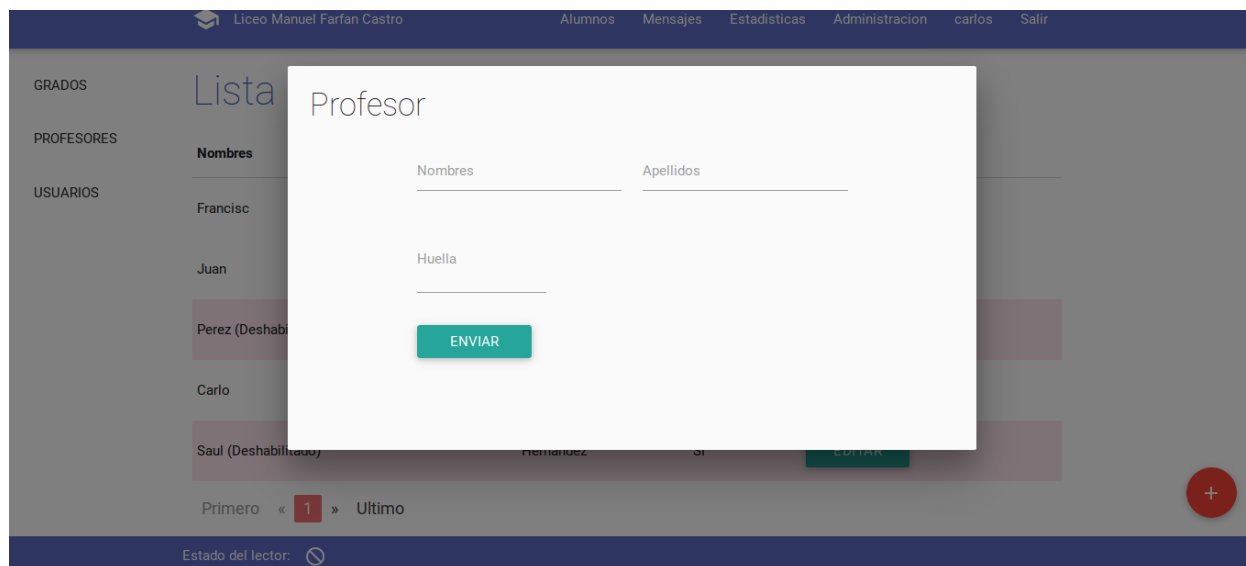


Imagen 4.10: Vista Añadir Profesores sistema web.

Formulario de usuarios, muestra a los usuarios que tienen acceso al sistema y el nivel en el cual pueden acceder al sistema, en la lista se encuentran además los usuarios dados de baja en el sistema o deshabilitado y el administrador puede tanto agregar como editar a los usuarios.

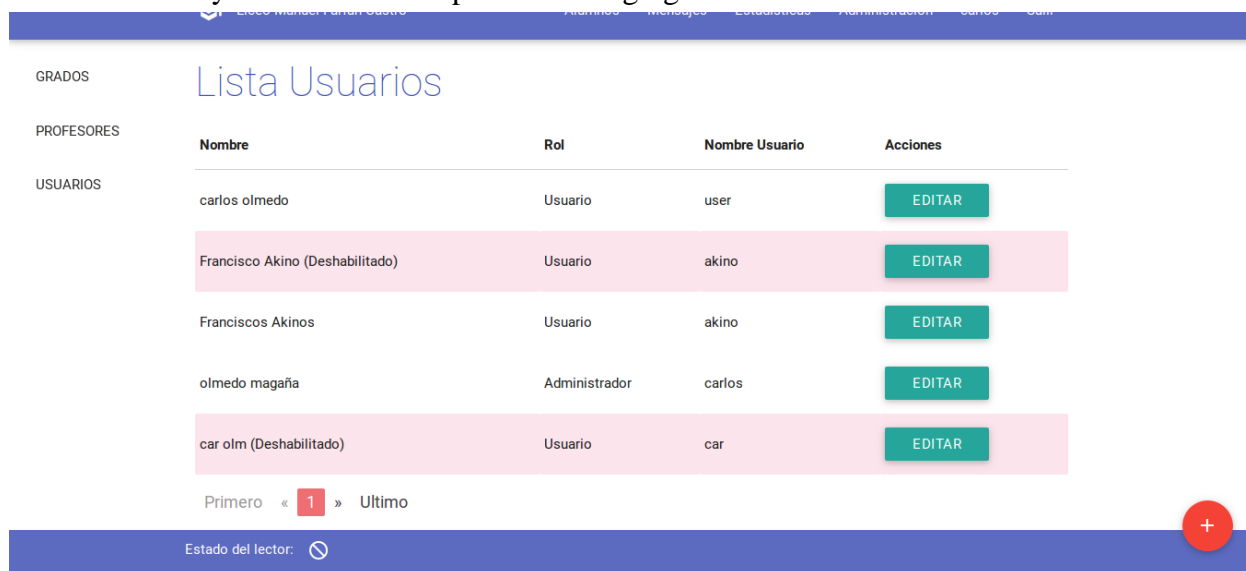


Imagen 4.11: Vista Usuarios sistema web.

