

Sistema de Gestión de Citas Accesible; un paso más en la integración de las personas sordas.

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Informática

AUTORA: Celia Navarro Pérez

TUTORIZADO POR: Ana María Plácido Castro

Las Palmas de Gran Canaria, noviembre de 2020

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a todos los miembros de mi familia que forman parte de la comunidad sorda, su apoyo incondicional pues sin su ayuda no hubiera sido posible aportar experiencias personales y casos reales a este Trabajo de Fin de Título. Me siento muy orgullosa de tener tan de cerca a este colectivo y de conocer su realidad.

También quiero agradecer al profesor José Juan Hernández Cabrera y en especial a mi tutora, Ana María Plácido Castro y por su interés en mi propuesta e ideas desde el inicio, porque sin su orientación, consejos y conocimientos, este trabajo no hubiera sido posible.

Asimismo, quiero agradecer a la Asociación de Sordos de Las Palmas y en particular a su presidente, por su colaboración e ilusión en este proyecto.

Por último, quisiera agradecer a mis padres, a mi pareja y a mis amigos, su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

A todos los que han estado ahí cuando los he necesitado y han formado parte de esta etapa, no solo durante este periodo de preparación del Trabajo de Fin de Título, sino a lo largo de la carrera, gracias.

Resumen - Abstract

Análisis y desarrollo de un prototipo de aplicación móvil, desarrollada utilizando Flutter, que alerta del cambio de turno mediante una vibración y una notificación a través de la aplicación. Esta propuesta proporciona autonomía para las personas sordas cuando necesiten realizar alguna gestión, acceder a algún tipo de servicio, tanto público como privado, en cualquier ámbito posible (hospitales, juzgados, administraciones públicas, etc.).

Por otra parte, se evitará que las personas de este colectivo tengan que acudir siempre acompañadas, o estar pendientes en todo momento de las pantallas de cambio de turno o del personal encargado de realizar el aviso. Este sistema no solo será de utilidad para las personas sordas, sino que contribuirá a agilizar los procesos de negocio de las organizaciones en las que se integre.

Analysis and development of a mobile application prototype, developed using Flutter, which alerts of the turn change by means of a vibration and notification through the application. This proposal provides autonomy for deaf people when they need to perform some management, access to some kind of service, both public and private, in any possible area (hospitals, courts, public administrations, etc.).

On the other hand, it will avoid the need for people from this group to always be accompanied, or to be aware at all times of the shift change screens or the personnel in charge of making the notice. This system will not only be useful for deaf people, but it will also help to speed up the business processes of the organisations in which it is integrated.

Enlace al repositorio de la aplicación

El código de este trabajo está disponible en un repositorio de GitHub, accesible a través del siguiente enlace:

<https://github.com/celia1996/WarnMe>

Índice general

1	Introducción.....	9
1.1	Contexto.....	9
1.2	Motivación	10
1.3	Objetivos generales y académicos	11
1.4	Competencias específicas cubiertas.....	12
1.5	Estructura de la memoria.....	14
2	Metodología	15
2.1	Enfoque metodológico.....	15
2.2	Planificación del proyecto	16
2.3	Versiones del producto y entregables.....	18
2.4	Recursos de desarrollo	19
3	Análisis preliminar	23
3.1	Descripción del problema	23
3.2	Fortalezas y debilidades	25
3.3	Soluciones actuales	30
3.4	Solución propuesta	35
3.5	Plan de negocio	37
4	Modelado de negocio.....	39
4.1	Stakeholders.....	39
4.2	Modelo de casos de uso de negocio	41
4.3	Modelo de objetos de negocio	48
5	Requisitos	53
5.1	Descripción de la solución.....	53
5.2	Requisitos funcionales.....	53
5.3	Casos de uso.....	54
5.4	Requisitos no funcionales	58
5.5	Arquitectura de la solución	59
5.6	Normativa y legislación	61
5.7	Mockups.....	62
6	Desarrollo	64
6.1	Alcance del prototipo.....	64

6.2	Iteración 0	64
6.3	Iteración 1	65
6.4	Iteración 2	66
6.5	Iteración 3	69
6.6	Iteración 4	71
7	Pruebas.....	73
7.1	Caso de prueba 1: Hospital Vithas Santa Catalina.....	73
7.2	Caso de prueba 2: Hospital Insular - Materno Infantil	74
7.3	Caso de prueba 3: Hipercor - Corte Inglés de Siete Palmas	75
8	Validación del prototipo	76
8.1	Validación del caso de prueba 1: Hospital Vithas Santa Catalina	76
8.2	Validación del caso de prueba 2: Hospital Insular - Materno Infantil	77
9	Conclusiones y trabajos futuros.....	78
9.1	Conclusiones	78
9.2	Trabajos futuros	79
10	Bibliografía y referencias.	82
11	Anexo.....	87
11.1	Manual de usuario	87

Índice de figuras

Figura 1: Modelo iterativo e incremental	15
Figura 2: Colas seguras como novedad [Fuente: <i>QMATIC</i>]	31
Figura 3: Interfaz <i>QMATIC</i> [Fuente: <i>QMATIC</i>]	32
Figura 4: <i>E-TICKET</i> como novedad [Fuente: <i>Q-Better</i>]	32
Figura 5: Interfaz <i>QBetter</i> [Fuente: <i>Q-Better</i>]	33
Figura 6: <i>Moviik</i> gestión de colas libre de contacto [Fuente: <i>imaginArt</i>].....	34
Figura 7: <i>Moviik</i> con <i>smartphone</i> [Fuente: <i>imaginArt</i>]	34
Figura 8: <i>Moviik</i> sin <i>smartphone</i> [Fuente: <i>imaginArt</i>].....	35
Figura 9: Esquema funcional <i>WarnMe</i>	37
Figura 10: Quiosco autoservicio [Fuente: <i>QMATIC</i>]	41
Figura 11: Señalización digital [Fuente: <i>QMATIC</i>]	42
Figura 12: Casos de uso de negocio	43
Figura 13: Diagrama de actividades - obtener turno	46
Figura 14: Diagrama de actividades – llamar siguiente.....	47
Figura 15: Diagrama de actividades – recibir aviso	47
Figura 16: Diagrama de objetos de negocio	48
Figura 17: Diagrama de actividades con calles - obtener turno.....	49
Figura 18: Diagrama de actividades con calles – llamar siguiente	50
Figura 19: Diagrama de actividades con calles – recibir aviso	50
Figura 20: Diagrama de secuencia - obtener turno	51
Figura 21: Diagrama de secuencia – llamar siguiente.....	52
Figura 22: Diagrama de secuencia – recibir aviso	52
Figura 23: Diagrama de casos de uso – <i>WarnMe</i>	55
Figura 24: Arquitectura de la solución	60
Figura 25: Permiso de micrófono [Captura de pantalla]	62
Figura 26: Mockups.....	63
Figura 27: Permiso de vibración en <i>AndroidManifest.xml</i>	65
Figura 28: Dependencia de <i>vibration</i> en <i>pubspec.yaml</i>	65
Figura 29: Función <i>onPressed()</i>	66
Figura 30: Permiso de micrófono en <i>AndroidManifest.xml</i>	67
Figura 31: Dependencia de <i>flutter_ffmpeg</i> en <i>pubspec.yaml</i>	67
Figura 32: Función <i>initState()</i>	68
Figura 33: Función <i>initialize()</i>	68

Figura 34: Operador ternario del método <i>bulid()</i>	69
Figura 35: Operador ternario de <i>listen.dart</i> para frecuencia mayor o igual a 1200 Hz... 70	
Figura 36: Operador ternario de <i>listen.dart</i> para frecuencia menor de 1200 Hz	71
Figura 37: Código del botón “desactivar aviso”	72
Figura 38: Turno Servicio Canario de Salud.....	74
Figura 39: Dispositivos de <i>Visualfy Home</i> [Fuente: <i>Visualfy</i>]	80
Figura 40: Recreación de un hogar adaptado con <i>Visualfy Home</i> [Fuente: <i>Visualfy</i>]	80
Figura 41: Página principal [Captura de pantalla]	87
Figura 42: Mensaje de permiso de grabación [Captura de pantalla]	88
Figura 43: Interfaz para la espera del turno [Captura de pantalla]	89
Figura 44: Alerta de cambio de turno [Captura de pantalla]	90
Figura 45: Desactivar aviso [Captura de pantalla].....	91

Índice de tablas

Tabla 1: Plan de trabajo inicial	17
Tabla 2: Casos de uso ciudadano	43
Tabla 3: Casos de uso empleado	44
Tabla 4: Requisitos funcionales	54
Tabla 5: Tabla de casos de uso – <i>WarnMe</i>	54
Tabla 6: Requisitos no funcionales	59
Tabla 7: Casos de uso implementados	64

1 Introducción

1.1 Contexto

Actualmente, los organismos públicos y las empresas tienen instalados sistemas de gestión de citas o colas para mejorar la atención al cliente cuando realizan trámites o gestiones, en general.

Estos sistemas de gestión disponen de dispositivos, generalmente pantallas digitales, que muestran el turno actual y emiten un sonido cada vez que el turno anterior finaliza para mostrar el siguiente. Este sonido llama la atención de las personas que permanecen a la espera que, solo tienen que alzar la vista cuando lo escuchan para comprobar si el turno que se muestra en pantalla es el suyo.

A simple vista, parece que el sistema es bastante efectivo pues ayuda a mejorar la calidad del servicio facilitando la organización de las colas de espera pero, ¿qué ocurre cuando una persona con algún tipo de discapacidad auditiva se enfrenta a este tipo de sistemas?

Aunque supone un claro avance para el público general, no es igualmente efectivo para las personas que pertenecen a este colectivo.

En la mayoría de las empresas y organismos públicos, como consejerías, ayuntamientos, cabildos, estos sistemas están reemplazando a la tradicional llamada por voz pero, el aviso del cambio de turno se sigue realizando con una señal sonora, lo que implica, para las personas sordas, no percibir ninguna notificación cuando la pantalla informativa se actualiza, obligándoles a estar constantemente pendientes de dicho dispositivo para evitar perder el turno.

Como solución a este problema, este proyecto propone el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil, completamente independiente de los sistemas de gestión de colas, que elimine esta barrera y mejore la accesibilidad de este tipo de sistemas. Esta aplicación capturaré los sonidos de la sala de espera y aplicará un filtro de manera que, cuando se produzca un sonido alertando de un cambio de turno, avisará al usuario mediante una vibración y una alerta visual.

Con este prototipo se pretende demostrar que, con un mismo sistema se puede facilitar de forma sencilla el acceso a diferentes sistemas de gestión de colas de manera

independiente, es decir, sin tener que formar parte de estos sistemas, pero en sintonía con los mismos, y lograr así nuestro principal objetivo: facilitar la integración de las personas sordas ayudando a mejorar su grado de autonomía cuando tienen que realizar alguna gestión.

1.2 Motivación

La motivación de este trabajo de fin de título nace de mi sensibilización y experiencia personal con la comunidad sorda. He crecido en un núcleo familiar con cuatro familiares directos que son miembros de este colectivo por lo que, desde muy pequeña comencé a aprender acerca de esta comunidad.

En muchas ocasiones acudí con mis familiares a la Asociación de Sordos de Las Palmas y, a medida que iba creciendo, iba siendo cada vez más consciente de las desigualdades a las que se enfrentaban en su día a día.

Desde su nacimiento, las personas sordas cargan con una etiqueta que les sigue allá donde vayan durante toda su vida: "Soy sordo/a". Cuando empiezan la escuela, sus padres deben decidir entre un colegio normal, un colegio de integración o uno especial para niños sordos, en función de lo que consideren que sea mejor para sus hijos y de su poder económico.

En mi familia se han dado los tres casos: dos de mis familiares sordos fueron a un colegio para niños con este tipo de diversidad, otra familiar fue a un colegio público en el que se relacionó con el resto de los niños oyentes y, por último, la de generación más reciente, fue durante su primera etapa escolar a lo que se conoce como un colegio de integración.

En ninguno de los casos relatan su experiencia como algo bueno. Actualmente, cuando hablamos de colegios de integración y colegios públicos no existe gran diferencia. Lo único en lo que difieren es en que los colegios de integración incluyen en su programa clases de lengua de signos y refuerzo del lenguaje, eliminando materias principales como inglés, mientras que los públicos ofrecen un profesor de apoyo.

A consecuencia de lo anterior, los niños de este colectivo siempre van un paso por detrás respecto a sus compañeros porque mientras ellos dan inglés o lengua, ellos están a la espera de ir con su profesor de apoyo o teniendo clases de refuerzo del lenguaje.

Aunque la mejor versión sería un colegio público con recursos donde se ofrezca un servicio de intérpretes a los niños que lo requieran, estamos lejos de conseguirlo. El servicio de intérpretes se ofrece a los niños a partir de secundaria, lo que va en contra de la normativa de la Consejería de Educación que establece que este servicio debe facilitarse en edades tempranas [1].

Además, la situación de pandemia mundial está dificultando gravemente la vida de las personas sordas. La mayoría de las personas sordas se apoya en la lectura labial para entender a una persona que no conozca la lengua de signos y el uso de las mascarillas no les permite utilizar este medio para la comprensión. Por otro lado, los estudiantes sin servicio de intérprete o sin recursos para su condición, están siendo los más perjudicados.

Dada esta situación, cada día parece más difícil romper las estadísticas; *“El porcentaje de fracaso escolar y abandono prematuro de los estudios se sitúa en torno al 70 o el 80% en la comunidad sorda”* [2].

Aunque es en los años escolares donde comienza esta lucha por tener recursos adaptados a sus necesidades, una vez llegan a la edad adulta las barreras parecen hacerse más inquebrantables.

“Las personas sordas o con discapacidad auditiva aseguran “sentirse extranjeras en su propio país”. Se quejan de las trabas con las que se topan al realizar gestiones o intentar participar como el resto de la ciudadanía” [3].

Este Trabajo de Fin de Título pretende contribuir a la integración de las personas sordas, aunque está claro que la sociedad tiene mucho trabajo por hacer para lograr que este colectivo deje de sentirse “invisible” [1].

1.3 Objetivos generales y académicos

El objetivo de este proyecto es implementar un prototipo de aplicación, completamente independiente de los sistemas actuales de gestión de colas, que proporcione un sistema de aviso de cambio de turno adaptado a las necesidades de las personas sordas en general.

Se requiere que el sistema sea útil y muy fácil de usar para que dichas personas puedan ser más autónomas en su vida diaria.

Para ello, se plantea el diseño e implementación de una aplicación móvil que, en caso de cambio de turno, lo notificará al usuario a través de vibración y alerta visual.

Por otra parte, además del objetivo principal, se espera que el sistema contribuya a agilizar los procesos de negocio de las organizaciones en las que se utilice.

En cuanto a los objetivos académicos, serían los enumerados a continuación:

1. Desarrollo de un proyecto software, en diferentes fases, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas de Ingeniería del Software:
 - Análisis de sistemas de gestión de citas o colas de administraciones públicas, hospitales y otras entidades.
 - Modelado del negocio y de requisitos.
 - Diseño de la interfaz de la aplicación.
 - Desarrollo de la aplicación.
 - Fase de pruebas del funcionamiento de la aplicación.
 - Fase de validación, necesaria para verificar si se cumplen los objetivos propuestos.
2. Desarrollo de una aplicación móvil utilizando el *framework* Flutter, junto al lenguaje de programación Dart.

1.4 Competencias específicas cubiertas

Las competencias específicas que se cubren en este proyecto son los siguientes expuestos:

TFTG01 - *“Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Informática de naturaleza profesional en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.”*

Esta competencia queda cubierta con el actual Trabajo Final de Título junto a su memoria y la presentación y defensa ante el tribunal asignado.

CII016 – *“Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de software.”*

Esta competencia queda cubierta con la aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de un software aprendidos en las diferentes asignaturas de la rama de Ingeniería del Software, sobre este proyecto.

CII017 – *“Capacidad para diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.”*

Esta competencia queda cubierta con la elaboración de mockups para asegurar que la aplicación sea intuitiva y fácil de usar.

IS01 – *“Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la ingeniería del software.”*

En la aplicación desarrollada, se han reflejado los principales requisitos funcionales y no funcionales descritos en el apartado [5 Requisitos](#) por lo que queda cubierta esta competencia.

IS03 – *“Capacidad de dar solución a problemas de integración en función de las estrategias, estándares y tecnologías disponibles.”*

El sistema propuesto ofrece una mejora a los sistemas actuales aprovechando los recursos disponibles en diferentes instituciones descritas en el apartado [2.2 Fortalezas y debilidades](#), por lo que se abarca esta competencia.

IS04 – *“Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.”*

La utilización durante el desarrollo del proyecto de técnicas de análisis, diseño, desarrollo, implementación, verificación y documentación aprendidas al cursar las asignaturas de Ingeniería del Software permiten que quede cubierta esta competencia.

1.5 Estructura de la memoria

En esta memoria se detallan las especificaciones funcionales y tecnológicas del producto obtenido, así como, el proceso de desarrollo llevado a cabo y sus posteriores pruebas.

En los cuatro primeros capítulos, se describe la metodología aplicada para el desarrollo del prototipo, especificando el enfoque escogido, la planificación y los recursos utilizados para ello. También se incluye, un análisis preliminar del problema exponiendo su estado actual y aportando finalmente nuestra solución con el posible plan de negocio a seguir.

En los cuatro siguientes capítulos, se describe el modelado de negocio llevado a cabo con métodos y técnicas de la ingeniería del software, el modelado de requisitos de la solución propuesta, el diseño de la interfaz de usuario y la arquitectura de la aplicación. También se describe el desarrollo realizado mediante iteraciones y las diferentes pruebas realizadas.

En los dos últimos capítulos, se expondrán las conclusiones obtenidas tras el desarrollo del proyecto y los trabajos futuros, así como el manual de usuario.

