

Colección VINCULAR CyT
Vol. 35 | INDUSTRIA E INGENIERIA

Maskcare: Diseño de barbijo inteligente con aplicación de gestión remota para monitoreo y análisis de datos

Director: Roberto Eribe
Integrantes del equipo de trabajo:
Nicolás Bedetti, Giselle González, Leonardo Pastor, Brenda Villar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA
Secretaría de Ciencia y Tecnología

MASKCARE: DISEÑO DE BARBIJO INTELIGENTE CON
APLICACIÓN DE GESTIÓN REMOTA PARA MONITOREO
Y ANÁLISIS DE DATOS

***M*ASKCARE: DISEÑO DE BARBIJO
INTELIGENTE CON APLICACIÓN DE
GESTIÓN REMOTA PARA MONITOREO
Y ANÁLISIS DE DATOS**

DIRECTOR: ROBERTO ERIBE

EQUIPO DE TRABAJO: NICOLÁS BEDETTI | GISELLE GONZALEZ |

LEONARDO PASTOR | BRENDA VILLAR



Secretaría de Ciencia y Tecnología
Universidad Nacional de La Matanza
Colección VINCULAR CyT | Sociedad | Vol. 35

Eribe , Roberto

Maskcare : diseño de barbijo inteligente con aplicación de gestión remota para monitoreo y análisis de datos / Roberto Eribe . - 1a ed. - San Justo : Universidad Nacional de La Matanza, 2023.

Libro digital, PDF - (Vincular CyT / 35)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-8931-64-7

1. Educación. 2. Salud. 3. Tecnología Biomédica. I. Título.

CDD 378.0028

© Universidad Nacional de La Matanza, 2023

Florencio Varela 1903 (B1754JEC)

San Justo / Buenos Aires / Argentina

Tel.: (54-11) 4480-8900

editorial@unlam.edu.ar

www.unlam.edu.ar

Diseño: Editorial UNLaM

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Prohibida su reproducción total o parcial

Derechos reservados

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES.....	13
3. METODOLOGÍA.....	15
4. RESULTADOS	81
5. CONCLUSIONES	83
6. BIBLIOGRAFÍA.....	85
EL AUTOR.....	87

RESUMEN

Esta investigación presentada al Programa Vincular 2021 de la STyC de la UNLaM, surge en el período afectado por la pandemia por COVID-19 y dentro del marco del último año de la carrera de Ingeniería de la Universidad de La Matanza, para la Cátedra Proyecto de Ingeniería en Informática, como proyecto final del equipo integrado por estudiantes, coordinados por los docentes Ingenieros pertenecientes al Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas DIIT de esta universidad. El objetivo de dicha investigación consistió en el diseño de un barbijo inteligente para prevenir el contagio de enfermedades de transmisión aérea, fundamentalmente reducir los casos de COVID-19, mediante una máscara que purifica el aire y que a su vez, mediante una app, monitorea parámetros relacionados con la calidad del aire para el bienestar de las personas que lo utilizan. Como resultado, se logró *MaskCare*, un producto innovador por su tecnología de punta. Se trata de un dispositivo que cubre desde la fosa nasal hasta la parte inferior de la cara, que utiliza un purificador activo de aire y a su vez monitorea parámetros de calidad del aire para el bienestar de las personas que lo utilizan, cuenta además, con una página *web* para su comercialización.

Palabras claves: barbijo inteligente, luz UV, COVID-19, salud, purificador de aire.

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación, presentada al Programa Vincular 2021 de la STyC de la UNLaM, surgió en el marco del último año de la carrera de Ingeniería de la Universidad de La Matanza, para la Cátedra Proyecto de Ingeniería en Informática, como proyecto final del equipo integrado por cuatro estudiantes Nicolás Bedetti, Giselle Gonzalez, Leonardo Pastor y Brenda Villar, coordinados por los docentes Ingenieros, Roberto Bucher y Joel Marquez pertenecientes al Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas DIIT de esta universidad dirigido por el Ingeniero Roberto Eribe.

Como contexto para este proyecto, se consideró que a casi un año del inicio de la pandemia de COVID-19, científicos de todo el mundo empezaron a avanzar rápidamente en el desarrollo de vacunas seguras y eficaces destinadas a reducir las enfermedades, las hospitalizaciones y las muertes asociadas a la COVID-19. En este escenario, la sociedad necesitaba un método de protección más efectivo que el barbijo comúnmente conocido, hasta la espera de la llamada *inmunización de rebaño*, que se estimaba que podría tardar 3 años, por lo que los integrantes de este equipo decidieron emprender este proyecto de fin de carrera, “MaskCare”, el primer barbijo inteligente argentino, como un aporte de impacto en la sociedad y para beneficio de la salud de las personas.

La idea surgió luego de hacer un *brainstorming* entre los integrantes del equipo de estudiantes, sobre cómo favorecer la prevención de contagios ante la pandemia por COVID-19. El objetivo era diseñar un producto que brindara cuidado y prevención para la salud de cada usuario.

El proyecto terminado: *MaskCare* es barbijo inteligente y una aplicación de gestión remota del dispositivo para el monitoreo y análisis de los datos medidos por los sensores. Este posee un

diseño innovador que brinda comodidad debido a su reducido peso y tamaño, y se encuentra recubierto por un material suave e hipoalergénico como es el neoprene. Además cuenta con un visor traslúcido lo que hace que el producto sea inclusivo para las personas hipoacúsicas. Cabe destacar que se constituye como una solución integral, ya que este producto cuenta, a su vez, con una página *web* para su compra y su fácil distribución.