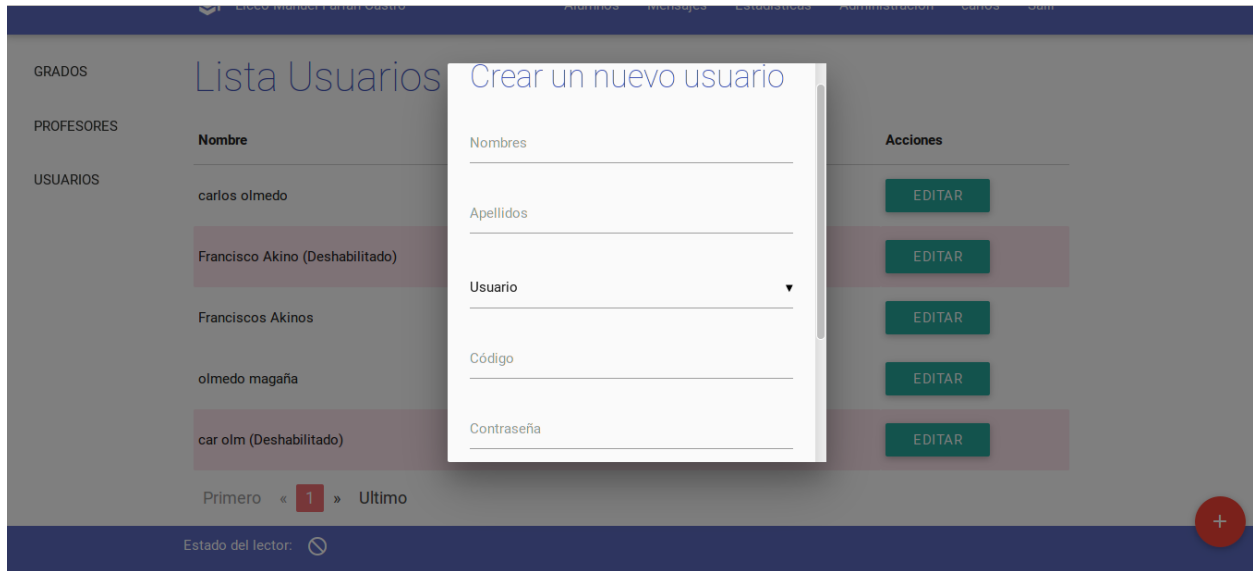


Imagen 4.12: Vista Añadir Usuarios sistema web.

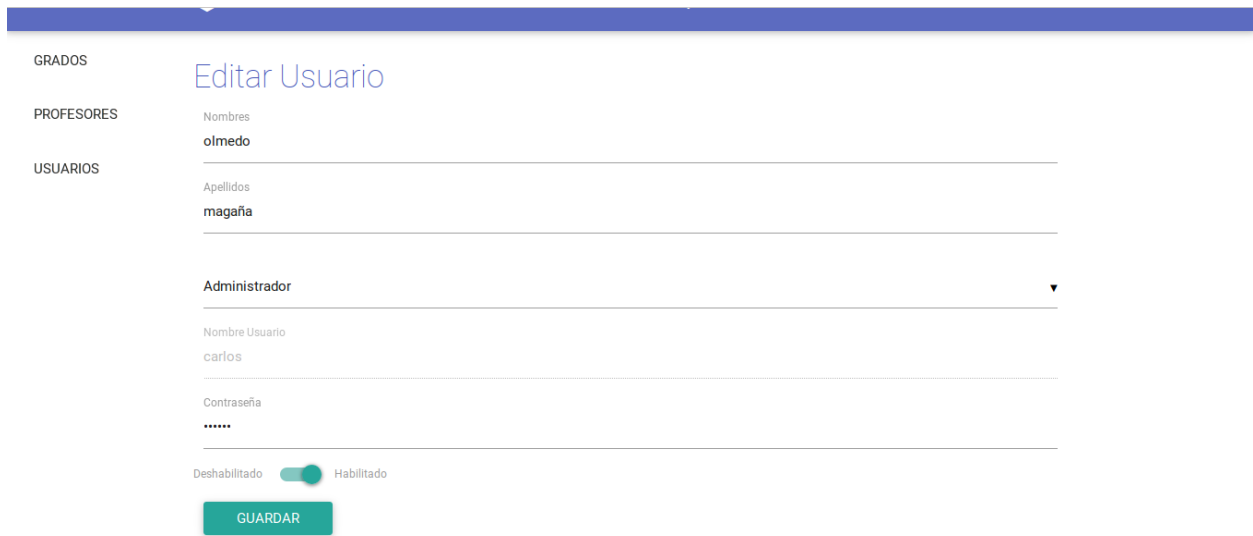


Imagen 4.13: Vista Editar Usuarios sistema web.

A los alumnos se les agrega la huella digital y los datos generales, como muestra el formulario la lectura de la huella se realiza desde el módulo biométrico y es la parte más importante de la funcionalidad general del todo el sistema ya que sin la lectura del biométrico no se puede llevar la asistencia y por ende no se puede generar las estadísticas y reportes.

Alumno

Nombre

Apellido

Carnet

Grado

Todos

GUARDAR CANCELAR

Imagen 4.14: Vista Añadir Alumno sistema web.



Imagen 4.15: Vista Añadir Huella sistema web.

4.7 Diseño Interfaz de modulo móvil

La interfaz móvil se desarrolla sobre un diseño llamado Material Design que es una normativa creada por Google y puesta en práctica en cada una de las aplicaciones de Google. Presenta una interfaz simple pero que toma en cuenta el uso que el cualquier persona le puede dar a la aplicación, su diseño se enfoca en la profundidad, superficies, bordes, sombras y colores que le den vistosidad a la aplicación, toma muy en cuenta las pantallas táctiles en las cuales tiene que ser fácil elegir un botón o realizar cualquier acción sobre la pantalla, ordena de mejor manera los elementos y las imágenes se presentan de forma clara, se tiene una mejor jerarquía entre los objetos dando una mejor visualización de los mismos a los usuarios, se adapta a todo tipo de pantallas y es multiplataforma. A continuación, se presentan las interfaces de la aplicación móvil utilizando material Design.

La primera pantalla muestra el o los hijos del padre de familia y puede elegirlo para ver el historial de la asistencia que lleva en la institución.

