

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

**PULSERA ELECTRÓNICA DE ASISTENCIA PARA ADULTOS MAYORES**

**AUTORES:** **Castrogiovanni, Luciano (Leg. Nº 55362)**  
**Lago, Valentina (Leg. Nº 57249)**  
**Müller, Malena (Leg. Nº 57057)**  
**Nowik, Ariel (Leg. Nº 58309)**

**DOCENTES TITULARES O TUTORES:** **Pingitore, Ricardo Alejandro**  
**Orchessi, Walter Hugo**  
**Ugarte, Alejandro Rubén**  
**Nemirovsky, Nicolás**

**TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**BUENOS AIRES**  
**SEGUNDO CUATRIMESTRE, 2**

Agradecimientos

PENDIENTE

## Índice

### Contenidos

Agradecimientos .....	3
Índice .....	4
Contenidos .....	4
Lista de Figuras .....	6
Lista de Tablas .....	6
Acrónimos y Definiciones .....	8
Resumen .....	10
1. Introducción.....	11
1.1. Antecedentes.....	11
1.2. Contexto del proyecto .....	13
2. Objetivos.....	14
2.1. Finalidad del Proyecto .....	14
2.2. Planteamiento del Problema a Resolver.....	14
2.3. Alcance.....	14
3. Definición de Producto .....	15
3.1. Requerimientos de Cliente .....	15
3.1.1. Relevamiento de Datos.....	15
3.1.2. Casa de Calidad .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.3. Requerimientos finales para trazabilidad .....	16
3.2. Diagrama Funcional de Interfaces .....	18
3.3. Especificaciones de Diseño. ....	18
3.3.1. Especificaciones Funcionales .....	18
3.3.2. Especificaciones de Interfaz .....	19
3.3.3. Especificaciones de Performance .....	21
3.3.4. Especificaciones de Implementación .....	21
3.3.5. Especificaciones de Servicio (RAMS) .....	23
4. Plan de Validación.....	25
4.1. Diseño de Bancos de Pruebas .....	25
4.2. Especificaciones de Tests .....	27
4.3. Diseño y Especificaciones de Simulaciones.....	29
4.4. Matriz de Trazabilidad de Validación.....	29
4.5. Plan de Verificación y Validación .....	30
5. Análisis de Factibilidad.....	31
5.1. Factibilidad tecnológica .....	31

5.1.1.	Esquema Modular .....	Error! Bookmark not defined.
5.1.2.	Implementación de módulo <>X> .....	Error! Bookmark not defined.
5.1.2.1.	Alternativas de diseño .....	Error! Bookmark not defined.
5.1.2.2.	Elección de una solución.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.3.	DFMEA .....	Error! Bookmark not defined.
5.2.	Factibilidad de tiempos.....	46
5.2.1.	Planificación (PERT y simulación de Montecarlo) .....	46
5.2.2.	Programación (Gantt) .....	47
5.3.	Factibilidad económica. (Mercado, costos, ciclo de vida, VAN, TIR).....	Error! Bookmark not defined.
5.4.	Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias)	Error! Bookmark not defined.
6.	Ingeniería de detalle .....	57
6.1.	Hardware .....	57
6.1.1.	Diagrama de bloques (hardware). .....	57
6.1.2.	Descripción detallada de cada bloque .....	58
6.1.3.	Detalles de selección y cálculo de los elementos circuitales de cada bloque .....	61
6.1.4.	Plan de pruebas de cada modulo.....	Error! Bookmark not defined.
6.2.	Software.....	61
6.2.1.	Diagrama de estados y fluujogramas .....	Error! Bookmark not defined.
6.2.2.	Análisis de complejidad.....	Error! Bookmark not defined.
6.2.3.	Descripción de subrutinas.....	Error! Bookmark not defined.
6.2.4.	Listados comentados del código .....	Error! Bookmark not defined.
6.2.5.	Plan de prueba de módulos y de depuración de Software	Error! Bookmark not defined.
7.	Construcción del prototipo .....	67
7.1.	Definición de los módulos.....	67
7.2.	Diseño de los circuitos impresos.....	67
7.3.	Diseño mecánico .....	67
7.4.	Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje .....	67
7.5.	Bill of Materials (BOM).....	67
8.	Validación del prototipo .....	68
8.1.	Estudios de confiabilidad de hardware y de software .....	68
8.2.	Resultados.....	68
8.3.	Evaluación .....	68
8.3.1.	Evaluación de resultados técnicos .....	68
8.3.2.	Evaluación de la planificación .....	68
8.3.1.	Evaluación de la factibilidad financiera.....	68

9.	Conclusiones .....	69
10.	Referencias (H1...4) .....	70
10.1.	LIBROS. (Autor. Título. Editorial. Fecha).....	70
10.2.	REVISTAS. (Autor. Título. Nombre de la revista. Fecha-Volumen. Páginas).....	70
10.3.	Notas de aplicación (incluir copia de las importantes) .....	70
11.	Anexos Técnicos.....	71
11.1.	Esquemáticos .....	71
11.2.	Planos de PCB .....	71
11.3.	Listado de Partes y Componentes ( <i>BOM</i> ) .....	71
11.4.	Códigos de Software .....	71
11.5.	Hojas de Datos de Componentes .....	71
11.6.	Hojas de Aplicación, etc. ....	71
11.7.	Otra Documentación Técnica.....	71

#### [Lista de Figuras](#)

Figura 3.1:	Diagrama Funcional de Interfaces .....	18
Figura 4.1:	Diagrama de dependencias de Validación .....	Error! Bookmark not defined.
Figura 5.1:	Diagrama Modular .....	Error! Bookmark not defined.
Figura 5.2:	DFMEA de diseño modular .....	Error! Bookmark not defined.

#### [Lista de Tablas](#)

Tabla 3.1:	Requerimientos.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.2:	Leyenda de uso en especificaciones .....	18
Tabla 3.3:	Especificaciones Funcionales .....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.4:	Especificaciones de Interfaz VIN .....	19
Tabla 3.5:	Especificaciones de Interfaz VOU.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.6:	Especificaciones de Interfaz MEC.....	20
Tabla 3.7:	Especificaciones de Performance.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.8:	Especificaciones de Operación.....	22
Tabla 3.9:	Especificaciones de Almacenamiento y Transporte.....	22
Tabla 3.10:	Especificaciones de Compatibilidad Electromagnética .....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.11:	Especificaciones Dimensionales y de Peso.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.12:	Especificaciones de costos .....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.13:	Especificaciones de Confiabilidad .....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3.14:	Especificaciones de Disponibilidad.....	Error! Bookmark not defined.

Tabla 3.15: Especificaciones de Mantenibilidad ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabla 3.16: Especificaciones de Seguridad ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabla 4.1: Tests de Performance ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabla 4.2: Matriz de Trazabilidad para Validación ..... **Error! Bookmark not defined.**

## Acrónimos y Definiciones

Acrónimo	Descripción
<b>AC</b>	Corriente Alterna ( <i>Alternate Current</i> )
<b>DC</b>	Corriente Continua ( <i>Direct Current</i> )
<b>DSP</b>	Procesador de Señales Digitales ( <i>Digital Signal Processor</i> )
<b>EMC</b>	Compatibilidad Electromagnética ( <i>ElectroMagnetic Compatibility</i> )
<b>FPGA</b>	Field Programable Gate Array
<b>HW</b>	<i>Hardware</i>
<b>PCB</b>	Circuito Impreso ( <i>Printed Circuit Board</i> )
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable ( <i>Programmable Logic Controller</i> )
<b>SW</b>	<i>Software</i>
<b>TBD</b>	<i>To Be Determined</i>
<b>μC</b>	Microcontrolador (ver definiciones)
<b>μP</b>	Microprocesador (ver definiciones)
<b>VAC</b>	Volts de corriente alterna (AC)
<b>VDC</b>	Volts de corriente continua (DC)

Término	Definición
<b>DSP</b>	Un DSP es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesado y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras, normalmente provenientes de un conversor analógico/digital (ADC). Se puede trabajar con señales analógicas, pero es un sistema digital, por lo tanto, necesitará un conversor analógico/digital a su entrada y digital/analógico en la salida. Como todo sistema basado en procesador programable necesita una memoria donde almacenar los datos con los que trabajará y el programa que ejecuta.
<b>Microcontrolador</b>	Un microcontrolador difiere de un microprocesador, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de circuitos integrados externos de apoyo. La idea es que el circuito integrado se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite. Un microprocesador tradicional no permitiría hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada y salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.
<b>Microprocesador</b>	Es el circuito integrado central más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el «cerebro» de una computadora. Se encarga de ejecutar los programas, desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario; sólo ejecuta instrucciones programadas en lenguaje de bajo nivel, realizando operaciones aritméticas y lógicas simples, tales como sumar, restar, multiplicar, dividir, las lógicas binarias y accesos a memoria. Puede contener una o más unidades centrales de procesamiento (CPU) constituidas, esencialmente, por registros, una unidad de control, una unidad aritmético lógica (ALU) y una unidad de punto flotante (llamada antiguamente «coprocesador matemático»).

<b>FPGA</b>	Una FPGA es un dispositivo programable que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada ‘in situ’ mediante un lenguaje de descripción especializado. La lógica programable puede reproducir desde funciones tan sencillas como las llevadas a cabo por una puerta lógica o un sistema combinacional hasta complejos sistemas en un chip.
<b>PLC</b>	Un controlador lógico programable, o por autómata programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

## Resumen

Las personas de edad avanzada son el grupo de población que más medicamentos toma diariamente y el más susceptible a tener reacciones adversas por no cumplir apropiadamente su ingesta. Uno de los métodos más utilizados por estas personas para recordar los horarios de ingesta de medicamentos es asociarlos a alguna actividad diaria tal como el desayuno, almuerzo o cena. Sin embargo, la toma de medicaciones diarias sin ningún tipo de aplicación o sistema que recuerde el momento de toma de medicación trae aparejado inconvenientes que suelen darse frecuentemente: el olvido de una o más medicaciones diarias, no respetar la periodicidad en las tomas, tomar dos veces el mismo medicamento por no recordar si había sido tomado antes.

Con nuestro proyecto final de la carrera de Ingeniería Electrónica buscamos brindarle una solución a esta problemática. El producto aquí presentado está formado por tres partes bien diferenciadas:

- **Aplicación de celular cuyo usuario será la persona a cargo del adulto mayor:**
  - Se programan los horarios de ingesta de medicamentos. Deberá asociarse a cada medicamento con un color.
  - Recibe alerta en caso de que la persona mayor se encuentre en situación de emergencia
- **Pastillero:**
  - Cuenta con un compartimento de color por cada tipo de medicamento. En ellos se deberá cargar el stock de pastillas según se hayan asociado los colores en la aplicación. No cuenta con electrónica en su funcionamiento.
- **Pulsera que portará la persona adulta mayor:**
  - Será la encargada de dar aviso en los horarios de ingesta de medicamentos para que la persona mayor se acerque al pastillero y tome la medicación del color que le indica el aviso.
  - Contará con un botón que confirma que se ha tomado la medicación.
  - Contará con un botón de emergencia que, en caso de ser presionado, la persona a cargo o familiar recibirá una alerta en la aplicación.

En este informe se analizan los requerimientos y especificaciones del producto tomando en consideración a potenciales clientes a quienes se les realizó una encuesta.

(TBD: descripción corta de resultados obtenidos en términos económicos, tecnológicos y académicos)

## 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes

Es normal que personas mayores que llevan una vida de forma independiente, no tengan un buen control de los medicamentos que toman: suele suceder que no cumplen correctamente los horarios de ingesta o no tomen la medicación correcta en el momento indicado. Notamos la preocupación por parte de familiares de varias personas en esta situación y de ahí surgió la necesidad de hacer algo que **mejore el cumplimiento de horarios y que permita evitar confusión entre los medicamentos que se toman en cada horario.**

Por otro lado, las caídas constituyen un fenómeno frecuente durante la vejez que pueden originar graves consecuencias. Este es un problema muchas veces ignorado y que no se le presta la atención necesaria. Es por este motivo que al producto que desarrollaremos se le añade la funcionalidad de **dar aviso a la persona a cargo o familiar en caso de que la persona adulta mayor se encuentre en una situación de emergencia.**

En cuanto al cumplimiento de horarios en los que se deben tomar medicamentos, las soluciones actuales que existen, en su mayoría, no son efectivos. Hoy en día hay aplicaciones para celular que brindan recordatorios, se utilizan alarmas, o se toman como referencia ciertas actividades del día a día, como por ejemplo los horarios de las comidas. Sin embargo, no toda la gente mayor tiene teléfono celular o lo maneja con facilidad, las alarmas provenientes de un reloj despertador dejan de ser útiles si la persona no se encuentra cerca en el momento en que suena y que el recordatorio sea una comida no es algo preciso en cuanto a horario, ni garantiza que la persona se acuerde de tomar los medicamentos.

Existen en el mercado internacional sistemas que permiten insertar las pastillas en distintos compartimentos y programar alarmas que suenan a distintos horarios. El problema de estos pastilleros es que el usuario podría confundirse de compartimiento dado que queda a cargo del usuario saber qué compartimiento corresponde a cada horario. Estos pastilleros suelen ser programados a través del mismo dispositivo o por medio de una aplicación de celular siendo necesario encontrarse cerca del pastillero.



Ilustración 1.1: Pastillero con alarma

Otro de los sistemas que se encuentra en el mercado internacional se trata de un pastillero que dispone de seis compartimentos de colores distintos para almacenar medicamentos y en conjunto a una aplicación de celular permite programar los horarios de ingesta y controlar el contenido del mismo. Sin embargo, dispone de algunas limitaciones:

- Deja toda la gestión de horarios, stock y alarmas para la aplicación requiriendo para su uso que la persona cuente con un smartphone.
- El usuario debe conocer las pastillas que debe tomar en cada momento concreto, o bien, debe consultarlas en la aplicación.
- El stock por cada compartimento es muy pequeño y se deberá recargar semanalmente.



Ilustración 1.2: Pastillero “Pill Buddy”

Existe en el mercado internacional una pulsera que da recordatorio en los horarios de ingestión de medicación diarios y que funciona en conjunto con una aplicación de celular gratuita. En ella, se puede configurar las alarmas que avisarán a qué hora tomar y cuanta dosis de medicamentos específicos. La app asociará cada código de color con cada medicina para que sea más fácil distinguirlas. Una vez asociado cada medicamento con un color y de configurar las alarmas, el paciente deberá usar la pulsera en el transcurso del día. Así, cuando llegue la hora de tomar una pastilla, la pulsera notificará al paciente. Incluso el usuario tendrá la posibilidad de presionar el botón del brazalete y confirmar que se lo ha tomado. Sin embargo, dado que la pulsera se conecta vía bluetooth al smartphone, no se podrán realizar cambios en la programación remotamente. A su vez, tampoco cuenta con un pastillero que indique a qué medicación corresponde cada color.



Ilustración 1.3: Pulsera de Adherencia a Medicamentos IvyHealth

Respecto a recibir alerta en caso de una situación de emergencia, existen actualmente en el mercado argentino servicios para emergencias en el hogar que le permite a quienes viven o pasan tiempo solos en su hogar, solicitar ayuda en caso de emergencia. Presionando el botón de la pulsera llama a la central de asistencia de forma inalámbrica, un teleasistente verifica la situación de emergencia (la unidad base que permite comunicación de “manos libres”) y se encarga de dar aviso a los familiares y a los servicios de urgencia.



Ilustración 1.4: Teleasistencia domiciliaria

## 1.2. Contexto del proyecto

En la sociedad moderna es común que los integrantes de una familia vivan en distintos lugares, casas, ciudades o países. Es por eso que el control de las personas mayores suele entonces terminar a cargo de un tercero a cargo o ellas mismas, lo cual es una dificultad y preocupación adicional para la persona mayor o el cuidador. Esta preocupación adicional entonces puede provocar por un lado incrementar el riesgo de la ocurrencia de un error y, por el otro disminuir la atención a otras responsabilidades que la persona mayor o el cuidador deben realizar.

No es la primera o la última vez que se propone automatizar una tarea recurrente de la vida cotidiana. Existen precedentes de proyectos similares en distintos lugares del mundo puesto que la necesidad está y la tecnología necesaria está vigente hace varios años. Observamos dos cuellos de botella que se consideran clave para el proyecto, el costo del dispositivo por un lado y la experiencia de usuario por el otro. Realizar un balance correcto de ambos factores será el factor clave.

Adicionalmente será necesario conseguir la confianza de los usuarios, puesto que, al ser una tarea realmente crítica no existe margen para un sistema que no pueda ser comprendido por los clientes. Es muy necesario entender la finalidad de nuestro proyecto como una simplificación de una tarea rutinaria que consume tiempo, y no como un producto crítico para la vida de las personas. De este modo se podrá maximizar la posibilidad de que el usuario, el cual muchas veces es una persona mayor que suele percibirse no confiable o estigmatizada, pueda tener una buena recepción del producto.

Por último, se entiende que la situación actual de pandemia COVID-19 la cual, por un lado incrementa la necesidad de un monitoreo efectivo, dado el mayor lugar que los control a distancia tienen, pero por el otro, dificulta la obtención de componentes y los aspectos ejecutivos del proyecto.

## 2. Objetivos

### 2.1. Finalidad del Proyecto

Este proyecto brindará una solución a las personas adultas mayores que viven solas en sus hogares y deban tomar diariamente un gran número de medicamentos distintos en diferentes horarios del día.

La pulsera que se desarrollará les dará no solo la seguridad de que en cada horario de ingesta se les activará un recordatorio si no que también les dará la seguridad de que ante una situación de emergencia tienen forma de alertar a sus familiares o cuidadores para que vayan en auxilio de ellos.

De esta forma, con nuestro proyecto lograremos:

- Disminuir la probabilidad de una equivocación por parte de los adultos mayores en la toma de medicaciones.
- Simplificar las actualizaciones y los cambios de rutina cuando la medicación sea alterada ya que la persona a cargo podrá realizar cambios remotamente desde la aplicación sin que el adulto mayor tenga que realizar ninguna tarea.
- Reducir el riesgo de que un adulto mayor, al tener un accidente, quede incomunicado mediante el botón de emergencia. De esta manera, le brindaremos seguridad, protección y tranquilidad tanto a ellos como a sus familiares.

### 2.2. Planteamiento del Problema a Resolver

Hay dos factores claves que determinan la efectividad del proyecto, los cuales son el costo y la experiencia de usuario. Dichos factores se entiende podrían formar una suerte de trade off como no.

La experiencia de usuario está influida por factores tales como la simplicidad de uso de la aplicación de celular como la duración de la batería, como también la facilidad para entender qué pastillas se deben tomar. Para poder maximizar la experiencia de usuario se debe armar una pulsera que debe ser de características físicas similares y facilidad de uso similares a las de un reloj de mano, con la capacidad de conectarse a una red de wifi, y al mismo tiempo con una duración de la batería lo más larga posible. Adicionalmente se debe desarrollar una aplicación de celular que pueda conectarse con la pulsera y permitir una correcta administración.

Se entiende que el factor clave para el éxito del proyecto consistiría en que la solución, que consiste de varios módulos con dependencias, sea su conjunto sea lo más simple y fácil de utilizar, minimizando la posibilidad de generar alguna complicación en el usuario (caso contrario se estaría generando un problema adicional).

### 2.3. Alcance

El proyecto consistirá en el armado de un prototipo de pulsera electrónica con conexión a internet con una duración maximizada de la batería y en el desarrollo de una aplicación de celular moderna para dispositivos Android y IOS.

El pastillero será parte del desarrollo pero no tendrá nada de electrónica en su funcionamiento, solo contará con compartimentos de distintos colores para almacenar las medicaciones que fueron asociadas con un color en la aplicación. El mismo será desarrollado siguiendo un enfoque modular con el objetivo de que a futuro se puedan incorporar sencillamente tantos compartimentos como medicamentos se necesiten.

La indicación de pastillas que fueron ya tomadas será mediante un botón en la pulsera, es decir, no habrá ningún sistema que automáticamente detecte las pastillas tomadas.

Si bien el producto final de pulsera será resistente al agua, nuestro prototipo no contará con dicha característica.

Adicionalmente se agrega que el proyecto está planteado para que la aplicación pueda ser utilizada por múltiples usuarios en distintos celulares, pero siempre teniendo el control de una sola una pulsera a la vez. Esto se agrega puesto que a través de la encuesta que realizamos notamos que en muchos casos no suele ser una única persona la que está a cargo de la persona adulta mayor.

### 3. Definición de Producto

#### 3.1. Requerimientos de Cliente

##### 3.1.1. Relevamiento de Datos

Para obtener los requerimientos de los potenciales clientes del producto a desarrollar se llevó a cabo una encuesta. A continuación, se muestra un esquema general de la misma y también se adjunta en el anexo un análisis en el que se presentan todas las preguntas, sus justificaciones y relevancia junto con imágenes de los resultados (Ver Anexo - Encuesta).

Se obtuvieron 350 respuestas a la encuesta (Ver en ANEXO). De estas, 34.6% (121) fueron potenciales clientes de los módulos de pulsera y pastillero. Las distribuciones de edades en ambos casos fueron cercanos a lo esperado con los clientes de la pulsera y pastillero llegando a una media dentro del rango de 55-60 años y los de la aplicación de 40-60 años. Se notó que la media de las edades de la persona asistida reportado por los clientes de la aplicación es más cercana a 75-85, sin embargo, se considera por la varianza encontrada en los datos de la edad de los clientes de la pulsera y pastillero que los datos se mantuvieron suficientemente representativos. Se concluye que los datos obtenidos representan requerimientos reales de los clientes del producto. Dado que el 98.3% (344) de las respuestas demostraron interés por el producto, se considera que el mismo se encuentra bien planteado como solución a un problema que no se encuentra resuelto. Esto último se representa también en el 98% de los potenciales clientes de la pulsera y pastillero que reportaron no tener un producto que satisfaga como solución al problema. La cantidad de personas que no entendieron el producto es negligible.

El 94.3% de las respuestas obtenidas provienen de habitantes de provincia de Buenos Aires y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, donde se centrará el target del mercado, dado que no hubo suficiente representación de otras partes del país. A su vez, esto implica que los intereses de los clientes son homogéneos desde un punto de vista de segmentación geográfica sin necesidad de entrar en detalle de la precedencia geográfica específica de las respuestas en el resto de la encuesta. El nivel socioeconómico más representado es el de C+ (clase media alta) de la zona del conurbano y Ciudad Autónoma.

A partir de los resultados de las secciones relacionadas con la pulsera y el pastillero para potenciales clientes se obtuvieron los siguientes datos relacionados con los requerimientos del producto:

- Para los módulos de pulsera y pastillero se concluye que los clientes requieren de los tres métodos, vibración, sonido y luz, para notificar el horario de ingesta de medicamentos adecuadamente. Siendo el sonido el que conlleva menos peso.
- Apuntar a que la duración de la carga de batería sea mayor a una semana satisface al 79.5% de los clientes, mayor a 3 días satisface al 56.4% y mayor a 1 día satisface al 48.7%. Dada la diferencia considerable en lograr una duración de batería una semana y lograr dos días extra solo satisface un 7.7% más de los clientes se apuntará el producto al 48.7% que admite duración de la batería 1 día completo.
- El 92.3% de los potenciales clientes consideran al botón de emergencia como un requerimiento.
- El 89.8% de los clientes toma menos de 6 medicamentos al día, se podrá utilizar este límite como criterio para los requerimientos. Esto fue confirmado a su vez por el 73% de los encuestados que asisten a un potencial cliente de la pulsera y pastillero.
- 97.4% de los clientes toma menos de 5 medicamentos distintos, se podrá utilizar este límite como criterio para requerimientos. Esto fue confirmado a su vez por el 72.3% de los encuestados que asisten a un potencial cliente de la pulsera y pastillero.

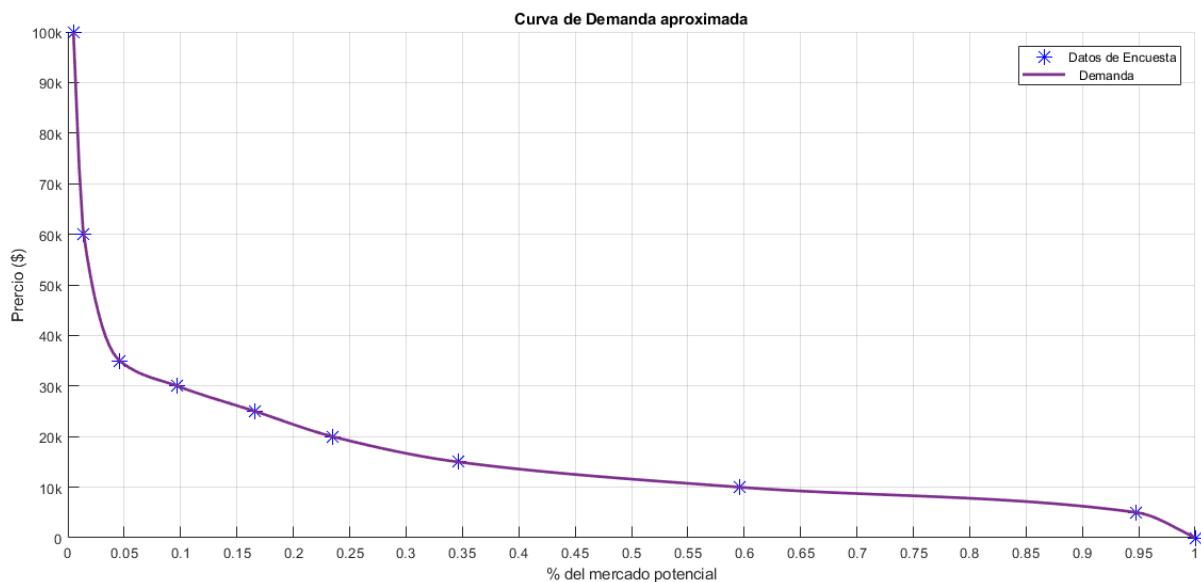
A partir de los resultados de las secciones relacionadas con la pulsera y el pastillero para potenciales clientes se obtuvieron los siguientes datos relacionados con los requerimientos del producto:

- El 92.4% de los potenciales clientes tienen confianza moderada o mayor de la persona asistida. Esto se considera en los límites de la interfaz del producto.
- El 50.5% de los clientes de la aplicación serían encargados de reponer los medicamentos.