Como nota aclaratoria, queremos señalar que todas las figuras del documento indican la fuente a excepción de las elaboradas durante el proyecto.

2 Metodología

2.1 Enfoque metodológico

El modelo de desarrollo aplicado para el desarrollo del prototipo es el Desarrollo iterativo e incremental [4]. Este modelo consta de diferentes etapas de desarrollo en cada uno de los incrementos, que generalmente comienzan con el análisis y finalizan con la implantación y aprobación del sistema.

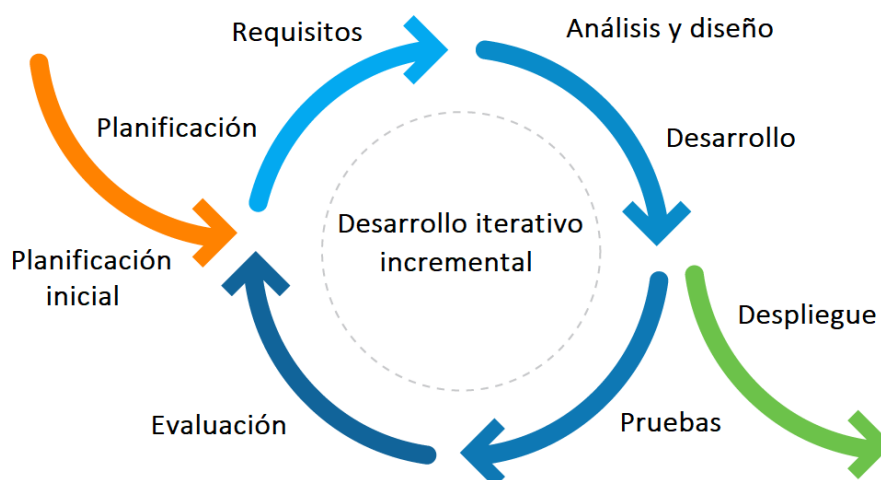


Figura 1: Modelo iterativo e incremental

Siguiendo este modelo, el proyecto se divide en diferentes iteraciones. En cada una de ellas, se repite un proceso de desarrollo que tiene por resultado pequeños entregables, usables desde las primeras iteraciones.

El Desarrollo iterativo e incremental, nos proporciona las siguientes ventajas [5]:

- Se puede gestionar las expectativas del cliente de manera continua y se puede tomar decisiones en cada iteración. Esto sirve de gran ayuda cuando:
 - Las necesidades no están del todo definidas y se van aclarando durante el desarrollo del proyecto.

- Es necesario realizar cambios añadiendo nuevos requisitos o modificando los existentes debido a posibles cambios en el mercado.
- Se necesita saber si el cliente está satisfecho con los resultados que se están obteniendo del proyecto.
- No es necesario definir todos los requisitos en detalle al inicio del proyecto. Los únicos requisitos que deben estar bien definidos al comienzo son los que se abarcarán en las primeras iteraciones del proyecto y los restantes se pueden ir refinando en iteraciones siguientes.
- Se aporta valor al cliente desde las primeras iteraciones.
- Los cambios se pueden gestionar de manera natural a medida que van apareciendo lo que permite mitigar los riesgos del proyecto desde el inicio. Cuando una iteración finaliza, el cliente puede aportar su opinión tras examinar los resultados y se pueden planificar los cambios necesarios de manera que, al finalizar el proyecto, el cliente obtenga los resultados esperados.
- Como máximo, el cliente puede perder los recursos dedicados a una iteración, no los de todo el proyecto.
- Permite conocer el progreso real del proyecto y saber si es posible la finalización en la fecha prevista.
- Permite gestionar la complejidad ya que:
 - En una iteración se trabaja únicamente en los requisitos que aportan más valor en ese momento.
 - Se puede dividir la complejidad para que cada parte sea resuelta en diferentes iteraciones.
- Se reduce el número de errores que se producen en el desarrollo y se aumenta la calidad del producto gracias a que se abarcan y finalizan requisitos en cada iteración.

2.2 Planificación del proyecto

La planificación del proyecto se ha dividido el trabajo en cuatro fases. A su vez, cada fase se divide en una serie de tareas concretas. El plan de trabajo inicial presentado en la

propuesta de este Trabajo de Fin de Título se ve reflejado en la tabla mostrada a continuación:

Fases	Duración estimada (horas)	Tareas
Estudio previo / Análisis	60	Tarea 1.1: Descripción del problema
		Tarea 1.2: Estudio de aplicaciones similares
		Tarea 1.3: Fortalezas y debilidades de los sistemas actuales
		Tarea 1.4 Modelo de negocio
		Tarea 1.5: Requisitos funcionales y no funcionales
		Tarea 1.6: Mockups
Diseño / Desarrollo / Implementación	150	Tarea 2.1: Primera iteración
		Tarea 2.2: Segunda Iteración
		Tarea 2.3: Tercera iteración
Evaluación / Validación / Prueba	40	Tarea 3.1: Planificación de casos de prueba
		Tarea 3.2: Ejecución de las pruebas
		Tarea 3.3: Evaluación de las pruebas
Documentación / Presentación	50	Tarea 4.1: Redacción de la memoria
		Tarea 4.2: Preparación de la presentación
		Tarea 4.3: Corrección de errores

Tabla 1: Plan de trabajo inicial

Respecto a la planificación inicial, en la fase previa al desarrollo de este proyecto, se vio la necesidad de modificar el plan para:

1. Incluir una **iteración 0**, en la que se realizarían todas aquellas tareas relacionadas con la preparación del entorno, definición de requisitos y creación del repositorio y del nuevo proyecto.

2. Incluir una **iteración 4** en la que se llevaría a cabo el desarrollo del botón para desactivar el aviso de turno.

Hecho este cambio, en la fase del proyecto Diseño / Desarrollo / Implementación, las iteraciones del desarrollo se desglosarán de la siguiente forma:

- **Iteración 0:** Preparación del entorno, definición de requisitos y creación del repositorio y del nuevo proyecto.
- **Iteración 1:** Implementación de una aplicación básica que haga vibrar el dispositivo.
- **Iteración 2:** Activar escucha a través del micrófono y traducción de los sonidos a frecuencia.
- **Iteración 3:** Aplicar filtro de frecuencia mostrando una alerta de cambio de turno y haciendo vibrar el dispositivo dentro del rango determinado.
- **Iteración 4:** Incluir botón de desactivar aviso de turno.

2.3 Versiones del producto y entregables

En el presente apartado, se enumerarán las diferentes versiones del producto y entregables.

En primer lugar, se han obtenido los siguientes entregables necesarios para el posterior desarrollo del producto:

- Actividades para realizar el plan de negocio: Aunque la propuesta es que esta aplicación se desarrolle sin ánimo de lucro, se han planteado las actividades necesarias para elaborar un plan de negocio, por si se decide continuar con el desarrollo del proyecto.
- Modelado de negocio: Con este modelado, se puede entender cómo funciona actualmente este proceso de negocio en las instituciones públicas y definir las reglas de negocio.
- Modelo de requisitos: Este entregable, es de vital importancia para definir las características principales de la aplicación a desarrollar.

- Diseño de la interfaz de usuario: El resultado de este modelado, es una guía para el desarrollo de la interfaz que presentará nuestra aplicación. Diseñar la interfaz en fases previas al desarrollo, nos permite concentrarnos en lograr que sea lo más sencilla e intuitiva posible.
- Arquitectura de la aplicación: Este entregable, es una representación gráfica de los componentes del sistema a desarrollar, teniendo en cuenta la relación entre los mismos y con los elementos del dispositivo.
- Manual de usuario: Este entregable, sirve de guía para el usuario de la aplicación.

Durante el desarrollo, se han obtenido las siguientes versiones:

1. Aplicación para hacer vibrar el dispositivo móvil.
2. Aplicación capaz de capturar sonidos a través del micrófono y mostrar su frecuencia.
3. Aplicación capaz de notificar los cambios de turno mediante un mensaje de alerta y vibración.
4. Aplicación para notificar los cambios de turno añadiendo la opción de desactivar el aviso.

2.4 Recursos de desarrollo

En esta sección, se describen brevemente los recursos utilizados para el desarrollo de la aplicación. Estos recursos se clasifican en tres categorías: lenguajes de programación, tecnologías, entorno de desarrollo y herramientas.

2.4.1 Lenguajes de programación



Dart

Dart [6], es un lenguaje de programación de código abierto desarrollado por *Google* que nace el 10 de octubre de 2011. El espíritu del lenguaje puede verse reflejado en las

declaraciones de Lars Bak, ingeniero de software de *Google*, que define a *Dart* como un “lenguaje estructurado pero flexible para programación Web”.

Dart [7], nace con el objetivo de permitir a los desarrolladores utilizar un lenguaje orientado a objetos y con análisis estático de tipo. Para lograr ese objetivo, contiene un conjunto extenso de herramientas integrado, como su propio gestor de paquetes, varios compiladores, un analizador y formateador. Por otra parte, la máquina virtual de *Dart* y su compilación *Just-in-Time* hacen que los cambios realizados en el código puedan ejecutarse de manera inmediata.

En cuanto a la sintaxis, se trata de un lenguaje muy similar a *JavaScript*, *Java* y *C++*, por lo que aprender *Dart* si se tiene un conocimiento previo de estos lenguajes no resulta muy complejo.

2.4.2 Tecnologías

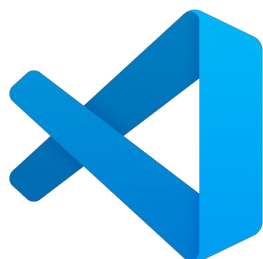


Flutter [8], es un framework de código abierto desarrollado por *Google* para crear aplicaciones nativas de forma fácil, rápida y sencilla. Su principal ventaja, radica en que genera código 100% nativo para cada plataforma, con lo que el rendimiento y

la UX es totalmente idéntico a las aplicaciones nativas tradicionales.

Entre las principales ventajas de *Flutter*, se encuentra que ofrece la oportunidad de desarrollar un solo proyecto para todos los sistemas operativos. Esta característica, abarata costes y reduce el tiempo de producción manteniendo todas las ventajas de las aplicaciones nativas. Por otra parte, proporciona un tiempo de carga inferior a un segundo en cualquiera de los soportes *iOS* o *Android*. Este desarrollo ágil y rápido, es gracias a la característica hot-reload, que permite ver los cambios a tiempo real y una experiencia de usuario óptima e idéntica a las de las aplicaciones desarrolladas por las propias compañías al incluir *Material Design* de *Google* y *Cupertino* de *Apple*.

2.4.3 Entorno de Desarrollo



Visual Studio Code [9], es un editor de código fuente desarrollado por *Microsoft* para *Windows*, *Linux* y *macOS*. Incluye soporte para la depuración, control integrado de *Git*, resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, fragmentos y refactorización de código.

2.4.4 Herramientas



GitHub [10], es un sistema de gestión de proyectos y control de versiones de código, así como una plataforma de red social diseñada para desarrolladores. Permite trabajar en colaboración con otras personas de todo el mundo, planificar proyectos y realizar un seguimiento del trabajo. El

software que opera fue escrito en *Ruby on Rails* por Tom-Preston-Werner, Chris Wanstrath, P. J. Hyett y Scott Chacon, siendo lanzado en febrero de 2008.



Git [11], es un sistema de control de versiones distribuido, gratuito y de código abierto. Fue diseñado por Linus Torvalds para manejar todo tipo de proyectos, desde pequeños a muy grandes, con rapidez y eficiencia.

Es fácil de aprender y con un rendimiento rápido. Supera a las herramientas *SCM* con características como la creación de ramas locales y múltiples flujos de trabajo. Su propósito es llevar registro de los cambios en archivos de computadora y coordinar el trabajo que varias personas realizan sobre archivos compartidos.



Figma [12], es un editor de gráficos vectoriales y una herramienta de prototipado que se centra en el uso en la interfaz de usuario y en el diseño de la experiencia de usuario, con énfasis en la colaboración en tiempo real. Se basa principalmente en la web, con características adicionales fuera de línea habilitadas por las aplicaciones de escritorio para *MacOS* y *Windows*. Las aplicaciones complementarias de *Figma Mirror* para *Android* e *iOS* permiten ver los prototipos de *Figma* en dispositivos móviles.



StarUML [13], es un software de código abierto que soporta el marco UML (*Unified Modeling Language*) utilizado para el modelado de sistemas y software. Se basa en la versión 1.4 de UML, proporciona once tipos diferentes de diagramas y acepta la notación UML 2.0. Apoya activamente el enfoque MDA (*Model Driven Architecture*) apoyando el concepto de perfil UML y permitiendo generar código para múltiples lenguajes.

3 Análisis preliminar

3.1 Descripción del problema

En las Islas Canarias, un estudio realizado en 2018 estimaba que el número de personas sordas en el archipiélago era de unas **3.449** [1].

Según la CNSE (Confederación Estatal de Personas Sordas), actualmente en España hay un total de **1.064.000** personas sordas y con algún tipo de discapacidad auditiva (es decir, un 2,3% de la población total) según los datos recogidos por la encuesta del Instituto Nacional de Estadística (INE) en su estudio “EDAD 2008” [14].

Por otra parte, según la Federación Mundial de Sordos, existen aproximadamente **72 millones** de personas sordas en todo el mundo. Más del 80 por ciento vive en países en desarrollo y como colectivo, utilizan más de 300 diferentes lenguas de señas [15].

Las personas sordas son aquellas personas con un déficit total o parcial en el sentido auditivo [14]. Según la pérdida auditiva, las personas que presentan esta discapacidad se distinguen en:

- **Sordas profundas:** poseen una pérdida total de la audición.
- **Hipoacúsicas:** poseen una pérdida parcial, lo cual significa que cuentan con un resto auditivo que puede mejorar con el uso de dispositivos electrónicos como el audífono.

Uno de los principales problemas, reside en que la sordera ha sido analizada únicamente desde un punto de vista patológico, lo que ha llevado a que la enfermedad determine lo que es y lo que necesita una persona sorda. La manera de abordar este tipo de diversidad ha obviado que se trata en exclusiva de una particularidad sensorial. Esto ha provocado que, en su vida cotidiana, encuentren barreras de comunicación que a menudo dificultan o impiden desarrollar sus capacidades y participar en la sociedad y que acarreen problemas como la marginación social, cultural y laboral [14].

“Una persona sorda es mucho más que un oído enfermo; es alguien que, con mayor o menor pérdida auditiva, cuenta con las mismas capacidades y con los mismos derechos

que las demás personas ciudadanas, pero ha de enfrentarse a diario a multitud de barreras de comunicación que le impiden ejercer su plena ciudadanía” [14].

“Aún hoy en día, y para las personas sordas, se entiende la inclusión como integración” [16].

En los últimos años, se ha trabajado más en lograr una mayor participación de esta comunidad en la sociedad, pero seguimos exigiendo a la persona sorda que se adapte al modelo de vida y los tiempos que seguimos la mayoría, haciendo que toda la presión por ser un ciudadano común recaiga sobre ellos. Ofrecemos sistemas y les abrimos las puertas a las escuelas y al mundo sin ser autocríticos ni darnos cuenta de que lo que hacemos no se trata de integración, sino de inclusión en ocasiones con intereses políticos y mediáticos.

La situación del Covid-19 tampoco está facilitando las cosas para ellos. El apoyo en la lectura labial y la expresión facial para comprender a las personas que no conocen la lengua de signos se está convirtiendo en un imposible, debido a las mascarillas opacas y la falta de homologación y distribución de los cubrebocas transparentes [17].

Algunas instituciones como la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria han conseguido algunos lotes de mascarillas comunicativas para sus alumnos sordos. Esto se debe a la interminable y constante lucha de una de sus alumnas por conseguir las mismas condiciones educativas que el resto de sus compañeros [18]. A pesar de este pequeño triunfo, hay muchos ámbitos de la vida cotidiana en los que se siguen encontrando con barreras comunicativas ahora más acentuadas por las mascarillas tradicionales.

En muchas instituciones o lugares públicos que funcionan con cita previa o por turnos, el aviso se efectúa, en la mayoría de los casos, por voz. A consecuencia de esta barrera comunicativa, las personas sordas se ven en muchos casos en la necesidad de etiquetarse y comunicar su condición para poder recibir un aviso personalmente. En otros casos se ven obligados a solicitar un intérprete o, por falta de recursos, contratarlo por sus propios medios para poder realizar gestiones importantes.

A pesar de la notable presencia de las nuevas tecnologías en nuestra sociedad, aún no se ha diseñado ningún software para la resolución de este problema. Esto desencadena multitud de dificultades cotidianas, la más preocupante: la dependencia que actualmente tienen para poder comunicarse.

Actualmente existen sistemas que de manera indirecta mejoran la vida diaria de la comunidad sorda y aparentemente resuelven el problema anterior. Nos referimos a los

paneles de señalización digital instalados en algunas administraciones públicas, farmacias, supermercados, clínicas de salud etc. Estos sistemas, dan la oportunidad de acudir de manera autónoma gracias a la oportunidad de saber su turno observando la pantalla.

El problema es que, aunque estos paneles han significado un pequeño avance en la integración de las personas sordas, continúan habiendo lagunas respecto a sus beneficios.

En el caso de las personas con hipoacusia, el problema a resaltar es que a pesar de llevar audífonos y desenvolverse socialmente con la mayor normalidad posible, cuando nos referimos a estos lugares, hablamos de ambientes ruidosos. Una persona con este tipo de discapacidad auditiva, si se trata de una condición de nacimiento habrá aprendido a escuchar en lugares fundamentalmente libres de ruido ambiental por lo que, en este tipo de situaciones, existe una elevada posibilidad de que no sea capaz de distinguir el sonido de cambio de turno.