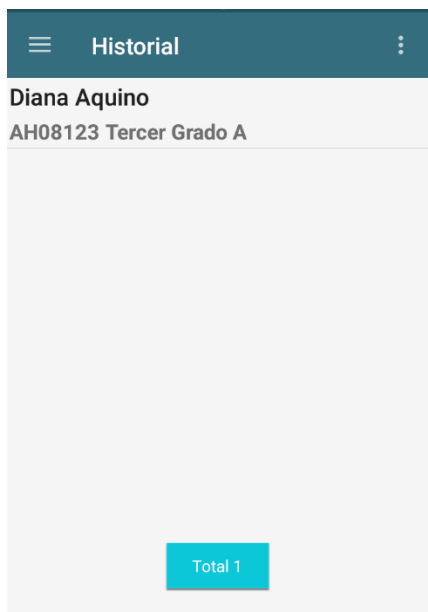


Imagen 4.16: Vista Historial Aplicación móvil.

El menú nos lleva hacia las distintas pantallas de la aplicación como son el historial, mensajes, permisos, la configuración y salir de la aplicación

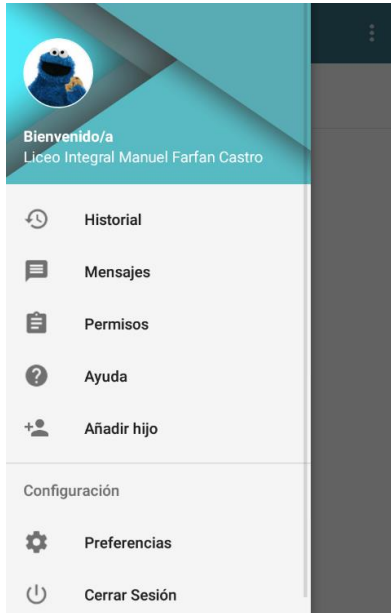


Imagen 4.17: Vista Menú Aplicación móvil.

Los mensajes que envía la institución hacia los padres de familia se ven en una lista dentro del formulario mensajes.

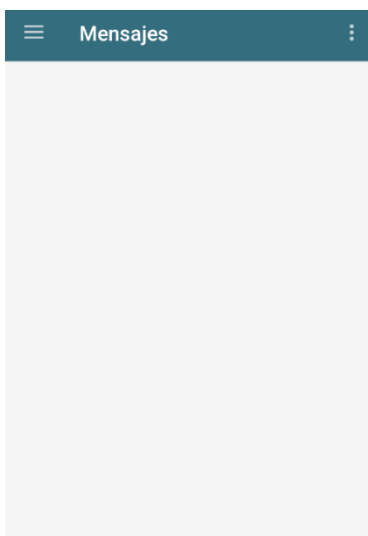


Imagen 4.18: Vista Mensajes Aplicación móvil.

La pantalla permisos muestra un formulario en el cual se envía la solicitud hacia la institución, se escribe el motivo del por el cual el alumno no se podrá presentar a clases.

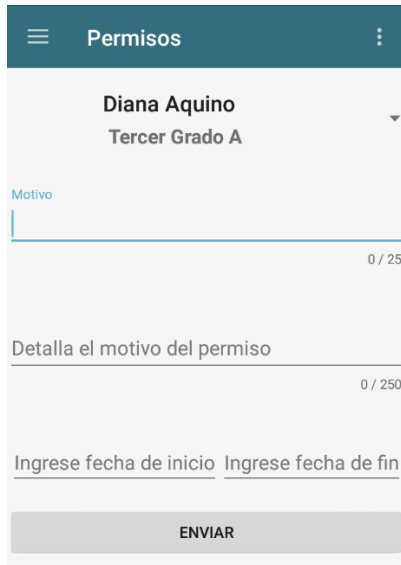


Imagen 4.19: Vista Permisos Aplicación móvil.

En la pantalla historial permisos se muestra una lista de los permisos ya sea confirmados o denegados por parte de la institución.

Los permisos no confirmados o denegados se encuentran en la pantalla de permisos pendientes, en el cual se muestra que todavía no existe ninguna respuesta por parte de la institución.

La aplicación se puede configurar para elegir qué tipo de notificación desea recibir en el teléfono y cambiar el pin de privacidad para entrar a la aplicación.

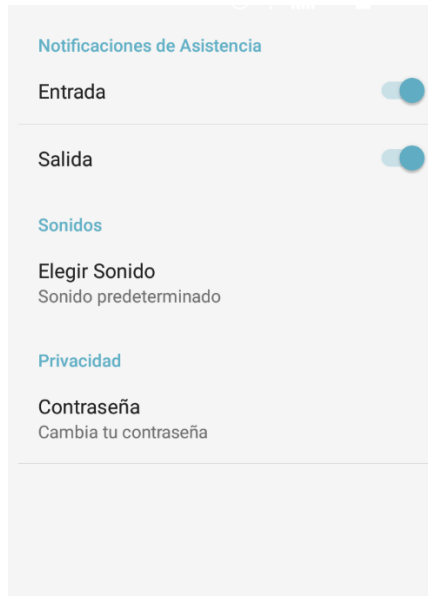


Imagen 4.20: Vista Configuración Aplicación móvil.

4.8 Desarrollo de la primera versión

Captura, almacenamiento y validación de variables biométricas.

Módulos implicados: Web y hardware biométrico.

DESARROLLO

Creación de la base de datos en su totalidad, incluyendo tablas para uso en posteriores entregables.

Codificación de un CRUD utilizando el sensor de huellas biométrico.

PRUEBAS

Comprobación sobre falsos positivos al registrar huellas, y verificación que todas realiza todas las operaciones de manera correcta.

IMPLEMENTACIÓN

Instalación del hardware para la captura de datos biométricos.

Instalación del servidor web y adecuación de la base de datos al sistema existente.

4.9 Desarrollo de la segunda versión

Generación de notificaciones a dispositivos móviles.

Módulos implicados: Web, hardware y móvil.

DESARROLLO

Codificación de la aplicación móvil acorde a lo diseñado. Codificación del envío automático de notificaciones generadas por el sensor, configuradas automáticamente, y a discreción del usuario.