- El 97.9% de los clientes consideran que el botón de emergencia para la persona asistida es un requerimiento.
- El 98.9% de los clientes considera ser notificado en caso de que no se haya ingerido el medicamento a tiempo como un requerimiento.
- El 80.7% de los clientes considera ser notificado en caso de que se haya ingerido el medicamento como un requerimiento.

Otros resultados que refieren a adiciones posibles a las funciones del producto como protección contra el agua (con carcasa de designación IP adecuada) o detección de caídas fueron descartados para acotar el alcance del producto dado que no forman parte de su objetivo principal, por ende no se relevan dichos datos pero sus gráficas de resultados se encuentran en el anexo.

A partir de los resultados de la sección relacionada al precio del producto para potenciales clientes se puede obtener la curva de demanda aproximada. Esta se obtiene representando la depreciación de la cantidad de clientes del mercado potencial (vista como % en este caso) respecto del precio de venta.



Algunas conclusiones relevantes que se obtienen de este análisis son los límites del precio del producto final dada la porción del mercado potencial a la que se desea acceder. Entre ellas para alcanzar un 5% del mercado el precio no debe superar \$35.000, aumentando a 10% en \$30.000, ambos valores posibles para un primer lanzamiento del producto. Otro valor de interés se encuentra en el rango de \$10.000 donde se alcanza más del 50% del mercado.

Un análisis más profundo de estos datos se encuentra en la sección de Factibilidad Económica, donde se expliquen las decisiones a partir de los datos obtenidos.

### 3.1.2. Requerimientos finales para trazabilidad

ID	Descripción	Origen
REQ-01	El producto deberá estar formado por una pulsera electrónica, un pastillero y una aplicación de celular.	Táctico
REQ-02	La pulsera deberá poder comunicarse a través de internet con la aplicación de celular.	Táctico
REQ-03	La pulsera deberá poder avisar el horario de consumo del medicamento con sonido.	Encuesta
REQ-04	La pulsera deberá poder indicar con luz de color el/los medicamento/s que se debe/n tomar en el horario indicado.	Encuesta
REQ-05	La pulsera deberá contar con un botón de emergencia.	Encuesta
REQ-06	El pastillero deberá tener un compartimento por cada medicamento. Cada compartimento debe tener un color que lo diferencie del resto.	Encuesta
REQ-07	El pastillero debe almacenar como mínimo 6 medicamentos distintos.	Encuesta
REQ-08	La aplicación deberá asociar un color distinto a cada medicamento.	Táctico
REQ-09	La aplicación deberá configurar el horario de ingesta de cada medicamento para que suene su la alarma en la pulsera.	Táctico
REQ-10	La aplicación deberá alamar al usuario en caso de que la persona que tiene la pulsera presione el botón de emergencia.	Encuesta
REQ-11	El producto deberá poder operarse en todas las condiciones normales de temperatura y humedad que se pueden encontrar en el territorio argentino.	Táctico - Factibilidad económica
REQ-12	La pulsera deberá ser portable.	Táctico
REQ-13	El pastillero deberá ser portable.	Táctico
REQ-14	La batería de la pulsera deberá durar por lo menos un día.	Encuesta
REQ-15	El usuario de la pulsera deberá poder detener la alarma.	Táctico
REQ-16	El producto debe cumplir la norma IRAM 4486-3: seguridad eléctrica	Ley argentina
REQ-17	El producto debe cumplir la norma IRAM 2491: compatibilidad electromagnética.	Ley argentina
REQ-18	La pulsera deberá poder alamar el horario de toma de medicamentos con una vibración.	Encuesta

Tabla 3.1 Requerimientos

### 3.2. Diagrama Funcional de Interfaces

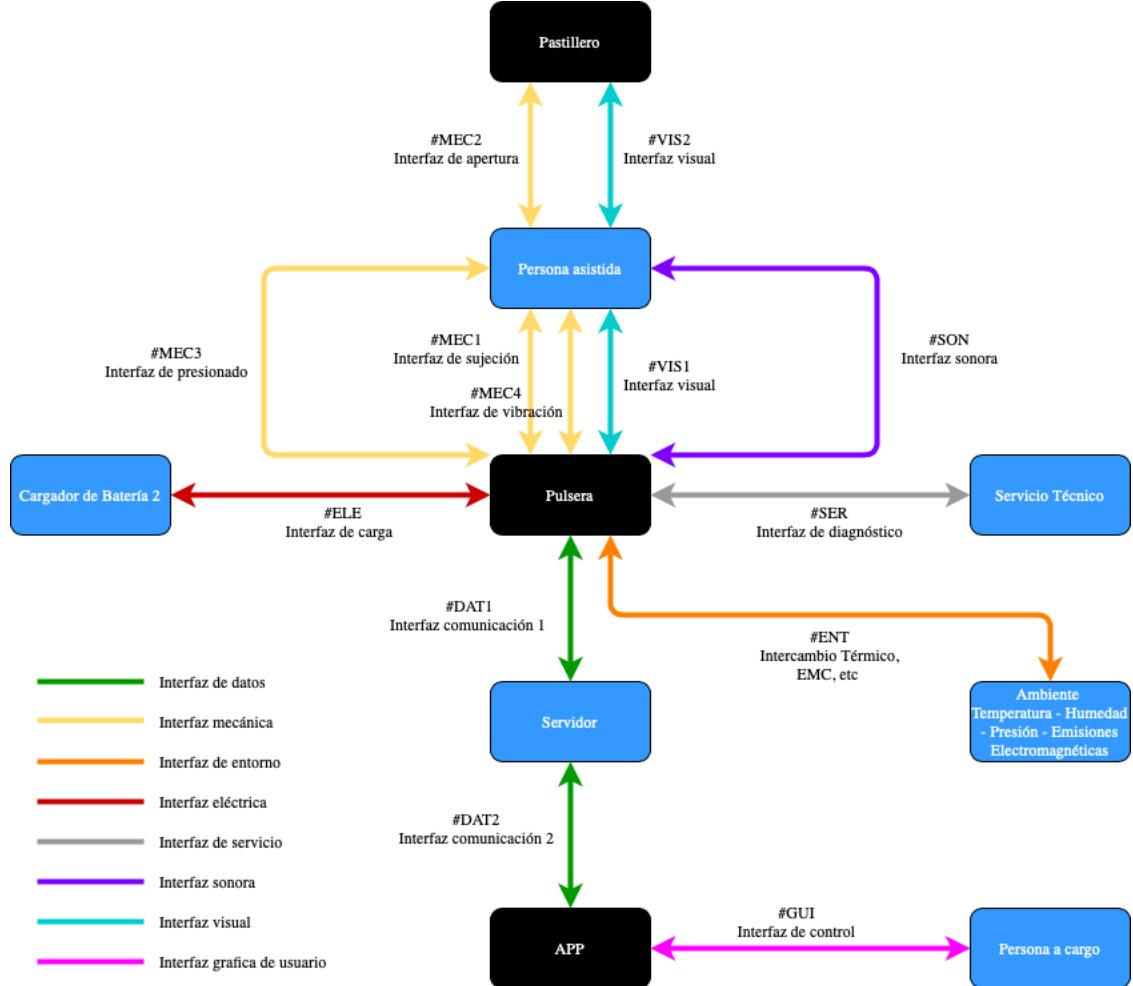


Figura 3.1: Diagrama Funcional de Interfaces

### 3.3. Especificaciones de Diseño.

#### 3.3.1. Especificaciones Funcionales

Leyenda para Especificaciones	
Aplicabilidad	Validación
<b>P:</b> Prototipo	<b>I:</b> Inspección Visual
<b>F:</b> Producto Final	<b>D:</b> Documentación de Diseño <b>S:</b> Simulación <b>T:</b> Test

Tabla 3.2 Leyenda de uso en especificaciones

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-FUN-01	El producto deberá estar formado por una pulsera electrónica, un pastillero y una aplicación de celular para monitorear la pulsera.	REQ-01	P,F I,D
INT-FUN-02	La pulsera deberá alarma con sonido a la persona cuando debe tomar medicación.	REQ-03	P,F T

INT-FUN-03	La pulsera deberá encender luz del color de la medicación que se debe tomar en el horario correspondiente.	REQ-04	P,F T
INT-FUN-04	La pulsera deberá contar con un botón de emergencia y cuando el mismo se presione se deberá comunicárselo a la aplicación de celular.	REQ-05	P,F T
INT-FUN-05	La aplicación deberá poder configurar las alarmas de la pulsera.	REQ-08 REQ-09	P,F T
INT-FUN-06	La aplicación deberá poder informarle a su usuario en caso de que quien usa la pulsera haya presionado el botón de emergencia.	REQ-10	P,F T
INF-FUN-07	El pastillero deberá contar con compartimentos de distintos colores. Cada compartimento tendrá una medicación distinta. El color indicado con luz en la pulsera corresponderá al compartimento del pastillero que contiene lo que se debe tomar en ese horario.	REQ-04 REQ-06 REQ-08	P,F I
INF-FUN-08	La pulsera deberá alarma con vibración a la persona cuando debe tomar medicación.	REQ-18	P,F D,T

Tabla 3.3 Especificaciones Funcionales

### 3.3.2.Especificaciones de Interfaz

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-DAT-01	La pulsera y la aplicación deben ser clientes del protocolo de comunicación MQTT que tiene un servidor.	REQ-02	P,F D,T
INT-DAT-02	La aplicación deberá reportar de forma inmediata en caso de que el usuario de la pulsera presione el botón de emergencia.	REQ-02 REQ-05 REQ-10	P,F T
INT-DAT-03	La aplicación deberá poder comunicarle a la pulsera cambios en la configuración del horario correspondiente a cada medicación.	REQ-09	P,F T
INT-DAT-04	La aplicación deberá poder comunicarle a la pulsera cambios en la configuración de la alarma correspondiente a cada medicación.	REQ-08	P,F D,T

Tabla 3.4 Especificaciones de Interfaz DAT

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-MEC1-01	La pulsera deberá poder sujetarse correctamente a la muñeca de la persona. Su enganche debe ser de forma tal que la pulsera no se caiga.	REQ-12	P,F I
INT-MEC1-02	El tamaño de la pulsera deberá poder adaptarse a los distintos tamaños de muñecas de adultos.	REQ-12	P,F T

Tabla 3.5 Especificaciones de Interfaz MEC1

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-MEC2-01	El pastillero deberá tener al menos 6 compartimentos y cada uno de estos debe tener una tapa que pueda ser abierta y cerrada fácilmente por el usuario y que al cerrarse quede bien cerrada para que no se caiga su contenido.	REQ-07	P,F I,T

Tabla 3.6 Especificaciones de Interfaz MEC2

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-MEC3-01	La pulsera deberá tener un botón de emergencia que esté ubicado en un lugar cómodo para presionar pero que no pueda ser pulsado involuntariamente.	REQ-05	P,F I,T

Tabla 3.7 Especificaciones de Interfaz MEC3

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-MEC4-01	La pulsera deberá vibrar en los horarios en los que se deba tomar la medicación.	REQ-18	P,F I,T

Tabla 3.8 Especificaciones de Interfaz MEC4

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-VIS1-01	La pulsera deberá tener al menos tres leds RGB distintos para poder indicar al menos tres medicaciones diferentes en un mismo horario.	REQ-04	P,F I,T

Tabla 3.9 Especificaciones de Interfaz Visual VIS1

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-VIS2-01	Cada compartimento del pastillero deberá tener un color diferente y distingible del resto.	REQ-06	P,F I

Tabla 3.10 Especificaciones de Interfaz Visual VIS2

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-SON-01	La pulsera deberá emitir sonido en los horarios en los que se deba tomar medicación.	REQ-03	P,F T

Tabla 3.11 Especificaciones de Interfaz Sonora SON

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-ELE-01	La batería de la pulsera deberá poder cargarse con un cargador promedio. (TBD)	REQ-14	P,F D,T

Tabla 3.12 Especificaciones de Interfaz Eléctrica ELE

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-ENT-01	El calor disipado por la pulsera deberá ser tal que la temperatura en la carcasa sea menor a 10°C por encima de la temperatura ambiente con un máximo de 40°C, tal que no sea dañino a la piel del usuario.	REQ-12	P,F D,T

Tabla 3.13 Especificaciones de Interfaz de Entorno ENT

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
INT-GUI-01	Los usuarios de la aplicación de celular podrán programar los distintos horarios y días de ingestión de medicamentos.	REQ-09	P,F I, T
INT-GUI-02	Los usuarios de la aplicación podrán asociar cada medicamento a un color. Por lo menos debe permitir hasta 6 medicamentos distintos.	REQ-07 REQ-08	P,F I, T
INT-GUI-03	La aplicación deberá alertar en caso de que se presione el botón de emergencia en la pulsera.	REQ-10	P,F I, T

Tabla 3.14 Especificaciones de Interfaz Gráfica de Usuario GUI

### 3.3.3. Especificaciones de Performance

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
PER-01	La batería de la pulsera deberá durar por lo menos 24 horas.	REQ-14	P,F T
PER-02	La alarma sonora de la pulsera deberá utilizar sonidos de cualquier complejidad espectral con armónicos contenidos en la banda audible específicamente entre 250-1000Hz [x(reference TBD)] con potencia de salida entre 30-70dB.	REQ-03	P,F D,T
PER-03	La luz emitida por los LED RGB de la pulsera deberá ser mayor a 0,1 lux.	REQ-04	P,F I,D,T
PER-04	Los colores de los compartimientos para cada medicamento en el pastillero serán: Rojo, Verde, Azul, Blanco, Naranja y Violeta.	REQ-04 REQ-06 REQ-08	P,F I
PER-05	La vibración de la pulsera debe limitarse en el rango de frecuencias xx-xx(TBD)Hz con amplitudes comprendidas entre xx-xx(TBD)N.	REQ-17	P,F D,T

Tabla 3.15 Especificaciones de Performance

### 3.3.4. Especificaciones de Implementación

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-OPE-01	La pulsera y el pastillero deberán poder operar normalmente cuando la temperatura ambiente sea $-10^{\circ}\text{C} < T_{\text{AMB}} < 70^{\circ}\text{C}$	REQ-11	F D, T
IMP-OPE-02	El pulsera y el pastillero deberán poder operar normalmente cuando la humedad sea: $0\% < \text{RH} < 100\%$	REQ-11	F D, T
IMP-OPE-03	La pulsera y el pastillero deberán poder operar normalmente cuando la presión atmosférica sea: $60 \text{ kPa} < P_{\text{ATM}} < 105 \text{ kPa}$ Referencia: [ <a href="https://www.engineeringtoolbox.com/air-altitude-pressure-d_462.html">https://www.engineeringtoolbox.com/air-altitude-pressure-d_462.html</a> ]	REQ-11	F D, T
IMP-OPE-04	El producto deberá cumplir con la norma IPXX(TBD)	REQ-15	P, F D, T

Tabla 3.16 Implementaciones de Operación

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-AYT-01	El pulsera y el pastillero no deberán sufrir daños cuando, estando desenergizado, la temperatura ambiente sea $-30^{\circ}\text{C} < T_{\text{AMB}} < 80^{\circ}\text{C}$	REQ-11	F D, T
IMP-AYT-02	El pulsera y el pastillero no deberán sufrir daños cuando, estando desenergizado, la humedad sea $0\% < \text{RH} < 100\%$	REQ-11	F D, T
IMP-AYT-03	El pulsera y el pastillero no deberán sufrir daños cuando, estando desenergizado, la presión atmosférica sea $60 \text{ kPa} < P_{\text{ATM}} < 105 \text{ kPa}$	REQ-11	F D, T

Tabla 3.17 Especificaciones de Almacenamiento y Transporte

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-EMC-01	La pulsera deberá poder operar normalmente con inmunidad al ruido electromagnético de acuerdo a la norma IEC 61000-4 / IRAM 2491-4.	REQ-17	F T

Tabla 3.18 Especificaciones de Compatibilidad Electromagnética

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-DIM-01	La pulsera deberá pesar menos que 250g.	REQ-12	P,F I,D,T
IMP-DIM-03	La pulsera deberá tener un tamaño limitado por las siguientes dimensiones:  Largo (incluyendo ajuste) < 25cm Ancho < 10cm Alto < 3cm	REQ-12	P,F I,D,T
IMP-DIM-04	El pastillero deberá pesar menos que 1Kg.	REQ-13	P,F I,D,T
IMP-DIM-05	El pastillero deberá tener un tamaño limitado por las siguientes dimensiones:  Largo < 50cm Ancho < 50cm Alto < 5cm	REQ-13	P,F I,D,T

Tabla 3.19 Especificaciones Dimensionales y de Peso

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-COS-01	El precio de venta del producto deberá ser inferior a U\$SXX(TBC) (Capital Expenditure -CAPEX)	TBC (Fact Ec)	F D
IMP-COS-02	El costo de las partes que conforman el prototipo no deberá ser superior a U\$SXX(TBC)	TBC (Fact Ec)	F D
IMP-COS-03	El costo total de propiedad (Total Cost of Ownership - TCO) del equipo deberá ser inferior a U\$SXX(TBC).	TBC (Fact Ec)	F D
IMP-COS-04	El costo de operación del producto (Operating Expense -OPEX) anual deberá ser inferior a U\$SXX(TBC)	TBC (Fact Ec)	F D

Tabla 3.20 Especificaciones de Costos

### 3.3.5.Especificaciones de Servicio (RAMS)

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-CON-01	El producto deberá tener un MTBF no menor a XX(TBD) años.	TBD	F D, T
RAM-CON-02	El producto deberá tener una vida útil no menor a X(TBD) años.	TBD	F D, T

Tabla 3.21 Especificaciones de Confiabilidad

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-DIS-01	TBD	TBD	TBD

Tabla 3.22 Especificaciones de Disponibilidad

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-MAN-01	Deberá haber una indicación visual clara cuando la pulsera está energizada.	REQ-14	P, F I
RAM-MAN-02	El software de la aplicación deberá ser accesible para técnicos calificados para realizar actualizaciones del mismo.	REQ-08 REQ-09 REQ-10	F D
RAM-MAN-03	No deberá ser posible para el usuario acceder al back-end del software de la aplicación, ni al firmware de la pulsera.	REQ-02 REQ-03 REQ-04 REQ-05 REQ-10	F T
RAM-MAN-04	El producto deberá contener la siguiente documentación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de Usuario</li> <li>• Esquemáticos de circuitos</li> <li>• Esquemáticos de placas</li> <li>• Manual de Mantenimiento y Servicio</li> </ul>	REQ-01	P, F I, D

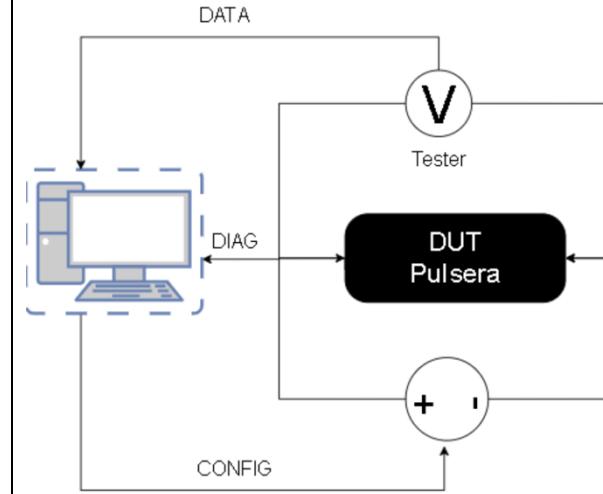
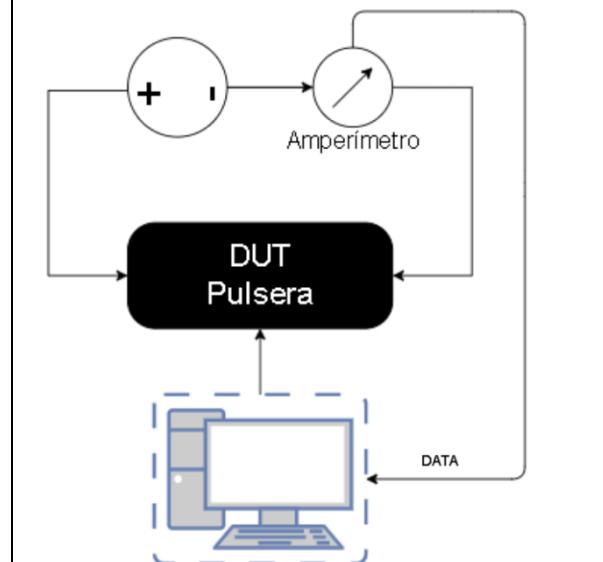
Tabla 3.23 Especificaciones de Mantenibilidad

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-SEG-01	La máxima temperatura que podrá tener la carcasa de la pulsera será de 40°C, o 10°C por encima de la temperatura ambiente, la que sea menor.	REQ-12	P, F D, S, T
RAM-SEG-02	La puesta a tierra de cada parte de la pulsera deberá ser tal que no puedan aparecer Corrientes de superficie en partes metálicas que lleven a descargas en un cuerpo humano de más de 25 mA.	REQ-12	P, F D, T
RAM-SEG-03	El contorno de la pulsera y el pastillero no deberán tener bordes filosos.	REQ-12 REQ-13	P, F I, T
RAM-SEG-04	La pulsera no debe operar con tensiones mayores a 24 V.	REQ-12	P, F D, T
RAM-SEG-05	El circuito interno de la pulsera no debe tener contacto eléctrico con la carcasa.	REQ-12	P, F D, T

Tabla 3.24 Especificaciones de Seguridad

## 4. Plan de Validación

### 4.1. Diseño de Bancos de Pruebas

Número de banco de prueba	Detalle
1.a	<p>La pulsera deberá contar con terminales removibles para que se pueda conectar una fuente de alimentación regulable. Debe ser posible documentar los datos de la fuente con una precisión de al menos <b>TBDmV</b>.</p> 
1.b	<p>Con la pulsera dispuesta como en el banco de prueba 1.a, se deben conectar los terminales de una fuente de alimentación de <b>TBDV ± TBDV</b> que pueda proveer al menos <b>TBDmA</b>. Luego, para medir la corriente a la salida, se debe utilizar un multímetro que permita medir corrientes con una precisión de <b>TBDmA</b>.</p> 

1.c	<p>En caso de que la corriente sea medida por medio de una resistencia de shunt, con la pulsera dispuesta como en el banco de prueba 1.a, se debe poder medir y documentar la corriente de salida con una precisión de al menos <b>TBDmA</b>. La resistencia no debe superar el valor de <b>TBDΩ</b> y se debe conocer su valor con exactitud en al menos <b>TBD</b> dígitos.</p>
1.d	<p>Similar al banco de pruebas 1.a pero la alimentación no debe ser configurable si no que se debe utilizar una batería de características similares a la utilizada para la pulsera [Ver <b>TBD</b>]. Se debe utilizar un dispositivo de medición de tensión que pueda documentar continuamente la tensión entre los terminales de la batería durante un tiempo de la prueba de como mínimo <b>TBD</b> horas.</p>
2	Sobre el prototipo (ensamblado para su funcionamiento normal) para las pruebas que lo

	requieran, se debe verificar que la batería esté completamente cargada.
--	---

Tabla 4.1

#### 4.2. Especificaciones de Tests

Aspecto	ID del Test
Duración de la batería	T-PER-01
Funcionalidad de la pulsera	T-OP-01
Funcionalidad de la aplicación	T-OP-02
Comunicación	T-INT-01
Interfaz Visual	T-INT-02
Interfaz Eléctrica	T-INT-03
Interfaz de Entorno	T-INT-04
Interfaz Mecanica	T-INT-05
Interfaz gráfica	T-INT-06
Rango audible	T-PER-02
Luz emitida	T-PER-03
Vibración	T-PER-04
Funcionamiento en el rango de temperatura	T-OP-03
Funcionamiento en el rango de humedad	T-OP-04
Funcionamiento en el rango de presión	T-OP-05
Resistente a temperatura	T-AYT-01
Resistente a la humedad	T-AYT-02
Resistente a la presión	T-AYT-03
Inmunidad Al ruido electromagnético	T-EMC-03
Peso	T-DIM-01
Dimensiones	T-DIM-02
Tamaño	T-MEC-01
Confiabilidad	T-CON-01
Disponibilidad	T-DIS-01