Si se trata de una diversidad adquirida con la edad, dependiendo del grado de pérdida auditiva que posea puede que escuche en ocasiones la señal sonora o puede que no.

Por otro lado, estarían las personas con sordera profunda que en ningún caso serían capaces de percibir la notificación.

A la luz de las diferentes condiciones a las que se puede enfrentar una persona con este tipo de diversidad podemos concluir que, este tipo de sistema no está adaptado a sus necesidades.

Por temor a perder su turno, las personas de este colectivo únicamente sustituyen el problema de esperar preocupados el aviso de una persona, por la espera sin apartar los ojos de la pantalla de señalización digital.

3.2 Fortalezas y debilidades

En el siguiente apartado, vamos a analizar en detalle las fortalezas y debilidades que presentan los sistemas de gestión de colas de diferentes entidades públicas y privadas.

3.2.1 Caso de estudio 1: Servicio Canario de Salud

Alrededor del año 2013, se lanzó la aplicación para pedir cita previa del S.C.S (Servicio Canario de Salud). Esto ha supuesto un gran avance en centros de atención primaria porque a raíz de la puesta en marcha de esta herramienta, los ciudadanos ya no deben acudir personalmente para solicitar su cita o llamar por teléfono, lo que supone la ruptura de una de las barreras con las que se encuentran las personas sordas en su día a día. Si bien esto ha supuesto un paso para ellos, siguen encontrándose con que, al acudir a consulta, se les llama por su nombre. Aunque en ocasiones el doctor/a o enfermero/a conoce su condición y recurre a avisarlos personalmente, también se dan casos en los que el profesional desconoce totalmente que el paciente es una persona sorda y son ellos mismos los que deben acercarse para avisar de que tienen una discapacidad auditiva y esperar a que se les avise de que es su turno personalmente.

En el caso de hospitales pertenecientes a este servicio público, el procedimiento utilizado para la gestión de citas es más arcaico. Los pacientes, deben ser remitidos por su médico de cabecera al especialista o a realizarse alguna prueba y los pacientes deben esperar a ser llamados por teléfono para saber en qué día deben acudir a la consulta.

Para poder ser informados de su cita, las personas sordas deben dar siempre el número de teléfono de un familiar o amigo de confianza, ya que, aunque padezcan de esta discapacidad, el S.C.S solo avisa mediante llamadas telefónicas. Esto supone un importante obstáculo en sus vidas ya que dependen siempre de otra persona para poder hacer uso de los servicios de esta entidad pública.

Una vez en consulta, dependiendo del hospital, se pueden encontrar con que el sistema de llamada es por voz. Es el caso de las pruebas de diagnóstico por imagen, en las que se ven obligados a acudir con un intérprete que, en numerosas ocasiones deben pagar ellos mismos, debido a que se utilizan altavoces para avisar al siguiente paciente y no tienen ninguna alternativa.

Hay otros centros hospitalarios como el Hospital Insular - Materno Infantil de Las Palmas de Gran Canaria, en los que disponen de un sistema más accesible.

El paciente, registra su llegada en el quiosco de autoservicio instalado en la entrada del hospital con su DNI o escaneando el código de su cita. Si los datos son correctos, se imprime un ticket con el turno, la planta y sala en la que tendrá lugar la consulta.

Una vez en la sala de espera, una pantalla de señalización digital muestra los turnos y de avisa cuando se produce un cambio de turno. Aunque mejora la situación a la que se enfrentan las personas sordas cuando la llamada es por voz, deben permanecer constantemente pendientes de la pantalla para no perder su turno.

3.2.2 Caso de estudio 2: Oficina de empleo

En el caso del Servicio Canario de Empleo (S.C.E), disponen de un sistema de gestión de citas que permite solicitarla a través de la página web seleccionando el motivo y permitiendo realizar trámites online sin necesidad de acudir personalmente.

Una vez solicitada la cita, se indica la hora y el día y una vez allí, se obtiene un número que se puede visualizar en una pantalla que avisa con una señal sonora cuando cambia el turno. La debilidad de este sistema consiste en que la pantalla de señalización digital utilizada para indicar el turno es la única herramienta de la que se dispone para realizar la notificación. Esto supone que las personas con algún tipo de discapacidad auditiva deben permanecer observando la pantalla durante largos periodos de tiempo. Lo que suele ser el motivo por el que pierden su turno al despistarse mirando a otro lugar o simplemente descansando la vista. Cuando esto ocurre, deben acercarse a la recepción para informar de lo ocurrido y puede que, tengan que acudir otro día o bien permanecer esperando durante mucho más tiempo.

3.2.3 Caso de estudio 3: Ayuntamiento de la Vega de San Mateo

El sistema utilizado por los ayuntamientos depende del municipio, en este caso de estudio vamos a hablar sobre el ayuntamiento del municipio de la Vega de San Mateo.

Esta administración pública, permite realizar trámites online poniendo a disposición del ciudadano diferentes formularios a rellenar en función de lo que necesite agilizando de esta manera los procesos de negocio.

Aunque se pueden descargar y rellenar los documentos pertinentes por adelantado, el ayuntamiento en cuestión no dispone de ningún sistema online de cita previa. Los habitantes de este municipio deben acudir personalmente y explicar el motivo por el que

han acudido. Una vez hecho esto, deberán esperar a ser llamados por la persona encargada de atenderles o por el responsable de la recepción.

Como es de sospechar, este sistema supone ventajas a la hora de poder rellenar documentos importantes de manera autónoma adelantando pasos previos a la formalización de una solicitud, pero significa enfrentarse a dos importantes barreras de comunicación. La primera barrera que se encuentran las personas sordas es al tener que notificar su llegada en la recepción ya que, generalmente, los empleados no conocen la lengua de signos. Aunque podrían intentar apoyarse en la lectura labial y la expresión facial, actualmente con el uso obligatorio de mascarillas esta comunicación resulta casi imposible.

Después de avisar de su llegada, necesitan que alguien les avise de cuándo serán atendidos. Esto supone una clara desventaja para las personas sordas y un retraso en el proceso de negocio de esta institución.

3.2.4 Caso de estudio 4: Hacienda

Esta administración pública dispone de un sistema cita previa que facilita sus procesos de negocio. Cuando se acude a la cita, se debe registrar la llegada con el DNI en un quiosco de autoservicio y, a continuación, se imprime un número con el turno que corresponde a la cita.

La fortaleza de este sistema es que, tanto para pedir cita como para registrar la llegada, proporciona total autonomía a los usuarios. El problema de esta metodología se encuentra en que el aviso del cambio de turno se realiza mediante una señal sonora. Esto supone que una persona sorda o con otro tipo de discapacidad auditiva, no sería capaz de saber cuándo ha cambiado el turno a menos que permanezca todo el tiempo pendiente de la pantalla.

3.2.5 Caso de estudio 5: Hospital Perpetuo Socorro

En esta entidad privada, los pacientes deben solicitar su cita por teléfono, acudiendo personalmente al mostrador o solicitando la cita previamente online.

Habiendo solicitado la cita, al acudir a consulta se puede averiguar la planta y el despacho del doctor en un panel informativo situado en la entrada del hospital, teniendo únicamente que dirigirse a la recepción de la planta donde se tenga la consulta y notificar su llegada al responsable de esta tarea.

Una persona con diversidad auditiva podrá llegar hasta la consulta e incluso notificar su llegada sin problemas importantes, simplemente mostrando su DNI y su tarjeta de asegurado y, en caso necesario, haciendo uso de la comunicación escrita. El problema, una vez más reside en que el sistema de aviso es por voz y el doctor realiza la llamada desde dentro de su despacho. Una persona sorda, requiere de un aviso por parte del encargado de la recepción. Nuevamente, deben etiquetarse al llegar como “persona sorda” y depender de terceros para poder entrar en la consulta. Además, se sufre un importante retraso en el proceso de negocio de este centro hospitalario.

3.2.6 Caso de estudio 6: Hospital Vithas Santa Catalina

Este centro, también dispone de un sistema de gestión de citas online en el que el paciente tiene acceso mediante su nombre de usuario y contraseña. Dependiendo del tipo de cita, se accede a la planta del especialista o a la planta baja donde se realizan las pruebas de diagnóstico por imagen.

En caso de que la cita sea con el especialista, el paciente debe confirmar su asistencia a la cita en un mostrador donde se les proporciona un número que generalmente se corresponde con el de su informe clínico, número por el que serán avisados. A continuación, una vez se realiza la llamada (por voz), se indica el despacho en el que deben esperar a que el paciente anterior abandone la consulta.

A pesar de tener instaladas pantallas de cambio de turno en la sala de espera, esta clínica únicamente hace uso de ellos para el registro de llegada en caso de que exista un elevado número de pacientes esperando.

Para citas de diagnóstico por imagen, el sistema es bastante similar. Al llegar, se solicita turno en función del motivo por el que se acude, que puede ser: información, realización de tac o realización de radiografía. Con este número, el paciente debe permanecer atento a las pantallas de señalización digital para realizar el registro de su llegada y, posteriormente, para entrar a realizarse la prueba.

Pese a que este hospital proporciona cierto grado de autonomía en las citas de diagnóstico por imagen, el sistema de aviso sigue sin ser del todo accesible cuando acuden a una cita con un especialista ya que la llamada es realizada por voz.

3.2.7 Caso de estudio 7: Hipercor - Corte Inglés de Siete Palmas

Con motivo de demostrar que el prototipo desarrollado sería completamente independiente del sistema de gestión de colas o de citas instalado en la entidad en la que se utilice, se ha incluido en los casos de estudio uno de los supermercados del Corte Inglés, Hipercor.

En este comercio, el cliente que desee comprar en la sección de embutidos, queso, carne o pan debe coger su turno al llegar y permanecer a la espera de que el panel digital indique su turno. Como es habitual en este tipo de sistemas, cada cambio de turno se notifica con una señal sonora, lo que supone una desventaja para las personas sordas. Para no perder el turno, una vez más deben permanecer alerta y sin apartar la vista del panel.

3.3 Soluciones actuales

En esta fase de análisis, se realizará un estudio de mercado de todos los sistemas de gestión de colas que tengan alguna similitud con la aplicación propuesta ofreciendo una solución de cola virtual. Gracias a este estudio, podremos hacer una comparativa para ver cuál es la propuesta de valor de nuestra aplicación y ver qué la hace especial y diferente del resto.

Actualmente a consecuencia de la situación del Covid-19, cada vez son más las empresas especializadas en este tipo de sistemas que ofrecen una solución para que los clientes puedan seguir su cola a través de una aplicación móvil, ofreciendo como novedad los sistemas de cola virtual respetuosos con las medidas de distancia social e higiene. En nuestro análisis vamos a analizar tres empresas que ofrecen sistemas de estas características: *QMATIC*, *QBetter (QRQueue)* y *ImaginArt (Moviik)*. De cada una de ellas vamos a analizar el modelo de negocio seguido, sus características e indicaremos qué diferencia a nuestra aplicación de ellas.

3.3.1 QMATIC

La primera solución en ser estudiada es la ofrecida por *QMATIC* [19]. Esta empresa dedicada a ofrecer soluciones IT, ha visto en la situación de pandemia mundial una oportunidad de negocio para ofrecer un sistema adaptado a las normas de la nueva normalidad.



Figura 2: Colas seguras como novedad [Fuente: *QMATIC*]

En su página web ofrecen como novedad las “colas seguras” [20]. Gracias a este sistema, los clientes tienen la posibilidad de solicitar turno a través de la aplicación sin necesidad de tocar ninguna de las superficies del negocio. Para ello, deben escanear un código QR que debe estar situado dentro o fuera del local en cuestión y pueden esperar cómodamente fuera del recinto a que llegue su turno siguiendo la cola a través de móvil.

Aunque indirectamente se ofrece una ventaja para las personas sordas aportando autonomía y un sistema de aviso, no se trata de una solución completamente independiente de los sistemas de gestión de citas o colas actuales.

Para su instalación, es necesario que la empresa pague una suscripción al servicio para comprar el paquete ofrecido y solicite asesoramiento para poner en funcionamiento el sistema, ya que se trata de un complemento para su sistema de colas tradicional.



Figura 3: Interfaz *QMATIC* [Fuente: *QMATIC*]

3.3.2 QBetter (QRQueue)

La segunda aplicación que vamos a estudiar es *QRQueue* [21], ofrecida por la empresa *Q-Better*. Esta empresa afianzada en el sector con su sistema de gestión de colas y citas “bloom”, también ha visto en la pandemia una oportunidad de negocio para lanzar un nuevo módulo llamado “*E-TICKET*”.

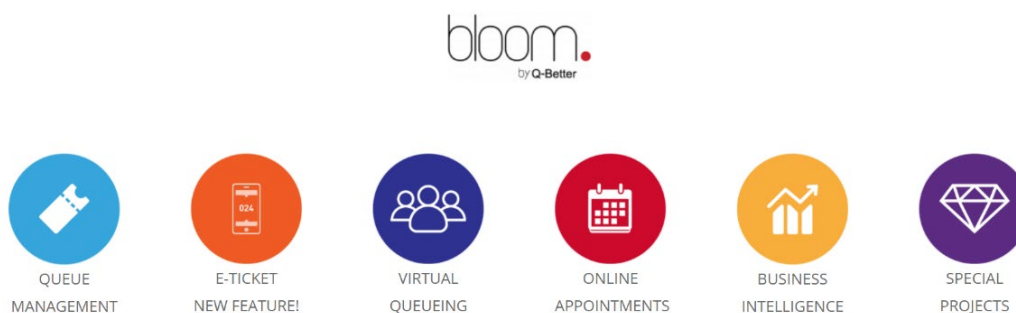


Figura 4: *E-TICKET* como novedad [Fuente: *Q-Better*]

Con esta aplicación los clientes pueden ver el tiempo de espera actual de la cola, recibir notificaciones dentro de app y cancelar su ticket en caso de que deseen abandonar la cola. Al igual que con la solución ofrecida por *QMATIC*, los clientes deben solicitar el ticket escaneando un código QR.

Esta aplicación al igual que la estudiada anteriormente ayuda indirectamente a la comunidad sorda y presenta ventajas respecto a la ofrecida por *QMATIC* y es que además de ofrecer la impresión de un ticket para los clientes sin smartphone, es posible integrarla con cualquier sistema de gestión de citas ya que ofrece una *REST API* para desarrollar aplicaciones o integrar esta funcionalidad en aplicaciones existentes [22].

A pesar de las ventajas que presenta, sigue siendo necesaria la preparación de un código QR y la compra de un paquete ofrecido por la empresa, lo que no la hace independiente de los sistemas actuales.

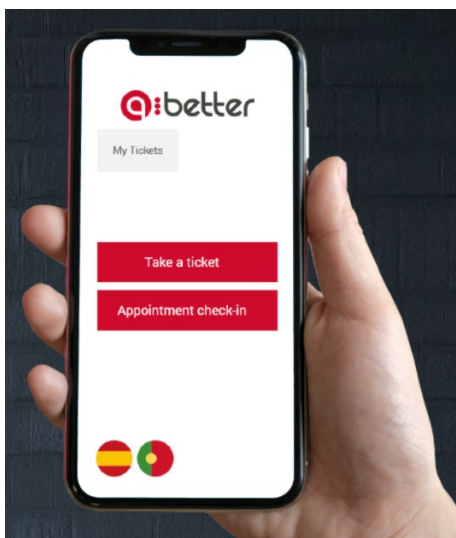


Figura 5: Interfaz *QBetter* [Fuente: *Q-Better*]

3.3.3 ImaginArt (Moviik)

La última empresa que vamos a estudiar es *ImaginArt* [23]. Esta empresa española, centrada en las diferentes áreas del sector de la comunicación audiovisual, promociona en su página web su nuevo sistema *Moviik* que pretende evitar que el Covid-19 afecte al negocio con un sistema de colas libre de contacto.

imaginArt

Sus expertos en soluciones audiovisuales

Inicio

Moviik Gestión de Colas Libre de Contacto

¿El Covid-19 está afectando a su negocio? ¿Cómo hace cola de forma segura la gente antes de entrar en su tienda?

Figura 6: *Moviik* gestión de colas libre de contacto [Fuente: *imaginArt*]

Este sistema con un funcionamiento similar al de las aplicaciones descritas anteriormente, permite coger el ticket virtual incluso desde el vehículo con el que acudan al comercio a través de la lectura de un código QR o un *link*. Una vez escaneado, el turno se cargará en el enlace web.



Figura 7: *Moviik* con *smartphone* [Fuente: *imaginArt*]

Su propuesta de valor con respecto al resto de aplicaciones descritas consiste en la fácil instalación de este sistema y en que ofrece a los clientes sin smartphones con ayuda de un empleado o el propio guarda de seguridad, la opción de recibir su turno mediante SMS o utilizar su propio nombre como ticket.



Figura 8: Moviik sin *smartphone* [Fuente: *imaginArt*]

Para saber cuándo es su turno, los clientes deben permanecer atentos al monitor colocado en la entrada del establecimiento. Esta necesidad de estar pendientes de la pantalla en ambos casos (con o sin *smartphone*) es lo que dificulta a las personas sordas tener mayor autonomía con este tipo de sistema y lo que diferencia a nuestra aplicación de ella.

3.4 Solución propuesta

Habiendo analizado las aplicaciones existentes en el mercado, podemos apreciar que, aunque algunas de ellas ofrecen una ventaja indirecta para las personas sordas, ninguna pone realmente su foco de atención en el colectivo, ni se tienen en cuenta a la hora de enumerar las ventajas del sistema.

Por otra parte, algunos de estos sistemas de gestión de colas se encuentran fuertemente acoplados con otros sistemas como en el caso de *QMATIC* o no solucionan el problema de tener que estar permanentemente pendientes de una pantalla para no perder el turno.