PRUEBAS

Comprobación de la correcta generación y recepción de notificaciones.

IMPLEMENTACIÓN

Instalación de la nueva versión del sistema web en el servidor, distribución de la aplicación móvil para el uso de los padres de familia.

4.10 Desarrollo de la tercera versión

Generación de estadísticas y reportes.

Módulos implicados: Web, hardware y móvil.

DESARROLLO

Codificación para la generación de estadísticas y reportes requeridos por la institución y por el Ministerio de Educación.

PRUEBAS

Comprobación que los datos generados por los reportes sean acordes a los datos existentes en la base de datos.

IMPLEMENTACIÓN

Instalación de la nueva versión del sistema web en el servidor.

CAPÍTULO V: Implementación y pruebas del Sistema

5.1 Objetivo del plan de implementación

Poner en funcionamiento el sistema en el Liceo Integral Manuel Farfán Castro para uso diario con todos los datos necesarios para comenzar a utilizarlo.

5.2 Proceso de implementación

Para implementar el sistema es necesario cumplir con los requisitos correspondientes para el correcto funcionamiento del mismo, se realizarán una serie de pruebas al sistema antes de cargar los datos reales de la institución y se capacitara el personal para evitar errores a la hora de utilizar el sistema

5.2.1 Requisitos de la implementación

- El módulo biométrico debe de colocarse en un área donde esté protegido de lluvia, polvo, sol, humedad y factores climáticos que puedan dañar el hardware del equipo
- El sistema debe permanecer conectado a internet en todo momento en la jornada diaria de la institución.
- El módulo biométrico debe estar en un sitio accesible para que todos los estudiantes puedan marcar su asistencia fácilmente y no obstruir el flujo de entrada a la institución
- Se tiene que ser capaz de poder realizar el mantenimiento preventivo de una manera fácil

5.2.2 Actividades de la implementación

- Configuración del Servidor
 - Instalación y configuración JDK 1.8
 - Instalación y configuración Broker MQTT Mosquitto
- Configuración de Software
 - Instalación MySql 5.7
 - Importar Script de la Base de datos del sistema.
 - Desplegar la aplicación dentro del servidor
- Instalación de modulo biométrico
- Generación de APK de la aplicación móvil
 - Generación de apk y alojamiento en PlayStore para su descarga

5.2.3 Pruebas al sistema

Se probará cada proceso del sistema conjunto al personal que lo utilizará en la institución, se comenzará por agregar usuarios y configurar el sistema, después de esto se ingresaran grados, profesores y alumnos, se pasará a probar el registro de huellas y se instalará la aplicación móvil para asociar y validar el alumno en una cuenta, se realizara el proceso de marcar asistencia para verificar que el mensaje le llegue al padre de familia cuando ingrese o salga el alumno, se harán pruebas de envío y recepción de mensajes y por último se verán los reportes y las estadísticas tanto en el sistema web como en la aplicación móvil.

5.2.4 Carga de datos al sistema

Para la implementación del sistema se llevará a cabo la configuración base necesaria para su correcto funcionamiento por parte del grupo de trabajo, así como los usuarios principales del mismo y la información de alumnos, profesores y grados será proporcionada por la institución, las huellas de los alumnos serán tomadas por parte del equipo de trabajo para apoyar a la institución y estos serían los datos necesarios para el comienzo del sistema.

5.2.5 Capacitación

Se realizará la capacitación a los usuarios principales del sistema para que ellos enseñen a utilizarlo a los alumnos y padres de familia, ya que la curva de aprendizaje para usar el sistema no es complicada ellos lo podrán hacer, se mostrara como cambiar la configuración y como añadir nuevos registros al sistema, esta capacitación será reforzada con un manual de usuario donde se detalla cómo hacer cada proceso del sistema ya sea la parte web como la móvil.

5.2.6 Puesta en Marcha

Al finalizar las pruebas y capacitaciones se realizará la puesta en marcha del sistema, se dejará por última vez en observación durante un corto periodo y según los resultados se realizarán los ajustes sino el sistema ya quedara funcionando en la institución.

5.2.7 Pruebas de implementación

Se realizaron pruebas de implementación, con datos reales los cuales nos dieron los siguientes resultados:

Toma de Huella a los alumnos:

Pruebas	Tiempos
Duración total de las pruebas	2 días en Jornada de clases
Tomar huellas por grado	Entre 40 a 50 minutos
Toma de huella por alumno	De 1 a 5 minutos
Puesta en marcha del Sistema	Entre 5 a 10 minutos

Tabla 5.1: Tiempos toma de huella a los alumnos

La población de las pruebas fue de 233 alumnos y se tomó el 95% de estas huellas, ya que alumnos no llegaron en los días de las pruebas, lo que se pudo observar en esta recopilación de datos es que entre más pequeña es la huella se torna difícil para el sensor tomar los templates o imagen de las huella, entre más huellas se tomaban se vio la necesidad de limpiar el sensor para mejorar el funcionamiento, una dificultad que se tuvo fue la conexión a internet en el lugar por lo que se solucionó colocando como punto de acceso un celular, como conclusión podemos decir que la toma de huella fue exitosa ya que a todos los alumnos presentes se pudo registrarla en el sistema.

Toma de asistencia:

Para la toma de asistencia se tomó un grado como población, ya que por ser pruebas y algo nuevo para los alumnos se afectaría la circulación en la institución a la hora de entrada y salida de la misma, lo que se quería probar, además de que el proceso en el sistema no tuviera errores, era como primer punto el tiempo que se toma en que los alumnos marquen la asistencia en el sensor, como segundo punto la estabilidad del dispositivo y la comunicación en todo momento con el sistema web, tercer punto que la notificación llegara al dispositivo móvil para pruebas y por ultimo tener el registro correcto de la asistencia:

Pruebas	Tiempos
Promedio de marcación del alumno	1,5 segundos
Promedio de marcación de todo el grado	Entre 1 y 2 minutos

Tabla 5.2: Tiempos toma de asistencia a los alumnos

En las pruebas se comprobó que el sensor realiza marcaciones de manera bastante fluida y que la notificación se entrega correctamente al dispositivo móvil, se comprobó que, si el móvil esta desconectado de internet el sistema de envió de notificaciones las entrega al volver a conectar el dispositivo a la red, de los 23 alumnos que están registrados en el grado elegido para las pruebas se tomó el 100% de las asistencias de los alumnos que llegaron a estudiar.