Mantenibilidad	T-MAN-01
Límite de corriente	T-SEG-01
Límite de temperatura	T-SEG-02
Límite de tensión	T-SEG-03
Bordes	T-SEG-04

Tabla 4.2

ID Aplicabilidad	Procedimiento	Criterio
Completar		

T-PERF02		
----------	--	--

Tabla 4.3

#### 4.3. Diseño y Especificaciones de Simulaciones

TBD

#### 4.4. Matriz de Trazabilidad de Validación

Origen	REQ ID <i>Descripción corta</i>	ESP ID	TEST ID o Sección
Encuesta	REQ-14 <i>Batería</i>	INT-ELE-01	Completar
Ley xxx(TBD)	REQ-15	IMP-OPE-04	
	REQ-16 <i>Normas</i>	IMP-EMC-01	
Táctico	REQ-01 <i>Características de la pulsera</i>	INT-FUN-01	
Táctico	REQ-10 Características de la pulsera	INT-FUN-06	
Táctico	REQ-12 <i>Características de la pulsera</i>	INT-MEC1-01	
Táctico	REQ-17 <i>Características de la pulsera</i>	INT-FUN-08	
Táctico	REQ-02 <i>Conexión de la pulsera</i>	IMP-DAT-02	
Encuesta	REQ-03 Funcionalidad de la aplicación	INT-FUN-02 INT-SON-01 PER-SON-02	
Encuesta	REQ-04 Funcionalidad de la aplicación	INT-FUN-03 INT-FUN-07 INT-VIS1-01 PER-VIS1-03 PER-VIS2-04 RAM-MAN-03	

Encuesta	REQ-05 Funcionalidad de la aplicación	INT-FUN-04 INT-DAT-02 INT-MEC3-01 RAM-DIS-01 RAM-MAN-03	
Encuesta	REQ-08 REQ-09 Funcionalidad de la aplicación	INT-FUN-05 INT-DAT-03 INT-DAT-04 INT-GUI-01 INT-GUI-02	
Encuesta	REQ-06 REQ-07 Forma de la pulsera	PER-VIS2-04 INT-FUN-07 INT-VIS2-01 INT2-MEC2-01 INT-MEC2-01 INT-GUI-02 PER-VIS2-04	
Tácito – Factibilidad económica	REQ-11 Tolerancia al ambiente externo	INT-OPE-03 IMP-AYT-01 IMP-AYT-02 IMP-AYT-03	

Tabla 4.4

#### 4.5. Plan de Verificación y Validación

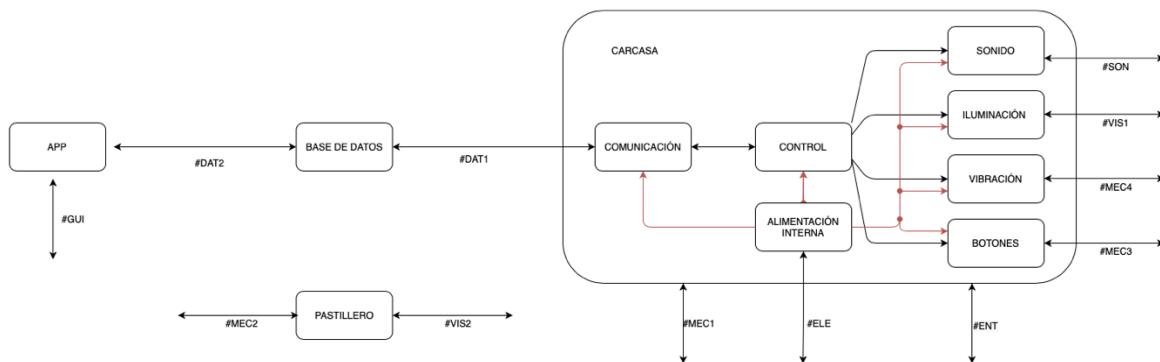
**TBD**

**----- FIN HITO 1 -----**

## 5. Análisis de Factibilidad

### 5.1. Factibilidad tecnológica

#### 5.1.1. Esquema modular



Como se presenta en el esquema anterior, se tienen los siguientes módulos:

- Comunicación
- Control
- Sonido
- Iluminación
- Vibración
- Botones
- Alimentación interna
- Base de datos
- App
- Pastillero

A continuación se presentan distintas alternativas de diseño y las elegidas para la implementación del prototipo.

#### 5.1.2. Implementación de módulo “Iluminación”

La función de este módulo es indicar al usuario visualmente a la hora de tomar una medicación por medio de colores distinguibles y definidos que medicamentos debe tomar.

##### 5.1.2.1. Alternativas de diseño

Dada la portabilidad de la pulsera que lleva la iluminación, la misma deberá tener un bajo consumo y tamaño reducido. De esta manera se reducen las alternativas de diseño de iluminación a distintas tecnologías LED, cuyo desarrollo ha llevado a ofrecer opciones de bajo consumo con mejores relaciones de intensidad lumínica y consumo eléctrico manteniendo un tamaño reducido como indicadores en aparatos portables.

Las opciones buscadas deben cumplir con las especificaciones IMP-DIM-02, INT-VIS1-01 y ajustarse a PER-VIS2-04 por lo que se debe descartar el uso de LEDs monocromáticos dado que para cumplir INT-VIS1-01 considerando PER-VIS2-04 asegurar que las dimensiones se ajusten a IMP-DIM-02 considerando que el mismo espacio lo ocuparan también las soluciones de otros módulos agregaría una complejidad innecesaria y muy posiblemente sea inviable. Por lo que se limitan las alternativas a opciones

dentro del ámbito de LEDs RGB. No se consideran las alternativas de LEDs RGBW o RGBA dado que estas son más costosas que LEDs RGB con características similares y estos últimos proveen la gama de colores necesaria para ajustarse a PER-VIS2-04 y cumplir con INT-VIS1-01.

Los LEDs de dimensiones pequeñas usualmente tienen un peso despreciable frente a la magnitud especificada en IMP-DIM-01 y dado que cada pulsera solo llevará 3 de estos por la especificación INT-VIS1-01 el mismo se mantendrá despreciable. Considerando a su vez que la especificación de peso en componentes LEDs usualmente no se encuentra en una datasheet, no se considera esta dimensión en la matriz de decisión.

Otro aspecto a considerar es la intensidad lumínica mínima que deben ofrecer los LEDs RGB. Dado que se utiliza cada color puro por separado además de sus combinaciones, se busca que cada uno de ellos cumpla con la especificación PER-VIS1-03. La misma se basa en la relación de densidad lumínica y definición de color o CRI (Color Rendering Index), donde con 0.1 lux de flujo luminoso se obtendrá aproximadamente un CRI de 70%. Utilizando 0.1 lux como mínimo y siendo que los LEDs usualmente especifican su intensidad lumínica en candelas o milicandelas, se utiliza una distancia aproximada de 91.44cm máxima, obtenida por medio de las proporciones promedio del cuerpo humano y los promedios de altura en Argentina, para obtener el valor mínimo de 83.61mcd de intensidad lumínica de los LEDs RGB para que estos sean considerados como alternativa. La ecuación utilizada fue:

$$I_v(cd) = E_v(lx) \times (d(m))^2$$

Donde  $I_v$  es la intensidad luminosa lineal del LED,  $E_v$  el flujo luminoso mínimo y  $d$  la distancia promedio entre la muñeca y los ojos de un ser humano adulto en Argentina. Los LEDs RGB considerados deben superar un mínimo de 83.61 milicandelas de intensidad luminosa.

Los LEDs serán alimentados por el módulo de Alimentación interna y controlados por el módulo de Control, por lo que deben ser compatibles con estos. Se buscan LEDs cuya alimentación no supere los 5V y cuyo pin-out no sobrepase la cantidad de líneas de GPIO del controlador. A su vez dado que los componentes SMD suelen tener dimensiones reducidas se tendrá a limitar las opciones hacia esta característica, salvo aquellos modelos DIP cuyas dimensiones sean comparables con las de un componente de montaje superficial.

Finalmente, como el producto final será de mercado masivo, se buscan alternativas con el menor costo posible por unidad o aquellos que tengan descuentos por lotes de gran volumen. Por culpa de la situación de público conocimiento en el año de producción de este documento, se distinguen también las alternativas de mercado local e internacional, dándole mayor peso a las opciones de mercado local.

Siguiendo todas las pautas dispuestas en esta sección, se destacan 4 alternativas de diseño disponibles en el mercado presentadas en el siguiente cuadro comparativo:

Aspectos Comparativos	SENYA LIGHT 5050 RGB	Demasled LH5RGB	Cree Inc. CLX6E-FKC-CH1M1D1BB7C3D3	Broadcom Limited ASMB-UTF2-0E20B
Costo (\$)	110 x 10 unidades	198 x 10 unidades	30	15
Consumo	60mA/0.24W	20mA/0.06W	50mA/0.133W	50mA/0.120W

<b>Alimentación</b>	R:2.1V   G:3.1V   B:3.1V	R:2.1V   G:3.1V   B:3.1V	R:2V   G:2.8V   B:3V	R:2V   G:3.1V   B:3.1V
<b>Tamaño(H,L,W)</b>	1.5x5x5mm	5x5x5mm	2.90x3.40x3.40mm	2.60x2.80x2.70mm
<b>Tipo de PinOut</b>	Ánodo Común SMD   2/RGB	Cátodo Común DIP   3 Anodos   1 Cátodo	Ánodo Común SMD   2/RGB	Ánodo Común SMD   2/RGB
<b>Intensidad Luminosa(mcd)</b>	R:250   G:880   B:180	R:4000   G:14000   B:6000	R:533   G:1055   B:248	R:690   G:1850   B:400
<b>Mercado Argentino</b>	Si	Si	No	No
<b>Imagenes</b>				

Tabla 5.1 Alternativas de diseño para iluminación.

#### 5.1.2.1. Elección de una solución

A partir del cuadro destacado en la sección de alternativas para este modulo se arma la siguiente matriz de decisión:

Factores de decisión		SENYA LIGHT 5050 RGB	Demasled LH5RGB	Cree Inc. CLX6E-FKC- CH1M1D1BB7C3D3	Broadcom Limited ASMB- UTF2- 0E20B
Criterio	Peso/Orden de Importancia				
<b>Costo por unidad</b>	<b>9</b>	4	2	1	3
<b>Consumo</b>	<b>8</b>	1	4	2	3
<b>Mercado Argentino</b>	<b>7</b>	1	1	0	0
<b>Costo en el prototipo</b>	<b>6</b>	4	3	2	1
<b>Altura</b>	<b>5</b>	4	1	2	3
<b>Área</b>	<b>4</b>	1	1	3	4
<b>Intensidad Luminosa</b>	<b>3</b>	1	4	2	3
<b>SMD</b>	<b>2</b>	1	0	1	1
<b>Cantidad de pines</b>	<b>1</b>	1	4	1	1
<b>Puntaje</b>		<b>105</b>	<b>100</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

Tabla 5.2 Matriz de desición para solución de iluminación.

Dada la disponibilidad de los LEDs de Senya light en el mercado argentino, su mínimo costo, su cumplimiento de los requerimientos mínimos, su mejor relación costo beneficio frente a los aspectos que mejoran las opciones más costosas, su menor tamaño respecto de la opción no SMD y el hecho de que ya

se encuentran en stock propio para el prototipo, se eligen los mismos como solución al diseño de la Iluminación.

### 5.1.3. Implementación de módulo “Botones”

La función de este módulo es proveer al usuario de un medio físico con el cual activar las funcionalidades de la señal de emergencia e indicación de la ingesta de medicamento.

#### 5.1.3.1. Alternativas de diseño

Los botones serán principalmente afectados por la portabilidad de la pulsera dado que afecta sus dimensiones máximas y considerando que se debe compartir espacio con otros módulos este es uno de los factores más limitantes. Otro factor que puede llegar a limitar a raíz de la portabilidad es el peso que deberá ser considerado en los casos en los que no sea despreciable. Las especificaciones a la que este módulo se ajusta son: IMP-DIM-01, IMP-DIM-02 y INT-MEC3-01; este último agrega la consideración del color del botón. Finalmente, como el producto final será de mercado masivo, se buscan alternativas con el menor costo posible por unidad o aquellos que tengan descuentos por lotes de gran volumen. Por culpa de la situación de público conocimiento en el año de producción de este documento, se distinguen también las alternativas de mercado local e internacional, dándole mayor peso a las opciones de mercado local.

Primero se considera la posibilidad de usar botones armados con switch normal abierto incluido, entre ellos pushbutton switches, que se conectan a la placa y sobresalen de la carcasa. El volumen principal de estas alternativas en el mercado probaron ser muy costosos y en su mayoría demasiado sobredimensionados para una pulsera portable. Solo se logra destacar una de las alternativas de esta índole. La ventaja radica en la obtención de una interfaz con el usuario ya probada para su uso.

Luego se consideró la posibilidad de utilizar pulsadores de menor tamaño del tipo utilizado en placas como Arduino, complementando estos con un recubrimiento de botón que sobresalga de la carcasa. Las alternativas de esta índole probaron ser más accesibles en materia de costo y dimensión, se destacan 2 posibles candidatos en este caso con el botón de goma a utilizar.

Por último se considera la posibilidad de utilizar los pulsadores integrados a la carcasa en vez de utilizando un elemento que debe luego ajustarse a esta. Se utilizaría una carcasa de goma o con diseño tal que una sección de goma quede ubicada sobre el pulsador con una indicación de que allí se encuentra el pulsador. En este caso el costo del recubrimiento del pulsador quedaría absorbido por el costo de la carcasa, por lo cual es difícil obtener el costo real para compararlo con otras opciones sin considerar el precio total de la carcasa en sí. Sin embargo, por la forma en la que se costean las matrices se sabe que el precio sería similar o menor al de utilizar un recubrimiento para el cual la carcasa debería ajustarse si se utiliza un pulsador on-board [\[https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/147288-Costeo-de-piezas-plasticas-moldeadas-por-inyeccion.html\]](https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/147288-Costeo-de-piezas-plasticas-moldeadas-por-inyeccion.html) TBD: mandar al anexo de fuentes. Considerado el costo, otras ventajas de esta opción provienen de que su tamaño puede adaptarse, y el color puede obtenerse del material de la matriz o pintarse como terminación al final de la misma.

Siguiendo todas las pautas dispuestas en esta sección, se destacan 4 alternativas de diseño disponibles en el mercado presentadas en el siguiente cuadro comparativo:

	Costo(\$)	Tamaño	Tipo de pines	Colores
<b>Botón Pulsador Normal Abierto Genérico</b> 	98	18x14x14mm	2 conector de switch	Rojo
<b>Boton Pulsador UNIBOT</b> 	25	5x6x6mm	4 pines, 2 en corto	-
<b>Boton Pulsador patagoniatec</b> 	103.81	9.5x6x6mm	4 pines, 2 en corto	-
<b>Tapón Botón De Interruptor HIPERCOM SRL</b> 	55 (por 5 unidades)	Ø22mm L=10mm	-	Varios

Tabla 5.3 Alternativas de diseño para botones

#### 5.1.3.2. Elección de una solución

Se opta por utilizar la alternativa del uso de un pulsador on-board utilizando la carcasa como cubierta de la misma. Comparado con todas las otras alternativas, esta conlleva el menor costo, tamaño y ajuste dado que el costo de la matriz de la carcasa es asumido sin importar la opción que se elija. La variación del costo de modificación de la matriz es despreciable frente al costo propio de la misma, y las modificaciones que incurrirían las otras opciones a la matriz de la carcasa conllevarían un costo similar sin incluir el costo propio de cada opción, pero con dimensiones definidas a la que la carcasa debería ajustarse y por ende introduciendo tolerancias de fitting que se pueden evadir al utilizar la carcasa como interfaz para el pulsador. Para exemplificar esto, parte del costo de una matriz radica en la cantidad de secciones contiguas que la herramienta de maquinado pueda recorrer sin necesidad de levantarse, en el caso de las primeras opciones siempre se utilizarían como mínimo dos secciones extra de tamaño variable para encajar el tapón o botón y eso conlleva un costo fijo y variable extra para la carcasa; por el contrario al utilizar la misma carcaza como superficie de pulsador, solo basta con diseñar una elevación para indicar donde se encuentra el pulsador, con lo cual se puede utilizar una sola sección de maquinado o incluso ninguna dependiendo de los materiales para la carcasa.

Luego queda la determinación del pulsador a utilizar. Por un lado, se ve claramente que la diferencia del costo es considerable, siendo el pulsador de patagoniatec cuatro veces más costoso que el pulsador UNIBOT. La ventaja del primero radica en la diferencia entre la distancia al board y la forma en la que se pulsa. Sin embargo, como se utiliza la carcasa como recubrimiento, se puede solucionar la diferencia de presión para activar el pulsador simplemente cambiando la elevación de la carcasa de goma respecto del pulsador. Si la elevación es mayor, requerirá una presión más profunda para lograr el pulsado,

haciendo menos probable una pulsación errónea, mientras que más cerca este la carcasa del pulsador más fácil será el pulsado. Por ende, se descarta la ventaja del pulsador más costoso y se elige la alternativa del pulsador UNIBOT.

### 5.1.4. Implementación de módulo “Vibración”

La función de este módulo es dar aviso al usuario a la hora de tomar una medicación por medio de una vibración en su muñeca.

#### 5.1.4.1. Alternativas de diseño

El módulo de vibración al igual que los módulos de botón e iluminación afectaran las dimensiones máximas de la pulsera. Por este motivo, se buscan las alternativas de menor tamaño dentro del mercado priorizando aquellas alternativas que se encuentran dentro del mercado local.

En el mercado local podemos encontrar tanto el “*Coin vibration motor*” como el “*Bar-type Vibration Motor*”. Por otro lado, en el mercado internacional también se encuentran los “*Encapsulated and Enclosed Vibration Motors*” que tienen el mismo principio de funcionamiento que los de tipo barra, pero se encuentran encapsulados y son resistentes al agua.

Estos vibradores son esencialmente un motor “mal equilibrado”. En otras palabras, el peso que se encuentra unido al eje de rotación del motor se encuentra desequilibrado produciendo una fuerza centrífuga mientras gira. Esta fuerza desequilibrada desplaza al motor y su desplazamiento a alta velocidad hace que el motor se bamboleo o vibre.

Esta vibración del motor depende de la masa del peso que se adhiere al eje ( $m$ ), la distancia de dicho peso al eje ( $r$ ) y de la velocidad que gira el motor ( $\omega = 2\pi f$ ). A continuación, vemos las formulas para obtener la frecuencia ( $f$ ) y la fuerza ( $F$ ) producidas por la vibración del motor.

$$f_{vibracion} = \frac{RPM_{motor}}{60}$$

$$F_{vibracion} = m * r * \omega^2$$

A partir de estas ecuaciones deducimos que un peso de mayor masa con un mayor desplazamiento al eje, producirá más amplitud de vibración. Además, al aumentar la velocidad de giro del motor aumenta tanto la frecuencia de vibración como la amplitud de la misma.

	Tamaño	Operating Voltage	Rated current	Rated speed	Costo	Peso	FVAN(*)	Mercado Argentino
<b>Coin Vibration Motor</b> 	Ø10mm L=2.7mm	2.7~3.3 VDC	90 mA max	10.000 rpm	U\$D 3.7	1g	1,15G	Si

<b>Encapsulated and Enclosed Vibration Motor</b> 	Ø8.8mm L=24mm	2~3.7 VDC	100mA max	14.000 rpm	U\$D 1.25	4,5g	2,6G	No
<b>Bar-type Vibration Motor</b> 	Ø4mm L=15mm	1~3 VDC	150mA max	14.000 rmp	U\$D 1	1,7g	2,6G	Si

Tabla 5.4 Alternativas de diseño Vibración

(\*) Fuerza de vibración de amplitud nominal

$$(*) 1G = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

#### 5.1.4.2. Elección de una solución

La alternativa “*Encapsulated and Enclosed Vibration Motor*” queda descartada dado que no se encuentra dentro del mercado local. Por lo tanto, resta decidir entre la alternativa “*Bar Vibration Motor*” y la alternativa “*Coin Vibration Motor*”.

La opción “*Coin vibration motor*” no es la más barata ni la que mayor amplitud de vibración tiene, sin embargo, es la que menor tamaño ocupa y la más utilizada en dispositivos portables hoy en día (como por ejemplo, celulares). Por lo tanto, mientras el costo no sea un factor determinante a la hora de determinar los componentes de la pulsera, optaremos por utilizar: “*Coin vibration motor*”.

#### 5.1.5. Implementación de módulo “Sonido”

La función de este módulo es dar aviso al usuario a la hora de tomar una medicación por medio de sonido. Este mismo modulo también podría ser utilizado cuando el usuario presione los botones para recibir la confirmación de que fue presionado correctamente.

##### 5.1.5.1. Alternativas de diseño

Existen dos tipos de buzzer o también llamados zumbadores: activos y pasivos. Los buzzer activos incorporan un oscilador simple por lo que únicamente es necesario suministrar corriente para que emita sonido. En contraposición, los buzzer pasivos para generar sonido además necesitan una señal a la frecuencia del tono. La ventaja que tienen los buzzer pasivos es que podemos variar la frecuencia del tono y generar melodías.

	Tamaño	Operating Voltage	Rated current Max	Tono	Costo	Mercado Argentino
<b>Passive Buzzer</b> 	18.5mm x 15mm	1.5 - 15V DC	≤ 32 mA	1.5 - 2.5KHz	U\$D0.71	Si
<b>Active Buzzer</b> 	12mm x9mm	3V-5V DC	≤ 30 mA	2KHz	U\$D0.67	Si

Tabla 5.5 Alternativas de diseño Sonido

#### 5.1.5.2. Elección de una solución

La alternativa seleccionada es: "Active Buzzer". Esta alternativa no solo ocupara menor espacio en la pulsera, sino que también supone menor carga para el procesador ya que no tiene que generar una onda eléctrica que se convertirá en sonido.

## 5.1.6. Implementación de módulo “Comunicación”

### 5.1.6.1. Alternativas de diseño

Dado que el funcionamiento de la pulsera se basa en IoT, se evaluaron distintas alternativas que hay hoy en día al respecto. Se consideraron como posibilidades Wi-Fi, LoRa y Sigfox. A la hora de elegir una solución, lo que se tuvo en cuenta principalmente es la cobertura que se puede tener y los costos mensuales que implicarían.

Tanto LoRa como Sigfox implican un costo mensual extra dado que hay que pagar dichos servicios. Además, si bien ambas alternativas tienen un alcance mayor que el que brinda el Wi-Fi en una casa, el mismo depende de las zonas que los proveedores de dichos servicios cubran. Actualmente todavía estos servicios abarcan zonas específicas de la ciudad de Buenos Aires y por lo tanto no serían una solución efectiva para lo que está pensada la pulsera de asistencia. Debido a esto y al costo mensual del servicio, estas alternativas quedan descartadas.

El uso de Wi-Fi para la pulsera no requiere de un costo mensual extra, considerando que los usuarios de la pulsera tienen Wi-Fi en sus casas (incluso notado en la encuesta). Sin embargo, la pulsera solo podría enviar información de confirmación de la toma de medicaciones solo cuando la pulsera tenga conexión a internet a través de Wi-Fi. Eso no sería un inconveniente dado que la pulsera puede de todas formas alarmar al usuario cuando tomar los medicamentos y mantener en la memoria en qué momento se confirmó que se tomó la medicación y enviar dicha confirmación en otro momento. No es algo que tenga que ser inmediato. Si bien esto llama la atención para la efectividad del botón de emergencias, cabe remarcar que la idea del funcionamiento del mismo está pensada para las situaciones en las que un adulto mayor que vive solo tiene algún inconveniente en su casa y no tiene como avisar, por ejemplo en el caso de haberse caído y no poder levantarse. Se considera que es fundamental justamente en las situaciones en las que la persona vive sola. No está pensado para cuando la persona tiene algún inconveniente en la calle dado que habría gente que la pueda ayudar, ni para cualquier otra situación. Dado que esta solución permite el correcto funcionamiento del producto y dado que tanto LoRa como Sigfox se descartan por los motivos mencionados anteriormente, se opta por emplear Wi-Fi. Para eso, se evalúan distintos módulos de Wi-Fi disponibles en el mercado en Argentina. Los precios son tomados en pesos argentinos en octubre de 2020.

	ESP-32	ESP8266 ESP-07	ESP8266 ESP-12E	ESP8266 WeMos D1 Mini
Costo (\$)	1003	744	519	691
Antena	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye
Microprocesador	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye
Pines GPIO disponibles	32	9	17	11
Bootloader	Incluye	No incluye	No incluye	Incluye
Tamaño memoria flash	4MB	1MB	4MB	4MB
Tamaño	25,5 x 18mm	21,2 x 16,0mm	24,0 x 16,0mm	34,2 x 25,6mm
Protección electromagnética	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye

Tabla 5.6: Alternativas de módulo Wi-Fi

### 5.1.6.2. Elección de una solución

Al analizar la tabla anterior, se descarta el ESP-32 debido al costo en comparación con el resto. El ESP-07 se descarta por la cantidad de pines GPIO disponibles y por el tamaño de la memoria flash. Finalmente, entre el ESP-12E y el WeMos D1 Mini, para el producto final se podría usar el ESP-12E por el costo y el tamaño. Sin embargo, el WeMos D1 Mini incluye bootloader mientras que el ESP-12E no, y además la diferencia de tamaño y costo no es muy grande. El Wemos D1 Mini tiene menos pines GPIO que el ESP-12E, pero la cantidad es suficiente para lo que se necesita. Para el desarrollo del prototipo es más cómodo que el bootloader esté en la misma placa, por lo que se elige el ESP8266 WeMos D1 Mini para la elaboración del prototipo.