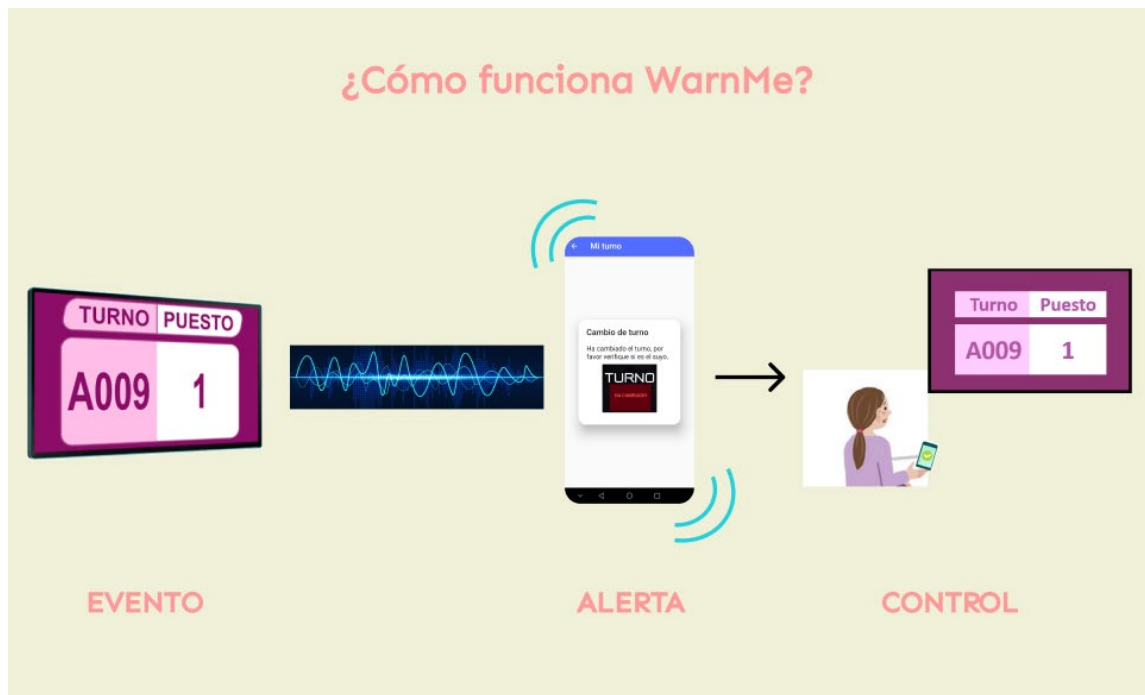
Aunque la comunidad sorda puede considerarse una comunidad pequeña si comparamos los números a nivel mundial, lograr la accesibilidad e integración de este colectivo puede ser muy sencillo y tener un bajo coste.

Para dar un primer paso en esta lucha, se propone el desarrollo de *WarnMe*, un prototipo de aplicación para dispositivos móviles completamente independiente de los sistemas actuales, que mejorará el acceso a los sistemas de colas y que ayudará a superar barreras de comunicación, ofreciendo la posibilidad de recibir el aviso de cambio de turno a través del dispositivo.

La solución que se propone supondría una gran ventaja, en términos de accesibilidad, para personas sordas, que dejarían de estar constantemente preocupadas por perder su turno o quedar etiquetadas como “personas sordas” al llegar al establecimiento.

Para recibir el aviso de cambio de turno, el usuario únicamente debe tener la aplicación instalada en su dispositivo móvil y activar la escucha a través de ella. De esta forma, el sistema comenzará a registrar los sonidos de la sala de espera y, cuando detecte una frecuencia de sonido correspondiente a un cambio de turno, avisará al usuario a través de una vibración y un mensaje de alerta. Así, el usuario se percatará de que debe verificar si el turno que muestra en la pantalla de señalización digital es el suyo.

El funcionamiento descrito anteriormente, se puede apreciar visualmente en el esquema representado en la siguiente figura, donde se muestra la relación del dispositivo con la pantalla del sistema de citas y con el usuario, que está esperando ser atendido. Además, se puede apreciar la secuencia de los eventos que se producen durante el proceso de aviso de cambio de turno: Evento, Alerta y Control.

Figura 9: Esquema funcional *WarnMe*

3.5 Plan de negocio

Aunque el proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo de aplicación, nuestra idea sería plantearlo como un software sin ánimo de lucro si se llevara a cabo el desarrollo.

En ese caso, habría que definir un plan de negocio para describir cómo se lograría el objetivo. A continuación, se describen las tareas necesarias para crear este plan [24]:

- Profundizar en el análisis del mercado realizado en el punto 3 de esta memoria, así como en el estudio de los ámbitos de aplicación de nuestra solución.
- Estudio de las posibles fuentes de financiación para llevar a cabo el proyecto y asegurar su evolución. En el marco de este proyecto, hemos contactado con la Asociación de Sordos de Las Palmas donde nos han informado de los proyectos que se llevan a cabo gracias a la subvención pública. También se podría buscar el apoyo de instituciones públicas, fundaciones y universidades, donde se desarrollan múltiples proyectos de I+D+i.

- Análisis y evaluación de posibles riesgos. Se debería definir un plan de gestión de riesgos detallando la estrategia para hacer frente a los mismos.
- Planificación del desarrollo del producto. Definición de las diferentes iteraciones del producto, a partir de las prioridades definidas por la comunidad de personas sordas. Estimación del esfuerzo necesario para el desarrollo de los diferentes incrementos o versiones del producto y planificación de las fechas de entrega.
- Estudio de posibles estrategias para poner en funcionamiento y difundir la aplicación. La vía principal para la difusión y puesta en funcionamiento de la aplicación serían las Asociación de Sordos y la comunidad sorda, en general.
- Implementación de un sistema de evaluación de la aplicación. Es necesaria una realimentación acerca del nivel de satisfacción de los usuarios por lo que, sería necesaria la realización de encuestas a la comunidad sorda. Esto permitirá la mejora continua de la aplicación.

4 Modelado de negocio

4.1 Stakeholders

Este tipo de modelado [25][26], guiado por los casos de uso de negocio, y propuesto por RUP (*Rational Unified Process*), define el funcionamiento interno del sistema necesario para proveer los diferentes servicios de negocio de la organización. El modelo de negocio debe describir los siguientes puntos:

- **Entorno externo:** Para hacer un correcto modelado de negocio, es necesario conocer cómo funciona el negocio por dentro.
- **Procesos de negocio:** Se deben identificar y describir todos los procesos de negocio haciendo uso de los diagramas que mejor se adapten al entorno del negocio. Estos diagramas pueden ser modelos de casos de uso, diagramas de actividades UML (Unified Modeling Process) o diagramas de flujos de datos.
- **Reglas de negocio críticas:** A medida que se estudian los procesos de negocio, se identificarán las reglas empresariales críticas que deben ser capturadas.

Para realizar el modelado de negocio, es necesaria la implicación de los principales interesados o *stakeholders*.

En este apartado se procederá a describir los diferentes grupos o personas de interés que han estado implicados en el análisis y desarrollo del prototipo.

4.1.1 Comunidad sorda

El primer *stakeholder*, o grupo de interés, es la comunidad sorda. Es uno de los más importantes y el más implicados en el desarrollo de este trabajo, desde el estudio previo pasando por el desarrollo hasta su documentación.

Dentro de este grupo, se ha contactado con el presidente de la Asociación de Sordos de Las Palmas, D. Javier Fernando Pérez Falcón y con otros miembros de la comunidad sorda.

Este grupo, ha aportado su experiencia personal, su visión acerca del punto en el que nos encontramos en el camino hacia la integración y su opinión acerca de la viabilidad de esta propuesta.

La idea de desarrollar un prototipo de estas características fue acogida con especial entusiasmo por los miembros de este colectivo. Comentan que existen muy pocas aplicaciones o sistemas que faciliten la vida de las personas sordas y les ayuden en su vida diaria, lo cual les resulta extraño con los grandes avances que existen en tecnología y se sienten un colectivo olvidado. Por ello, nuestra propuesta fue vista como una oportunidad para avanzar en términos de accesibilidad.

4.1.2 Equipo de desarrollo

Dentro del equipo de desarrollo de este proyecto, me encuentro yo como autora del proyecto, y mi tutora, formando parte de otro de los principales grupos de interés.

Nuestro objetivo, consistía en lograr el diseño e implementación de una solución innovadora que resultara útil para los miembros de la comunidad sorda y se adaptara a sus necesidades.

4.1.3 Instituciones públicas y privadas

Otro *stakeholder* de especial relevancia, son los trabajadores de los negocios e instituciones en las que podría utilizarse este sistema. Estos trabajadores han servido de asesores para conocer al completo el funcionamiento de los sistemas de gestión de citas y colas que se utilizan hoy en día en las organizaciones.

Por otra parte, han aportado sus experiencias personales con la comunidad sorda. Relataban que muchas personas con diversidad auditiva perdían su turno al no darse cuenta de que el monitor había cambiado. Cuando esto ocurría, se intentaba cederles el paso en el siguiente turno o se le indicaba que debía volver a coger número para esperar su turno.

Otros trabajadores de recepción explicaban que cuando la llamada era por voz, las personas sordas solían solicitar que se les avisara personalmente. Esto suponía que

debían estar atentos a la llamada del doctor desde su consulta para posteriormente acudir a avisar a la persona sorda. Todo esto mientras realizaban su trabajo.

Estas experiencias, resaltan claramente el problema al que se enfrentan las personas sordas. Por otra parte, son un ejemplo del retraso que sufren los procesos de negocio de diferentes comercios o instituciones por la necesidad de un sistema accesible para este colectivo.

4.2 Modelo de casos de uso de negocio

Con los casos de uso de negocio, describiremos la secuencia de acciones que tienen lugar en el negocio y qué resultado de valor se obtiene para los diferentes actores de negocio.

En este apartado procederemos a analizar el tipo de negocio en el que se podrá aplicar nuestro sistema de aviso.

En esta ocasión, pondremos nuestro foco en instituciones en las que se requiera cita previa y tengan un sistema de gestión de colas como podría ser, una comisaría de policía.

El motivo por el que se escoge este tipo de organizaciones es porque se trata de uno de los sistemas que ofrecen actualmente mayor autonomía. A diferencia de otros casos de estudio, el registro de la llegada lo realiza la persona que está citada en un quiosco autoservicio como el mostrado en la figura y no hace falta pasar por un mostrador de recepción.



Figura 10: Quiosco autoservicio [Fuente: QMAT/C]

Una vez se registra la llegada, se proporciona un número que se mostrará en una pantalla de señalización digital como la mostrada en la siguiente figura. La utilización de los mecanismos descritos, hace que este sistema sea uno de los más accesibles para las personas sordas y el mejor candidato para aplicar nuestra solución.



Figura 11: Señalización digital [Fuente: QMATIC]

4.2.1 Diagrama de casos de uso de negocio

En la figura mostrada a continuación, podemos observar los casos de uso de negocio de un sistema de gestión de citas. Este sistema consta de tres subsistemas:

1. Quiosco de autoservicio para solicitar el turno.
2. Puesto de control para llamar al siguiente turno.
3. Pantalla para avisar al siguiente turno.

En este modelo encontramos dos actores del negocio principales que interactúan con el sistema: el empleado de la organización y el ciudadano o usuario del sistema que acude a realizar su gestión.

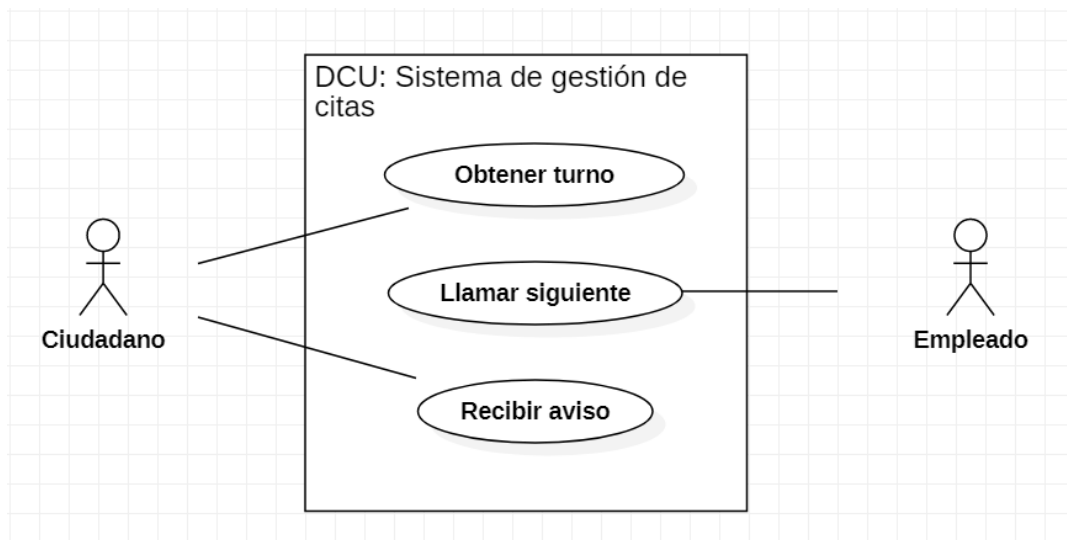


Figura 12: Casos de uso de negocio

4.2.2 Especificación de casos de uso de negocio

A continuación, se procede a especificar los casos de uso de negocio. Para mayor claridad, se han separado los casos de uso en dos tablas.

En la primera tabla se describen los casos de uso relacionados con la persona que ha solicitado la cita y, en la segunda, el caso de uso relacionado con el trabajador de la organización.

Identificador	Descripción del caso de uso
CUN01	El ciudadano con cita previa usa el sistema para registrar su llegada y solicitar turno.
CUN03	El ciudadano con cita previa usa el sistema para recibir aviso del siguiente turno.

Tabla 2: Casos de uso ciudadano

Identificador	Descripción del caso de uso
CUN02	El empleado usa el sistema para llamar al siguiente turno.

Tabla 3: Casos de uso empleado

A continuación, se detallan las especificaciones de cada caso de uso de negocio.

CASO DE USO	CUN01	Obtener turno	
Descripción	El ciudadano con cita previa usa el sistema para registrar su llegada y solicitar turno.		
Actores	Ciudadano		
Precondiciones	El ciudadano debe tener cita.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El ciudadano introduce los datos de su cita.	
	2	El quiosco de autoservicio imprime un ticket con el número correspondiente al turno.	
	3	El ciudadano recoge su turno.	
Postcondiciones	La cita queda registrada el sistema.		
Excepciones	1.1	La cita no es correcta.	
	1.2	El quiosco de autoservicio muestra el siguiente mensaje: “No se ha encontrado ninguna cita con los datos introducidos”.	
Observaciones	Para que se siga el flujo normal de este caso de uso, el usuario debe haber solicitado su cita con anterioridad.		

CASO DE USO	CUN02	Llamar siguiente
Descripción	El empleado usa el sistema para llamar al siguiente turno.	
Actores	Empleado.	

CASO DE USO	CUN02	Llamar siguiente	
Precondiciones	La cita anterior finalizó.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El empleado de la institución solicita nuevo turno a través del puesto de control.	
	2	El puesto de control obtiene el siguiente turno.	
	3	La pantalla muestra el nuevo turno.	
Postcondiciones	Se actualiza el nuevo turno.		
Excepciones	2.1	No hay más turnos pendientes.	
	2.2	El sistema muestra el mensaje “No existen turnos pendientes”.	
Observaciones	Si el turno no acude a su cita, se repite el flujo normal.		

CASO DE USO	CUN03	Recibir aviso	
Descripción	El ciudadano usa el sistema para recibir aviso del siguiente turno.		
Actores	Ciudadano.		
Precondiciones	El ciudadano tiene que haber solicitado su turno y el sistema tiene que haberlo llamado.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El ciudadano comprueba el turno en la pantalla.	
	2	El ciudadano entrega su turno.	
	3	El empleado confirma el turno en el sistema.	
Postcondiciones	La cita queda confirmada en el sistema.		
Observaciones	El ciudadano debe estar pendiente de los avisos de cambio de turno.		

4.2.3 Diagramas de actividades

Los diagramas de actividades en Lenguaje Unificado de Modelado (UML), describen los procesos de negocio paso a paso simplificando los casos de uso más complicados [27].

En este primer diagrama se describe el proceso de negocio para el caso de uso “Obtener turno”.



Figura 13: Diagrama de actividades - obtener turno

En los siguientes diagramas se describen los procesos de negocio para los casos de uso “Llamar siguiente” y “Recibir aviso”.