5.2.8 Costos finales del circuito

Elementos	Precio
Case	\$45
Arduino + Interfaz de red	\$44.5
Sensor GT-511C3	\$24.5
Pantalla LCD 12"	\$12
Placa Perforada	\$3
Cables y Resistencias	\$4
Tornillos	\$0.10
Total	\$133.10

Tabla 5.3: Costos finales del circuito.

Conclusiones

El presente trabajo de grado permitió aplicar muchos de los conocimientos adquiridos en las diferentes cátedras cursadas en la carrera, como lo es el desarrollo de software, circuitos eléctricos y protocolos de comunicación, unido al aprendizaje autodidacta adquirido por cada miembro del grupo de trabajo, se obtuvo como resultado un sistema solido que se asemeja aún más al producto que un profesional genera.

En términos generales, se concluyeron los siguientes puntos:

Al inicio de este proyecto se realizó una investigación de mercado sobre el uso de tecnologías móviles en los padres de familia del Liceo Manuel Farfán Castro, y se pudo observar como se muestra en el anexo de este documento que casi el 87% de la población estudiada posee un teléfono inteligente, de los cuales el 80% utiliza el sistema operativo Android y cuenta con una conexión activa permanente a internet, por lo cual se desarrolló la aplicación para dicha plataforma.

El desarrollo del circuito para el módulo del sensor biométrico presento desafíos sobre todo a nivel de diseño industrial ya que la carrera Ingeniería de Sistemas Informáticos no cuenta en su malla curricular con una especialidad como esta, ya que no es parte de los objetivos de la carrera, pero que dada la necesidad se tuvo que recurrir al aprendizaje autodidacta.

También se concluyó que el sensor de huella GT511C5, que a pesar de las bondades que presenta como ejemplo, almacenar hasta 2500 huellas, tener tiempos de respuesta menores a un segundo, a un precio accesible para dicha tecnología, se encontraron ciertas limitantes no consideradas al inicio de este proyecto:

1. Imposibilidad para realizar un Backup de las huellas registradas en el sensor. Esto nos impide copiar las huellas de un sensor a otro, aunque tenga las mismas características, en

caso de un desperfecto irrecuperable del mismo. Para solucionar esto, habría que tomar nuevamente las huellas de todas las personas registradas en el sensor.

2. No cuenta con un sensor capacitivo integrado. Este sensor está diseñado para que encienda y se apague cuando se necesite realizar cualquier operación, como el enroll de una huella nueva o reconocer una huella ya guardada dentro del mismo por lo cual es necesario programar un sensor de este tipo para que envíe una señal de encendido u apagado al sensor.

Con respecto al dispositivo controlador utilizado (Arduino Uno 3) al ser una plataforma muy versátil permitió gestionar toda la operación con el sensor desde la comunicación entre el servidor y el sensor de huellas dactilares hasta los mensajes de salida en la pantalla. Ya que la memoria de escritura del dispositivo es muy baja se tuvieron que comprometer ciertas características que hubiesen resultado útiles a la hora de auto configurar el dispositivo como lo son cliente DHCP, resolución de nombres de dominio, y salidas de audio.

En lo referente al proceso de toma de asistencia de los estudiantes, se realiza de forma manual en la cual el profesor posee un listado de todos sus alumnos y todos los días a primera hora llama a los estudiantes uno a uno para comprobar su asistencia. Con el sistema este proceso queda totalmente automatizado, de manera que el alumno cuando llega a la institución coloca su huella en el dispositivo y queda registrada la asistencia, reduciendo tiempos y facilitando a los profesores este proceso.

Durante las pruebas se pudo observar que, durante la toma de asistencia con el sistema, los alumnos se familiarizaron rápidamente con el proceso de marcado de huella, por lo que se concluye que es viable registrar la asistencia de esta manera.

Se observo es que la población estudiantil es muy amplia para utilizar un solo sensor en la institución, por lo que se hacen las recomendaciones pertinentes al final del documento.

En base a los reportes proporcionados por la institución, utilizados mensual y anualmente para su propio uso o requerimientos del ministerio de educación, se diseñaron una serie de reportes que muestran las asistencias, inasistencias, permisos y llegadas tardías. Se concluyó que el tiempo utilizado para la generación de los reportes es significativamente inferior con respecto al método tradicional de generar estos datos estadísticos, ya que ellos pueden obtener un reporte estadístico en tiempo real mientras los alumnos marcan su asistencia de entrada.