2. ANTECEDENTES

Hasta el momento, las medidas de contención contra la pandemia basadas en agentes químicos y uso de tapabocas no habían resultado suficientes para contener la pandemia COVID-19, y a esto se sumaba el uso incorrecto de estos elementos, por parte de los ciudadanos, como por ejemplo: colocación incorrecta del barbijo, falta de higiene del mismo, no lavarse las manos, o no hacerlo de acuerdo al protocolo indicado o sin atender a la frecuencia mínima, no mantener la distancia recomendada, compartición de utensilios, entre otros. Es por esto, que surgió la idea de utilizar como principal método de prevención activo la luz ultravioleta UVC, reconocida por su capacidad germicida.

3. METODOLOGÍA

El proyecto se llevó a cabo siguiendo la metodología *Canvas* que es una herramienta diseñada por Alexander Osterwalder, que facilita la creación de nuevos modelos o líneas de negocio a través de un análisis de distintos aspectos clave para sacar adelante el proyecto. La misma está diseñada de forma visual, para agrupar los nueve aspectos definidos por Osterwalder en un esquema que posibilita su síntesis, estos son: segmentos de clientes, propuesta de valor, canales de distribución, relaciones con clientes, flujos de ingresos, recursos claves, actividades claves, red de asociados, costes económicos. A continuación se describe el modelo aplicado a este proyecto como **modelo de negocio**, según esta metodología.

3.1. Historia de Revisión

El modelo de negocio inicia el 21 de mayo de 2021 como versión 1.0 para el Grupo de estudiantes identificado como 111, como se observa en la Tabla n°1.

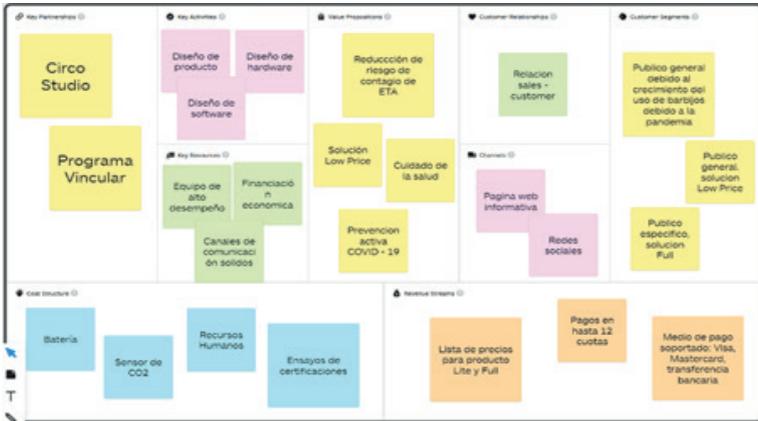
Tabla 1. Modelo de negocio

Fecha	Versión	Descripción	Autor
21/5	1.0	Modelo de negocio	Grupo 111

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Se aplica el modelo de negocio *Canvas*, que se observa en el esquema que aparece como Fig. 1.

Figura 1. Modelo de negocio *Canvas*



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Basada en <https://www.strategyzer.com/canvas/business-model-canvas>

Seguidamente se describen los nueve módulos propios que propone el modelo.

3.2. Explicación de los nueve módulos

3.2.1 .Segmento de mercado

MaskCare va a estar dirigido al público general. Va a contar con dos versiones, *Lite*, que consta de menos funcionalidades lo que posibilita un precio más accesible, y la versión *Full* que apunta a un público de mayor poder adquisitivo.

3.2.2. Propuesta de valor

Es un producto innovador por su tecnología de punta en la prevención de enfermedades de transmisión por vía aérea. Se trata de un dispositivo que cubre desde la fosa nasal hasta la parte inferior de la cara, y que utiliza un purificador de aire, que también monitorea parámetros relacionados con la calidad del aire para el bienestar de las personas que lo utilizan. Es un producto esencial para el contexto pandémico, que brinda protección ante la amenaza de contagio de COVID-19.

3.2.3. Canales

Por un lado, contaremos con una página *web* en la que se ofrezca a los potenciales clientes información sobre el producto, el acceso al contacto y a la compra del mismo. Incorporará, además, una sección de preguntas frecuentes. Por otro lado, se ofrecerán canales de comunicación vía redes sociales, tales como Instagram, con la posibilidad de redirigirse a la página *web* con el objetivo de ampliar la información/compra del producto.

3.2.4. Relaciones con los clientes

La relación con los clientes se basa en la venta de productos y en la posibilidad de evacuar las dudas mediante los canales mencionados.

3.2.5. Fuentes de ingresos

La fuente de ingresos se concretará en la comercialización de *MaskCare* , tanto en su versión *Lite*, como en su versión *Full*.

3.2.6 Recursos clave

Se cuenta con un equipo de alto desempeño, 4 profesionales del área de ingeniería de software. Se hace hincapié en la financiación económica, ya que esta es la que permitirá poner en marcha el plan económico-financiero. Por último, se destaca los canales

de comunicación que se utilizarán durante todo el desarrollo de *MaskCare* debido a la situación de aislamiento, por COVID-19.