### 5.1.7. Implementación de módulo “Alimentación interna”

#### 5.1.7.1. Alternativas de diseño

Se analizan variantes para la batería que la aplicación pueda necesitar. En particular, factores clave son eficiencia en tamaño y la duración. Otros factores son:

- La disponibilidad
- El peso
- El nivel de tensión la tensión, lo cual define si se necesita usar reguladores
- La seguridad, que tan susceptible podría ser a estallar.
- La cantidad de cargas y descargas aceptables, en el caso de baterías recargables
- Tipo de cargador

En este caso un requisito fundamental de la batería es que tiene que ser recargable puesto que está pensada para una pulsera que se recarga. Hay un sin fin de tipos de baterías recargables, no obstante al investigar se observó la tecnología más utilizada recientemente para aplicaciones donde el peso y la duración es crítico y además requieren ser recargables son las de litio polímero, las cuales son las que hoy en día se utilizan para los celulares y drones. El factor determinante para el tipo de batería de litio polímero está sujeto a las condiciones mecánicas de la pulsera.

#### Estimación de la duración:

Asumiendo

- Consumo en los instantes que se pide información: 500mA
- Capacidad de batería: 500 mAh
- Una consulta por hora
- Un pedido: 30 segundos

En total se pueden hacer 120 consultas. Asumiendo una consulta por hora la cota de duración es de 120 horas, que son unos 5 días máximos, en condiciones óptimas, de duración. La duración entonces está en el orden de algunos días.

#### Comparación de modelos de baterías recargables

			
<b><u>Modelo</u></b>	LQ-S1	ZH-01	Q18
<b><u>Costo</u></b>	1149 AR\$	<b>2200 AR\$</b>	441 AR\$
<b><u>Tamaño</u></b>	3.1 x 2.38 x 0.48 cm	<b>2 x 0.5 x 3 cm</b>	3.1 x 3.3 x 0.5 cm
<b><u>Capacidad</u></b>	380 mAh	<b>380 mAh</b>	500 mAh

### 5.1.7.2. Elección de una solución

Se elige la batería ZH-01 (2200 AR\$) debido a sus considerablemente menores dimensiones. Dicha batería puede ser cargada con un cargador USB para celular (170 AR\$).

### 5.1.8. Implementación de módulo “Base de datos”

#### 5.1.8.1. Alternativas de diseño

Se estudiarán algunos servicios modernos para la posible base de datos para la app. Se entiende que al ser un proyecto cuyo objetivo es tener bajo costo de entrada, analizar alternativas con mínimo costo de desarrollo que puedan entrar rápidamente al mercado es la decisión más acertada para la etapa inicial.

#### **Opción 1: Firebase**

Es una plataforma desarrollada por google, no es open source pero su servicio incluye un sistema de hosting incluido, lo cual es un problema menos al utilizarlo. Adicionalmente soporta actualizaciones real-time, lo cual es una ventaja si se quiere tener eventos de trigger al haber un suceso en el cliente.

#### **Opción 2: Parse**

Es una plataforma desarrollada por facebook que tiene la ventaja de ser open source, esto significa que tiene un mayor grado de personalización. Una desventaja es que no ofrece servicio de hosting integrado, esto quiere decir que debe ser contratado un servicio de hosting por separado.

### 5.1.8.2. Elección de una solución

Parse tiene más flexibilidad, pero es más complicado de utilizar, y requiere tomar más decisiones por parte del diseñador, Firebase ofrece menos flexibilidad, pero es más autocontenido, el diseñador tiene que tomar menos decisiones y preocuparse menos. Por lo tanto se elige Firebase.

### 5.1.9. Implementación de módulo “APP”

#### 5.1.9.1. Alternativas de diseño

Se analizarán distintas variantes de tecnologías para desarrollar la aplicación de celular necesaria para el proyecto. Hay en principio dos plataformas donde la aplicación debería funcionar, Android y iOS. Buscar una tecnología la cual permita un costo de desarrollo aceptable, una buena escalabilidad sujeto a un precio y un costo de aprendizaje que sea afrontable.

#### **Desarrollar de manera nativa con Android Studio y Xcode**

La primera alternativa sería utilizar Android Studio y Xcode para desarrollar la app en android y ios respectivamente. La ventaja de ir por este camino es que al utilizar las herramientas nativas es posible tener flexibilidad máxima al desarrollar el software. La desventaja, no obstante, es la mayor dificultad asociada a este método es que requiere desarrollarse por separado en android y ios, lo cual es un costo mayor de desarrollo.

#### **Utilizar un Framework**

Al utilizar un framework se tiene la ventaja de que se puede desarrollar una única vez la aplicación para Android y para IOS, lo cual implica que el costo de desarrollo es menor. No obstante, hay algunas dificultades asociadas que son que hay una cantidad de frameworks grande que varían constantemente (se destacan React native, Ionic, Flutter, entre otros) por lo que se debe realizar una decisión con mucho criterio para seleccionar un framework moderno que tenga perspectiva de existencia y que al mismo tiempo soporte la funcionalidad que la aplicación necesita.

### 5.1.9.2. Elección de una solución

Se entiende que utilizar un framework tendrá un costo de entrada menor por lo que será la opción elegida. Queda pendiente establecer cuál framework convendrá utilizar, puesto que hay una gran cantidad de el mercado. Se tendrá como criterios buscar que sea ampliamente utilizado.

### 5.1.10. DFMEA

Se optó por utilizar una escala de 1 a 5 para los valores de Severidad, Detección y Ocurrencia. A continuación, se muestran las valoraciones aproximadas de cada ítem:

#### Severidad

1. Despreciable
2. Genera una disconformidad en el usuario o limita las capacidades del producto
3. Pone en peligro la integridad del producto
4. Pone en peligro a la persona
5. Pone en peligro a la persona y la integridad del producto

#### Ocurrencia

1. Menor al 0.1%
2. Entre 0.1% y 10%
3. Entre 10% y 45%
4. Entre 45% y 65%
5. Mayor a 65%

#### Detección

1. El usuario puede identificarla rápidamente
2. El usuario podría identificarla con algo de experiencia técnica
3. El usuario debe recurrir a un técnico para identificarla
4. Un técnico del producto debe efectuar tests para identificarla
5. Un técnico puede no llegar a identificarla luego de test exhaustivos

Luego para el criterio de decisión se buscó evitar los casos extremos mientras se consideran los intermedios. Se optó por utilizar un índice de criticidad (Severidad x Ocurrencia) para delimitar los casos que requieren una solución de aquellos en los que una solución es deseable pero no imperativa. El límite del criterio se encuentra en un índice de criticidad de 12, que resulta de un peligro de integridad del producto con ocurrencia mayor a 45% y un peligro para la persona con ocurrencia mayor al 10%, para el cual se deberá actuar para reducir esa criticidad. Para los casos no cubiertos por este índice, se busca aplicar una solución a los casos que superen un RPN de 27 que resulta del caso límite en el que la integridad del producto se ve afectada más del 10% de las veces por un efecto cuya fuente solo podrá detectar un técnico.

A continuación, se presenta la última versión de la DFMEA al día de la fecha: Se deberá plantear una elección de implementación para el módulo indicado. Dicha elección sólo puede estar basada en los criterios mencionados en la sección anterior. Se sugiere utilizar una matriz de decisión (pero no es obligatorio)

**Potential**  
**Failure Mode and Effects Analysis Worksheet**

**FMEA Team:** Malena Müler, Ariel Nowik, Valentina Lago, L. Castrogiovanni  
**Team Leader:** Luciano Castrogiovanni

x **System**

**Subsystem**

**Component**

**Design FMEA**

Item and Function/ Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occurrence	Current Controls	Risk Assessment			Recommendations
							Detection	IC	RPN	
1	Alarma sonora que indica el horario de la toma de medicamento.	La persona asistida no escucha la alarma.	3	El parlante puede estar defectuoso.	1	Redundancia de alarma por vibración y luz.	5	3	15	None
2	Alarma sonora que indica el horario de la toma de medicamento.	La persona asistida no escucha la alarma.	4	Puede no tener batería el dispositivo.	2	Ninguno	4	8	32	Agregar una batería para indicar el horario.
3	Alarma sonora que indica el horario de la toma de medicamento.	La persona asistida no escucha la alarma.	3	Puede haber un error en la lógica.	2	Redundancia de alarma por vibración y luz.	5	6	30	Pending
4	Alarma sonora que indica el horario de la toma de medicamento.	La persona asistida no escucha la alarma.	5	Puede haber entrado líquido y que se haya producido un cortocircuito.	2	Ninguno	2	10	20	None
5	Led RGB que indica qué medicamento se debe tomar.	La persona asistida no ve el led encendido.	5	El led puede estar defectuoso.	1	Ninguno	1	5	5	None
6	Led RGB que indica qué medicamento se debe tomar.	La persona asistida ve el led encendido de otro color.	5	El led puede estar defectuoso.	1	Ninguno	4	5	20	None
7	Led RGB que indica qué medicamento se debe tomar.	La persona asistida no ve el led encendido.	4	Puede no tener batería el dispositivo.	2	Indicador claro para cuando la pulsera esta energizada.	1	8	8	None
8	Led RGB que indica qué medicamento se debe tomar.	La persona asistida no ve el led encendido.	5	Puede haber un error en la lógica.	2	Ninguno	5	10	50	Pending
9	Led RGB que indica qué medicamento se debe tomar.	La persona asistida ve el led encendido de otro color.	5	Puede haber un error en la lógica.	2	Ninguno	5	10	50	Pending
10	Led RGB que indica qué medicamento se debe tomar.	La persona asistida no ve el led encendido.	5	Puede haber entrado líquido y que se haya producido un cortocircuito.	2	Ninguno	2	10	20	None
11	Botón que confirma que los medicamentos fueron tomados.	En la aplicación de celular no figura que el usuario de la pulsera haya entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	4	El usuario de la pulsera no se entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	3	Ninguno	5	12	60	Notificar al usuario de la aplicación.
12	Botón que confirma que los medicamentos fueron tomados.	En la aplicación de celular no figura que el usuario de la pulsera haya entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	4	El usuario de la pulsera no se entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	2	Indicador claro para cuando la pulsera esta energizada.	1	8	8	None
13	Botón que confirma que los medicamentos fueron tomados.	En la aplicación de celular no figura que el usuario de la pulsera haya entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	4	La pulsera no está conectada a internet.	2	Ninguno	4	8	32	Indicador en la pulsera e internet.
14	Botón que confirma que los medicamentos fueron tomados.	En la aplicación de celular no figura que el usuario de la pulsera haya entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	4	Puede haber un error en la lógica.	3	Ninguno	5	12	60	Pending
15	Botón que confirma que los medicamentos fueron tomados.	En la aplicación de celular no figura que el usuario de la pulsera haya entera si la persona asistida tomó los medicamentos.	2	El celular que tiene la aplicación no está encendido.	4	Ninguno	2	8	16	None
16	Botón que confirma que los medicamentos fueron tomados.	En la aplicación de celular no figura que el usuario de la pulsera haya entera que la persona asistida no tomó los medicamentos.	4	El celular que tiene la aplicación no está encendido.	4	Ninguno	2	16	32	Notificar al usuario de la aplicación.
17	Botón de emergencia.	La aplicación de celular no avisa cuando la persona asistida tuvo una emergencia.	4	El usuario de la aplicación de celular no se entera si la persona asistida tuvo una emergencia.	1	Ninguno	2	4	8	None
18	Botón de emergencia.	La aplicación de celular no avisa cuando la persona asistida tuvo una emergencia.	4	El usuario de la aplicación de celular no se entera si la persona asistida tuvo una emergencia.	2	Distinción clara del botón de emergencia.	2	8	16	None
19	Botón de emergencia.	La aplicación de celular no avisa cuando la persona asistida tuvo una emergencia.	4	La pulsera no tiene batería.	2	Ninguno	1	8	8	None
20	Botón de emergencia.	La aplicación de celular no avisa cuando la persona asistida tuvo una emergencia.	5	El celular que tiene la aplicación no está encendido.	4	Ninguno	2	20	40	Notificar al usuario de la aplicación.
21	Botón de emergencia.	La aplicación de celular no avisa cuando la persona asistida tuvo una emergencia.	5	La pulsera no está conectada a internet.	2	Ninguno	3	10	30	Indicador en la pulsera e internet.
22	Botón de emergencia.	La aplicación de celular no avisa cuando la persona asistida tuvo una emergencia.	5	Puede haber un error en la lógica.	2	Ninguno	5	10	50	Pending

## 5.2. Factibilidad de tiempos.

### 5.2.1. Planificación (PERT)

En la siguiente tabla se presentan las actividades que conllevarán a la finalización del presente proyecto en 245 días (Fecha de finalización: 9/7/21). Cada actividad tiene asociada una duración, una fecha de inicio, una fecha de finalización y las tareas predecesoras a la misma. Se resaltan con letra en **negrita** aquellas actividades que pertenecen al camino crítico. Estas últimas son tareas cuya fecha de finalización debe cumplirse para no retrasar la duración total del proyecto.

#	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Grupo
1	<b>Inicio</b>	<b>0 días</b>	<b>1/8/2020</b>	<b>1/8/2020</b>		Hito
2	<b>Pulsera Asistencia para adultos mayores</b>	<b>245 días</b>	<b>3/8/2020</b>	<b>9/7/2021</b>	<b>1</b>	Proyecto
3	<b>Planteo de objetivos</b>	<b>40 días</b>	<b>3/8/2020</b>	<b>25/9/2020</b>		Grupo
4	<b>Planteo del problema</b>	<b>31 días</b>	<b>3/8/2020</b>	<b>14/9/2020</b>		Tarea
5	Finalidad del proyecto	4 días	15/9/2020	18/9/2020	4	Tarea
6	Alcance del proyecto	5 días	21/9/2020	25/9/2020	5	Tarea
7	<b>Definición del producto</b>	<b>55 días</b>	<b>15/9/2020</b>	<b>30/11/2020</b>		Grupo
8	<b>Relevamiento de datos a través de encuesta</b>	<b>10 días</b>	<b>15/9/2020</b>	<b>28/9/2020</b>	4	Tarea
9	<b>Definición de los requerimientos</b>	<b>5 días</b>	<b>29/9/2020</b>	<b>5/10/2020</b>	8	Tarea
10	<b>Especificaciones en base a los requerimientos</b>	<b>10 días</b>	<b>17/11/2020</b>	<b>30/11/2020</b>	30;27;22	Tarea
11	Diagrama funcional de interfaz	2 días	6/10/2020	7/10/2020	9	Tarea
12	Investigar y determinar competidores	3 días	6/10/2020	8/10/2020	9	Tarea
13	Construir casa de calidad	5 días	9/10/2020	15/10/2020	12	Tarea
14	<b>Plan de validación</b>	<b>25 días</b>	<b>6/10/2020</b>	<b>9/11/2020</b>		Grupo
15	Diseño de bancos de pruebas	9 días	6/10/2020	16/10/2020	9	Tarea
16	Especificaciones de tests	8 días	19/10/2020	28/10/2020	15	Tarea
17	Plan de test	8 días	29/10/2020	9/11/2020	16	Tarea
18	<b>Factibilidad</b>	<b>31 días</b>	<b>6/10/2020</b>	<b>17/11/2020</b>		Grupo
19	<b>Tecnológica</b>	<b>31 días</b>	<b>6/10/2020</b>	<b>17/11/2020</b>		Subgrupo
20	Propuestas alternativas de diseño	25 días	6/10/2020	9/11/2020	9	Tarea
21	Elección de una solución	6 días	10/11/2020	17/11/2020	20	Tarea
22	<b>DFMEA</b>	<b>30 días</b>	<b>6/10/2020</b>	<b>16/11/2020</b>	9	Tarea
23	<b>Económica</b>	<b>26 días</b>	<b>6/10/2020</b>	<b>10/11/2020</b>		Subgrupo
24	Investigación de precios y costos - Modelo de negocio	17 días	6/10/2020	28/10/2020	9	Tarea
25	Estudio económico	18 días	6/10/2020	29/10/2020	9	Tarea
26	Flujo de fondos	6 días	30/10/2020	6/11/2020	25	Tarea
27	VAN - TIR - TRI	2 días	9/11/2020	10/11/2020	26	Tarea
28	Legal	21 días	6/10/2020	3/11/2020		Subgrupo
29	Investigación aspectos legales	9 días	6/10/2020	16/10/2020	9	Tarea
30	Estudio de certificaciones	12 días	19/10/2020	3/11/2020	29	Tarea
31	<b>Ingeniería del detalle</b>	<b>52 días</b>	<b>1/12/2020</b>	<b>10/2/2021</b>		Grupo
32	<b>Hardware</b>	<b>29 días</b>	<b>1/12/2020</b>	<b>8/1/2021</b>		Subgrupo
33	Elección de los componentes	6 días	1/12/2020	8/12/2020	10	Tarea
34	Compra de componentes	1 día	9/12/2020	9/12/2020	33	Tarea
35	Separar funcionalidades de la pulsera por bloques	2 días	9/12/2020	10/12/2020	33	Tarea
36	Plan de prueba y validación de cada modulo	4 días	11/12/2020	16/12/2020	14;35	Tarea
37	Desarrollo del firmware	22 días	10/12/2020	8/1/2021	34	Tarea
38	Servidor	46 días	1/12/2020	2/2/2021		Subgrupo
39	Elección de servicios	6 días	1/12/2020	8/12/2020	10	Tarea
40	Cálculo de bases de datos	10 días	9/12/2020	22/12/2020	39	Tarea
41	Programación de servicios	30 días	23/12/2020	2/2/2021	40	Tarea
42	<b>Software</b>	<b>52 días</b>	<b>1/12/2020</b>	<b>10/2/2021</b>		Subgrupo
43	Aprendizaje de servicios en la nube	2 días	1/12/2020	2/12/2020	10	Tarea
44	<b>Diagramas de estados</b>	<b>4 días</b>	<b>1/12/2020</b>	<b>4/12/2020</b>	10	Tarea
45	<b>Descripción de las subrutinas</b>	<b>4 días</b>	<b>7/12/2020</b>	<b>10/12/2020</b>	44	Tarea

46	<b>Plan de pruebas y validación</b>	4 días	11/12/2020	16/12/2020	45	Tarea
47	<b>Desarrollo del software</b>	40 días	17/12/2020	10/2/2021	46	Tarea
48	<b>Prototipo</b>	54 días	11/2/2021	27/4/2021		Grupo
49	<b>Definición de módulos</b>	7 días	11/2/2021	19/2/2021	47;37;41	Tarea
50	<b>Desarrollo y construcción</b>	40 días	22/2/2021	16/4/2021	49	Tarea
51	<b>Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje</b>	7 días	19/4/2021	27/4/2021	50	Tarea
52	<b>Validación del Prototipo</b>	41 días	28/4/2021	23/6/2021		Grupo
53	<b>Evaluación y resultados de pruebas</b>	14 días	28/4/2021	17/5/2021	14;51	Tarea
54	<b>Correcciones y Puesta en marcha</b>	14 días	18/5/2021	4/6/2021	53	Tarea
55	<b>Documentación de las pruebas</b>	3 días	7/6/2021	9/6/2021	54	Tarea
56	<b>Pruebas en potenciales clientes</b>	10 días	10/6/2021	23/6/2021	55	Tarea
57	<b>Estudio de confiabilidad</b>	7 días	24/6/2021	2/7/2021	56	Grupo
58	<b>Conclusiones</b>	5 días	5/7/2021	9/7/2021	57	Grupo
59	<b>Fin</b>	0 días	9/7/2021	9/7/2021	58	Hito

Tabla 5.7 Planificación de tareas

### 5.2.2.Programación (Gantt)

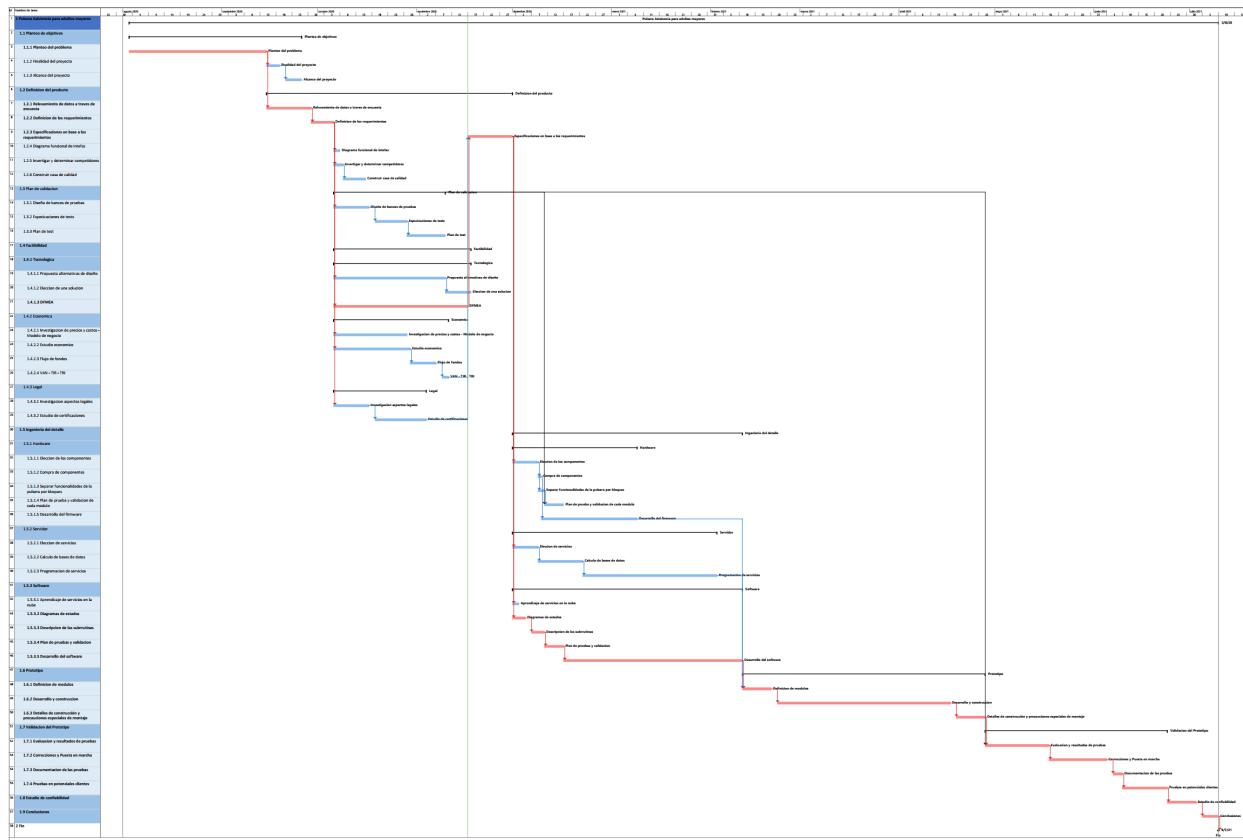


Grafico 5.8: Diagrama de Gantt

En el diagrama anterior, en rojo se muestran las tareas críticas del proyecto. Estas son las mismas que se marcaron en la tabla anterior en negrita.

## 5.3. Factibilidad económica (Mercado, costos, VAN, TIR, Punto de Equilibrio)

### 5.3.1.Mercado

La pulsera está principalmente orientada a adultos mayores que necesitan tomar medicaciones diariamente, y por lo tanto, en base a las encuestas, se observó que el mayor porcentaje de estas personas tienen más de 80 años de edad. Si bien se podría comercializar en toda la Argentina,

se prevé hacer un primer lanzamiento en Buenos Aires y Capital Federal. En esta región, la población cuya edad es mayor a 80 años, según el último censo realizado (en el año 2010) es de 550.000 personas aproximadamente. Estimando que se podría alcanzar como cliente un 2% de esta población en un período de dos años. El primer lanzamiento requiere entonces 11.000 unidades.