En lo referente a la interacción entre la institución y los padres de familia, se concluyó que se logró mejorar la comunicación por medio del sistema de la siguiente forma:

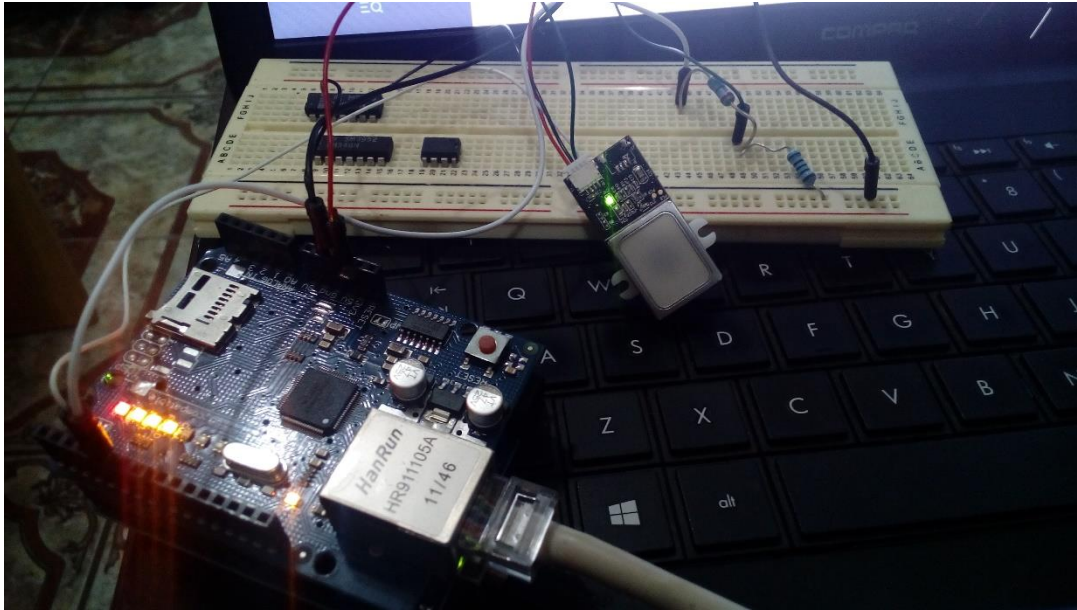
Al marcar el alumno su huella en el sensor, se generan notificaciones sobre su llegada y salida, lo que permite al padre un mayor control sobre sus hijos, ya que pueden conocer detalles como la hora en que marco asistencia, si en realidad se presentó a la institución y la hora en que se retiró de la misma.

Así mismo la plataforma facilita a la institución el envío de mensajes y notificaciones de lo que requieran comunicar a los padres de familia. Actualmente la institución lo realiza de manera manual en la cual el profesor hace entrega a cada alumno de hojas volantes para que estas sean entregadas a los padres de familia. Con el sistema esta vía de comunicación se mejora ya que se le da una alternativa más eficiente de notificar a los padres de con la información requerida incluso en horarios fuera de oficina.

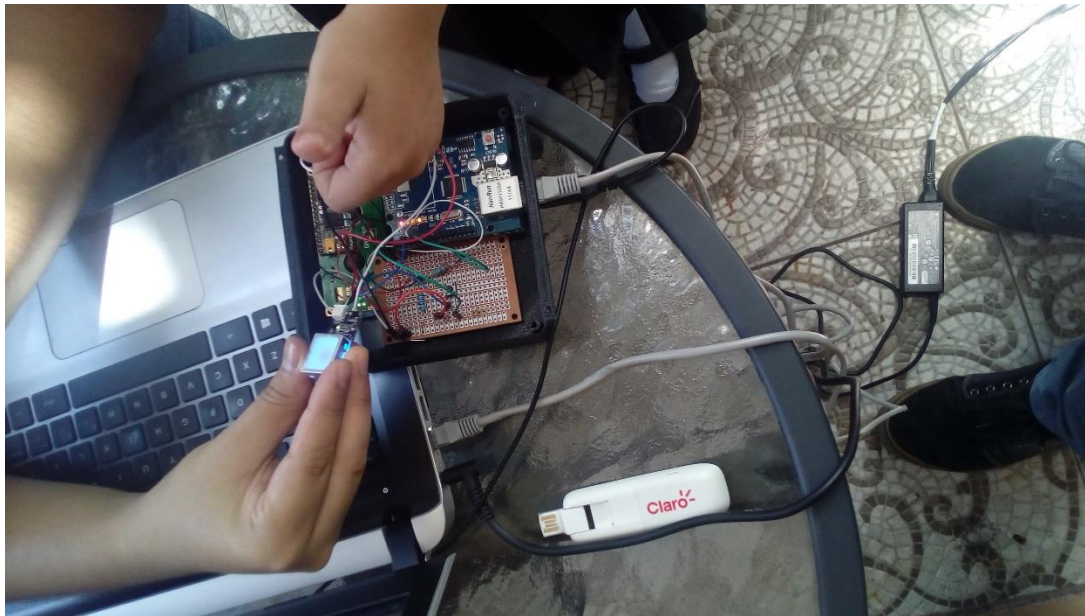
Recomendaciones

Para la puesta en marcha en una institución, según los resultados de las pruebas, se podría tener un sensor biométrico por cada 5 o 6 grados para evitar cualquier atraso y cuello de botella en la entrada y salida de la institución, así como un dispositivo Arduino de mayor capacidad y un sensor biométrico de mejores características, además de que incluya poder sacar un Backup de las huellas tomadas en el sensor. En el lugar a donde se coloque el sensor se necesita tener un punto de red y que se encuentre a una altura adecuada según la media de la estatura de los niños para facilitar su uso.

Anexos



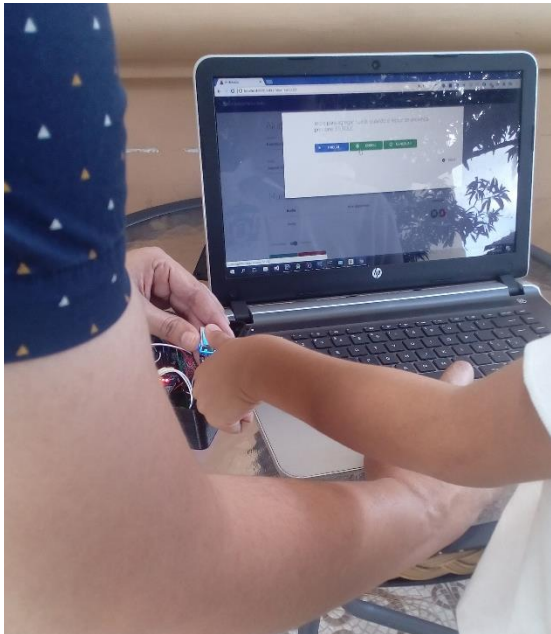
Anexo Img1: Prototipo de Circuito con Protoboard