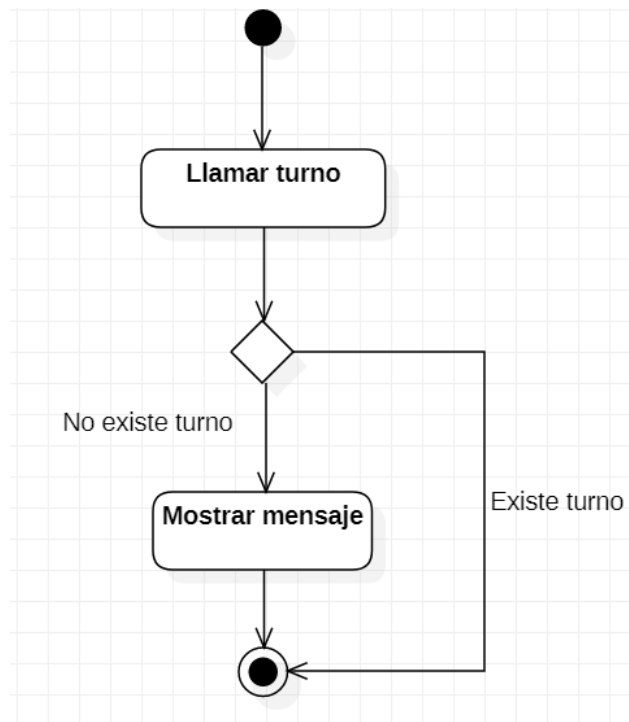


Figura 14: Diagrama de actividades – llamar siguiente

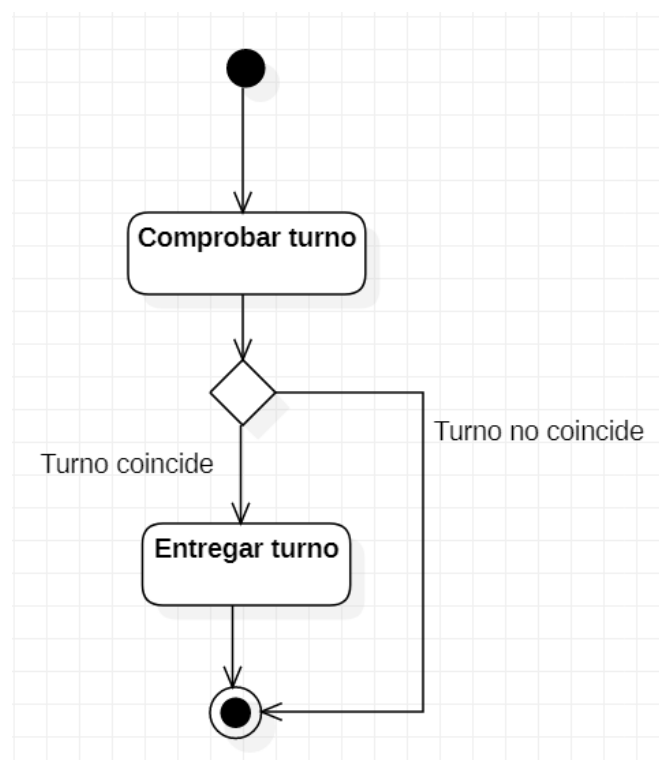


Figura 15: Diagrama de actividades – recibir aviso

4.3 Modelo de objetos de negocio

A partir de los diagramas de actividades del apartado anterior, podemos crear el modelo de objetos de negocio [28] que identifica todos los “roles” que nos encontramos dentro del negocio.

4.3.1 Diagrama de objetos de negocio

El diagrama de objetos del negocio consta de la entidad sería el sistema de gestión de citas que está compuesto de las siguientes partes: Pantalla, Puesto de control, Quiosco y Turno.

El empleado y el ciudadano interactúan con las diferentes partes del sistema como se puede observar en la siguiente figura.

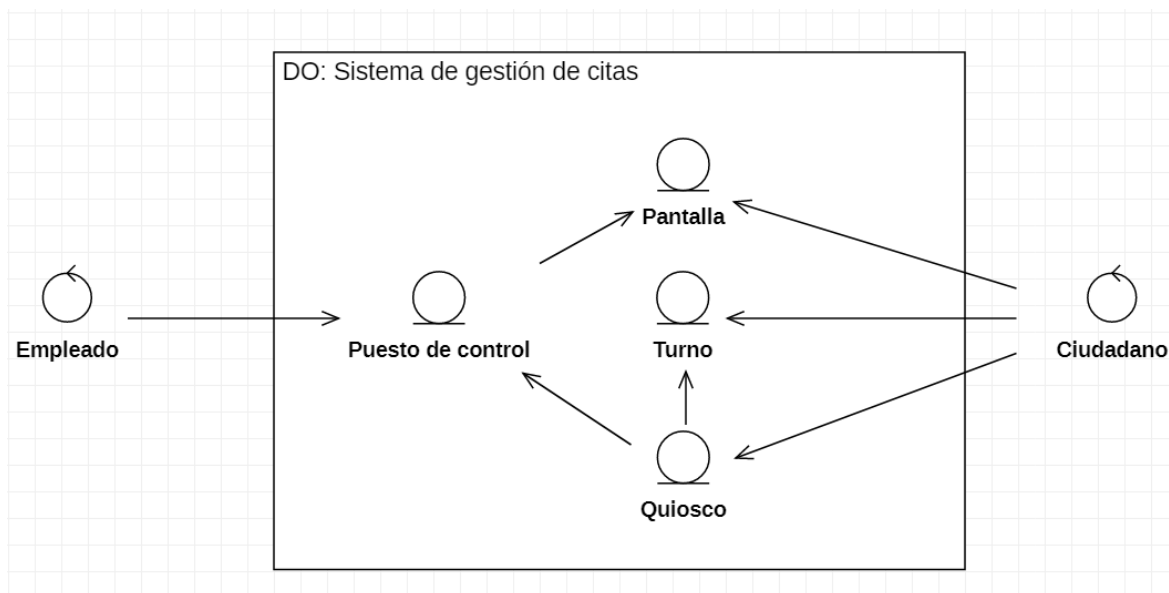


Figura 16: Diagrama de objetos de negocio

4.3.2 Diagramas de actividades con calles

Una vez definidos los objetos y entidades de control del negocio, procedemos a modelar el flujo de los procesos de negocio mediante los diagramas de actividades con calles [29].

Las siguientes figuras describen los diagramas de actividades con calles para los diferentes casos de uso de negocio.

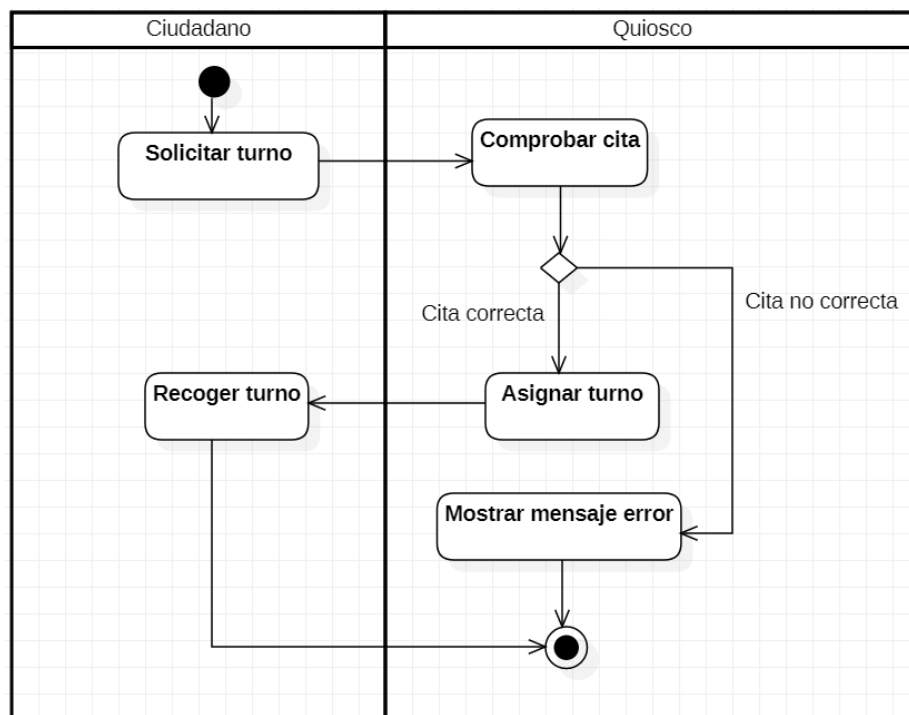


Figura 17: Diagrama de actividades con calles - obtener turno

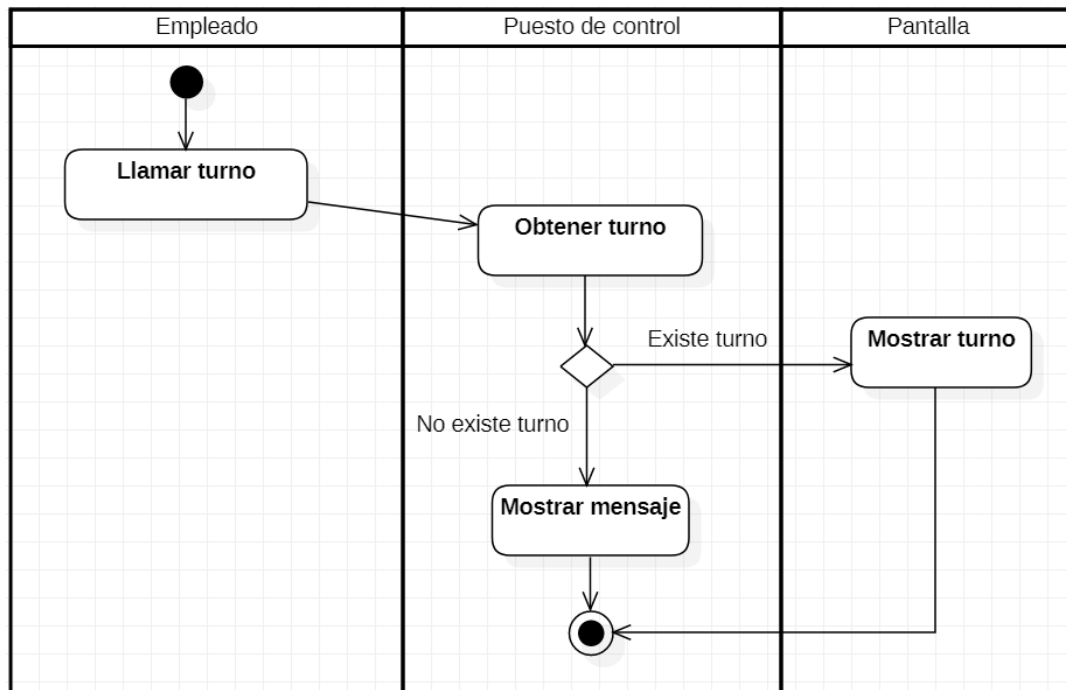


Figura 18: Diagrama de actividades con calles – llamar siguiente

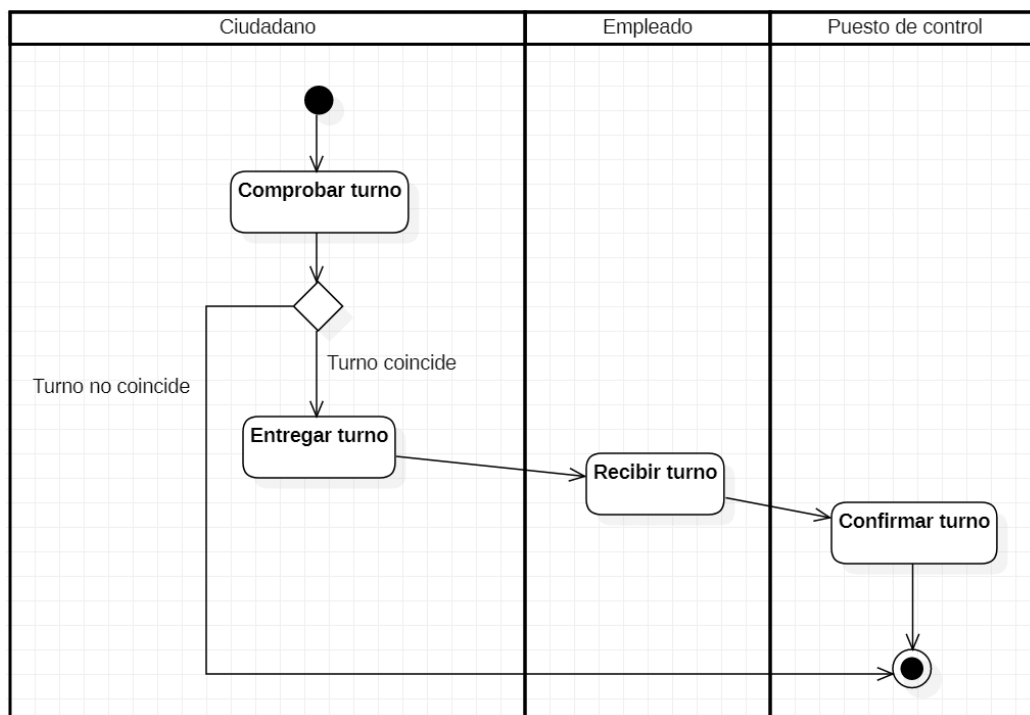


Figura 19: Diagrama de actividades con calles – recibir aviso

4.3.3 Diagramas de secuencia

Para concluir el modelado del negocio, se realizan los diagramas de secuencia que se utilizan para modelar la interacción entre los objetos del sistema [29]. Habrá un diagrama de secuencia por cada caso de uso.

En este primer diagrama se describe la secuencia de pasos del caso de uso “Obtener turno”.

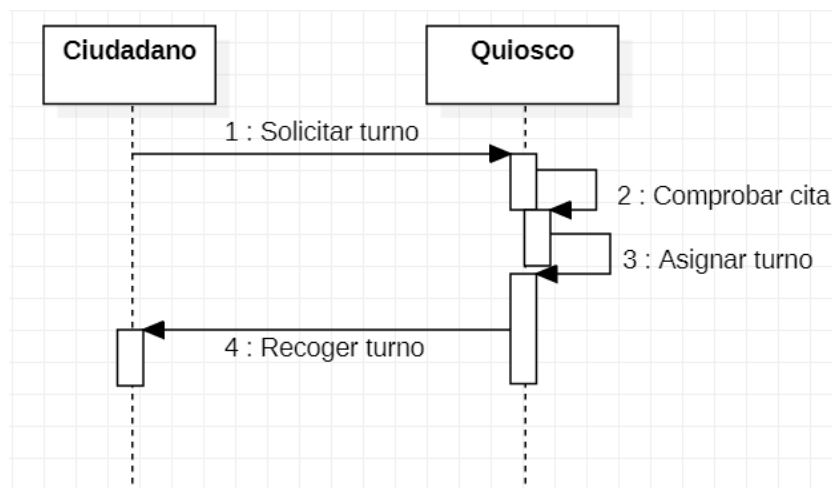


Figura 20: Diagrama de secuencia - obtener turno

En este segundo diagrama se describe la secuencia de pasos del caso de uso “Llamar siguiente”.

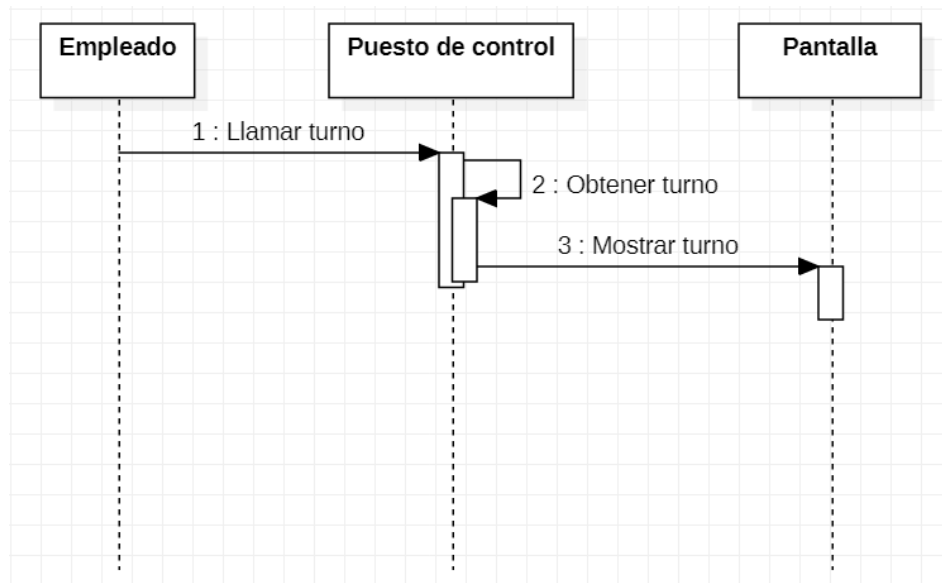


Figura 21: Diagrama de secuencia – llamar siguiente

En este tercer diagrama se describe la secuencia de pasos del caso de uso “Recibir aviso”.

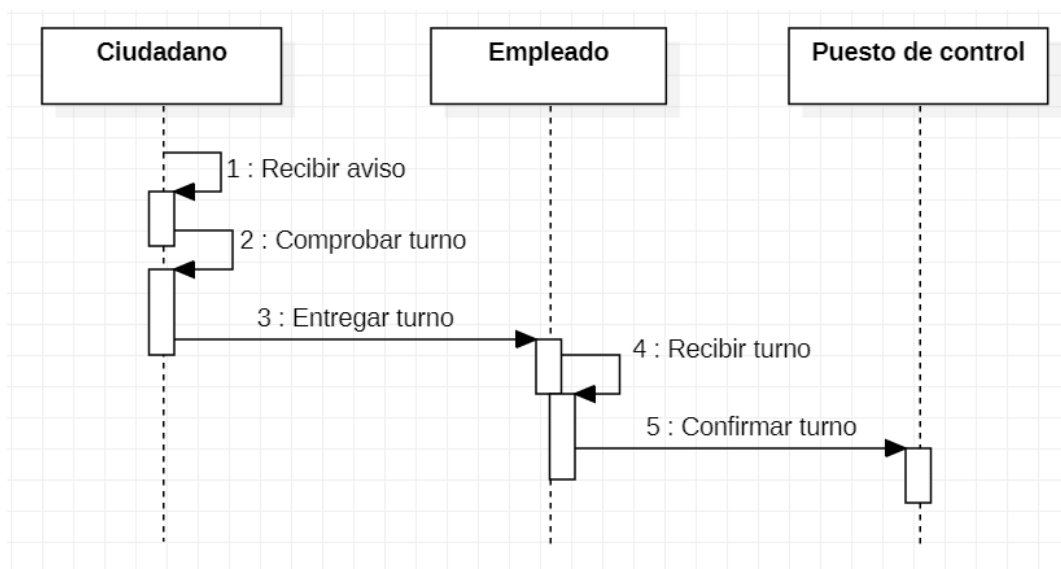


Figura 22: Diagrama de secuencia – recibir aviso

5 Requisitos

5.1 Descripción de la solución

La solución que se plantea consiste desarrollo de una aplicación móvil que permite al usuario recibir notificaciones de cambio de turno mediante vibración y mensaje. Esta solución permitiría a las personas sordas acudir a sus citas de manera más accesible.