Ventas proyectadas en los primeros dos años

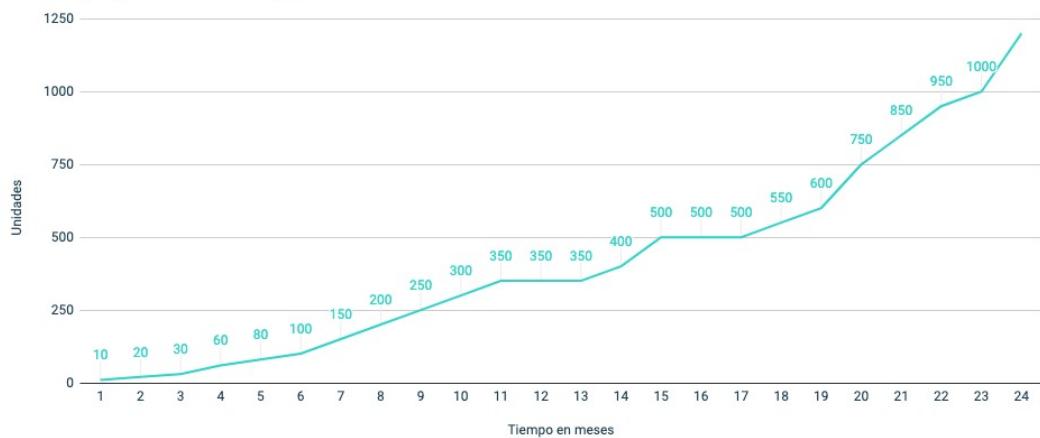


Gráfico 1: Cantidad de ventas estimadas por mes, a lo largo de dos años

### 5.3.2. Modelo de negocio

El producto tendrá un valor de venta y no contará con suscripciones mensuales. La venta de los productos será en un principio online con entrega a domicilio. Contará con un servicio de atención al cliente en caso de tener consultas acerca del funcionamiento. Contará también con servicio técnico en caso de que el dispositivo tenga algún error en el funcionamiento.

### 5.3.3. Costos

#### 5.3.3.1. Costos de inversión

Detalle	Costo por unidad (U\$D)	Cantidad de unidades	Costo total (U\$D)	Tiempo en el que se amortiza (años)	Valor de rezago fiscal	Amortización trimestral (U\$D)
Mesa de trabajo	140	3	420	100	84	0,84
Soldador	12	4	48	20	0	0,6
Tester	12	4	48	10	0	1,2
Osciloscopio	293	2	586	50	0	2,93
Fuente	77	2	154	50	0	0,77
Diseño página web	200	1	200	2	0	25
Campaña de marketing	300	1	300	2	0	37,5

Estanterías para almacenamiento	38	4	152	100	30,4	0,304
Telefono	25	1	25	10	2,5	0,5625
EPP's	100	6	600	5	20	29
Pinza	4	4	16	5	1,6	0,72
Alicate	3	4	12	5	1,2	0,54
Botiquín primeros auxilios	20	1	20	2	0	2,5
Matafuegos	31	2	62	0	0	0
TOTAL (INVERSIÓN BU)			2643	AMORTIZACION TRIMESTRAL TOTAL (U\$D)		102,4665

Tabla 5.9 Costos de inversión

### 5.3.3.2. Costos fijos

Detalle	Costo trimestral por unidad(U\$D)	Cantidad de unidades	Costo total (U\$D)
Alquiler del lugar de trabajo	600	1	600
Sueldo administrativo	900	1	900
Sueldo ingeniero	2000	4	8000
Sueldo técnico electrónico	900	2	1800
Sueldo atención al cliente	450	1	450
Electricidad	25	1	25
Conexión a internet	50	1	50
Servicios web	20	1	20
Agua	15	1	15
Transporte empleado	120	9	1080
Comida empleado	5	9	45
Tasas municipales	20	1	20
ABL	30	1	30
TOTAL (CF)			13035

Tabla 5.10 Costos fijos trimestrales

### 5.3.3.3. Costos variables

Detalle	Costo por unidad(U\$D)	Cantidad de unidades	Costo total (U\$D)
Led	0,06	3	0,18
Vibrador	3,7	1	3,7
Veeper	0,67	1	0,67
Pulsador	0,15	2	0,3
Batería	11,17	1	11,17
Cargador de batería	1	1	1
Carcasa	0,9	1	0,9
Malla de la pulsera	0,8	1	0,8
Esp8266	4,5	1	4,5
PCB	8	1	8
Otros componentes (res, caps, etc, TBD)	0,5	1	0,5
Empaque primario	1	1	1
Estaño	0,01	1	0,01
Servicio de base de datos	0,01	1	0,01
Cables (por metro)	0,02	0,01	0,0002
Pastillero	2,8	1	2,8
Total (CV)			35,54

Tabla 5.11 Costos variables por unidad de producto final

### 5.3.4. Flujo de fondos

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Precio por unidad vendida (U\$D)	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Cantidad estimada de ventas	0	60	240	600	1000	1250	1550	2200	3150
Ventas (U\$D)	0	3900	15600	39000	65000	81250	100750	143000	204750

Tabla 5.12 Ventas por trimestre

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ventas	0	3900	15600	39000	65000	81250	100750	143000	204750

(CV)	0	-2132,4	-8529,6	-21324	-35540	-44425	-55087	-78188	-111951
(CF)	-13035	-13035	-13035	-13035	-13035	-13035	-13035	-13035	-13035
(A)	-102,4665	-102,4665	-102,4665	-102,4665	-102,4665	-102,4665	-102,4665	-102,4665	-102,4665
UAIG	-13137,4665	-11369,8665	-6067,0665	4538,5335	16322,5335	23687,5335	32525,5335	51674,5335	79661,5335
(IG) (35%)	4598,113275	3979,453275	2123,473275	-1588,486725	-5712,886725	-8290,636725	-11383,93673	-18086,08673	-27881,537
Uneta	-8539,353225	-7390,413225	-3943,593225	2950,046775	10609,64678	15396,89678	21141,59678	33588,44678	51779,9968

Tabla 5.13 Cuadro de resultados

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FEO (cálculo ascendente)	-8436,886725	-7287,946725	-3841,126725	3052,513275	10712,11328	15499,36328	21244,06328	33690,91328	51882,4633

Tabla 5.14 Cálculo de flujos de fondos

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
VM	0	0	0	0	0	0	0	0	364,6536
(VL)	0	0	0	0	0	0	0	0	-1823,268
UAIG	0	0	0	0	0	0	0	0	-1458,6144
(IG)	0	0	0	0	0	0	0	0	510,51504
Uneta	0	0	0	0	0	0	0	0	-948,09936
FEE_BU (cálculo ascendente)	0	0	0	0	0	0	0	0	875,16864

Tabla 5.15 Cuadro de resultados para FEE\_BU y cálculo del FEE\_BU

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
VM	0	0	0	0	0	0	0	0	211,44
(VL)	0	0	0	0	0	0	0	0	-264,3
UAIG	0	0	0	0	0	0	0	0	-52,86
(IG)	0	0	0	0	0	0	0	0	18,501
UN	0	0	0	0	0	0	0	0	-34,359
FEE_Kt (cálculo ascendente)	0	0	0	0	0	0	0	0	229,941

Tabla 5.16 Cuadro de resultados para FEE\_Kt y cálculo del FEE\_Kt

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FEO (cálculo ascendente)	-8436,886725	-7287,946725	-3841,126725	3052,513275	10712,11328	15499,36328	21244,06328	33690,91328	51882,4633
FEE_BU (cálculo ascendente)	0	0	0	0	0	0	0	0	875,16864
FEE_Kt (cálculo ascendente)	0	0	0	0	0	0	0	0	229,941
FFN	-8436,886725	-7287,946725	-3841,126725	3052,513275	10712,11328	15499,36328	21244,06328	33690,91328	52987,5729

Tabla 5.17 Cálculo del FFN

### 5.3.5. Evaluación del proyecto

Finalmente, para determinar si el proyecto es viable, se decidió analizarlo mediante el cálculo del VAN.

#### 5.3.5.1. VAN

Se obtuvo un valor de VAN de 6621,76. Al ser mayor a cero, se puede decir que el proyecto es viable y por lo tanto se acepta la propuesta y se decide seguir adelante con el mismo.

## 5.4. Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias)

### 5.4.1. Responsabilidad civil

En el ámbito de derecho, la responsabilidad civil refiere a quien paga las reparaciones de los daños causados por una injuria. Para hacer salvedades de esto en caso de un accidente relacionado con el producto, sería necesario tomar precauciones, como advertencias de que el producto no suple el rol de un profesional médico o enfermero. Sin embargo, en este caso la responsabilidad civil refiere a la responsabilidad de los socios para con la empresa o proyecto.

Al encarar una empresa o proyecto económico se asumen riesgos de esta misma índole que pueden conllevar ante una quiebra al resarcimiento de las deudas incurridas, y en caso de no limitar responsabilidades, los receptores de esas deudas podrán acceder a los bienes o fuente económica personales de los dueños de la empresa o líderes del proyecto. Para limitar dicho riesgo y fomentar el impulso económico, la inversión y los proyectos se encuentran a disposición organismos legales que permiten la conformación de personas jurídicas que limitan la responsabilidad económica de sus integrantes a ella misma. La mayoría de estas, también conocidas como sociedades, tienen como fuente la ley de sociedades en el caso de Argentina, pero no se limitan a ella. Estas limitaciones no se extienden a nichos de responsabilidad por actos ilícitos como fraude, evasión de impuestos, etc.

Los distintos tipos de sociedades conllevan distintas limitaciones, requisitos de índole legal, económica y de tiempos e implican procesos y operación distinta. Muchos de estos se relacionan íntimamente con el modelo de negocios que lleve a cabo el proyecto, particularmente de su fuente de financiamiento. Para poder elegir de la mejor manera posible cuál de ellas es óptima para la factibilidad del proyecto, se consultó a un abogado, profesor en materia de sociedades en la UBA.

Las opciones posibles de limitación de responsabilidades son la Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL), la Sociedad Anónima (SA), ambas definidas en la ley de sociedades, y por último la Sociedad de Acciones Simplificadas (SAS) definida el año 2019 en la ley de emprendedores. Según

el asesoramiento, la opción que más se adecua a las disposiciones y requisitos de la factibilidad del proyecto es la SAS, que presenta las limitaciones más robustas de una SRL con la libertad económica de los aranceles por acción de una SA, permitiendo la atracción a inversores que podrán adherirse sin necesidad de llevar acabo los procesos rígidos de una SRL, pero conservando la rigidez del cuerpo principal de socios de la misma. Es también particularmente atractiva desde el punto de vista impositivo, dado que la formación de una SAS bajo el marco de la ley de emprendedores brinda beneficios impositivos a los inversores que hacen del negocio particularmente atractivo, facilitando la financiación del mismo. Finalmente brinda mayor libertad del punto de vista operativo y conlleva requisitos de formación mucho menores que las otras dos opciones disponibles, requiriendo solo 4 veces el salario mínimo vital y móvil para ese propósito, evitando la necesidad de buscar inversores previos a la formación de la sociedad.

#### 5.4.2. Regulaciones

##### 5.4.2.1. Seguridad eléctrica

La Norma 4486 es la norma aplicable a pilas primarias, en particular la 4486-3 para pilas de relojes de pulsera. Da las especificaciones que deben seguir las baterías de relojes pulsera bajo la reglamentación de IEC 60086-3:2004. Las pilas utilizadas en la pulsera deberán estar ajustadas a la norma.

##### 5.4.2.2. Compatibilidad electromagnética

La norma técnica 2491 de la IRAM define a la Compatibilidad Electromagnética (EMC) como la aptitud de un aparato o un sistema para funcionar en forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en su entorno, y a la vez funcionar de forma satisfactoria bajo perturbaciones electromagnéticas provenientes de un entorno electromagnético. La norma 2491 de la IRAM se adecua a la IEC 61000-4.

La pulsera siendo la única parte del producto que emite y puede ser afectado por emisiones electromagnéticas deberá adecuarse a las normas definidas en la 2491 de la IRAM. Dado que es una aplicación de baja tensión de alimentación, si la batería utilizada se adecua a esta norma, la única fuente de EMI considerable será la antena de Wi-Fi, y si la misma se adecua también a la norma, la misma se limitará en el resto del producto a la inmunidad frente a emisiones externas.

Es así que la norma se delimita a 4 áreas de interés:

IEC 61000-4-2: inmunidad a cargas electrostáticas.

IEC 61000-4-3: Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields.

IEC 61000-4-6: inmunidad a transmisiones RF en 150k-80MHz.

IEC 61000-4-8: inmunidad a emisiones a 50Hz.

La pulsera deberá adecuarse a las mismas.

##### 5.4.2.3. Privacidad

Dado el uso de una base de datos para albergar información que podría llegar a ser de carácter de datos sensibles según la ley 25.326, se deberán tomar recaudos particulares sobre la manipulación de los mismos, lo cual implica, pero no se limita a:

- La pulsera jamás deberá tratar ni almacenar información que no sea un color que se asocie a un valor que represente un horario. No deberá dar ningún tipo de indicio de que implican estos colores u horarios de alarma ni potencialmente asociar quienes son sus usuarios.
- Siguiendo lo anterior ninguna señal de emergencia deberá indicar quien tiene dicha emergencia más allá de la pulsera que está asociada a la aplicación correspondiente y su almacenamiento a modo de historial o reporte debe ser almacenado de forma separada a la base de datos de compra de tal manera de no poder asociarse los datos.
- La aplicación de celular no deberá tener ninguna forma de acceder a los datos de compra de la pulsera ni requerir los datos personales de sus usuarios. Su única relación con los mismos será la GUI en el celular y la asociación con la pulsera por capa 2 de comunicación. La información utilizada por la pulsera no deberá almacenarse en el dispositivo, requiriendo por ende una conexión con la base de datos activa donde se podrán guardar los nombres de los medicamentos y los colores asociados a los mismos, siempre que esta esté encriptada. A lo sumo podrán almacenarse los horarios y los colores, pero no los nombres que le dé a los mismos el usuario.
- La base de datos que alberga los datos de compra y por ende datos personales que se asocien a una pulsera en particular, además de ser encriptada, deberá estar completamente separada de la base de datos que almacene información que pueda acceder la aplicación y de la cual dependa la pulsera de tal manera de que no se puedan relacionar ambas a partir de la asociación de la aplicación con la pulsera en particular.
- En ningún momento se deberán utilizar en conjunto los datos personales de un comprador con la información albergada en la base de datos de la pulsera del mismo, de tal manera de que los datos albergados en esta no cobren el carácter de sensibles.
- El usuario deberá poder borrar por completo la información ingresada en la base de datos.

#### 5.4.2.4. Ingress Protection

La norma IRAM 2444 define el código IK derivado de la designación IPXX utilizada para determinar el nivel de protección de ingreso de líquidos y polvo para una determinada carcasa o recubrimiento de un aparato. La misma delinea los tests requeridos para adquirir la certificación de una determinada designación IP. Esto es requerido por cualquier designación deseada exceptuando únicamente IP00 que no conlleva ninguna protección. Si se considera que la carcasa debe tener un código diferente más restrictivo se deberá aplicar los tests adecuados para determinar que se cumpla o si la misma puede tener una designación mayor sin requerirla por especificación es factible adquirir designaciones hasta IP42 con una carga de tests muy baja.

#### 5.4.3. Licencias

##### 5.4.3.1. Seguridad eléctrica

La primera licencia que afecta a la mayor cantidad de dispositivos electrónicos es la emitida por la Secretaría de Comercio basada en la Resolución 169/2018 modificada por la Resolución 836/2019. En el Artículo 2º de la misma se indica el Ámbito de Aplicación de la resolución que requiere que los dispositivos obtengan una certificación de seguridad eléctrica:

*"ARTÍCULO 2º.- Ámbito de aplicación. La presente medida se aplicará:*

- a) Al equipamiento eléctrico a utilizarse con una tensión nominal de entrada, para material consumidor, y/o de salida, para material generador entre CINCUENTA VOLT (50 V) y MIL VOLT (1.000 V) en corriente alterna, y entre SETENTA Y CINCO VOLT (75 V) y MIL QUINIENTOS VOLT (1.500 V) en corriente continua.
- b) A los siguientes productos que operen con tensiones de entrada y/o salida diferente a las establecidas en el inciso a): (i) lámparas dicroicas o bi-pin, a excepción de las de tecnología LED;(ii) los portalámparas para las lámparas alcanzadas en el punto (i); y (iii) electrificadores de cercas.
- c) A las fuentes, cargadores y transformadores que operen con las tensiones de entrada y/o salida previstas en el inciso a), y de los productos mencionados en el inciso b) del presente artículo.

*Esta resolución no se aplicará al equipamiento eléctrico, ni a las fuentes, cargadores y transformadores a utilizarse con una tensión no comprendida en el inciso a) de este artículo, con excepción de los productos mencionados en los puntos (i), (ii) y (iii) del inciso b), ni al detallado en el Anexo I que, como IF-2018-09913486-APN-DNCI#MP, forma parte integrante de la presente medida.”*

Dado que el producto diseñado no supera la alimentación a 50V c.a. y 75V c.c. y no se encuentra especificado en los incisos b) i), ii), iii), ni forma parte del inciso c) y tampoco se encuentra incluido en el ANEXO III de la Resolución 836/2019 [AGREGAR REFERENCIA A ANEXO], se comprende entonces que la certificación relacionada no es obligatoria para este producto.

#### 5.4.3.2. R.o.H.S

La certificación R.o.H.S. es una certificación obligatoria en los países del primer mundo que busca expandirse a otras áreas. En Argentina no tiene carácter obligatorio pero su valor no es despreciable. La misma se refiere a Restriction of Hazardous Substances o restricción de sustancias peligrosas, y se trata de asegurar que el producto a certificar no contenga o utilice substancias que podrían ser dañinas para el ser humano y el medio ambiente.

La obtención de la certificación es beneficiosa desde el punto de vista de mercado expansivo internacional en caso de buscar en un futuro llevar el producto a un mercado internacional donde esta sería obligatoria, o sino también esta certificación lleva consigo un peso de seguridad para el usuario que entrara en contacto constante con la pulsera para indicar que el producto y sus componentes no son de ninguna manera nocivos para la persona o el ambiente.

Dado que cualquier aparato electrónico importado deberá tener esta certificación, cualquier componente electrónico importado (lo cual incluye a la gran mayoría en Argentina) tendrá su propia certificación R.o.H.S., dado esto lo único que quedaría por completar la certificación es la matriz de la carcasa de la pulsera y sus materiales de inyección, facilitando así lograr los requerimientos para adquirir dicha certificación en caso de ser de interés.

#### 5.4.3.3. ANMAT

Al no designar el diseño como un producto medico tampoco se requiere certificaciones del ANMAT. A saber, siguiendo las definiciones obtenidas de la Disposición ANMAT: 2318/02 en la sección de DEFINICIONES bajo todos los ítems que incluyen “Producto Medico” ninguna de estas definiciones incluye el objetivo, modo de uso o intención elegido para el producto, tampoco siendo este clasificable bajo el ANEXO II, al no tratarse de contactos fisiológicos, diagnostico o similares.

#### 5.4.3.4. INPI

##### 5.4.3.4.1. Modelos de Utilidad

Dada la preexistencia de competidores en el ámbito de pulseras con botón de emergencia y de pulseras para recordatorio de toma de medicamentos, se descarta la posibilidad de obtener una patente para proteger al producto en el mercado. Sin embargo, la falta de existencia en el mercado de productos que cumplan ambos roles simultáneamente da a luz la posibilidad de la obtención de un modelo de utilidad para el producto, el cual lo protegería de copia por competidores por derecho exclusivo de explotación de duración de 10 años. La misma se encuentra definida en la ley de patentes 24.481, y además del requerimiento de ofrecer una mejor utilización en la función a que estén destinados las partes que lo componen, requiere de tener capacidad económica para realizar una explotación eficiente de la invención patentada y disponer de un establecimiento habilitado al efecto por la autoridad competente.

##### 5.4.3.4.2. Diseño Industrial

Dado que el diseño estético del producto no busca asemejarse a un producto en circulación, el mismo podrá ser candidato a la obtención de un registro en el INPI para obtener protección para impedir imitación o reproducción de sus características estéticas. Esta protección dura 5 años y requiere un depósito. El registro debe obtenerse antes de empezada la explotación y el producto entra bajo la clasificación 10:06 “Signalling apparatus and devices” de Locarno.

##### 5.4.3.4.3. Marcas

Finalmente se considera la obtención de una marca para el producto, delimitado por la ley de marcas 22.362, que requeriría darle un nombre propio, la creación de un logotipo, entre otras salvedades para darle una posible ultima protección en el mercado que le permita adquirir una reputación representada por esta, aumentando su visibilidad en el mercado y protegiendo al producto de competidores. La misma podrá tener vigencia por 10 años inicialmente permitiéndose su renovación perpetua cada 5 años siempre que se compruebe la explotación de la marca a lo largo de cada periodo.

## 6. Ingeniería de detalle

### 6.1. Hardware

#### 6.1.1. Diagrama de bloques

El siguiente es el diagrama en bloques del hardware en la pulsera.

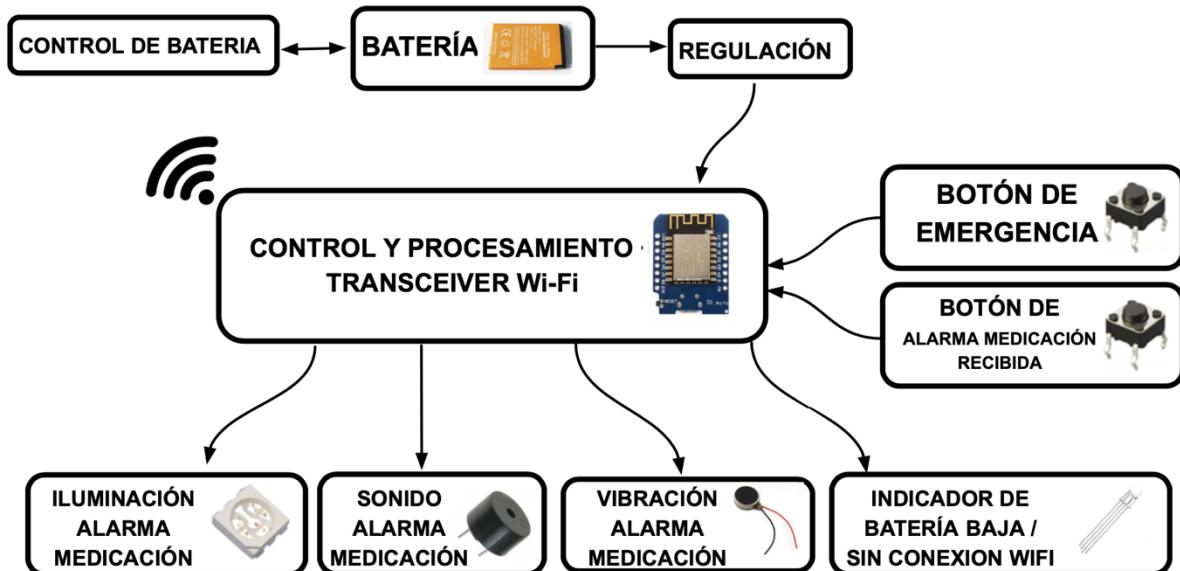


Tabla 6.1: Diagrama en bloques del hardware.

Como se puede ver en el diagrama anterior, los bloques que constituyen el hardware son los siguientes:

- Control y procesamiento
- Transceiver Wi-Fi
- Iluminación
- Sonido
- Vibración
- Botones
- Batería
- Regulador
- Control de batería

### 6.1.2. Descripción detallada de cada bloque

#### 6.1.2.1. Control y procesamiento y transceiver Wi-Fi

TBD: ver si hay que agregar la palabra transceiver a la lista de nombres “especiales” que esta al principio del informe (glosario).

##### 6.1.2.1.1. Detalles de selección

Como se mencionó en la sección (todo: completar), se usa el ESP8266 WeMos D1 Mini tanto como procesador y como transceiver Wi-Fi.



Se resumen a continuación las principales características de lo que incluye dicho dispositivo:

- Microprocesador
- 11 pines GPIO disponibles
- Bootloader
- Antena para comunicación Wi-Fi
- Memoria flash de 4MB
- Tensión de funcionamiento de 3,3V
- Protección electromagnética
- Su tamaño es de 34,2 x 25,6mm
- Su peso es de 3g
- Conector micro USB
- Se consigue en el mercado argentino
- Costo de \$691

Dado que el ESP8266 contiene tanto microprocesador como antena de comunicación Wi-Fi, se lo puede emplear tanto para el bloque de control y procesamiento como para el del transceiver Wi-Fi.

##### 6.1.2.1.2. Cálculo de los elementos circuitales (TBD)

#### 6.1.2.2. Iluminación

Este bloque consiste en el hardware necesario para brindar alarmas lumínicas en el momento en el que se deben tomar medicamentos. Para una alarma lumínica se necesita un led RGB (ya que se quiere poder brindar alarmas de distintos colores con un mismo led) y una resistencia en serie para limitar la corriente que circule sobre él (tbd: ver si hay que agregar pull-up al glosario del informe). Dado que se necesitan tres alarmas lumínicas, se necesitan tres leds y tres resistencias para esto.

##### 6.1.2.2.1. Detalles de selección

En la sección (todo: completar) se determinó que los leds a utilizar son los Senya Light 5050 RGB.



A continuación se presentan sus principales características:

- Tecnología SMD
- Consumo de 60mA/0,24W
- Tipo de pinout:
  - Ánodo común
  - Cátodo R (rojo)
  - Cátodo G (verde)
  - Cátodo B (azul)
- Valores máximos de tensión:
  - Para rojo: 2,1V
  - Para verde: 3,1V
  - Para azul: 3,1V
- Intensidad luminosa:
  - R: 250mcd
  - G: 880mcd
  - B: 180mcd
- Tamaño: 1,5x5x5mm (H,L,W)
- Se consigue en el mercado argentino
- Costo de 110\$ por 10 unidades

#### 6.1.2.2.2. Cálculo de los elementos circuitales (ToDo)

Como se mencionó, es necesario agregar resistencias en serie con los leds. El valor de estas resistencias se calculó de la siguiente manera: (hacer)

#### 6.1.2.3. Sonido

Este bloque consiste en el hardware necesario para brindar alarmas sonoras en el momento en el que se deben tomar medicamentos. Para una alarma sonora se necesita un buzzer.