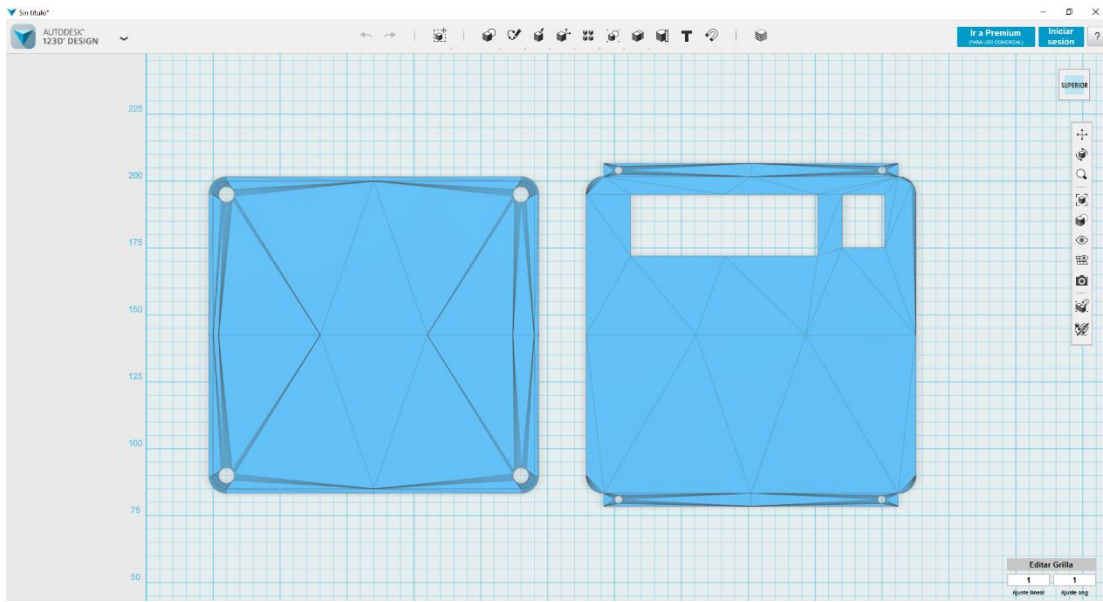
Anexo Img2: Instalación del circuito dentro del case.



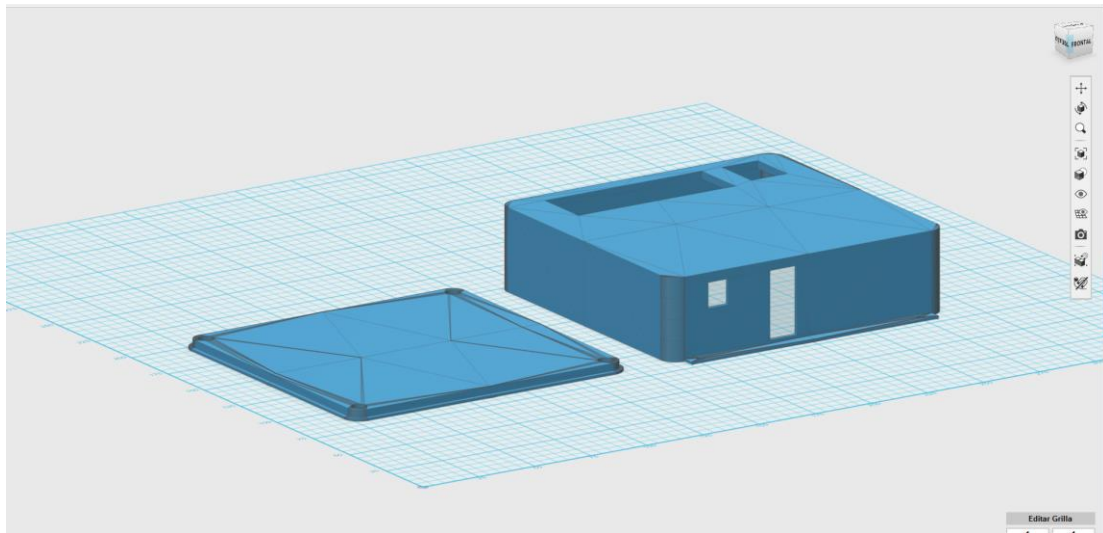
Anexo Img3: Tomas de huellas a alumnos de 1° grado



Anexos Img4 e Img5: Pruebas de asistencia con alumnos de 3° grado



Anexo Img6: Modelado de case para impresión 3D vista de planta



Anexo Img7: Modelado de case para impresión 3D vista isométrica

Bibliografía

Coronel, Carlos,

Database Systems: Design, Implementation, and Management.

Course Technology, 2011.

“Base De Datos.”, *Wikipedia*, Wikimedia Foundation, 15 May. 2016,
es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos#Modelos_de_bases_de_datos.

“Gestores SGBD.”, *Wikipedia*, Wikimedia Foundation, 13 May. 2016,
es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos#Modelos_de_bases_de_datos.