A continuación, se procederá a describir los siguientes apartados:

- Requisitos funcionales.
- Casos de uso y especificación.
- Requisitos no funcionales.
- Arquitectura de la aplicación.
- Normativa y legislación.
- Mockups.

5.2 Requisitos funcionales

En la siguiente tabla se describen los requisitos funcionales de la aplicación.

Identificador	Descripción del requisito
RF01	El sistema deberá permitir activar el aviso de turno.
RF02	El sistema deberá ser capaz de detectar los cambios de turno.
RF03	El sistema deberá ser capaz de detectar señales sonoras de frecuencia igual o superior a 1200 Hz.
RF04	El sistema deberá permitir al usuario recibir un aviso mediante vibración.
RF05	El sistema deberá permitir al usuario recibir un aviso mediante un mensaje de alerta.

Identificador	Descripción del requisito
RF06	El sistema deberá permitir desactivar el aviso de turno.

Tabla 4: Requisitos funcionales

5.3 Casos de uso

5.3.1 Diagrama de casos de uso

A continuación, se describirán los casos de uso de la aplicación en forma de tabla y diagrama. Analizándolos, se puede apreciar que la interacción del usuario con el sistema es bastante sencilla.

Identificador	Caso de uso
CU01	El usuario podrá activar el aviso de turno.
CU02	El sistema podrá detectar el cambio de turno realizado por el sistema de citas.
CU03	El usuario podrá recibir el aviso de cambio de turno.
CU04	El usuario podrá desactivar el aviso de cambio de turno.

Tabla 5: Tabla de casos de uso – *WarnMe*

A continuación, en la siguiente figura se representa el diagrama de casos de uso de la aplicación con los dos actores principales: el usuario y el Sistema de citas.

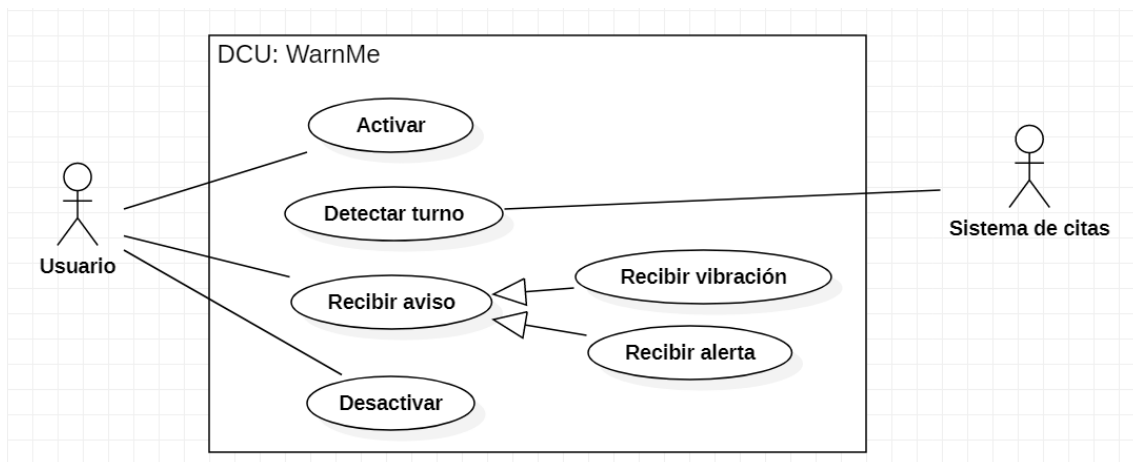


Figura 23: Diagrama de casos de uso – *WarnMe*

5.3.2 Especificación de casos de uso

En la actual sección se expondrán las especificaciones de los casos de uso del diagrama de la figura anterior.

CASO DE USO	CU01	Activar aviso	
Descripción	El usuario usa la aplicación para activar el aviso de turno.		
Actores	Usuario.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El usuario abre la aplicación.	
	2	El usuario selecciona la opción de “activar aviso de turno”.	
	3	La aplicación solicita autorización para acceder al micrófono.	
	4	El usuario autoriza el acceso.	
	5	La aplicación confirma que el aviso de turno está activo.	

CASO DE USO	CU01	Activar aviso
Excepciones	3	Si no es la primera vez que se activa la aplicación, se va al paso 5.
Postcondiciones	La aplicación queda activada para avisar del cambio de turno.	
Observaciones	El usuario deberá permitir el uso del micrófono solo la primera vez que haga uso de la aplicación.	

CASO DE USO	CU03	Detectar turno
Descripción	El sistema podrá detectar un cambio de turno.	
Actores	Sistema de citas.	
Precondiciones	Aviso de turno activado.	
Flujo normal	Paso	Acción
	1	El sistema de citas emite la señal de cambio de turno.
	2	La aplicación emite un aviso.
Variaciones	Paso	Acción
	2.1	La aplicación emite un mensaje de alerta.
	2.2	La aplicación emite una vibración.
Excepciones	1	El sistema no es capaz de percibir la señal.
Observaciones	El sistema podrá detectar un cambio de turno si la frecuencia es igual o superior a 1200 Hz.	

CASO DE USO	CU03.1	Recibir mensaje	
Descripción	El usuario usa la aplicación para recibir el aviso de cambio de turno.		
Actores	Usuario.		
Precondiciones	Aviso de turno activado.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El usuario recibe un mensaje de alerta.	
Excepciones	1	El dispositivo se queda sin batería.	
Observaciones	El usuario comprueba si el turno que aparece en la pantalla es el suyo y acude a la cita.		

CASO DE USO	CU03.2	Recibir vibración	
Descripción	El usuario usa la aplicación para recibir el aviso de cambio de turno.		
Actores	Usuario.		
Precondiciones	Aviso de turno activado.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El usuario recibe una vibración.	
Excepciones	1.1	El dispositivo tiene el sistema de vibración averiado.	
	1.2	El dispositivo no tiene sistema de vibración.	
	1.3	El dispositivo se queda sin batería.	
Observaciones	El usuario comprueba si el turno que aparece en la pantalla es el suyo y acude a la cita.		

CASO DE USO	CU02	Desactivar aviso	
Descripción	El usuario usa la aplicación para desactivar el aviso de cambio de turno.		
Actores	Usuario.		
Precondiciones	Aviso de turno activado.		
Flujo normal	Paso	Acción	
	1	El usuario selecciona la opción de desactivar aviso.	
	2	El usuario vuelve a la página principal de la aplicación que muestra la opción de “activar aviso de turno”.	
Postcondiciones	Aviso de turno desactivado.		
Observaciones	El sistema deberá volver a activarse para poder recibir el aviso de cambio de turno.		

5.4 Requisitos no funcionales

En la tabla que se muestra a continuación, se describen los requisitos no funcionales [30] que representan características generales y restricciones de la aplicación que nos disponemos a desarrollar. Entre los diferentes requisitos no funcionales presentados, veremos los referidos a eficiencia, seguridad o usabilidad de la aplicación.

Identificador	Descripción del requisito
RNF01	Para detectar el sonido de cambio de turno, el sistema deberá tener acceso al micrófono del dispositivo.
RNF02	El sistema deberá correr en la versión 8 y superiores del sistema operativo Android.
RNF03	El sistema deberá cumplir con la normativa de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.
RNF04	El sistema deberá ser capaz de detectar señales sonoras igual o superiores a 1200 Hz con una fiabilidad del 90%.

Identificador	Descripción del requisito
RNF05	El sistema deberá presentar una interfaz sencilla para que sea de fácil manejo para los usuarios representativos de la comunidad de personas sordas.
RNF06	El tiempo de aprendizaje del sistema por el usuario deberá ser inferior a 5 minutos.
RNF07	Toda funcionalidad del sistema deberá responder al usuario en menos de 3 segundos.
RNF08	El sistema deberá ser flexible para facilitar la adaptación de las funcionalidades existentes, así como la incorporación de nuevas funcionalidades al sistema.

Tabla 6: Requisitos no funcionales

5.5 Arquitectura de la solución

La arquitectura del prototipo constará de clases y métodos que se encargarán de transformar la secuencia de valores que se capturan a través del micrófono (*input*), en una vibración (*output*) en caso de que la frecuencia capturada sea la aplicada en el filtro.

A continuación, se describen las clases del sistema y sus métodos:

- ***Listen.dart***: Esta clase, aplica el filtro para comprobar si la frecuencia reconocida por el sistema es la asociada a un cambio de turno con ayuda de los siguientes métodos:
 - *initState()*: Este método, establece los parámetros iniciales y llama al método *initialize()*.
 - *initialize()*: Este método, inicia la escucha a través del micrófono y actualiza el array de valores obtenidos a través del mismo. Para ello, se hace uso de los métodos de la clase *FlutterFft* que se describen en el punto siguiente.
 - *build()*: En este método, se establece el filtro para reconocer los sonidos de cambio de turno y la lógica a seguir en cada caso.

- **FlutterFft**: Es la clase encargada de la traducción de los valores obtenidos a través del micrófono haciendo uso de la Transformada de Fourier. Sus métodos principales son:
 - *onRecorderStateChanged()*: Método encargado de escuchar el micrófono y crear el array de valores.
 - *startRecording()*: Método para iniciar la escucha a través del micrófono.
 - *stopRecording()*: Método para detener la grabación del micrófono.
- **Vibration**: Esta clase, permite enviar la notificación por vibración a los usuarios de la aplicación. El método encargado de ejecutar esta funcionalidad es:
 - *vibrate()*: Método encargado de hacer vibrar el dispositivo móvil.

La siguiente figura muestra la arquitectura de la solución.

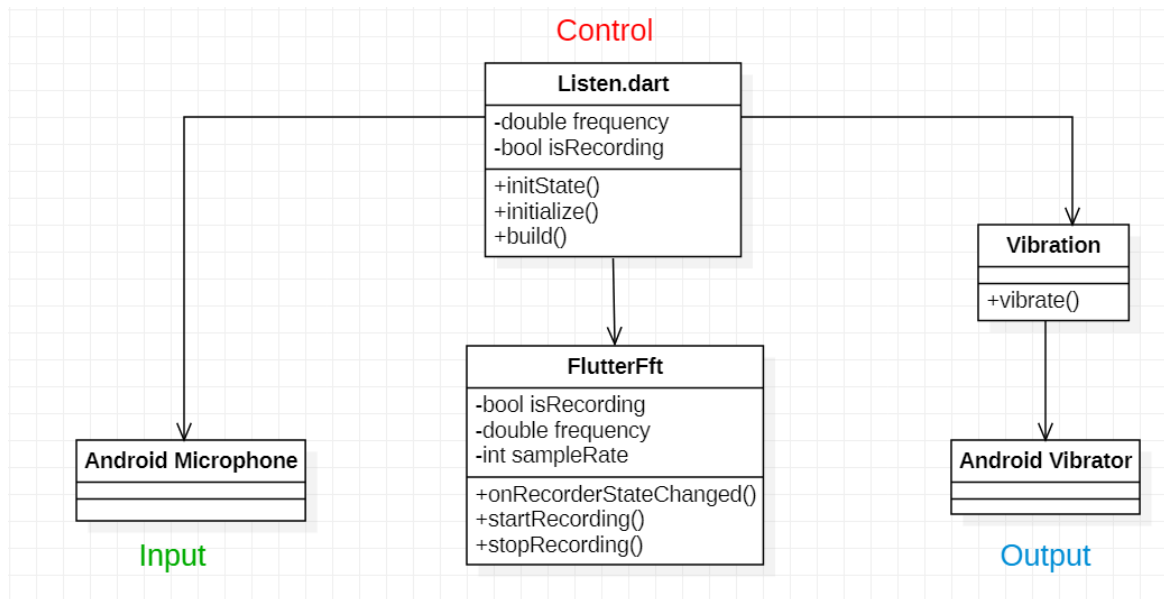


Figura 24: Arquitectura de la solución

5.6 Normativa y legislación

Dado que se va a desarrollar un prototipo de aplicación móvil, un paso previo a su implementación es identificar los aspectos legales que se deben tener en cuenta.

En la presente aplicación, se hace uso del micrófono, que captura los sonidos de la sala de espera con el objetivo de ofrecer el servicio esperado. Es por ello por lo que la normativa a tener en cuenta es la *Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales* [31].

Esta ley, pretende adaptar el ordenamiento jurídico español al Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y el Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de sus datos personales y a la libre circulación de estos datos, y completar sus disposiciones; y garantizar los derechos digitales de la ciudadanía conforme al mandato establecido en el artículo 18.4 de la Constitución [32].

Para cumplir con los requisitos de Protección de datos en aplicaciones móviles, se deben de cumplir los siguientes apartados [33]:

1. Establecer los aspectos esenciales para la protección de la privacidad, tales como el consentimiento informado y previo del usuario.
2. Informar al usuario del propósito para el que se recoge la información.
3. Obligación de informar correctamente a los usuarios finales sobre sus derechos o sobre los plazos de conservación de datos.

En el desarrollo del prototipo se han tenido en cuenta estos puntos, en especial los dos primeros ya que, se solicita expresamente acceso al micrófono para poder avisar del cambio de turno.

Además, cuando se lleve a cabo el desarrollo del producto, se avisará expresamente de los derechos de los usuarios y plazos de conservación de datos en el momento solicitar el acceso a este dispositivo.

En la siguiente figura, se puede observar cómo se informa al usuario del uso del micrófono para poderle avisar del cambio de turno y se solicita su consentimiento para cumplir con la normativa y legislación vigentes.

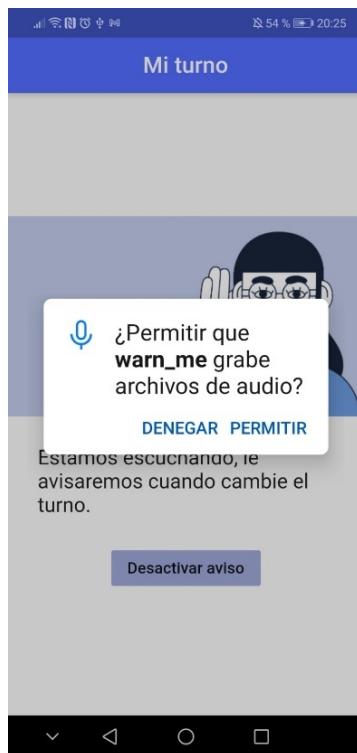


Figura 25: Permiso de micrófono [Captura de pantalla]

5.7 Mockups

En el presente apartado se da a conocer el prototipo diseñado para la interfaz de usuario de la aplicación. Este *mockup*, nos permitirá concentrarnos en lograr que la aplicación sea lo más sencilla e intuitiva posible

En la primera pantalla mostrada en la figura, se muestra la pantalla inicial de la aplicación en la que se ve claramente el botón “Activar aviso de turno” responsable de poner en marcha la principal funcionalidad de la aplicación.

En la segunda pantalla, se puede observar la interfaz que visualizará el usuario mientras permanezca a la espera de que se produzca un cambio de turno. En esta pantalla también se encuentra el botón de “Desactivar aviso”, que utilizará el usuario cuando desee cerrar la aplicación.

Por último, en la tercera pantalla, aparece prototipada la notificación que se espera recibir en caso de que se produzca el cambio de turno.



Figura 26: Mockups

6 Desarrollo

6.1 Alcance del prototipo

En este apartado se procederá a desarrollar el prototipo en diferentes iteraciones siguiendo el modelo iterativo incremental [34]. Las funcionalidades implementadas son las que se reflejan en la tabla mostrada a continuación.

Identificador	Caso de uso
CU01	El usuario podrá activar el aviso de turno.
CU02	El sistema podrá detectar el cambio de turno realizado por el sistema de citas.
CU03	El usuario podrá recibir el aviso de cambio de turno.
CU04	El usuario podrá desactivar el aviso de cambio de turno.

Tabla 7: Casos de uso implementados

Es necesario destacar que, debido que el plugin utilizado para el tratamiento digital de señales es de reciente publicación, esta primera versión de la aplicación solo estará operativa para dispositivos Android.

6.2 Iteración 0

En esta iteración inicial, se ha preparado el entorno básico para llevar a cabo el desarrollo:

- Definición de requisitos funcionales y no funcionales.
- Creación del repositorio para almacenar el código.
- Creación del proyecto para el desarrollo de la aplicación.

6.3 Iteración 1

En esta primera iteración del desarrollo, se han implementado los requisitos relacionados con la notificación por vibración que se recibirá cuando se produzca un cambio de turno.

Como paso previo a la implementación, fue necesario modificar el fichero “*AndroidManifest.xml*” como se muestra en la figura, para incluir la línea:

```
<uses-permission android:name="android.permission.VIBRATE"/>
```

```
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
  package="com.example.warn_me">
  <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
  <uses-permission android:name="android.permission.VIBRATE"/>
</manifest>
```

Figura 27: Permiso de vibración en *AndroidManifest.xml*

De esta forma, se habilitan los permisos de vibración para el dispositivo Android.

Por otra parte, fue necesario modificar las dependencias en el fichero “*pubspec.yaml*” para poder utilizar el plugin de “*vibration*” [35] que nos permite hacer uso de las notificaciones por vibración lo cual se lograba incluyendo la línea:

```
vibration: ^1.5.0
```

```
{..} pubspec.yaml
22
23   dependencies:
24     flutter:
25       sdk: flutter
26     vibration: ^1.5.0
```

Figura 28: Dependencia de *vibration* en *pubspec.yaml*

Una vez incluidos los detalles descritos con anterioridad, se creó un *“RaisedButton”* en el que se definió la función *“onPressed()”*. Esta función, establece que al pulsar el botón se produce una vibración con una duración de dos segundos.