3.2.7 Actividades clave

Se destacan tres actividades clave que permitirán la materialización:

- Diseño de *hardware*: requiere un dispositivo altamente eficiente para cumplir con las metas establecidas.
- Diseño de producto: requiere un diseño novedoso, de fácil usabilidad, tamaño compacto y de bajo mantenimiento.
- Diseño de *software*: precisa un diseño robusto que haga hincapié en la simpleza y usabilidad de la aplicación *mobile* para la gestión de esta máscara inteligente.

3.2.8 Socios clave - Proveedores

Se cuenta como *Partners* a la empresa Circo Studio, que brindará soporte de impresiones 3D para los prototipos de válvulas y demás cuestiones requeridas. A su vez el proyecto está apoyado por el Programa Vincular, con la finalidad de que *MaskCare* sea un modelo disparador de futuras investigaciones.

3.2.9 Estructura de costos

Luego de realizar el análisis financiero, se determina que los costos preponderantes son:

- Recursos humanos
- Sensor de CO₂: que representa el 40% del costo de *MaskCare Full*.
- Batería: tanto para la versión *Full* como para la *Lite*, la fuente de alimentación tiene un costo significativo para poder cumplir con los objetivos energéticos.
- Ensayos de certificaciones: Realizar pruebas de certificaciones representa un costo importante que podría ser reducido mediante el Programa Vincular y sus conexiones con el Conicet, y demás sitios de investigación.

3.3 Oferta

En la Tabla 2 puede observarse la tabulación de la caracterización de los productos a la venta en el mercado, considerados como competidores.

Tabla 2. Cuadro de competidores

Nombre del producto	Sitio Web	Fortalezas	Debilidades
PuriCare	https://www.lg.com/es/higiene-y-purificacion/lg-ap300awfa	Buen diseño	Precio alto, sin aplicación de autogestión. Poca batería. Carece de un método activo de purificación.
Razer Hazel	https://www.razer.com/concepts/razer-project-hazel	Muy buen diseño.	Es un prototipo, todavía no existe.
XuperMask	https://xupermask.com/	Sistema de audio con cancelación de sonido.	Precio alto, carece de un método activo de purificación, no tiene aplicación para autogestión.

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.4 Oferta - Productos complementarios

En la siguiente tabla se observa la identificación de fortalezas y debilidades del producto y su sitio *web*.

Tabla 3. Productos complementarios

Nombre del producto	Sitio Web	Fortalezas	Debilidades
<i>MaskCare</i> APP	https://MaskCare.com.ar/	Permite gestión del dispositivo	Disponibilidad solo para Android

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5 Análisis económico-financiero

3.5.1 A continuación se da cuenta del análisis económico-financiero mediante tablas. En la tabla siguiente (Tabla 4) se analizan los ingresos y egresos por año proyectados para los tres primeros años, como tabla de ingresos, en la que se identifica por separado el aporte de socios y las ventas. Se han discriminado por modelo (Lite o Full).

En la Tabla 5, aparece el detalle de gastos y el análisis sobre el crédito bancario, y en las Tablas 6 y 7 se identifican el análisis de crédito bancario, y el precio por Unidad en la Tabla 8. Se detallan los recursos humanos mientras que en la *Tabla 9* se tabulan las Inversiones y en la *Tabla 10*, el equipamiento del producto.

Tabla 4 . Planilla de ingresos

Projecto MaskCare

Planilla de Ingresos

Periodo	Start-Up	1	2	Año 0	3	4	5	6	7	Año 1 1-12	Año 2 1-12	Total Acumulado 3 años
Aporte de Socios	\$ 15.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 2.000.000	\$ 5.000.000	\$ 22.000.000
Venta de MaskCare Lite	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 10.929.800	\$ 47.544.630	\$ 58.474.430
Venta de MaskCare Full	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 4.373.424	\$ 15.853.662	\$ 20.227.086
Total Ingresos	\$ 15.000.000	\$ 0	\$ 17.303.224	\$ 68.398.292	\$ 100.701.516							
Total Ingresos descontado Gasto										9.519.094,00	60.814.152,00	30.588.280,00

Detalle	Precio de venta	Cantidad de Ventas	Precio de venta x	Cantidad de Ventas
	Año 1	Año 1	Año 2	Año 2
Venta de MaskCare Lite	10929,80	1.000	15948,21	3.000
Venta de MaskCare Full	21857,12	200	31707,32	500

Detalle	Costo de	Fabricación en Masa
	Ganancia	
MaskCare Lite	7807,00	5.464,90
MaskCare Full	16556,00	11.596,20

Detalle	Anual
Índice Inflacionario	1,45

Gasto Fabricación Año 1	Gasto Fabricación Año 2	Detalle
5.464.900	23.772.315,00	Lite
2.324.000	8.424.500,00	Full

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Tabla 5 . Planilla de gastos y Tabla 6 . Análisis de crédito bancario