##### 6.1.2.3.1. Detalles de selección

Como se mencionó en la sección 5.1.5.2, se decidió usar un Active Buzzer que cuenta con las siguientes características:

- Tamaño: 12mm x 9mm
- Tensión de operación: 3V-5V DC
- Corriente máxima:  $\leq 30\text{mA}$
- Sonido de salida:  $\geq 85\text{dB}$  a 10cm
- Rango de frecuencias: 50 ~ 14KHz
- Frecuencia de resonancia: 2048Hz
- Rango de temperatura de operación: -20°C to 60°C
- Peso: 1,27g
- Costo: U\$D 0,67

#### 6.1.2.3.2. Cálculo de los elementos circuitales

La corriente nominal del active buzzer es de  $\sim 25\text{mA}$  mientras que la corriente que puede entregar el GPIO de la placa de desarrollo es de  $\sim 12\text{mA}$  por lo que para su conexionado usaremos un MOSFET canal P como switch cuyas características detallaremos en la sección 6.1.2.4.2 .

#### 6.1.2.4. Vibración

Este bloque consiste en el hardware necesario para brindar alarmas mediante vibración en el momento en el que se deben tomar medicamentos. Para una alarma por vibración se necesita un motor vibrador.

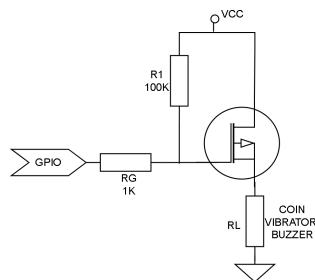
##### 6.1.2.4.1. Detalles de selección

Como se mencionó en la sección 5.1.4.2 el motor que se decide utilizar es el Coin Vibration Motor C1027. El mismo cuenta con las siguientes características:

- Tensión de operación: 2.7~ 3.3 VDC
- Corriente de encendido máxima: 120mA
- Corriente nominal máxima: 90mA
- Corriente típica de operación: 61mA
- Velocidad: 9000rpm
- Amplitud de vibración: 1,15G
- Ruido: 28dB a 100mm
- Ciclos de vida: 50000 ciclos
- Temperatura de operación: -20°C a 60°C
- Peso: 1g
- Costo: U\$D 3,7

##### 6.1.2.4.2. Cálculo de los elementos circuituales

Al igual que ocurre en el caso del buzzer, el vibrador tiene una corriente nominal ( $\sim 61\text{mA}$ ) superior a la que puede entregar un pin GPIO de la placa de desarrollo. Por lo que en ambos casos (vibrador y buzzer) vamos a alimentar los componentes con la batería y utilizar un MOSFET canal P como switch para controlarlos. A continuación, se muestra un diagrama circuitual del conexionado:



Para esto se utilizará el integrado MTB24B03Q8 que cuenta con dos MOSFET de potencia canal P que tienen una  $R_{ds(on)}$  muy baja para corrientes de drain del orden de mA comportándose así como un cable cuando el MOSFET conduce y, además, tiene las siguientes características:

- $V_{gs(th)}$ : -1V(max), -2,5V(min)
- Potencia total disipada: 5,W
- $V_{dss}$ : -30V (min)
- Precio: U\$D1,25

- Se consigue en el mercado argentino

#### 6.1.2.5. Botones

6.1.2.5.1. Detalles de selección

6.1.2.5.2. Cálculo de los elementos circuitales

#### 6.1.2.6. Batería

6.1.2.6.1. Detalles de selección

6.1.2.6.2. Cálculo de los elementos circuitales

#### 6.1.2.7. Regulador

6.1.2.7.1. Detalles de selección

6.1.2.7.2. Cálculo de los elementos circuitales

#### 6.1.2.8. Control de batería

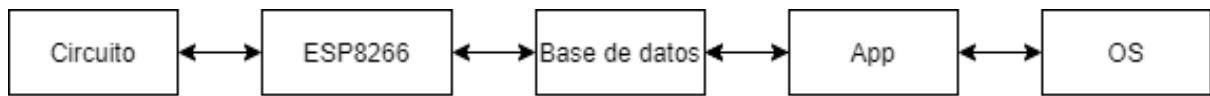
6.1.2.8.1. Detalles de selección

6.1.2.8.2. Cálculo de los elementos circuitales

### 6.1.3. Detalles de selección y cálculo de los elementos circuitales de cada bloque

#### 6.2. Software

El software del proyecto se divide en 2 módulos, que son el ESP8266 y la Aplicación de celular. Dichos módulos se comunican usando como intermediario la base de datos. Adicionalmente, el ESP8266 se comunica con el circuito de la pulsera, mientras que la aplicación de celular se comunica con el sistema operativo del mismo.



*Ilustración 6.1: Diagrama de comunicación entre módulos.*

A continuación se procede a explicar el diagrama de estados del ESP8266 (pulsera) por un lado y el de la aplicación de celular por otro.

#### 6.2.1. Software en la pulsera

6.2.1.1. Diagrama de estados y flujogramas

El software en la pulsera consta de la siguiente máquina de estados.

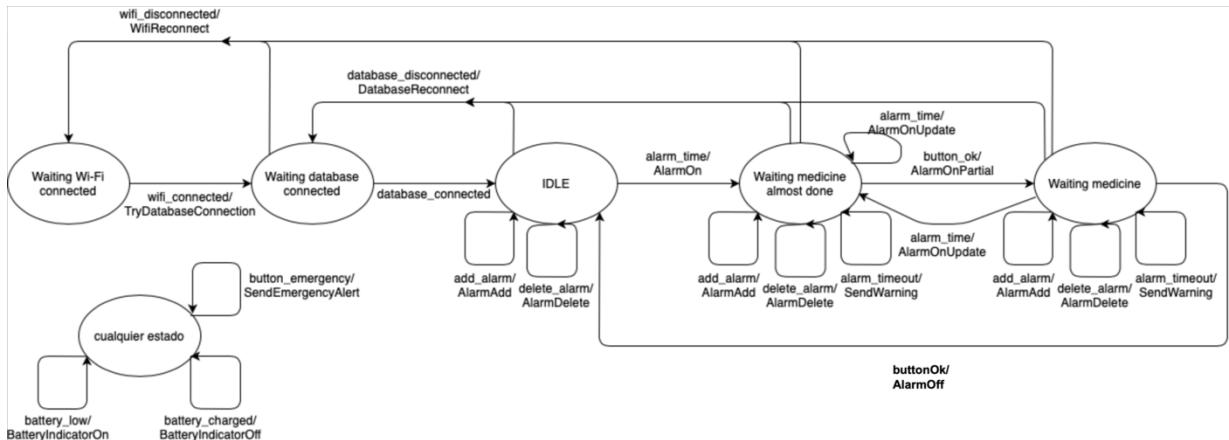


Ilustración 6.2: Máquina de estados del software en la pulsera.

La máquina de estados cuenta con cinco estados:

- “Waiting Wi-Fi connected”: Espera a que la pulsera se conecte a la red Wi-Fi.
- “Waiting database connected”: Espera a que se conecte a la base de datos.
- “IDLE”
- “Waiting medicine almost done”: Espera que se presione el botón de confirmación de haber escuchado la alarma. Mientras se espera, el/los led/s de las medicaciones correspondientes a ese horario permanecen prendidos, al igual que el buzzer y el vibrador.
- “Waiting medicine”: Espera a que se presione el botón por segunda vez, indicando que se tomó la medicación. Mientras se espera, permanecen prendidos únicamente los leds que indican las medicaciones correspondientes al horario.

Los eventos de la máquina de estados son los siguientes:

- wifi connected: Se genera cuando la pulsera se conecta a la red Wi-Fi.
- database connected: Se genera cuando la pulsera se conecta a la base de datos.
- add alarm: Se genera cuando al acceder a la base de datos se encuentra que hay información de una nueva alarma cargada por el usuario de la aplicación de celular.
- delete alarm: Se genera cuando al acceder a la base de datos se encuentra que una alarma fue eliminada por el usuario de la aplicación de celular.
- alarm time: Se genera en el horario en el que debe sonar una de las alarmas que están configuradas.
- alarm timeout: Se genera luego de haber transcurrido cinco minutos desde que comenzó a sonar la alarma. Sirve para luego poder informarle al usuario de la aplicación de celular a través de la base de datos que el usuario de la pulsera no respondió a la alarma.
- button ok: Se genera cuando el usuario de la pulsera presiona el botón que desactiva la alarma.
- wifi disconnected: Se genera cuando la pulsera se desconecta de la red Wi-Fi.
- database disconnected: Se genera cuando la pulsera se desconecta de la base de datos.
- button emergency: Se genera cuando el usuario de la pulsera presiona el botón de emergencia.
- battery low: Se genera cuando la batería tiene un 30% o menos de su carga total.
- battery charged: Se genera cuando la batería, mientras se carga, alcanza un 50% de su carga total.

### 6.2.1.2. Descripción de subrutinas

Las subrutinas que se ejecutan en la máquina de estados presentada anteriormente, son las siguientes:

- [AlarmAdd](#): Guarda información de una nueva alarma (hora y color), proveniente de la base de datos.
- [AlarmDelete](#): Elimina una alarma existente.
- [AlarmOn](#): Enciende led del color correspondiente, buzzer y vibrador.
- [AlarmOnPartial](#): Apaga el buzzer y el vibrador. Deja solo encendido el led.
- [AlarmOff](#): Apaga el led, el vibrador y el buzzer. Actualiza en la base de datos el horario en el que se presionó el botón ya que se considera que es el horario en el que se tomó la medicación.
- [SendWarning](#): Actualiza en la base de datos un indicador de que no se tomó la medicación.
- [SendEmergencyAlert](#): Actualiza en la base de datos un indicador de que se presionó el botón de emergencia.
- [BatteryIndicatorOn](#): Enciende el indicador de baja batería.
- [BatteryIndicatorOff](#): Apaga el indicador de baja batería.
- [WifiConnect](#): Intenta conectarse a la red Wi-Fi.
- [DatabaseConnect](#): Intenta conectarse a la base de datos.

## 6.2.2. Software en la aplicación de celular

### 6.2.2.1. Diagrama de estados

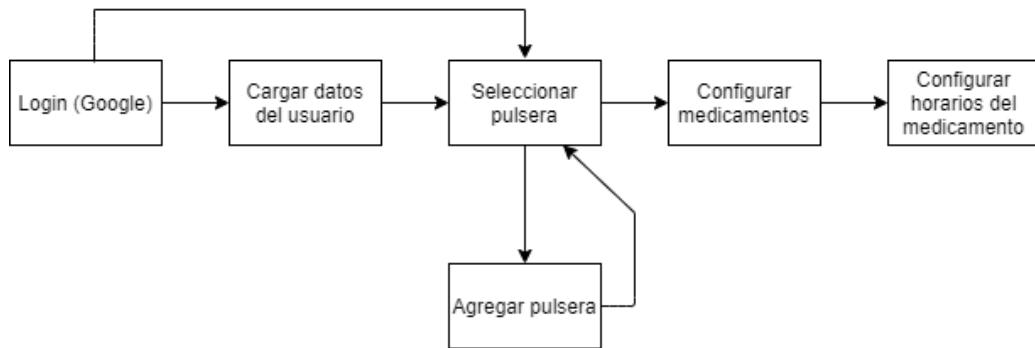


Ilustración 6.3: Diagrama de estados del software en la aplicación de celular.

- [Menú inicial \(Login\)](#): En este menú los usuarios se registran y entran a la app. Se optó por usar servicio de Google puesto que al ser terceirizado se garantiza que el programa desde la perspectiva de seguridad siga los criterios de google.
- [Menú para registrar los datos de un nuevo usuario \(Cargar datos del usuario\)](#): En el caso de que el nuevo usuario registrado todavía no tenga información personal asociada, se procederá a entrar a un menú donde se le piden los datos originales al usuario.
- [Menú para seleccionar pulseras \(Seleccionar pulsera\)](#): La aplicación estará preparada para trabajar con más de una pulsera, por lo tanto, es necesario agregar un menú en el cual el usuario configure con cual está trabajando y sobre cuál cargar y descargar la información.
- [Menú para cargar horarios](#): En este menú se cargan los horarios de la rutina para tomar cada una de las medicaciones, se optó por crear un menú en formato de tabla ya que, si bien es un menú más complejo de implementar, permite con un mayor detalle configurar qué medicaciones tomar.

- Menú para seleccionar nuevos medicamentos: En este menú se seleccionan los distintos medicamentos asociados a una pulsera y sus horarios asociados.
- Menú para agregar nuevas pulseras: En este menú se configura las nuevas pulseras a agregar, colocando el nombre y apellido del usuario.

A continuación se muestra mediante bocetos el concepto de los diferentes menús de la interfaz gráfica de la aplicación de celular.

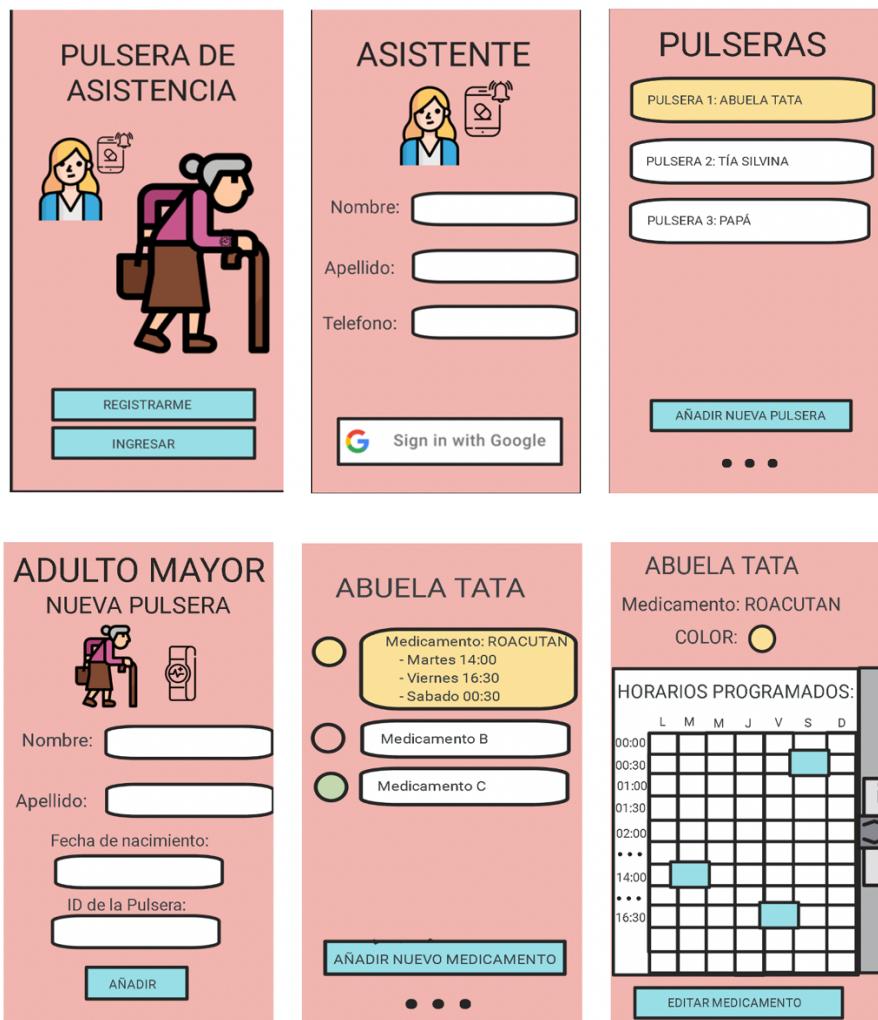


Tabla 6.2: Bocetos de los diferentes menús de la interfaz gráfica.

#### 6.2.2.2. Descripción de subrutinas

Se explican a continuación las distintas subrutinas del software de la aplicación de celular.

- `loadMedicine`: Carga la información de una nueva medicina.
- `loadUser`: Carga la información del usuario.
- `loadBracelet`: Carga la información de una pulsera.
- `addNewBracelet`: Crea una nueva pulsera en la base de datos.
- `loadMedication`: Carga una medicación.

- [modifyMedication](#): Modifica la información de una medicación en la base de datos.
- [modifyBracelet](#): Modifica la información de una pulsera.
- [checkAlarmButton](#): Agrega una nueva alarma de una medicación.
- [generateBatteryNotification](#): Genera una notificación de batería baja en la pulsera.
- [generateEmergencyAlert](#): Genera notificación de emergencia al sistema operativo.
- [getBatteryStatus](#): Consigue de la base de datos el estado de la batería.

### 6.3. Plan de pruebas de módulos de hardware y de software

Plan de prueba	ID
Hardware pulsera	HW_PULL
Software pulsera	SW_PUL
Software aplicación	SW_APP

Tabla 6.3: Referencias para las pruebas indicadas en la siguiente tabla.

Nº	Prueba	Resultado esperado	ID
1	Conexión a la red Wi-Fi y a la base de datos.	Se enciende un led en verde.	SW_PUL
2	Botón de emergencia.	Al momento de presionar el botón de emergencia, debe cargarse dicha información en la base de datos.	SW_PUL / HW_PUL
3	Alarma en horario correspondiente.	Se encienden los leds, buzzer y vibrador en los horarios configurados en la base de datos.	SW_PUL / HW_PUL
4	Snooze de la alarma.	Si está sonando la alarma y se presiona por primera vez el botón que detiene la alarma, deja de sonar el buzzer y el vibrador.	SW_PUL / HW_PUL
5	Apagado de la alarma.	Al presionar el botón por segunda vez, deben apagarse los leds, de modo que ya no queden leds, buzzer ni vibrador en funcionamiento. A su vez debe aparecer el horario de apagado de la alarma en la base de datos.	SW_PUL / HW_PUL
6	Indicación de batería baja.	Se enciende un indicador de baja batería con un led rojo cuando la carga de la batería es menor al 30%. A su vez, se actualiza ese porcentaje en la base de datos.	SW_PUL / HW_PUL
7	Indicación de batería suficientemente cargada.	Si el indicador de baja batería estaba encendido, si se la empieza a cargar, se apaga el indicador de baja batería una vez alcanzado el 50% de su carga. A su vez, se actualiza ese porcentaje en la base de datos.	SW_PUL / HW_PUL
8	Indicación de conexión a wifi	Si se desconecta la pulsera de wifi se deberá encender un led amarillo.	SW_PUL / HW_PUL

9	Login App	El usuario puede ingresar a su cuenta en las plataformas Android, iOS y Web.	SW_APP
10	Consistencia de la interfaz gráfica	La interfaz gráfica es consistente en distintos dispositivos y se ve bien el formato.	SW_APP
11	Funcionalidad de la interfaz gráfica	La interfaz gráfica es funcional en distintos dispositivos.	SW_APP
12	Carga de información en la base de datos	La información que el usuario ingresa en la aplicación de celular es cargada en la base de datos y almacenada correctamente.	SW_APP
13	Descarga de información de la base de datos	La información previamente cargada en la base de datos puede ser leída por la aplicación de celular correctamente.	SW_APP
14	Notificación de emergencia	Cuando se actualiza en la base de datos un indicador de que se presionó el botón de emergencia en la pulsera, es leída desde la aplicación y notifica al usuario.	SW_APP
15	Notificación de olvido de medicación	Si pasados diez minutos de que no se cargó en la base de datos el horario de apagado de alarma, se notificara al usuario de la App.	SW_APP
16	Notificación de baja batería	Cuando se actualiza en la base de datos el indicador de porcentaje de bateria en la pulsera, es leída desde la aplicación y notificará al usuario de la app en caso de que sea menor 30%.	SW_APP

Tabla 6.4: Plan de pruebas.

## 7. Construcción del prototipo

- 7.1. Definición de los módulos
- 7.2. Diseño de los circuitos impresos
- 7.3. Diseño mecánico
- 7.4. Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje
- 7.5. Bill of Materials (BOM)

## 8. Validación del prototipo

- 8.1. Estudios de confiabilidad de hardware y de software
- 8.2. Resultados
- 8.3. Evaluación
  - 8.3.1. Evaluación de resultados técnicos
  - 8.3.2. Evaluación de la planificación
  - 8.3.1. Evaluación de la factibilidad financiera
- 8.4. Consideraciones finales hacia el producto final

## 9. Conclusiones

- 9.1. Cumplimiento de Objetivos
- 9.2. Lecciones aprendidas
- 9.3. Recomendaciones para futuros diseños

## 10. Referencias

- 10.1. LIBROS. (Autor. Título. Editorial. Fecha)
- 10.2. REVISTAS. (Autor. Título. Nombre de la revista. Fecha-Volumen. Páginas)
- 10.3. Notas de aplicación (incluir copia de las importantes)

TBD: Empolijar formato xxx

- Otro producto similar ya existente. MedMinder:  
<https://www.medminder.com/pill-dispenser/>
- Otro producto similar ya existente. MedFolio Cellular PillBox:  
<https://www.medfoliopillbox.com/product/medfolio-pillbox/>
- Diferencias modelos ESP8266:  
<https://www.esp8266.com/wiki/doku.php?id=esp8266-module-family>
- Costos de módulos Wi-Fi en Argentina:  
<https://listado.mercadolibre.com.ar/esp8266-wemos-d1-mini#D%5BA:esp8266%20wemos%20d1%20mini%5D>
- Alternativas de iluminación:  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15502724.2015.1004412>
- Calor de disipación:  
[http://burncentrecare.co.uk/about\\_burned\\_skin.html#:~:text=A%20burn%20is%20damage%20to,\(less%20than%20a%20second\)](http://burncentrecare.co.uk/about_burned_skin.html#:~:text=A%20burn%20is%20damage%20to,(less%20than%20a%20second))
- Batería recargable modelo LQ-S1:  
[https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-869402292-bateria-reloj-smartwatch-lq-s1-lq-s1-smart-watch-\\_JM#position=1&type=item&tracking\\_id=065e9247-e056-48bb-884](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-869402292-bateria-reloj-smartwatch-lq-s1-lq-s1-smart-watch-_JM#position=1&type=item&tracking_id=065e9247-e056-48bb-884)
- Batería recargable modelo ZH-01:  
[https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-845206734-bateria-reloj-smartwatch-modelo-zh-01-\\_JM#position=17&type=item&tracking\\_id=0bd453f0-699b-4ac5-944a-cab3c3ba9378](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-845206734-bateria-reloj-smartwatch-modelo-zh-01-_JM#position=17&type=item&tracking_id=0bd453f0-699b-4ac5-944a-cab3c3ba9378)
- Batería recargable modelo Q18:  
[https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-793485134-bateria-reloj-inteligente-smartwatch-q18-500mah-litio-37v-\\_JM#position=2&type=item&tracking\\_id=0bd453f0-699b-4ac5-944](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-793485134-bateria-reloj-inteligente-smartwatch-q18-500mah-litio-37v-_JM#position=2&type=item&tracking_id=0bd453f0-699b-4ac5-944)

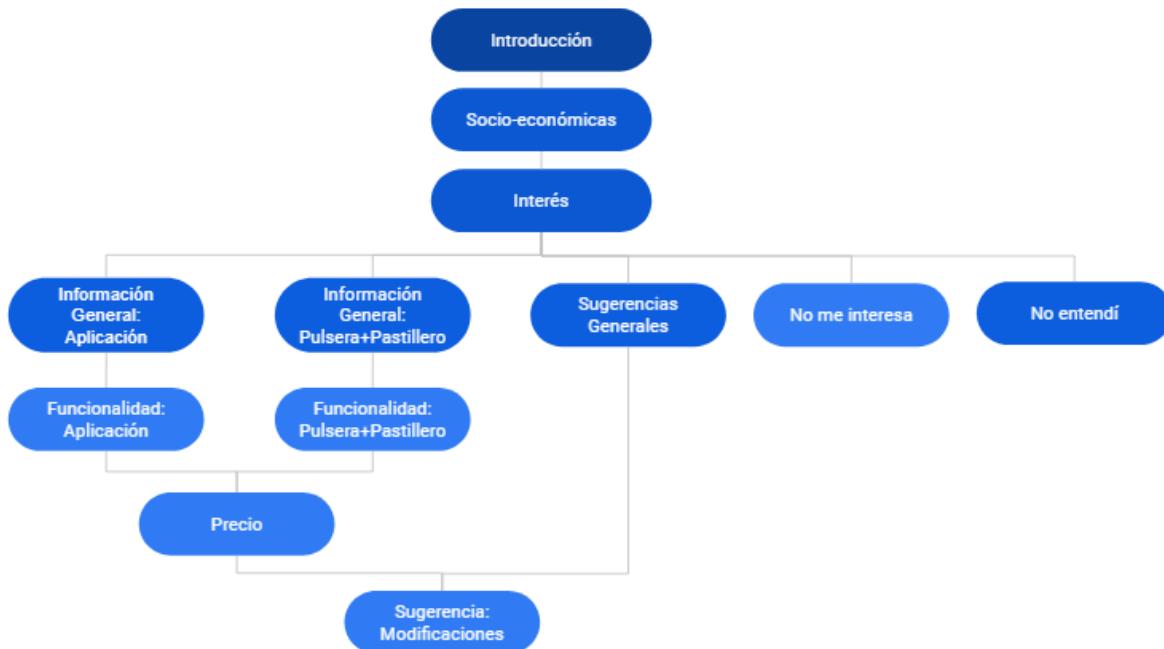
## 11. Anexos Técnicos

- 11.1. Esquemáticos
- 11.2. Planos de PCB
- 11.3. Listado de Partes y Componentes (*BOM*)
- 11.4. Códigos de Software
- 11.5. Hojas de Datos de Componentes
- 11.6. Hojas de Aplicación, etc.
- 11.7. Otra Documentación Técnica

## 12. Anexos

### 12.1. Recolección de Datos: Encuesta

Para obtener los requerimientos de los potenciales clientes del producto a desarrollar se llevó a cabo una encuesta. A continuación se muestra un esquema general de la misma y también se adjunta en el anexo.