El código descrito anteriormente se puede visualizar en la siguiente figura.

```
RaisedButton(  
  onPressed: () async {  
    if (await Vibration.hasVibrator()) {  
      Vibration.vibrate(duration: 2000);  
    }  
  },  
  child: Text('Vibrar'),  
  color: Colors.pinkAccent,  
  focusColor: Colors.pink,  
  textColor: Colors.white,  
  shape: StadiumBorder(),  
) // RaisedButton
```

Figura 29: Función *onPressed()*

6.4 Iteración 2

En esta segunda iteración, se tenía por objetivo lograr escuchar a través del micrófono del dispositivo Android y mostrar la frecuencia de los sonidos capturados.

Para hacer uso del micrófono, fue necesario incluir la línea:

```
<uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO"/>
```

En el fichero *“AndroidManifest.xml”*, lo cual habilita los permisos necesarios como se muestra en la figura.

```
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
  package="com.example.warn_me">
  <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
  <uses-permission android:name="android.permission.VIBRATE"/>
  <uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO"/>
</manifest>
```

Figura 30: Permiso de micrófono en *AndroidManifest.xml*

Para obtener los sonidos recogidos por el micrófono y traducirlos a frecuencia (Hz), se hizo uso del plugin de Flutter *"flutter_fft"* [36]. Este plugin, está basado en el algoritmo de la transformada rápida de Fourier, que es aplicable a diferentes casos: desde el tratamiento digital de señales y filtrado digital a la resolución de ecuaciones matemáticas complejas [37].

Debido a que se trata de un plugin de reciente publicación, de momento solo funciona en dispositivos Android, pero se espera adaptarlo para iOS en futuras versiones.

Para habilitar su utilización, al igual que la iteración anterior fue necesario modificar el fichero *"pubspec.yaml"*, en esta ocasión para incluir la dependencia:

flutter_fft: ^1.0.1

```
{..} pubspec.yaml
22
23 dependencies:
24   flutter:
25     sdk: flutter
26   vibration: ^1.5.0
27   flutter_fft: ^1.0.1
```

Figura 31: Dependencia de *flutter_fft* en *pubspec.yaml*

Haciendo uso de los métodos de la clase *FlutterFft* proporcionada por este plugin, podemos capturar los sonidos a través del micrófono, transformarlos a frecuencia y aplicar un filtrado de señales.

Una vez concluido el paso anterior, se creó la página *"listen.dart"* en la que se definieron las funciones necesarias para activar el micrófono y mostrar la frecuencia en la pantalla del dispositivo.

Como se trata de un *Stateful Widget* de *Flutter* [38], se definió la función *"initState()"* que es ejecutada cada vez que cambia el estado del *Widget* y en la que se establecen los parámetros iniciales *"isRecording"* y *"frequency"*.

```
@override
void initState() {
  _isRecording = flutterFft.getIsRecording;
  _frequency = flutterFft.getFrequency;
  super.initState();
  _initialize();
}
```

Figura 32: Función *initState()*

A continuación, se creó el método *"initialize()"* que se ejecutará cada vez que el *Widget* se redibuje.

```
void _initialize() async {
  await flutterFft.startRecorder();
  flutterFft.setSampleRate = 0;
  setState(() => _isRecording = flutterFft.getIsRecording);
  flutterFft.onRecorderStateChanged.listen(
    (sounds) => {
      setState(
        () => {
          _frequency = sounds[1],
        },
      ),
      flutterFft.setFrequency = _frequency,
    },
  );
}
```

Figura 33: Función *initialize()*

En *“initialize()”*, hacemos uso de los métodos *“startRecorder()”*, *“setSampleRate()”* y *“onRecorderStateChange()”* de la clase *FlutterFft*. Estos métodos nos permiten activar el micrófono, establecer un umbral inicial para el array de datos y capturar los sonidos para traducirlos a frecuencia.

Para acabar con esta iteración, se incluyó en el método *“build()”* propio de este tipo de Widgets, el operador ternario que se encarga de mostrar la frecuencia cuando se inicia la grabación.

```
children: <Widget>[
  isRecording
    ? Text(
      "Current frequency: ${frequency.toStringAsFixed(2)}",
      style: TextStyle(
        fontSize: 20,
      ), // TextStyle
    ) // Text
    : Text(
      "Not recording",
      style: TextStyle(
        fontSize: 20,
      ), // TextStyle
    ), // Text
] // <Widget>[]
```

Figura 34: Operador ternario del método *build()*

6.5 Iteración 3

En esta fase del desarrollo, se ha puesto el foco en darle forma a la aplicación para lograr el objetivo propuesto al inicio del proyecto: lograr avisar a los usuarios de cuando se produce un cambio de turno.

Haciendo uso del resultado de la iteración anterior, se llevaron a cabo pruebas descritas con mayor detalle en el apartado [6. Pruebas y validaciones](#) . La realización de estas pruebas permitió medir la frecuencia a la que se producían los cambios de turno y establecer un filtro de 1200 Hz. Este filtro, se estableció tratando de evitar que no se

acoplaran los sonidos de cambio de turno con los comunes en una sala de espera, como pueden ser conversaciones (200-300 Hz) y timbres de teléfono (500-1000 Hz) entre otros.

Para cumplir con el objetivo de esta iteración, se ha modificado el operador ternario de la iteración anterior para incluir el umbral establecido a 1200 Hz. De esta forma, cuando el micrófono detecte frecuencias superiores, hará que se produzca una vibración y mostrará un mensaje de alerta al usuario informando de que ha cambiado el turno.

```
_isRecording && _frequency >= 1200.00
? FutureBuilder(
  future: Vibration.vibrate(duration: 2000),
  builder: (context, AsyncSnapshot snapshot) {
    return AlertDialog(
      shape: RoundedRectangleBorder(
        borderRadius: BorderRadius.circular(20)), // RoundedRectangleBorder
      title: Text('Cambio de turno'),
      content: Column(
        mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.min,
        children: <Widget>[
          Text(
            'Ha cambiado el turno, por favor verifique si es el suyo.'), // Text
          ClipRect(
            child: Image(
              image: AssetImage('assets/turnero.png'),
              height: 150,
              width: 150), // Image
            ), // ClipRect
        ], // <Widget>[]
      ), // Column
    ); // AlertDialog
  },
) // FutureBuilder
```

Figura 35: Operador ternario de *listen.dart* para frecuencia mayor o igual a 1200 Hz

En el caso contrario, es decir, cuando el micrófono no detecte ninguna frecuencia superior al filtro establecido, el usuario visualizará un mensaje indicándole que debe permanecer a la espera.

```
: Column(  
  mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,  
  children: [  
    Image(  
      image: AssetImage('assets/listen-gif.gif'),  
    ), // Image  
    SizedBox(height: 30),  
    SizedBox(  
      height: 100.0,  
      width: 300.0,  
      child: Text(  
        "Estamos escuchando, le avisaremos cuando cambie el turno.",  
        style: TextStyle(  
          fontSize: 18,  
        ), // TextStyle  
      ), // Text  
    ), // SizedBox  
  ],  
) // Column
```

Figura 36: Operador ternario de *listen.dart* para frecuencia menor de 1200 Hz

6.6 Iteración 4

En esta última iteración del desarrollo, se ha incluido un botón que permite desactivar el aviso de turno.

Para lograr este objetivo, se ha incluido un “*FlatButton*” visible cuando la frecuencia se encuentra por debajo de 1200 Hz.


```
FlatButton(  
  onPressed: () {  
    setState(() {  
      flutterFft.stopRecorder();  
    });  
    Navigator.push(  
      context,  
      MaterialPageRoute(  
        builder: (context) => HomePage(), // MaterialPageRoute  
      );  
    },  
    child: Text('Desactivar aviso'),  
    color: Colors.indigo[200],  
  ) // FlatButton
```

Figura 37: Código del botón “desactivar aviso”

Para dar funcionalidad a este botón, hemos modificado su método “*onPressed()*” para detener la grabación del micrófono llamando al método “*stopRecorder()*” de la clase *FlutterFft*.

Por último, se ha incluido la redirección a la página principal de la aplicación con la línea: *Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => HomePage()))*

7 Pruebas

En este apartado, se procederá a describir las diferentes pruebas y validaciones que se llevaron a cabo para probar el funcionamiento del prototipo. Dada la situación de pandemia mundial, las pruebas se han reducido a tres lugares en los que se hace uso de la cita previa acompañada por sistema de gestión de colas.

Para llevar a cabo las pruebas, se ha utilizado el producto obtenido en la [Iteración 2](#), que permitía medir la frecuencia de los sonidos de cambio de turno. De esta forma, se pudo verificar si el filtro utilizado era el adecuado para detectar este tipo de notificaciones.

7.1 Caso de prueba 1: Hospital Vithas Santa Catalina

En este primer caso de prueba, se acudió a la sala de espera de rayos del Hospital Vithas Santa Catalina, descrito en el apartado [3.2.6 Caso de estudio 6: Hospital Vithas Santa Catalina](#).

Para probar el sistema en este hospital, se pidió cita previa. Una vez allí, se solicitó número para la realización de una prueba en un quiosco de autoservicio y se permaneció a la espera. En ese instante, se hizo uso del producto obtenido en la **iteración 2** para medir la frecuencia de la señal de cambio de turno. El valor obtenido en este hospital fue de aproximadamente 1300 Hz.

A continuación, se llevó a cabo la prueba del prototipo. Al activar el aviso de turno, se observó que el timbre del teléfono de la recepción provocaba un falso aviso en nuestro sistema. La aplicación nos alertaba de un cambio de turno cuando en realidad, no se había producido ninguno. Esto se debía a que el timbre del teléfono era especialmente agudo y tenía una frecuencia alta.

Por otra parte, cuando se recibía una señal de cambio de turno, el dispositivo móvil también captaba el sonido y notificaba mediante un mensaje de alerta acompañado de vibración.

A pesar del error del sistema con el timbre del teléfono, se avisaba correctamente cuando se producía un cambio de turno y el funcionamiento del sistema fue satisfactorio para el fin propuesto.

7.2 Caso de prueba 2: Hospital Insular - Materno Infantil

En este caso de prueba, se acudió a uno de los centros del Servicio Canario de Salud, concretamente al Hospital Insular- Materno Infantil descrito con detalle en el apartado [3.2.1 Caso de estudio 1: Servicio Canario de Salud](#).

Al llegar al hospital, es necesario registrarse en un quiosco de autoservicio con el DNI o bien escaneando el código de la cita. Al realizar esta acción, se obtiene un ticket con el turno y los datos de la cita como el que se muestra en la figura.

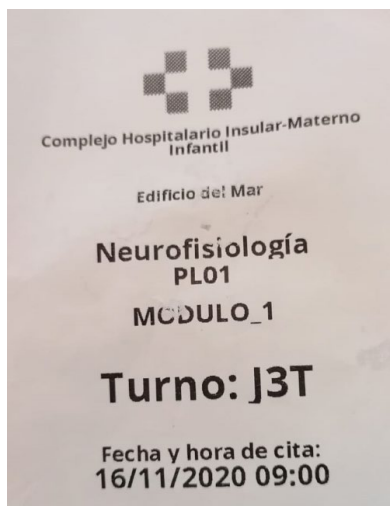


Figura 38: Turno Servicio Canario de Salud

Una vez en la sala de espera, se midió la frecuencia del sonido de cambio de turno que era de aproximadamente 1200 Hz. A pesar de que la frecuencia estaba en el límite de lo establecido en nuestro filtro, el volumen era lo suficientemente alto para que, al probar la aplicación, se detectaran los cambios de turno de forma correcta a pesar del ruido ambiental.

7.3 Caso de prueba 3: Hipercor - Corte Inglés de Siete Palmas

Con el objetivo de probar nuestra aplicación en un ámbito aún más cotidiano, se ha incluido un caso de prueba en un tipo de comercio muy presente en la vida diaria. Para ello, hemos acudido a Hipercor, situado en el Corte Inglés de Siete Palmas, que fue descrito en la sección [3.2.7 Caso de estudio 7: Hipercor – Corte Inglés de Siete Palmas](#).

En primer lugar, se midió la frecuencia del sonido de cambio de turno. Este sonido tiene una frecuencia aproximada de 1500Hz y el volumen es bastante alto. Estas características son muy positivas ya que reducen la probabilidad de que se acople el sonido de cambio de turno con otros similares.

Gracias a la frecuencia y volumen altos, al probar la aplicación, no se observó ningún error y los cambios de turno se detectaban sin problema a pesar de existir bastante ruido ambiental.

Este tipo de timbre, de frecuencia y volumen alto, es el ideal para el correcto funcionamiento de nuestro sistema. Usar este rango de frecuencias, permitiría reducir los casos de error en los que se notifica un cambio de turno cuando en realidad, el sonido que se ha producido proviene de otro tipo de aviso.

8 Validación del prototipo

Para validar nuestra solución y comprobar el grado de aceptación por parte del grupo principal de interés ([4.1.1 Comunidad sorda](#)), se ha seleccionado una muestra representativa de este colectivo compuesta por personas de entre 19 y 55 años. Unos tenían hipoacusia y otros eran sordos profundos, todos ellos usuarios de dispositivos móviles.

Debido a la situación actual provocada por la pandemia y a la necesidad de implicar a terceros para realizar el proceso de validación, no se han podido hacer todas las pruebas que nos hubiesen gustado. No obstante, la aplicación ha sido probada en una institución pública y una privada con diferentes usuarios.

8.1 Validación del caso de prueba 1: Hospital Vithas Santa Catalina

Este caso de prueba se realizó con un miembro de esta comunidad con hipoacusia. Recordemos que una persona hipoacúsica, es aquella que posee una pérdida auditiva parcial, lo cual significa que cuentan con un resto auditivo que puede mejorar con el uso de dispositivos electrónicos como el audífono [14].

Nuestra acompañante, que presenta esta condición desde su nacimiento, expuso que el “*hándicap*” que se encuentra en este tipo de situaciones suele ser el ruido ambiental. Cuando aprendió a hablar y escuchar con los audífonos, lo hizo en ambientes sin ningún tipo de contaminación acústica, como su casa o la consulta del logopeda. Es por eso por lo que cuando va a lugares como una sala de espera, le cuesta mantener una conversación, así como distinguir los sonidos de cambio de turno.

Al probar la aplicación, a pesar de que en este caso de prueba se produjo un falso aviso provocado por el timbre del teléfono de la recepción, la usuaria recibía el aviso del cambio de turno correctamente.

WarnMe, resultó de gran ayuda para solucionar el problema del ruido ambiental y fue muy bien valorada por la usuaria de prueba. Además, indicó que el tipo de vibración utilizado le parecía perfecto para distinguir los avisos de cambio de turno del resto de

notificaciones que recibía móvil. También hay que destacar que entendió rápidamente el funcionamiento de la aplicación y que le resultó muy fácil de usar.

8.2 Validación del caso de prueba 2: Hospital Insular - Materno Infantil

Para la validación de este caso de prueba, se contó con la colaboración de dos personas sordas.

Estos usuarios, comentaron que cuando acuden a administraciones públicas con este tipo de sistema, hay bastantes ocasiones en las que pierden su turno. Normalmente, intentan estar atentos a la pantalla y no distraerse para que esto no ocurra, pero la mayoría de las veces suele haber retraso en las consultas. En estos casos, se cansan de mirar a la pantalla y no se percatan de que ha cambiado el turno por estar mirando hacia otro lado, o por ponerse a hablar entre ellos para amenizar la espera. Cuando esto ocurría, tenían que esperar al final de las consultas o pedir cita para otro día.

WarnMe, les dio la oportunidad de esperar tranquilamente y les avisaba cada vez que el turno se actualizaba. De esta forma, solo tenían que mirar a la pantalla en momentos concretos y no temían perder su turno, por lo que se cumplía con el objetivo principal del proyecto.

A los usuarios, les pareció una herramienta muy útil y fácil de usar, que facilitaba el acceso a este tipo de sistemas y mejoraba su calidad de vida.

9 Conclusiones y trabajos futuros

9.1 Conclusiones

Habiendo finalizado el proyecto, podemos decir que el resultado obtenido es bastante satisfactorio y cumple con los objetivos propuestos en este Trabajo de Fin de Título.

La implementación del prototipo *WarnMe* nos ha permitido validar la idea del proyecto y lograr nuestra meta: ayudar a eliminar algunas de las barreras que siguen impidiendo la integración de las personas sordas.

Con nuestro prototipo, que ha funcionado correctamente en la mayoría de los casos probados, hemos podido comprobar que se puede desarrollar un producto software que:

- Facilite el acceso a los sistemas actuales de gestión de colas y, por ende, a los servicios públicos y privados que dependan de estos sistemas para su desempeño.
- Sea fácil de usar para cualquier persona con algún tipo de discapacidad auditiva.
- Tenga un diseño modular y flexible para asegurar su evolución continua, satisfaciendo en todo momento las expectativas de la comunidad de personas sordas.

Podemos decir que, gracias a *WarnMe*, cualquier sistema de gestión de citas o de colas podrá ser accesible para las personas sordas y mejorar su autonomía. Además, se ha conseguido diferenciar nuestro sistema de los descritos en el apartado [2.4 Aplicaciones similares](#), ofreciendo independencia de los sistemas de gestión de citas y colas actuales y aportando una solución adaptada especialmente a las necesidades de las personas sordas.

Nuestro producto es capaz de notificar los cambios de turno a pesar del ruido ambiental, aunque se ha observado que los ambientes idóneos son aquellos en los que el timbre de cambio de turno tiene un volumen y frecuencia altos. Tras las pruebas realizadas, podemos concluir que, a pesar de la independencia lograda de los sistemas actuales, sería conveniente llegar a un consenso respecto a la manera en la que se producen los sonidos de cambio de turno.