Proyecto MaskCare
Planilla de Gastos

Periodo	Start-up	1	2	3	Año 0						Año 1		Año 2	Total
Concepto					4	5	6	7	11/2	11/2	11/2	1-6		
Recursos Humanos	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 6,785,493	\$ 10,677,436	\$ 17,462,929			
Muebles y Utiles	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 150,000	\$ 80,000	\$ 230,000			
Equipamiento	\$ 3,250	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,250			
Alquiler de Oficina	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 300,000	\$ 450,000	\$ 750,000			
Expensas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0			
Servicios Públicos e Impuestos	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 60,000	\$ 96,000	\$ 156,000			
Papelaria y Utiles	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 10,000	\$ 5,000	\$ 15,000			
Seguros (1% de Activos)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0			
Conexion a Internet	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 36,000	\$ 48,000	\$ 84,000			
Campaña de Marketing	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 120,000	\$ 150,000	\$ 270,000			
Total de Egresos	\$ 3,250	\$ -	\$ 7,461,493	\$ 11,506,436	#####	#####	\$ 0							

Análisis del crédito bancario	
Sistema de Amortización Pago Único	
Capital	N/A
Tasa de interés	N/A
Cantidad de periodos	N/A
Monto final préstamo	
Monto por mes en base a periodo	

1

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Tabla 7 . Precio por Unidad - Tabla 8. Recursos humanos

Detalle		Costo x Unidad		Cantidad de unidades fabricadas		Costo x Unidad		Cantidad de unidades fabricadas	
COSTO POR PRODUCTO X		Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
		\$ 16.566		60		\$ 21.536		80	

**Proyecto MaskCare
Recursos Humanos**

Concepto	Periodo	Salario Neto	Carga Socias	Salario Socias	Aguinaldo Proportional	Vacaciones Proportional	Mermas Productividad	Ascenso	Costo Laboral Unidad Total	Start-up	Año 1	Año 2	Total
Operario		\$ 21.000	\$ 4.154	\$ 25.704	\$ 2.141	\$ 2.141	\$ 2.570	\$ 1.072	\$ 33.628	0	0	0	0
Product Owner - Asociado		\$ 30.000	\$ 12.200	\$ 96.200	\$ 7.800	\$ 7.800	\$ 9.520	\$ 3.870	\$ 124.550	0	0	0	0
Ingeniero de Software - Asociado		\$ 30.000	\$ 12.200	\$ 96.200	\$ 7.800	\$ 7.800	\$ 9.520	\$ 3.870	\$ 124.550	0	0	0	0
Ingeniero en Electrónica - Asociado		\$ 30.000	\$ 12.200	\$ 96.200	\$ 7.800	\$ 7.800	\$ 9.520	\$ 3.870	\$ 124.550	0	0	0	0
Total de Recursos Humanos		\$ 241.650	\$ 49.754	\$ 291.254	\$ 23.522	\$ 23.522	\$ 28.632	\$ 11.130	\$ 467.278	0	0	0	0

Parámetros de Cálculo

Cargas Socias	18,0%
Aguinaldo	1,3%
Vacaciones y Licencias	8,3%
Mermas de Productividad	10,0%
Ascenso	4,1%

Se aplica un 10% de aumento de salarios para Asociados y 20% para operarios

Concepto	Periodo	Start-up	Año 1	Año 2	Total
Operario		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Product Owner - Asociado		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Ingeniero de Software - Asociado		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Ingeniero en Electrónica - Asociado		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Totales Costo Laboral		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Tabla 11. Amortizaciones

Proyecto MaskCare
Amortizaciones

Concepto	Periodo	Vida Útil meses	Amortización 7 meses	Amortización Acumulada	Valor Residual
Escritorios		120	0	0	0
Sillas		120	0	0	0
Router Telefonía IP		120	0	0	0
Teléfonos IP		120	0	0	0
Armaros		120	0	0	0
Subtotal Inversiones Muebles y Útiles			0	0	0
Dominio de la página		12	438	438	313
Google Play Store		48	365	365	2.135
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
Subtotal Equipamiento			802	802	2.448
Total Amortizaciones			802	802	

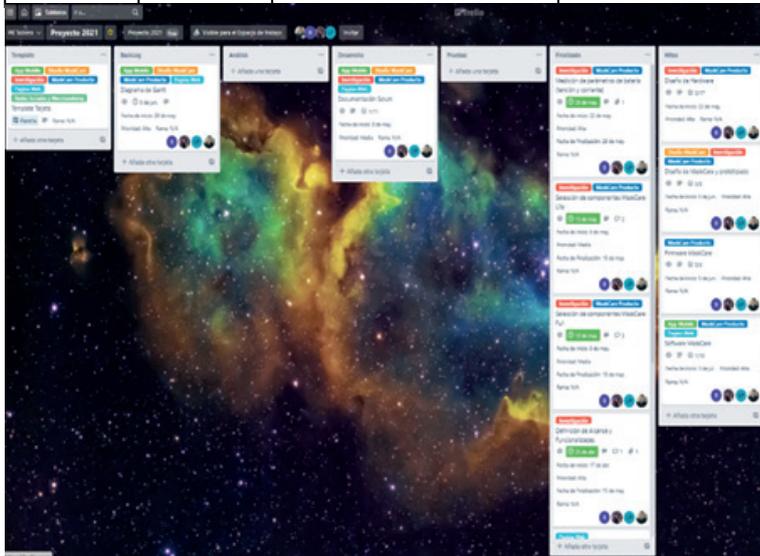
Detalle	Vida Útil
Hardware	3 años
Software	3 años
Software	3 años