La encuesta realizada, como se muestra en el esquema anterior, está formada por doce secciones:

1. Introducción
2. Socioeconómica
3. Interés
4. Información General: Aplicación
5. Información General: Pulsera + Pastillero
6. Funcionalidad: Aplicación
7. Funcionalidad: Pulsera + Pastillero
8. Precio
9. Sugerencias Generales
10. Sugerencia: Modificaciones
11. No me interesa
12. No entendí

A continuación, se detalla el objetivo de cada una de estas secciones en la encuesta y sus preguntas.

Se utiliza el formato:

- Pregunta
  - Opción de respuesta
  - ❖ Justificación.

## **Sección 1: Introducción**

En esta sección se pidió que los encuestados completen con su E-mail, con la finalidad de poder contactarse con los encuestados en caso de que sea necesario, además de utilizarlo como identificador para cada encuestado a la hora de compilar y procesar la información de la encuesta.

- E-mail

## **Sección 2: Sociodemográficos**

El objetivo de esta sección fue poder distinguir las clases sociales de aquellas personas que estarían interesadas en el producto y que por lo tanto serían potenciales clientes. Las preguntas en esta sección fueron las siguientes:

- ¿En qué provincia vive Ud.?
- ¿En qué ciudad o zona vive dentro de la provincia mencionada?
- ¿Cuál es el último nivel de estudios que finalizó quien aporta mayores ingresos en su hogar?
  - Ninguno
  - Preescolar
  - Primaria
  - Secundaria
  - Terciario
  - Universitario
  - Posgrado
- Marque cuáles de estas cosas tiene en su casa o apartamento:
  - Televisión
  - Teléfono celular
  - Heladera
  - Lavarropas
  - Equipo de música
  - Moto
  - Auto o camioneta
- ¿Cuenta con conexión a internet en su casa o apartamento?
  - Si
  - No

El método utilizado es un cuestionario para obtener el nivel socioeconómico A,B,C del encuestado. Las primeras dos preguntas se utilizan como segmentación geográfica específica para el target del producto y las tres preguntas restantes ubican al encuestado en una categoría del nivel socioeconómico A,B,C.

## **Sección 3: Interés**

La finalidad de esta sección fue poder separar a las personas encuestadas para redirigirlos a las preguntas pertinentes y así limpiar la población de los datos y lograr que los mismos se mantengan representativos de la demográfica buscada. Por ejemplo, se separó a los encuestados interesados en ser usuarios de la pulsera y el pastillero a las preguntas relacionadas con éstas en su uso y funcionalidad, que no afectarían a los usuarios de la aplicación. Se consideró que los encuestados podrían ser divididos en cinco grupos diferentes:

1. Encuestados que serían usuarios de la pulsera y/o del pastillero, dado que toman medicación y les podría resultar útil el producto para realizar estas actividades de manera más ordenada. A estos encuestados se les hicieron preguntas acerca de cómo se organizan actualmente con sus medicaciones y se les preguntó sobre distintos aspectos funcionales de la pulsera y del pastillero.
2. Encuestados que serían usuarios de la aplicación de celular porque necesitan llevar un control sobre las medicaciones de otra persona. A estas personas se les hicieron preguntas sobre la situación actual en la que deben llevar un control sobre medicaciones de otra persona y se les hicieron preguntas acerca de la funcionalidad de la aplicación y de aquellos aspectos que les resultaría útil poder controlar o monitorear desde sus teléfonos celulares.
3. Encuestados que no necesitan ni el pastillero, ni la pulsera, ni la aplicación, pero que de todos modos consideran que la idea del proyecto tiene mérito. A estos encuestados se les valoró la opinión de aspectos generales del producto y se les dio la posibilidad de ofrecer sugerencias para el mismo, pero se los excluyó de aspectos de organización de medicamentos y de la definición del precio dado que no serían usuarios o posibles compradores del producto.
4. Encuestados que no le ven utilidad o mérito al proyecto planteado, cuyo valor informativo radica únicamente en sus razones para no encontrar dicha utilidad y sugerencias que podrían haberlo atraído como potencial usuario del producto. Se mantiene a estos encuestados fuera de preguntas directamente referidas a aspectos funcionales del producto.
5. Encuestados que no entienden en qué consiste la propuesta del proyecto.

En esta sección, para diferenciar entre los 5 grupos mencionados, se formuló la siguiente pregunta:

- ¿Cuál es su opinión sobre el producto que queremos desarrollar?
  - ¡Me encanta! Sería ideal para recordar el momento de cada una de mis medicaciones diarias.
  - ¡Me encanta! Lo veo útil para tener un seguimiento de la medicación de un familiar o persona a cargo.
  - No lo necesito, pero me parece buena la idea.
  - No le veo utilidad.
  - No entendí bien para qué serviría.

Cada respuesta se corresponde en el orden presentado con los grupos mencionados en orden dado.

#### **Sección 4: Información General: Aplicación**

Esta sección es la primera que se le presenta al grupo de encuestados interesados en ser usuarios de la aplicación de teléfono celular (segundo grupo), que serán los únicos que acceden a ella. Buscando reducir la cantidad de preguntas que se le presentan al mismo tiempo a los encuestados, se separan las preguntas para este grupo entre los aspectos del ambiente en el que el producto se utilizará para dilucidar las necesidades del usuario, que se presentan en esta sección, y los aspectos directamente funcionales del producto para los cuales el usuario expresa sus necesidades y preferencias, cuyas preguntas se encuentran en la sección que le sigue. Las preguntas y sus justificaciones se dan a continuación:

- Edad
  - ❖ Para obtener información demográfica de los usuarios de la aplicación y entender cuál es la edad del target para el producto.

- Edad de la persona asistida
  - ❖ Brinda información demográfica del target de la pulsera y el pastillero.
- ¿Cómo se asegura actualmente de que la persona asistida esté tomando las medicaciones?
  - ❖ Puede brindar información de competidores y ayuda a comprender el estado de los interesados en volverse usuarios. Indica cuál es la distribución del problema que se busca resolver.
- ¿Cuál es su grado de confianza sobre la persona asistida?
  - ❖ Se busca verificar la fuente del interés por el producto. También define el peso sobre los requerimientos de la información presentada por la aplicación.
- ¿Cuántas personas llevan el control de la persona asistida actualmente?
  - ❖ Define los requerimientos de la aplicación para el uso de una misma instancia por múltiples usuarios.
- ¿Cuántas veces al día la persona asistida toma medicación? (Si no sabe, no complete con lo que supone)
  - ❖ Define los requerimientos mínimos de la configuración de alarmas y horarios de la aplicación.
- ¿Cuántas medicaciones distintas toma la persona asistida? (Si no sabe, no complete con lo que supone)
  - ❖ Define los requerimientos mínimos de la configuración de código de colores del producto.

#### **Sección 5: Información General: Pulsera y Pastillero**

A esta sección se redirige al primer grupo de encuestados, los interesados en volverse usuarios de la pulsera y el pastillero. Siguiendo el interés por no abrumar a los encuestados con demasiadas preguntas al mismo tiempo, se sigue la misma forma de separación que se dio en la sección anterior. En esta instancia se les pregunta a los encuestados sobre el ambiente en el que se utiliza el producto para obtener información de las necesidades de los usuarios. Luego se les presenta con la sección de funcionalidad donde se obtendrá información respecto de las necesidades y preferencias funcionales del producto. A continuación las preguntas de esta sección y sus justificaciones:

- Edad
  - ❖ Brinda información demográfica del target de la pulsera y el pastillero.
- ¿Cómo recuerda actualmente los horarios en los que toma medicación?
  - ❖ Puede brindar información de competidores y ayuda a comprender el estado de los interesados en volverse usuarios de la pulsera y el pastillero. Indica como es la distribución del problema que se busca resolver.
- ¿Cuántas veces al día toma medicación?
  - ❖ Define los requerimientos mínimos del dimensionamiento del pastillero y de la regularidad del uso de los elementos de alarma tanto en la pulsera como en el pastillero.
- ¿Cuántas medicaciones distintas toma?
  - ❖ Define los requerimientos mínimos del dimensionamiento del pastillero, del código de colores del mismo.
- ¿Cada cuánto tiempo estaría dispuesto a cargar la batería de la pulsera?
  - ❖ Define los requerimientos de la batería y los límites de consumo asociados a la misma.

#### **Sección 6: Funcionalidad General: Pulsera y Pastillero**

A esta sección acceden los encuestados interesados en ser usuarios de la aplicación (grupo dos) luego de responder las preguntas de la sección de información general. A diferencia de la sección anterior las preguntas en esta se concentran en los aspectos funcionales del diseño del producto a utilizar y las preferencias de los potenciales clientes a cómo debe ser este funcionamiento y si ciertas funcionalidades son deseables o no. Las preguntas y sus justificaciones:

•¿Quién sería el encargado de llenar el pastillero con las medicaciones correspondientes?

Dado que quien se encarga de rellenar el pastillero puede ser la persona asistida y no la que controla esta pregunta brinda información respecto de si notificar cuando el pastillero tiene un medicamento que se está acabando debe ser notificado en la aplicación por necesidad.

•¿Qué tan importante le parece recibir una notificación cuando el stock de algún medicamento en el pastillero está por acabarse?

- ❖ Si bien la pregunta anterior indica si la notificación de restock es una necesidad, la misma puede ser de todas formas una preferencia de los usuarios de la aplicación. De ser una preferencia y no una necesidad el peso a considerar como requerimiento será distinto.

•¿Qué tan importante le parece que la pulsera tenga un botón de emergencia (que envía alarma a familiar/persona a cargo)?

- ❖ Brinda información respecto de una funcionalidad extra cuyo valor para el cliente es desconocida.

•¿Qué tan importante le parece recibir notificación en caso de que NO se haya cumplido con la ingesta de una medicación?

- ❖ Brinda datos concretos de una necesidad que se presume, dado que es posible que los clientes prefieran únicamente configurar los horarios de ingesta o que sea preferible que la notificación suceda cuando la ingesta se haya cumplido.

•¿Le gustaría recibir notificación cada vez que se haya tomado una medicación?

- ❖ Completa la información de la pregunta anterior, brinda información sobre los requerimientos de los clientes sobre las funcionalidades de notificación de la aplicación.

•Además del botón de emergencia en la pulsera, ¿Le sería de utilidad que la pulsera detecte caídas y lo notifique a través de la aplicación?

- ❖ Brinda información respecto de una funcionalidad extra cuyo valor para el cliente es desconocida. La detección podría brindar al usuario de la aplicación un alivio de ser de interés esta funcionalidad.

## Sección 7: Funcionalidad: Pulsera y Pastillero

Llegan a esta sección los encuestados interesados en ser usuarios de la pulsera y pastillero luego de responder las preguntas de la sección de información general correspondiente. La separación sigue el mismo criterio que en el caso de la aplicación, en esta sección las preguntas refieren a aspectos funcionales del producto y si ciertas funcionalidades son deseables o no.

• ¿De qué forma le parecería mejor que la pulsera avise el horario de ingesta del medicamento? Puede combinarlas seleccionando más de una opción.

- ❖ Se dan tres opciones previstas y la posibilidad de agregar otra escrita por el encuestado, en formato de check-box. Se busca obtener la preferencia sobre la interfaz de la pulsera al momento de indicar el horario de ingesta.

- Además del botón de emergencia que se encuentra en la pulsera, ¿Le sería de utilidad que la pulsera detecte caídas?
  - ❖ Brinda información de una funcionalidad extra de la pulsera. Dado que el encuestado en este caso sería cuya caída la pulsera detectaría, se considera valiosa la preferencia considerando que la persona asistida será más consciente de sus habilidades en dado caso.

### **Sección 8: Precio**

En esta sección se realiza un estudio de mercado obteniendo el precio que los potenciales clientes están dispuestos a pagar por el producto. Esto indicará el precio final y por consiguiente limitará el presupuesto del proyecto. Para mantener los datos lo más representativos posibles solo acceden a esta sección los encuestados de los grupos 1 y 2, aquellos interesados en ser usuarios del producto y comprarlo. Los rangos se obtuvieron a partir del precio en dólares a conversión del momento en que se abrió la encuesta, utilizando como límite inferior productos de consumo cotidiano y como límite superior precios de aparatos electrónicos de lujo comparables, dejando la posibilidad al encuestado de especificar un precio y limitando la cantidad total de opciones para no abrumar a los encuestados.

- ¿Hasta cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto final (Pastillero + Pulsera + App)?
  - Hasta AR\$ 5000
  - Hasta AR\$ 10000
  - Hasta AR\$ 15000
  - Hasta AR\$ 20000
  - Hasta AR\$ 25000
  - Hasta AR\$ 30000
  - Hasta AR\$ 35000
  - Hasta AR\$ 40000
  - Hasta AR\$ 50000
  - Hasta AR\$ 60000
  - Otro: ...

### **Sección 9: Sugerencias Generales**

Se redirige a aquellos que le encuentran mérito al producto, pero no están interesados en volverse usuarios del mismo a esta sección. En la misma se recopilan preguntas relacionadas tanto con la aplicación como con la pulsera y el pastillero particularmente de su funcionalidad evitando las preguntas pertinentes a los aspectos del ambiente donde se utilizarían dado que los encuestados en esta sección no se encuentran en una situación que se corresponda con las necesidades que suple este producto. Se busca obtener información extra e ideas o aspectos que se pudieran haber ignorado en la formulación de la encuesta a través de los encuestados. Las respuestas de esta sección relacionadas con requerimientos de los módulos o del producto se valoran con menor peso que con aquellas obtenidas del grupo de encuestados que están interesados en volverse usuarios del producto. Las preguntas y sus justificaciones:

- ¿De qué forma le parecería mejor que la pulsera avise el horario de ingestión del medicamento? Puede combinarlas seleccionando más de una opción.
  - ❖ Brinda información de la preferencia para los requerimientos de la alarma en el módulo de la pulsera.

- Suponiendo que fuertas usuario de la pulsera y pastillero ¿Cada cuánto tiempo estarías dispuesto a cargar la batería de la pulsera?
  - ❖ Brinda información respecto del dimensionamiento de la batería y el consumo de los módulos del producto.
- ¿Qué tan importante le parecería recibir una notificación cuando el stock de algún medicamento en el pastillero está por acabarse?
  - ❖ Brinda información de las preferencias del requerimiento de la información otorgada por la aplicación.
- ¿Qué tan importante le parecería que la pulsera tenga un botón de emergencia (que envíe alarma a familiar/ persona a cargo)?
  - ❖ Brinda información sobre el posible requerimiento de las funciones extra de la pulsera.
- ¿Qué tan importante le parece que en la app se reciba notificación en caso de que NO se haya cumplido con la ingesta de medicación?
  - ❖ Brinda información de las preferencias del requerimiento de la información otorgada por la aplicación.
- ¿Le parecería importante recibir notificación cada vez que se haya tomado una medicación?
  - ❖ Brinda información de las preferencias del requerimiento de la información otorgada por la aplicación.
- Además del botón de emergencia en la pulsera, ¿Le parecería útil que la pulsera detecte caídas y lo notifique a través de la aplicación?
  - ❖ Brinda información sobre la preferencia de funcionalidades extra de la pulsera.
- ¿Le parecería útil que la pulsera sea resistente al agua?
  - ❖ Brinda información sobre los requerimientos de Ingress Protection del producto.

#### **Sección 10: Sugerencia: Modificaciones**

Esta es la última sección a la que acceden los encuestados de los primeros tres grupos, aquellos que estaban interesados en ser usuarios y quienes les interesó, pero no lo necesitaban. Se utiliza para dejar que los encuestados ofrezcan ideas a partir de todas las preguntas presentadas u opiniones relevantes o requerimientos que puedan haberse ignorado en el resto de la encuesta.

- ¿Se le ocurre alguna modificación u idea para mejorar el producto que queremos desarrollar?

#### **Sección 11: No me interesa**

A esta sección llegan los encuestados que respondieron “No le veo utilidad” en la pregunta de interés sobre el producto. Dado que estos encuestados podrían sesgar los datos de cualquier otra pregunta relevante respecto del producto, se remite a averiguar las razones por las que podría no interesarle el producto y cómo podría cambiarse para que pudiera interesarle en un futuro.

- ¿Por qué no le interesa el producto?
- ¿Se le ocurre alguna modificación u idea para que le pueda llegar a interesar?

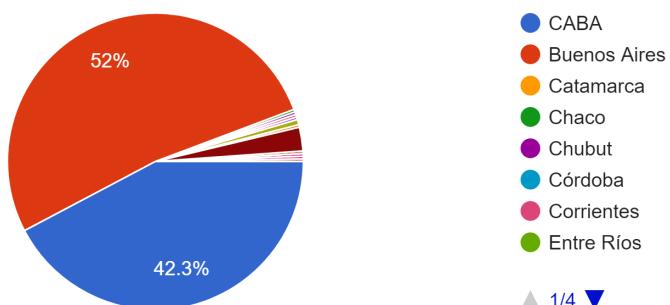
#### **Sección 12: No entendí**

Esta sección es accedida por los encuestados que hayan respondido “No entendí bien para qué serviría”, dado que sus respuestas no son representativas para el producto al no entenderlo, se busca ver donde falló la introducción en explicar el fin del producto.

- ¿Qué aspecto le generó dudas sobre la propuesta?

¿En qué provincia vive Ud.?

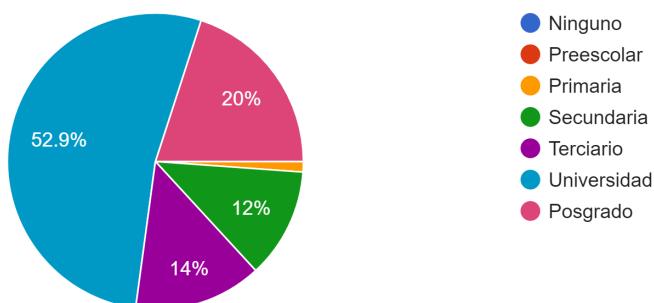
350 responses



▲ 1/4 ▼

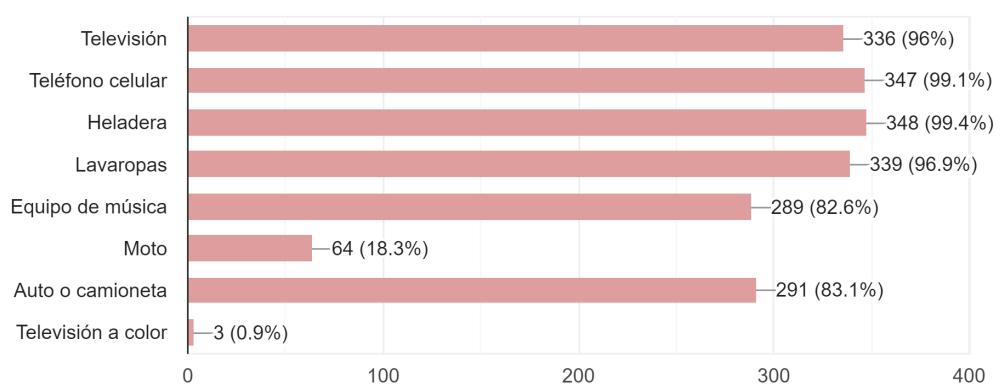
¿Cuál es el último nivel de estudios que finalizó quien aporta mayores ingresos en su hogar?

350 responses



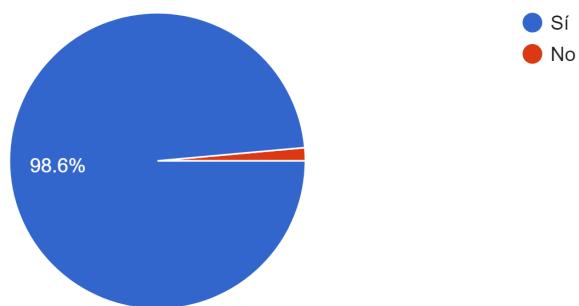
Marca cuáles de estas cosas tienen en tu casa o apartamento

350 responses



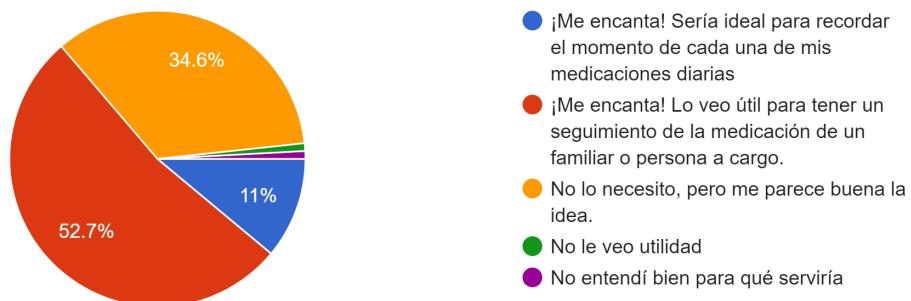
¿Contas con conexión a internet en tu casa o apartamento?

350 responses



¿Cuál es su opinión sobre el producto que queremos desarrollar?

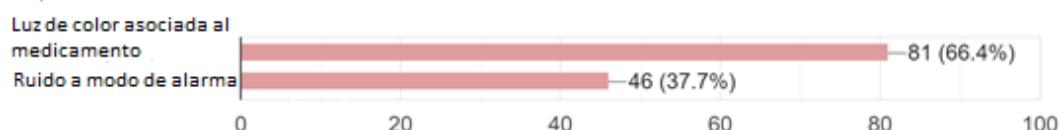
353 responses



¿Cómo le parecería mejor que el pastillero indique el medicamento correspondiente a tomar?

Puede combinarlas seleccionando más de una opción.

122 responses



¿De qué forma le parecería mejor que la pulsera avise el horario de ingesta del medicamento?

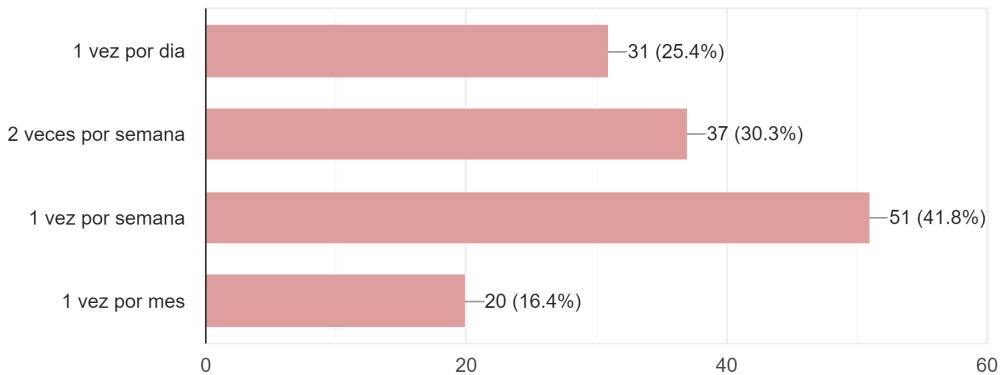
Puede combinarlas seleccionando más de una opción.

122 responses



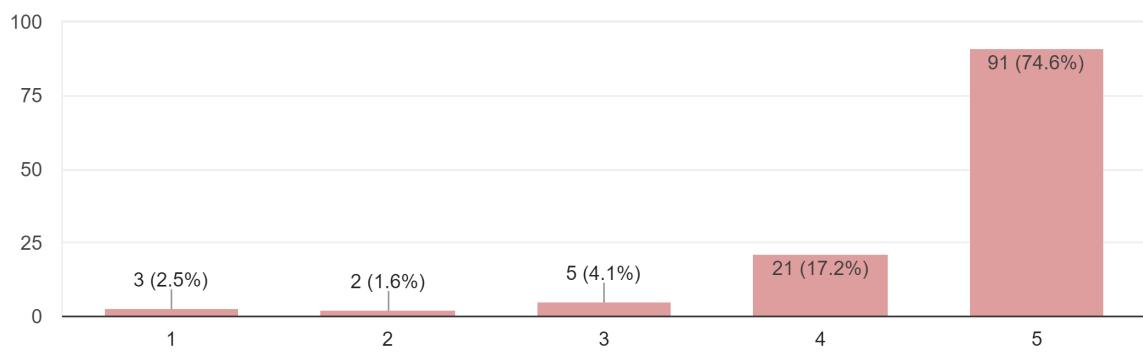
Suponiendo que fueras usuario de la pulsera y pastillero ¿Cada cuánto tiempo estarías dispuesto a cargar la batería de la pulsera o pastillero?