En este sentido y con objetivo de mejorar la accesibilidad de estos sistemas, se podría proponer que a la vez que se emite un sonido perceptible por las personas oyentes, también se emita un ultrasonido que, como sabemos, no es perceptible por el oído humano ya que se ubica en torno al espectro de 20.000 Hz. Esta opción se ha considerado interesante, pero habría que estudiarla en profundidad para determinar su viabilidad. Además, permitiría aumentar la fiabilidad de la aplicación, al eliminar los casos en los que otro sonido de la sala de espera, detectado por *WarnMe*, se pudiera confundir como el sonido de cambio de turno.

Respecto a los objetivos académicos, me siento satisfecha con haberlos cumplido, pudiendo aplicar a un caso real los conocimientos y técnicas aprendidas en la carrera y en especial, en la rama de Ingeniería del Software. Por otro lado, he podido aplicar y extender mis conocimientos acerca del lenguaje de programación Dart y su *framework*, *Flutter*, que despertó mi interés durante el desarrollo de las prácticas de empresa por sus diferentes ventajas: la agilidad que aporta a la hora de ejecutar, los diseños que ofrece para las interfaces y su desarrollo multiplataforma.

Por último, estoy feliz de haber contribuido con este trabajo a visibilizar un poco más la comunidad sorda y las dificultades a las que se enfrentan en su vida diaria.

9.2 Trabajos futuros

Durante el estudio previo al desarrollo de la aplicación y las entrevistas realizadas a la comunidad sorda, se encontraron diferentes casos en los que nuestra aplicación podría resultar de gran ayuda añadiendo algunos filtros y funcionalidades adicionales.

En este caso, se ha puesto el foco de atención en los sistemas de gestión de citas y colas, pero, se ha visto la oportunidad, en un trabajo futuro, de ampliar el sistema para que reconozca los sonidos característicos del hogar.

Actualmente existe un sistema que funciona en este ámbito llamado *Visualfy Home*. *Visualfy* [39], detecta los sonidos del hogar y avisa de que se producen mediante luces de colores y vibraciones personalizadas, en el dispositivo elegido por el usuario. Este sistema ofrece seguridad, tranquilidad y autonomía para familias sordas.

Para utilizar *Visualfy Home*, es necesario instalar tres detectores cerca de las fuentes principales del sonido y un dispositivo principal como se muestra en las siguientes figuras. Una vez realizada la instalación, se pueden configurar alertas personalizadas en la aplicación, en un televisor, smartwatch o cualquier dispositivo que se escoja.



Figura 39: Dispositivos de *Visualfy Home* [Fuente: *Visualfy*]



Figura 40: Recreación de un hogar adaptado con *Visualfy Home* [Fuente: *Visualfy*]

El problema que resaltan las personas entrevistadas con este sistema es que cuando deciden irse de vacaciones, llevarse cada una de las partes de *Visualfy* les resulta demasiado incómodo y pesado. Por eso, se aventuran a pasar unos días en una habitación de hotel, apartamento o cualquier lugar que escojan para sus vacaciones sin ayuda de ningún sistema adaptado a sus necesidades.

Poniendo nuestro esfuerzo en resolver este problema, se propone adaptar *WarnMe* en iteraciones futuras para que las personas sordas puedan recibir notificaciones sin necesidad de llevar ningún dispositivo aparte del móvil. De esta manera, las personas sordas podrían pasar sus vacaciones de forma cómoda y segura, recibiendo avisos en su móvil para señales sonoras como el timbre, el teléfono, el llanto de un bebé o la alarma de incendios.

El funcionamiento sería sencillo, el usuario solo necesitaría activar la escucha a través de la aplicación y, de esta forma, recibiría diferentes alertas para cada uno de los casos de uso implementados.

10 Bibliografía y referencias.

[1] Antonio José Fernández (30 de octubre de 2020), *“La falta de intérpretes en las aulas, obstáculo en la formación de las personas sordas”*, Radio Televisión Canaria. [En línea] Available:

<http://www.rtv.es/noticias/la-falta-de-interpretes-en-las-aulas-obstaculo-en-la-formacion-de-las-personas-s-219524.aspx#.X6mgLGj7Q2y>

[2] Inmaculada Espinilla (17 de mayo de 2011), *“Sordos alertan de que la tasa de fracaso escolar ronda el 80%”*, Diario de Jaén. [En línea] Available:

<https://www.diariojaen.es/historico/sordos-alertan-de-que-la-tasa-de-fracaso-escolar-ronda-el-80-BHDI7672>

[3] Azucena García (17 diciembre de 2009), Barreras a la comunicación de las personas sordas, Eroski Consumer. [En línea] Available:

<https://www.consumer.es/solidaridad/barreras-a-la-comunicacion-de-las-personas-sordas.html>

[4] Wikipedia, «Wikipedia,» 27 de octubre de 2020. [En línea]. Available:

https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_iterativo_y_creciente

[5] Proyectos agiles.org, 13 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental/>

[6] Wikipedia, «Wikipedia,» 19 de octubre de 2020. [En línea]. Available:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Dart>

[7] InLab FIB, 10 de octubre de 2020 [En línea] Available:

<https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-es-el-lenguaje-de-programacion-dart>

[8] Quality devs, 10 de octubre de 2020 [En línea] Available:

<https://www.qualitydevs.com/2019/07/05/que-es-flutter/>

[9] Wikipedia, «Wikipedia,» 19 de octubre de 2020. [En línea]. Available:

https://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code

- [10] Wikipedia, «Wikipedia,» 19 de octubre de 2020. [En línea]. Available:
<https://es.wikipedia.org/wiki/GitHub>
- [11] Wikipedia, «Wikipedia,» 21 de octubre de 2020. [En línea]. Available:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Git>
- [12] Wikipedia, «Wikipedia,» 21 de octubre de 2020. [En línea]. Available:
[https://en.wikipedia.org/wiki/Figma_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Figma_(software))
- [13] Wikipedia, «Wikipedia,» 5 de noviembre de 2020. [En línea]. Available:
<http://www.methodsandtools.com/tools/staruml.php>
- [14] Confederación Estatal de Personas Sordas, 20 de enero de 2020 [En línea] Available:
http://www.cnse.es/inmigracion/index.php?option=com_content&view=category&id=19&Itemid=236&lang=es
- [15] Naciones Unidas, 28 de septiembre de 2020 [En línea] Available:
<https://www.un.org/es/observances/sign-languages-day>
- [16] Blog dels Estudis de Psicologia i Ciències de l'Educació, publicado el 23 de septiembre de 2019. [En línea] Available:
<http://epce.blogs.uoc.edu/es/2019/09/23/comunidad-sorda-minoria-cultural-linguistica-lengua-signos/>
- [17] Gaumet Florido (11 de agosto de 2020), “¿Cómo leer los labios tras una mascarilla? Las personas sordas piden una solución”, Canarias7. [En línea] Available:
<https://www.canarias7.es/sociedad/leer-labios-tras-20200811224807-nt.html>
- [18] La Provincia (10 de noviembre de 2020), “Mascarillas comunicativas para estudiantes con discapacidad auditiva”. [En línea] Available:
<https://www.laprovincia.es/sociedad/2020/11/10/mascarillas-comunicativas-estudiantes-discapacidad-auditiva-22887104.html>
- [19] QMATIC, 6 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://www.qmatic.com/es-es/>

[20] QMATIC, 6 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://lp.qmatic.com/es-es/instant-mobile-queue-management-package>

[21] QBetter, 6 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://web.q-better.com/>

[22] QBetter, 6 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://web.q-better.com/bloom-enterprise/>

[23] ImaginArt, 7 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<http://www.imagin-art.com/moviik-sistema-de-gestion-de-colas/>

[24] Candid learning, 15 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://learning.candid.org/resources/knowledge-base/plan-de-negocios-sin-fines-de-lucro-business-plans/>

[25] Blog de Roberto Zamuriano, publicado el 28 de abril de 2011. [En línea] Available:

<https://rzamurianos.wordpress.com/2011/04/28/modelo-de-casos-de-uso-del-negocio/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20esta%20idea,instancias%20de%20un%20mismo%20actor.>

[26] Enterprise Agile: Business Modeling, 13 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<http://www.enterpriseunifiedprocess.com/essays/enterpriseBusinessModeling.html#ModelBusinessProcesses>

[27] Lucidchart, Tutorial de diagrama de actividades UML, 13 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

https://www.lucidchart.com/pages/es/tutorial-diagrama-de-actividades-uml#section_0

[28] Blog de Roberto Zamuriano, publicado el 5 de junio de 2011. [En línea] Available:

<https://rzamurianos.wordpress.com/2011/06/05/modelo-de-objeto-del-negocio/#:~:text=El%20Modelo%20de%20Objeto%20es,a%20un%20Trabajador%20del%20Negocio.>

[29] UML 2.5 - Iniciación, ejemplos y ejercicios corregidos (4ª edición), 5 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://www.ediciones-eni.com/open/mediabook.aspx?idR=965f1416e9c632488ff4810aaf2ebcd6>

[30] PMOinformatica.com, 02 de noviembre de 2020. [En línea]. Available:

<http://www.pmoinformatica.com/2015/05/requerimientos-no-funcionales-ejemplos.html>

[31] Agencia Estatal, Boletín Oficial del Estado, 2 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16673>

[32] Portal de Administración Electrónica, PAe, 2 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Actualidad/pae_Noticias/Anio2018/Diciembre/Noticia-2018-12-12-nueva-Ley-Proteccion-Datos-Personales-garantia-derechos-digitales.html#.X5_1T4j7Q2w

[33] Protección de Datos en Aplicaciones móviles (Apps), Ayuda Ley Protección Datos, 5 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://ayudaleyprotecciondatos.es/2016/06/06/normativa-lopd-aplicaciones-moviles/>

[34] Wikipedia, «Wikipedia,» 27 de octubre de 2020. [En línea]. Available:

https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_iterativo_y_creciente

[35] Flutter Package, 28 de septiembre de 2020. [En línea] Available:

<https://pub.dev/packages/vibration>

[36] Flutter Package, 29 de marzo de 2020. [En línea] Available:

https://pub.dev/packages/flutter_fft

[37] Wikipedia, «Wikipedia,» 6 de octubre de 2020. [En línea]. Available:

https://es.wikipedia.org/wiki/Transformada_r%C3%A1pida_de_Fourier

[38] Flutter, 10 de octubre de 2020. [En línea] Available:

<https://flutter.dev/docs/development/ui/interactive>

[39] Visualfy, 10 de noviembre de 2020. [En línea] Available:

<https://www.visualfy.com/es/>

11 Anexo

11.1 Manual de usuario

En este apartado se procederá a describir el funcionamiento de la aplicación.

Desde la pantalla principal de la aplicación, el usuario puede activar el aviso de turno presionando el botón de “Activar aviso de turno” como se indica a continuación.



Figura 41: Página principal [Captura de pantalla]

Si se trata de la primera vez que se utiliza la aplicación, aparecerá un mensaje solicitando permiso para hacer uso del micrófono para realizar grabaciones como el que se muestra en la figura.

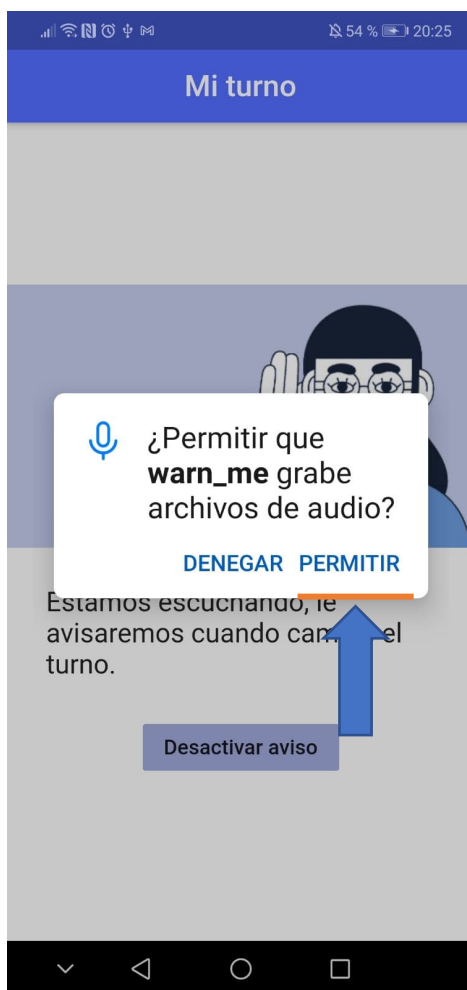


Figura 42: Mensaje de permiso de grabación [Captura de pantalla]

Una vez permitidas las grabaciones, el usuario se encontrará con una interfaz como la mostrada en figura. En esta pantalla, se indica que debe permanecer a la espera de que se produzca un cambio de turno.

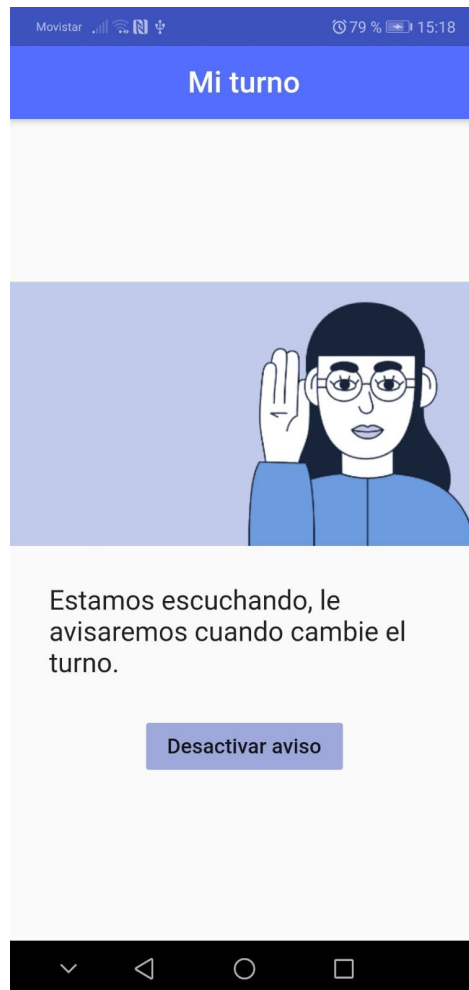


Figura 43: Interfaz para la espera del turno [Captura de pantalla]

En caso de producirse un cambio de turno, el usuario recibirá una alerta como la que se muestra a continuación, además de una notificación por vibración.

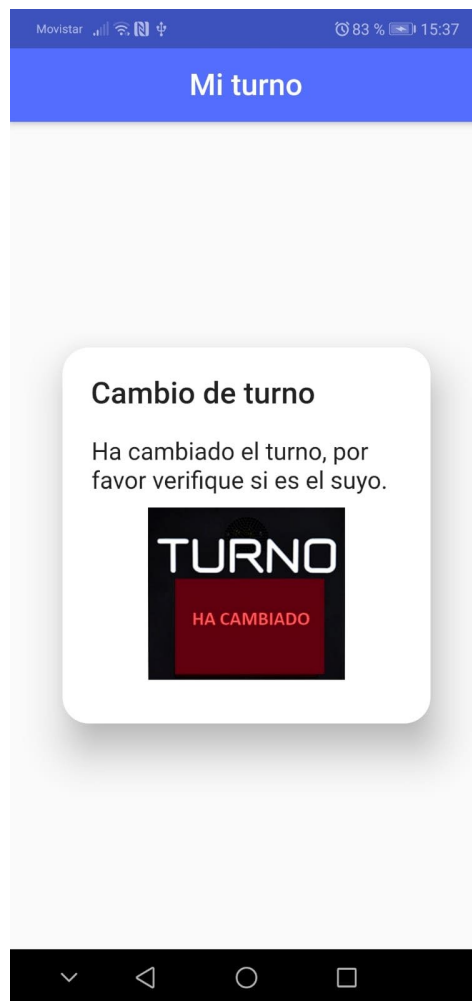


Figura 44: Alerta de cambio de turno [Captura de pantalla]

Por último, en caso de que el usuario desee desactivar el aviso debe presionar el botón “Desactivar aviso” como se muestra en la figura. Esta acción lo devolverá a la página principal de la aplicación.

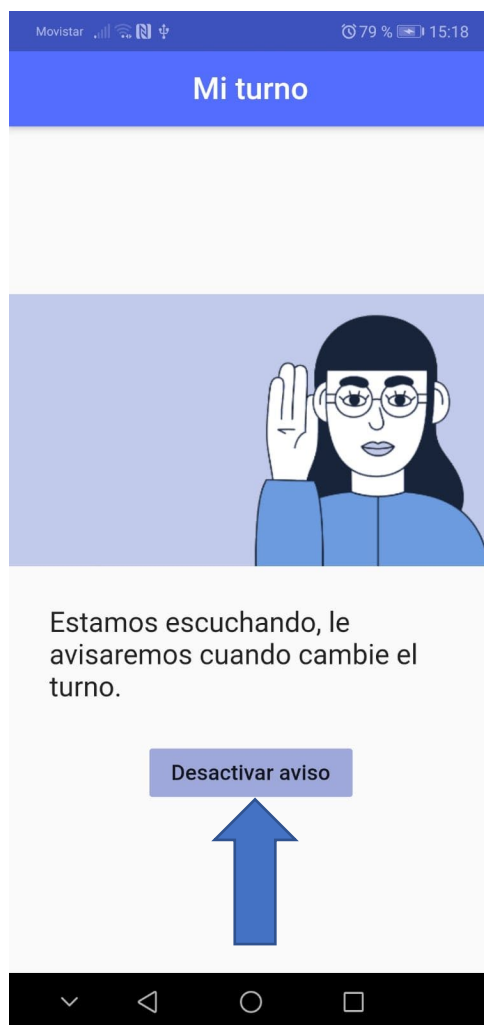


Figura 45: Desactivar aviso [Captura de pantalla]