Fuente: realización propia. UNLAM 2021

3.5.2. Definición de alcance

Tabla 12. Historia de Revisión- Figura 2. Visual Story Mapping

Fecha	Versión	Descripción	Autor
28/5	1.1	Visual Story Mapping	MaskCare



Fuente: <https://trello.com/invite/b/xMWiZck7/770326d2d49a55a36b68e7c69571b9e8/proyecto-2021>

Diagrama de Gantt -Fuente: <https://google.ganttter.com/ganttterforgoogleapps/#/ileID=1mDFRCNXbfmaoC5HwzmyDGXu-4f9zyDXn&amode=normal>

3.5.2.1 Backlog del producto

Tabla 13. Historias del usuario

ID Historia de usuario	Como	Quiero	Para	Prioridad	Status
#Epic1	Usuario de <i>MaskCare</i>	Gestionar el dispositivo desde una App	Comodidad de gestión	Epic	--
#Epic2	Usuario de <i>Mask-Care</i>	Que tenga un diseño atractivo y funcional	Que tenga utilidad y resalte ante el público	Epic	--
#Epic3	Usuario de <i>MaskCare</i>	Que el dispositivo sea autogestionable	Situaciones en donde no posea un celular	Epic	--
#Epic4	Usuario de <i>MaskCare</i>	Quiero que el dispositivo sea eficiente y con componentes de buena calidad	Que sea duradero y aprovecharlo al máximo	Epic	--
#Epic5	Usuario de <i>MaskCare</i>	Quiero que el dispositivo me proteja de ETA y avise de situaciones de riesgo de salud	Cuidar mi salud y la de los demás	Epic	--
#1	Usuario de <i>MaskCare</i>	Quiero que la batería del dispositivo resista un tiempo prologando	Que pueda utilizarlo durante por lo menos 4 horas seguidas	Alta	In Progress
#2	Usuario de <i>MaskCare</i>	Quiero que el dispositivo purifique el aire que inhala	Para no contraer enfermedades respiratorias	Alta	In Progress
#3	Usuario de <i>MaskCare</i>	Quiero ver el estado de la batería	Saber cuándo lo debo cargar	Media	In Progress
#4	Usuario de <i>MaskCare</i>	Quiero saber si utilizar el barbijo durante mucho tiempo es perjudicial para mi salud	No tener un impacto negativo en la salud	Alta	In Progress

#5	Usuario de MaskCare	Quiero saber la calidad del aire	Conocer el ambiente en el que estoy	Media	In Progress
#6	Usuario de MaskCare	Quiero que por las noches me pueda distinguir	Evitar accidentes	Media	Backlog
#7	Usuario de MaskCare	Quiero que las personas puedan leer mis labios	Poder comunicarme con personas hipoacúsicas	Media	In Progress
#8	Usuario de MaskCare	Quiero controlar el dispositivo de forma remota	Poder gestionarlo con facilidad	Alta	In Progress
#9	Usuario de MaskCare	Quiero que el dispositivo sea liviano y cómodo	Que no me lastime o irrite la cara	Alta	In Progress
#10	Una persona	Quiere conocer más información acerca de MaskCare	Ver las especificaciones del producto	Media	Backlog
#11	Una persona	Quiere realizar la compra de MaskCare	Obtener MaskCare y su aplicación	Alta	Backlog
#12	Usuario de MaskCare	Quiero que el dispositivo tenga un ingreso a su perfil automático	No estar ingresando usuario y contraseña múltiples veces	Media	Backlog
#13	Una persona	Quiero pagar con tarjeta	Comodidad personal	Media	Backlog

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.2.3 Criterios de aceptación

Tabla 13. Criterios de aceptación

Historia de usuario	N° Crit.	Dado...	Cuando...	Entonces...
#1	1	Un usuario	Utiliza Mask-Care	La batería del dispositivo debe durar mínimamente 4hs
#2	2	Un usuario	Utiliza Mask-Care	El método activo de purificación tiene una efectividad mayor al 98%
#3	3	Un usuario que quiere ver el nivel de batería	Abre la aplicación	El resultado de la batería se muestra en un tamaño legible y bien señalado
#4	4	Un usuario que quiere ver el nivel de CO2	Abre la aplicación	El resultado de la medición de CO2 se muestra en un tamaño legible y bien señalado
#4	5	Un usuario	Supera las 700 ppm de CO2 dentro del barbijo	Recibe una notificación que alcanzó el límite de las 700 ppm y que es conveniente retirar <i>MaskCare</i> por unos segundos en un lugar abierto.
#4	6	Un usuario	Supera las 1000 ppm de CO2 dentro del barbijo	Recibe una notificación que alcanzó el límite de las 1000 ppm y que es mandatorio retirar <i>MaskCare</i> por un minuto ya que la salud está en riesgo.
#5	7	Un usuario que quiere ver el nivel de calidad de aire del entorno	Abre la aplicación	El resultado del nivel de calidad de aire se muestra en un tamaño legible y bien señalado
#6	8	Un usuario que quiere encender/apagar luces	Selecciona el botón de apagado en la aplicación	El dispositivo enciende/apaga el módulo de luces