122 responses



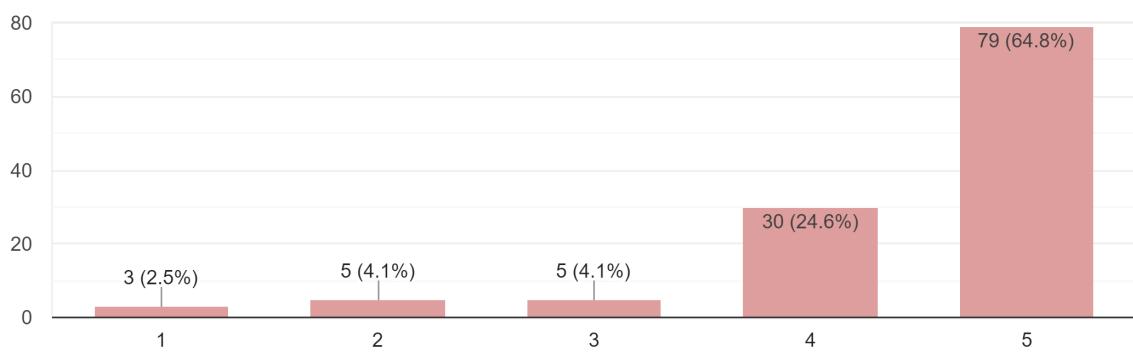
¿Qué tan importante le parecería que la pulsera tenga un botón de emergencia (que envíe alarma a familiar/ persona a cargo?)

122 responses



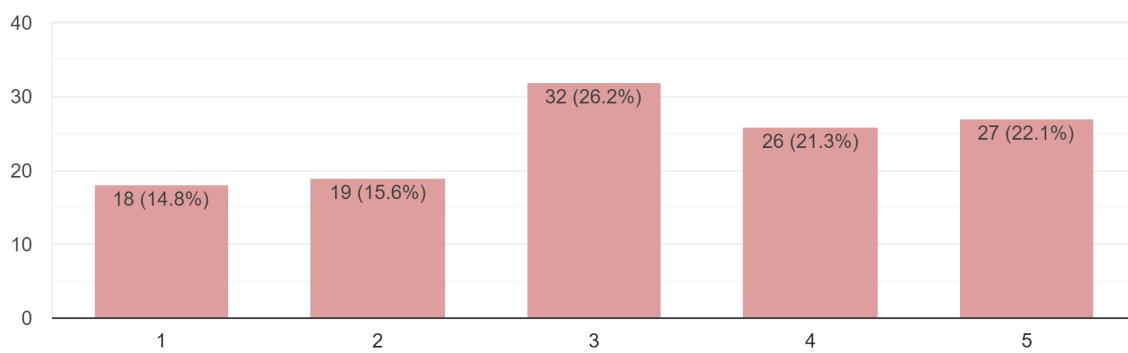
¿Qué tan importante le parecería recibir una notificación cuando el stock de algún medicamento en el pastillero está por acabarse?

122 responses



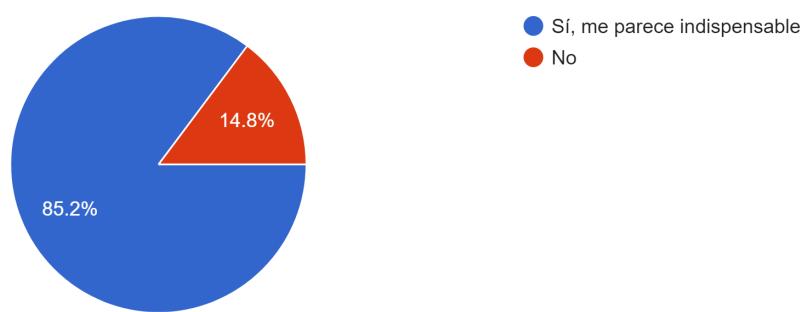
¿Le parecería importante recibir notificación cada vez que se haya tomado una medicación?

122 responses



¿Le parecería útil que la pulsera sea resistente al agua?

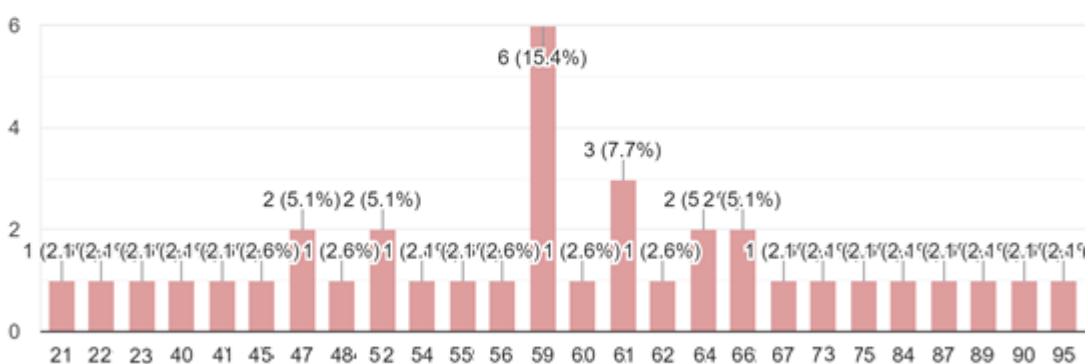
122 responses



Edad

39 responses

### Información general - Usuario Pulsera y pastillero



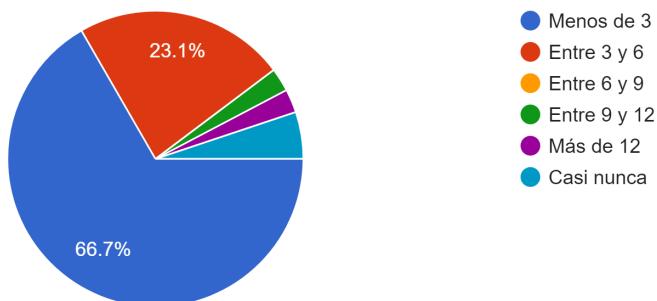
¿Cómo recuerda actualmente los horarios en los que toma medicación?

39 responses



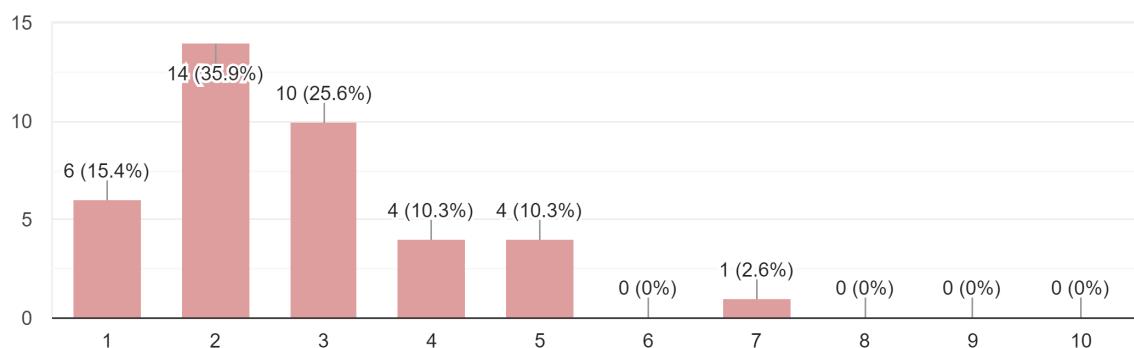
¿Cuántas veces al día toma medicación?

39 responses



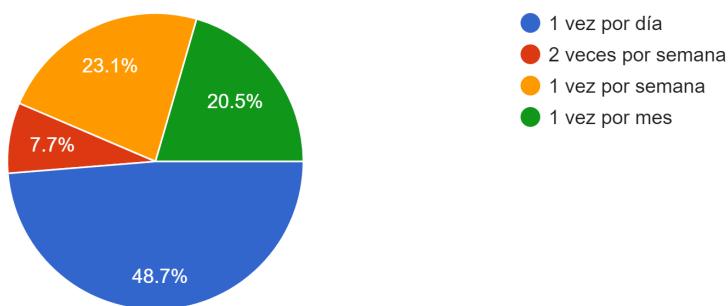
### ¿Cuántas medicaciones distintas toma?

39 responses



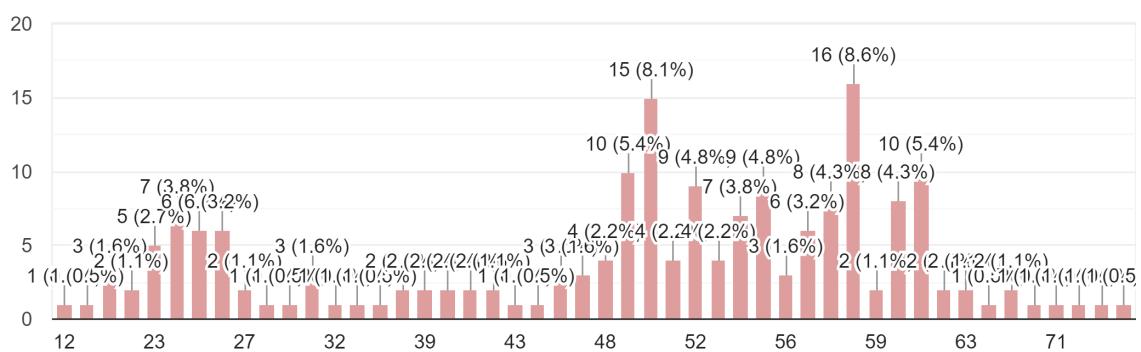
### ¿Cada cuánto tiempo estaría dispuesto a cargar la batería de la pulsera o pastillero?

39 responses



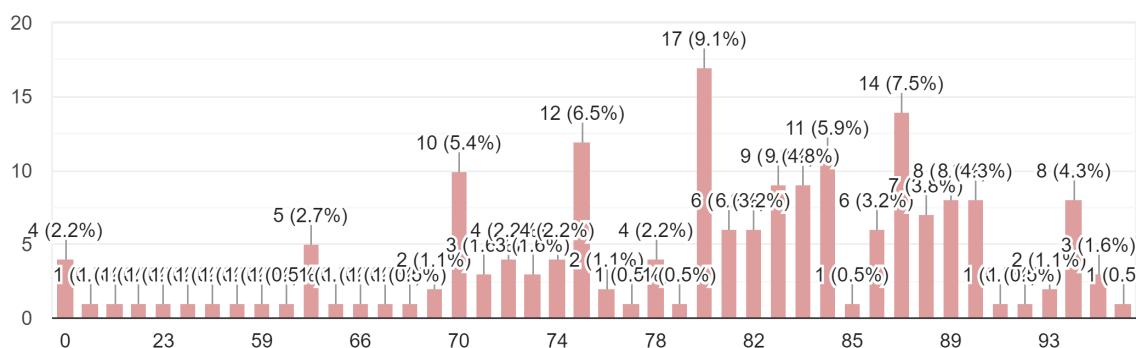
### Edad

186 responses



## Edad de la persona asistida

186 responses



## ¿Cómo se asegura actualmente de que la persona asistida esté tomando las medicaciones?

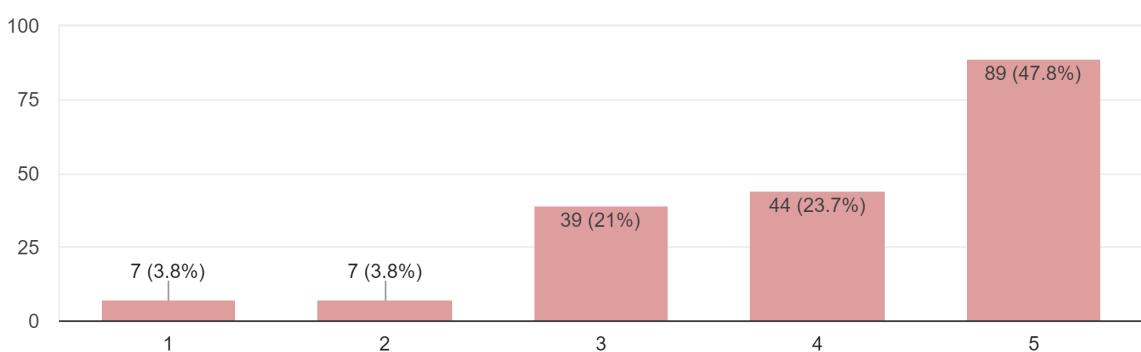
186 responses



▲ 1/5 ▼

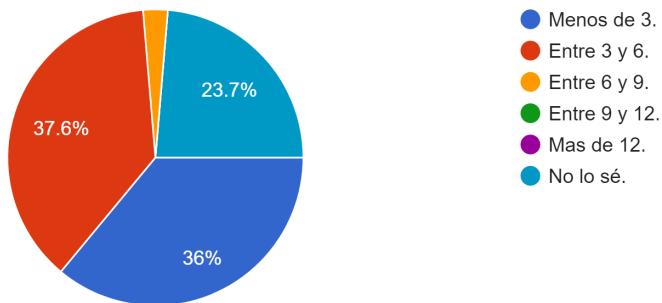
## ¿Cuál es su grado de confianza sobre la persona asistida?

186 responses



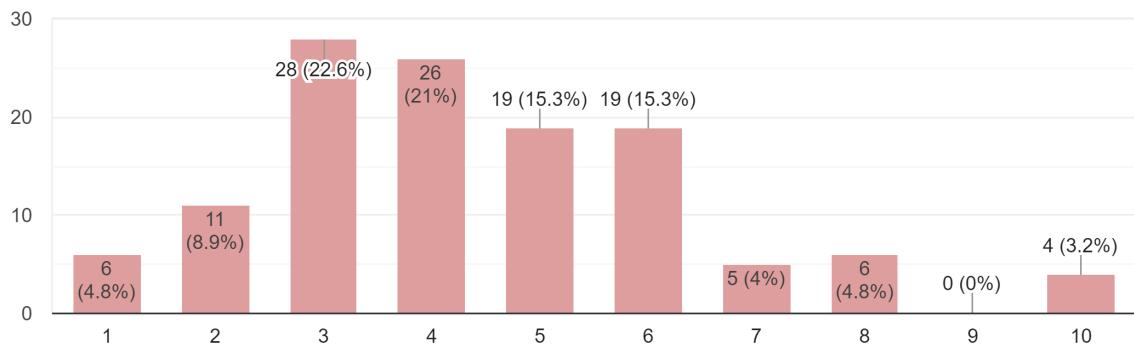
¿Cuántas veces al día la persona asistida toma medicación? (Si no sabe, no complete con lo que supone)

186 responses



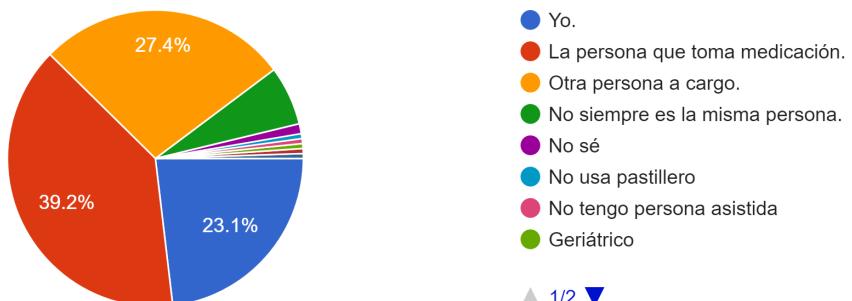
¿Cuántas medicaciones distintas toma la persona asistida? (Si no sabe, no complete con lo que supone)

124 responses



¿Quién sería el encargado de llenar el pastillero con las medicaciones correspondientes?

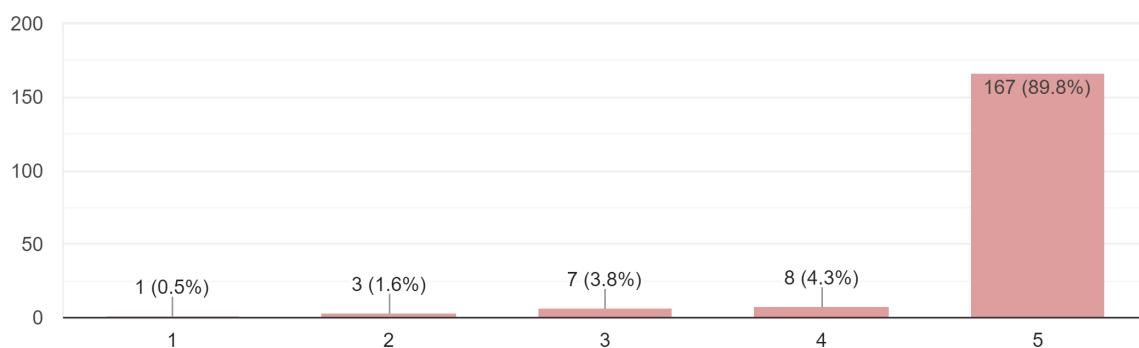
186 responses



▲ 1/2 ▼

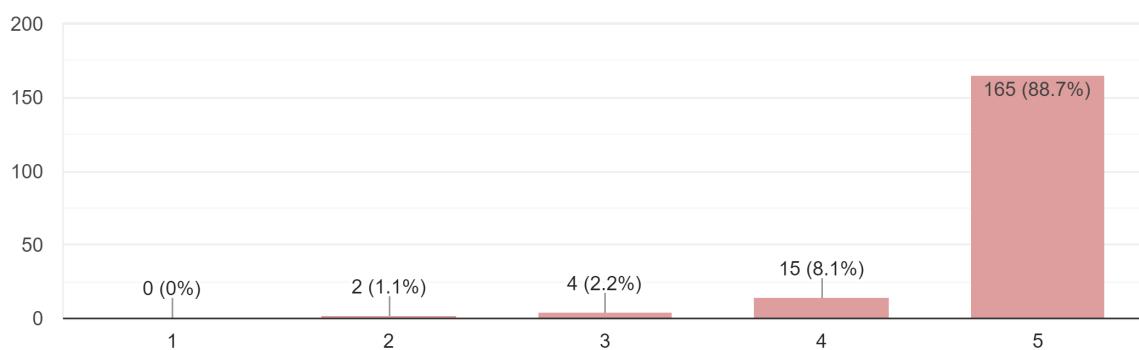
¿Qué tan importante le parece que la pulsera tenga un botón de emergencia (que envía alarma a familiar/persona a cargo)?

186 responses



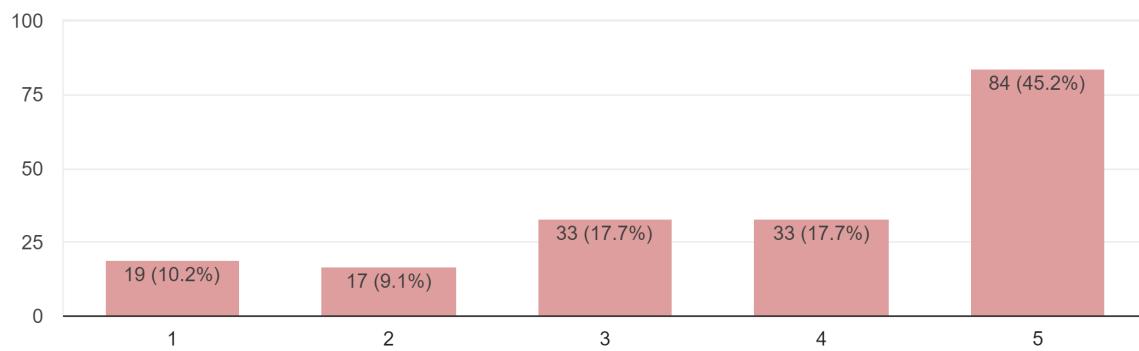
¿Qué tan importante le parece recibir notificación en caso de que NO se haya cumplido con la ingesta de una medicación?

186 responses



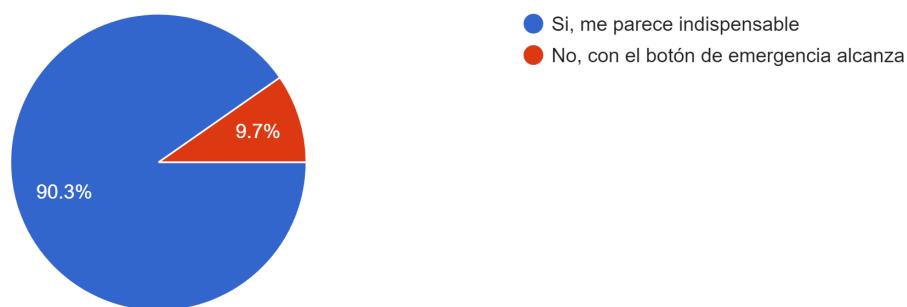
¿Le gustaría recibir notificación cada vez que se haya tomado una medicación?

186 responses



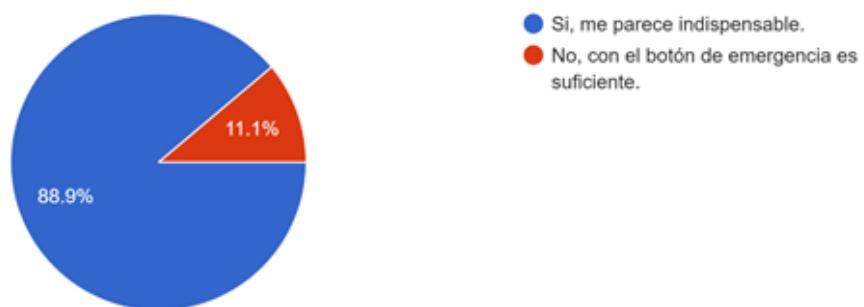
Además de botón de emergencia en la pulsera, ¿Le sería de utilidad que la pulsera detecte caídas y lo notifique a través de la aplicación?

186 responses



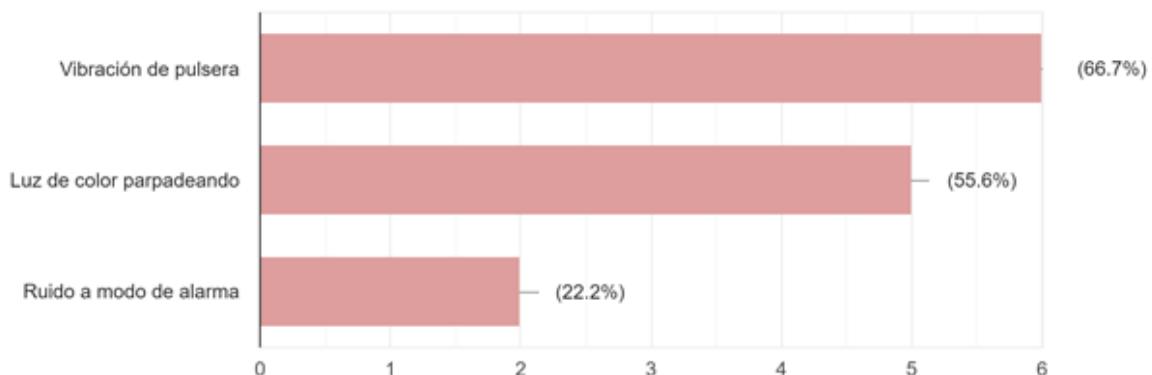
Además del botón de emergencia que se encuentra en la pulsera, ¿Le sería de utilidad que la pulsera detecte caídas?

39 responses



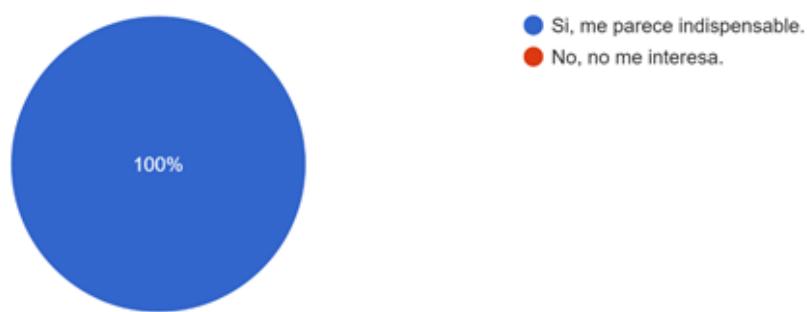
¿De qué forma le parecería mejor que la pulsera avise el horario de ingesta del medicamento?  
Puede combinarlas seleccionando más de una opción.

39 responses



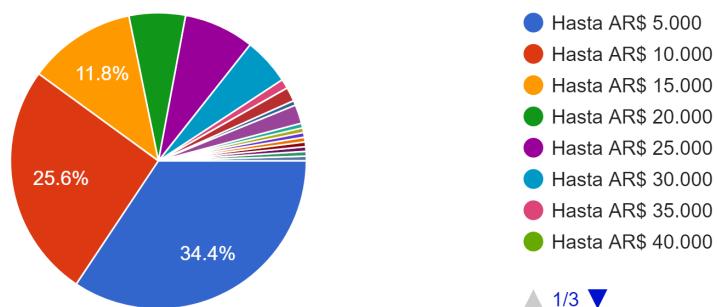
¿Le sería de utilidad que la pulsera sea resistente al agua?

39 responses



¿Hasta cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto final (Pastillero + Pulsera + App)?

195 responses



▲ 1/3 ▼