“Congreso Mundial de Tecnología Móvil.”, *El Diario De Hoy*, 13 May. 2016
<http://www.elsalvador.com/articulo/internacional/asombra-demostraciones-congreso-mundial-tecnologia-movil-102472>

“Documentación FireBase.”, *Google*, 22 agosto. 2016

<https://firebase.google.com/docs/?hl=es-419>

“Tendencias 2016”, *El Universal*, 8 Mayo 2016

<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/cartera/negocios/2016/01/1/las-tendencias-en-tecnologia-movil-para-el-2016>

Índice de Tablas

Nombre	Descripción	Página
Tabla 1.1	Padres con Dispositivo Móvil Inteligente	9
Tabla 1.2	Compra futura dispositivo móvil	10
Tabla 1.3	Sistema Operativo de uso diario	11
Tabla 1.4	Versión de Sistema Operativo	13
Tabla 1.5	Formas de Conexión a Internet	15
Tabla 1.6	Usos de dispositivo móvil	16
Tabla 2.1	Costos de Recursos Humanos	22
Tabla 2.2	Costos de Hardware Por Utilizar	23
Tabla 2.3	Costos de Software Por Utilizar	34
Tabla 3.1	Estudio Costos de Sensor Biométrico	36
Tabla 5.1	Tiempos toma de huella de los alumnos	79
Tabla 5.2	Tiempos toma de asistencia de los alumnos	79
Tabla 5.3	Costos Finales del Circuito	80

Índice de Graficas e Imágenes

Nombre	Descripción	Página
Gráfico 1.1	Personas que utilizan dispositivos inteligentes	9
Gráfico 1.2	Padres de familia que planean adquirir un dispositivo inteligente	10
Gráfico 1.3	Market share de dispositivos móviles	11
Gráfico 1.4	Market share de versiones de SO Android	12
Gráfico 1.5	Formas de conectarse a Internet	15
Gráfico 1.6	Usos de Internet	16
Gráfico 4.1	Diagrama de la Base de Datos	38
Gráfico 4.2	Casos de uso de Sistema Biométrico	39
Gráfico 4.3	Casos de uso de Aplicación Móvil	40
Gráfico 4.4	Casos de uso 1 de Aplicación Móvil	40
Gráfico 4.5	Casos de uso 2 de Aplicación Móvil	41
Gráfico 4.6	Casos de uso 3 de Aplicación Móvil	41
Gráfico 4.7	Casos de uso 4 de Aplicación Móvil	42
Gráfico 4.8	Casos de uso 5 de Aplicación Móvil	42
Gráfico 4.9	Casos de uso Sistema Web	43
Gráfico 4.10	Casos de uso 1 Sistema Web	44
Gráfico 4.11	Casos de uso 2 Sistema Web	44
Gráfico 4.12	Casos de uso 3 Sistema Web	44
Gráfico 4.13	Casos de uso 4 Sistema Web	45
Gráfico 4.14	Casos de uso 5 Sistema Web	45
Gráfico 4.15	Casos de uso 6 Sistema Web	46
Gráfico 4.16	Diagrama de Secuencia Sistema Biométrico	46
Gráfico 4.17	Diagrama de Secuencia CU1 Aplicación Móvil	47
Gráfico 4.18	Diagrama de Secuencia CU2 Aplicación Móvil	47
Gráfico 4.19	Diagrama de Secuencia CU3 Aplicación Móvil	48

Gráfico 4.20	Diagrama de Secuencia CU4 Aplicación Móvil	48
Gráfico 4.21	Diagrama de Secuencia CU5 Aplicación Móvil	49
Gráfico 4.22	Diagrama de Secuencia CU1 Sistema Web	49
Gráfico 4.23	Diagrama de Secuencia CU2 Sistema Web	50
Gráfico 4.24	Diagrama de Secuencia CU3 Sistema Web	50
Gráfico 4.25	Diagrama de Secuencia CU4 Sistema Web	51
Gráfico 4.26	Diagrama de Secuencia CU5 Sistema Web	52
Gráfico 4.27	Diagrama de Secuencia CU6 Sistema Web	52
Gráfico 4.28	Diagrama Clases Acceso Datos	53
Gráfico 4.29	Diagrama Clases DAO	54
Gráfico 4.30	Diagrama Clases Controladores	54
Gráfico 4.31	Diagrama Clase Enum	55
Gráfico 4.32	Diagrama Eléctrico sensor biométrico	56
Gráfico 4.33	Diagrama de conexión sensor biométrico	57
Gráfico 4.34	Diagrama de conexión interruptor biométrico	58
Gráfico 4.35	Diagrama de conexión pantalla – Arduino	58
Gráfico 4.36	Diagrama completo sensor biométrico	59
Imagen 4.1	Login sistema web	59
Imagen 4.2	Vista Inicio sistema web	61
Imagen 4.3	Vista Mensajes sistema web	61
Imagen 4.4	Vista Historial de mensajes sistema web	62
Imagen 4.5	Vista Permisos sistema web	62
Imagen 4.6	Vista Detalle permisos sistema web	63
Imagen 4.7	Vista Estadísticas sistema web	63

Imagen 4.8	Vista Configuración sistema web	64
Imagen 4.9	Vista Profesores sistema web	64
Imagen 4.10	Vista Añadir Profesores sistema web	65
Imagen 4.11	Vista Usuarios sistema web	65
Imagen 4.12	Vista Añadir Usuarios sistema web	66
Imagen 4.13	Vista Editar Usuarios sistema web	66
Imagen 4.14	Vista Añadir Alumno sistema web	68
Imagen 4.15	Vista Añadir Huella sistema web	68
Imagen 4.16	Vista Historial Aplicación móvil	68
Imagen 4.17	Vista Menú Aplicación móvil	69
Imagen 4.18	Vista Mensajes Aplicación móvil	69
Imagen 4.19	Vista Permisos Aplicación móvil	70
Imagen 4.20	Vista Configuración Aplicación móvil	70
Anexo Img1	Prototipo de Circuito con Protoboard	83
Anexo Img2	Instalación del circuito dentro del case	83
Anexo Img3	Tomas de huellas a alumnos de 1º grado	84
Anexo Img4	Pruebas de asistencia con alumnos de 3º grado	84
Anexo Img5	Pruebas de asistencia con alumnos de 3º grado	84
Anexo Img6	Modelado de case para impresión 3D vista de planta	85
Anexo Img7	Modelado de case para impresión 3D vista isométrica	85