#6	9	Un usuario	Enciende el módulo de luces	Debe emitir 5 o más lúmenes.
#7	10	Un usuario	Gesticula	La persona con la que se comunica puede observar/leer labios debido al material transparente que se encuentra en la máscara
#8	11	Un usuario	Controla el dispositivo de manera de remota	El mismo debe reaccionar correctamente en menos de 1 segundo.
#9	12	MaskCare	Se evalúa su peso	El mismo no debe superar los 300g
#9	13	Usuario	Utiliza MaskCare	El material en contacto con la piel resulta agradable al tacto, no produce transpiración y la estructura de la máscara no presenta protuberancias punzantes.
#10	14	Una persona	Quiere conocer especificaciones del producto	Accede a una página web responsive con informaciones de MaskCare de forma clara y se provee un email de contacto para F&Q
#11	15	Una persona	Quiere comprar el producto	Accede a una página web responsive donde puede comprar el mismo y obtiene también el link de descarga de la App.
#12	16	Un usuario	Abre la aplicación	La misma solamente requerirá por única vez el id del dispositivo.
#13	17	Una persona	Quiere compra	La página web le ofrece la posibilidad de comunicarse con un asesor comercial para para que este le brinde información de todos los medios de pagos disponibles.

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.2.4 Criterios de completado

Consideramos que una historia está *DONE* cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- La documentación de la historia y el código tuvieron revisiones de pares
- Ver *Checklist* para documentación de *User Stories*
- El código de la historia está *mergeado* en el *branch master-dev*
- Todos los tipos de *tests* que se definieron sobre la historia funcionan correctamente
- Se realizó el Test Funcional *End to End* de la historia apuntando a los servicios reales
- La historia no tiene *bugs*
- La historia fue mostrada y aprobada por los integrantes del equipo
- La tarjeta del Trello esté movida a la columna “Finalizado”
- Cumple con el criterio de aceptación establecido.

3.5.3. Equipo e Interesados

Tabla 14. Historia de Revisión -Versión inicial

Fecha	Versión	Descripción	Autor
1/5	1.0	Versión inicial	MaskCare

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.3.1 Equipo de proyecto

Tabla 15. Equipo de proyecto

Rol de Scrum	Nombre y apellido
Product Owner	Nicolás Bedetti
Scrum master	Brenda Villar
Desarrollador de Software	Giselle González
Desarrollador de Hardware	Leonardo Pastor

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.3.2 Matriz de interesados

Tabla 16. Matriz de interesados

Nombre Interesado
Profesores UNLAM
Empresa Circo Studio
Programa Vincular

Fuente: realización propia. UNLAM 2021

3.5.4. Release planning - Historia de Revisión

Tabla 17. Plan de versiones

Fecha	Versión	Descripción	Autor
3/7	1.0	Versión inicial	MaskCare

Fuente: realización propia. UNLAM 2021

3.5.4.1 Estimación Story Points

Utilizaremos la herramienta *Web Planing Poker* a partir de la serie de Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21)

Tabla 18. Story Points

ID Historia de usuario	Quiero	Para	Estimación
#1	Quiero que la batería del dispositivo resista un tiempo prologando	Que pueda utilizarlo durante por lo menos 4 horas seguidas	21
#2	Quiero que el dispositivo purifique el aire que inhalo	Para no contraer enfermedades respiratorias	13
#3	Quiero ver el estado de la batería	Saber cuándo lo debo cargar	3

#4	Quiero saber si utilizar el barbijo durante mucho tiempo es perjudicial para mi salud	No tener un impacto negativo en la salud	5
#5	Quiero saber la calidad del aire	Conocer el ambiente en el que estoy	5
#6	Quiero que por las noches me pueda distinguir	Evitar accidentes	3
#7	Quiero que las personas puedan leer mis labios	Poder comunicarme con personas hipoacúsicas	3
#8	Quiero controlar el dispositivo de forma remota	Poder gestionarlo con facilidad	13
#9	Quiero que el dispositivo sea liviano y cómodo	Que no me lastime o irrite la cara	21
#10	Quiere conocer más información acerca de MaskCare	Ver las especificaciones del producto	3
#11	Quiere realizar la compra de MaskCare	Obtener MaskCare y su aplicación	3
#12	Quiero que el dispositivo tenga un ingreso a su perfil automático	No estar ingresando usuario y contraseña múltiples veces	5
#13	Quiero pagar con tarjeta	Comodidad personal	3

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.4.2 Plan de versiones

Tabla 19. Plan de versiones

Número de <i>Release</i>	Historias	Estimación	Velocidad	Sprints
1	#1, #2, #6, #8	42 puntos	10,5	4
2	#3, #4, #6, #8	32 puntos	10,66	3
3	#9, #10, #11, #12, #13	35 puntos	11,66	3

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.5. Plan de comunicaciones-Historia de Revisión

Tabla 20. Historia de Revisión 1.0

Fecha	Versión	Descripción	Autor
3/7	1.0	Versión inicial	MaskCare

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.5.1 Comunicaciones del proyecto

Tabla 21. Comunicaciones del proyecto

Mensaje	Audiencia / Destinatario	Método / Medio	Frecuencia	Remitente del Mensaje
Describe la información a ser comunicada	Detalla el o los destinatarios del mensaje (Ej.: Equipo del proyecto)	Describe cómo será entregada dicha información (Ej.: Escrito / vía e-mail)	Indica con qué frecuencia se envía dicha información (Ej.: Quincenal)	Detalla el o los responsables de elaborar el mensaje
<i>Daily meeting</i>	<i>Equipo de proyecto</i>	<i>Teams</i>	<i>Diaria</i>	<i>Scrum master</i>

<i>Comunicaciones formales de la cátedra</i>	<i>Alumnos</i>	<i>Teams</i>	<i>A demanda</i>	<i>Equipo docente</i>
<i>Retrospectiva</i>	<i>Equipo de Proyecto</i>	<i>Teams/ Presencial</i>	<i>Quincenal</i>	<i>Scrum master</i>
<i>Comunicaciones informales</i>	<i>Equipo de proyecto</i>	<i>Teams / WhatsApp / Trello</i>	<i>A demanda</i>	<i>Equipo de proyecto</i>
<i>Viernes night meeting</i>	<i>Grupo 111</i>	<i>Teams</i>	<i>Semanal</i>	<i>Grupo 111</i>
<i>Comunicaciones formales del proyecto</i>	<i>Grupo 111</i>	<i>Escrito / Mail</i>	<i>A demanda</i>	<i>Product Owner</i>
<i>Gestión de avances</i>	<i>Equipo de proyecto</i>	<i>Trello</i>	<i>A demanda</i>	<i>Equipo de proyecto</i>

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.6. Experiencia de Usuario

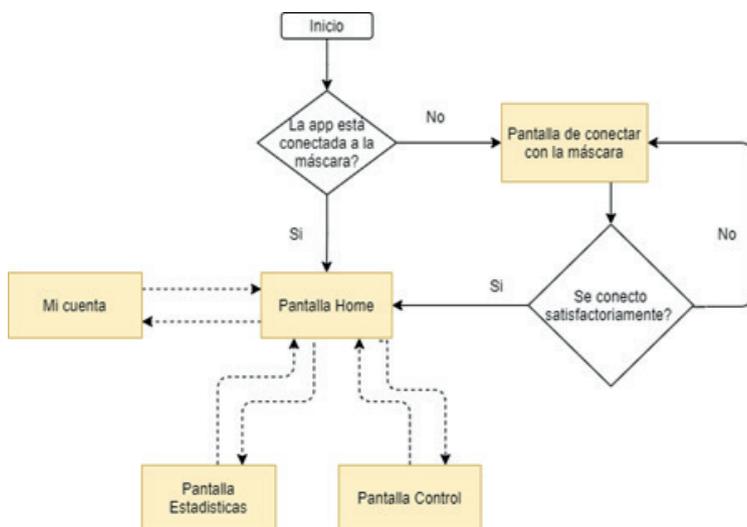
Tabla 22. Historia de Revisión

Fecha	Versión	Descripción	Autor
1/10	1.0	Versión inicial	MaskCare

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

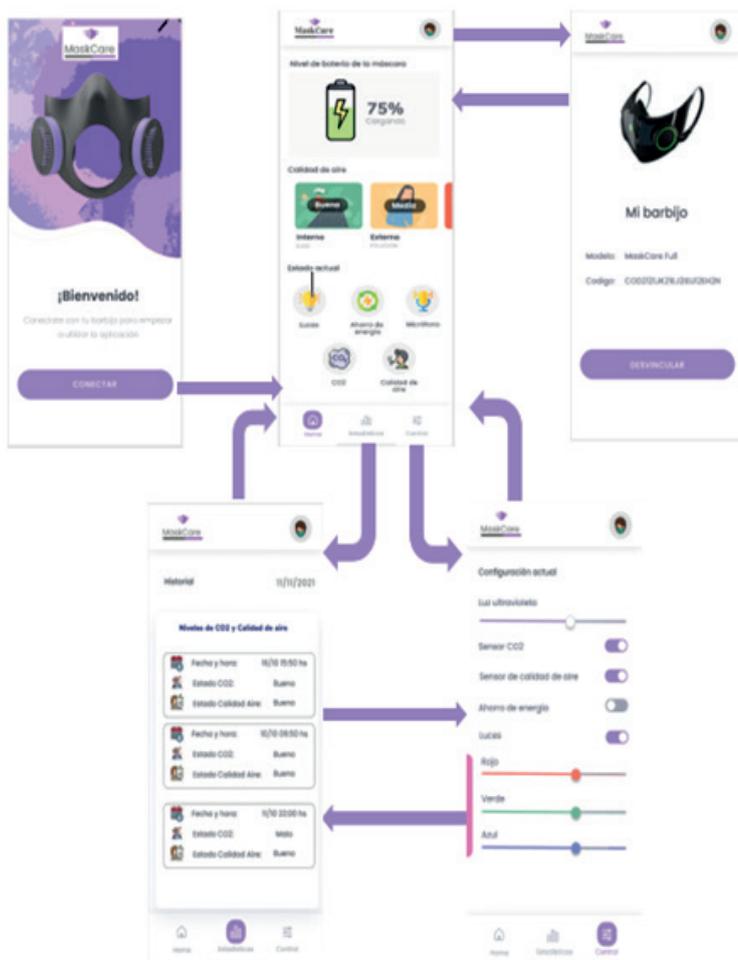
3.5.6.1 Prototipo de navegación MaskCare App

Figura 3. Prototipo de navegación de la aplicación I



Fuente: realización propia. UNLaM 2021.

Figura 4. Prototipo de navegación de la aplicación II



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.6.2 Wireframes Mockups MaskCare App

Figura 5. Pantalla conectar con la máscara



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 6. Pantalla Home



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 7. Pantallas estadísticas



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 8. Pantalla de control



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 9. Mi Cuenta



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.6.3 Prototipo de navegación MaskCare Web App

Figura 10. Prototipo de navegación



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

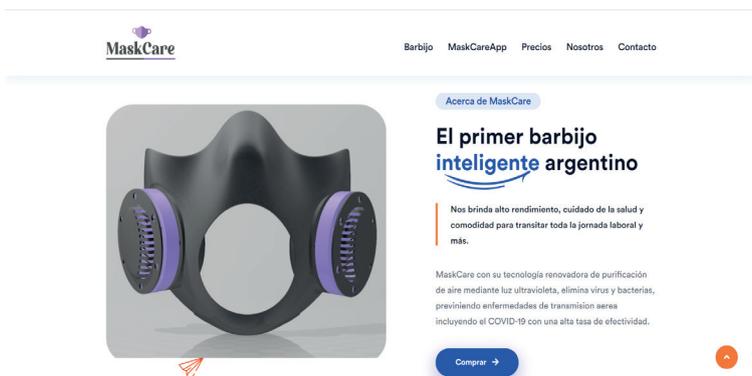
3.5.6.4 Wireframes Mockups MaskCare WebApp Home

Figura 11. Wireframes Mockups



Fuente: realización propia. UNLaM 202

Figura 12. Sección barbijo



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 13. Sección MaskCare App



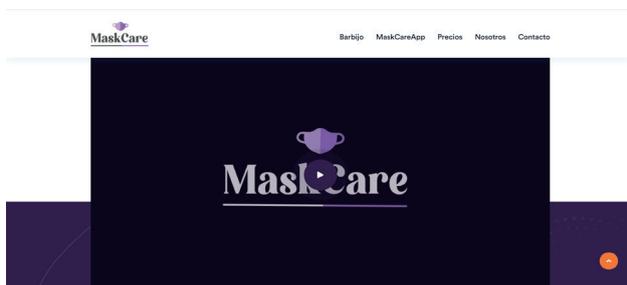
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 14. Sección Precios



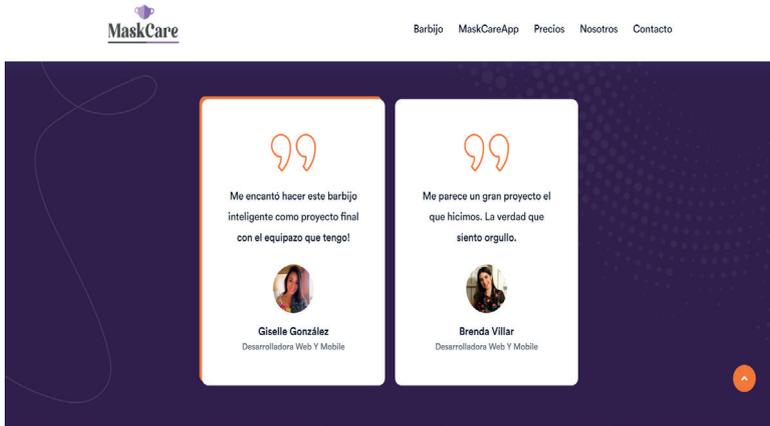
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 15. Sección Video



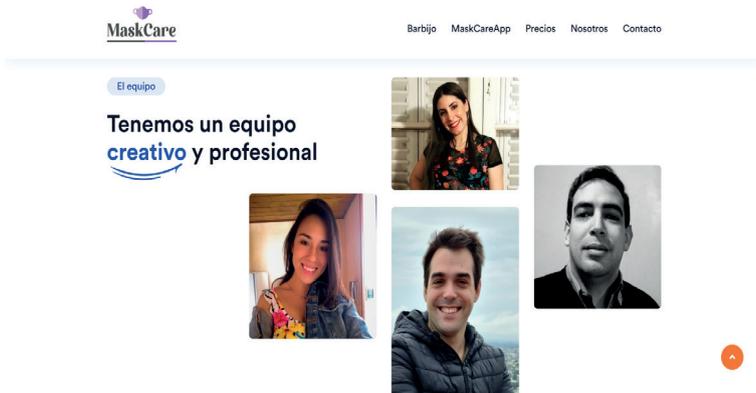
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 16. Sección testimonios:



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 17. Sección nosotros:



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 18. Sección contacto



Envíanos un mensaje

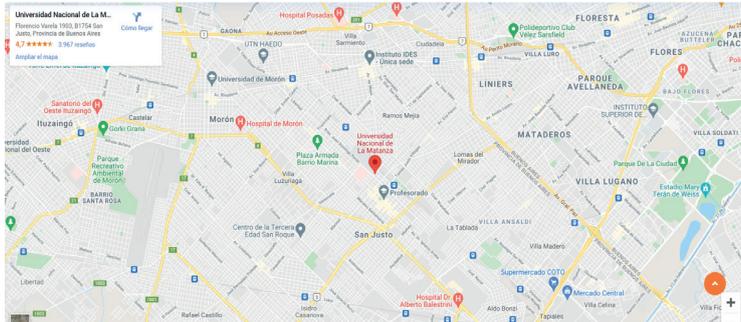
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 19. Sección vínculos para contacto



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 20. Mapa de ubicación



Fuente: Google Maps. 2021

3.5.7. Arquitectura de software

Tabla 23-Historia de revisión

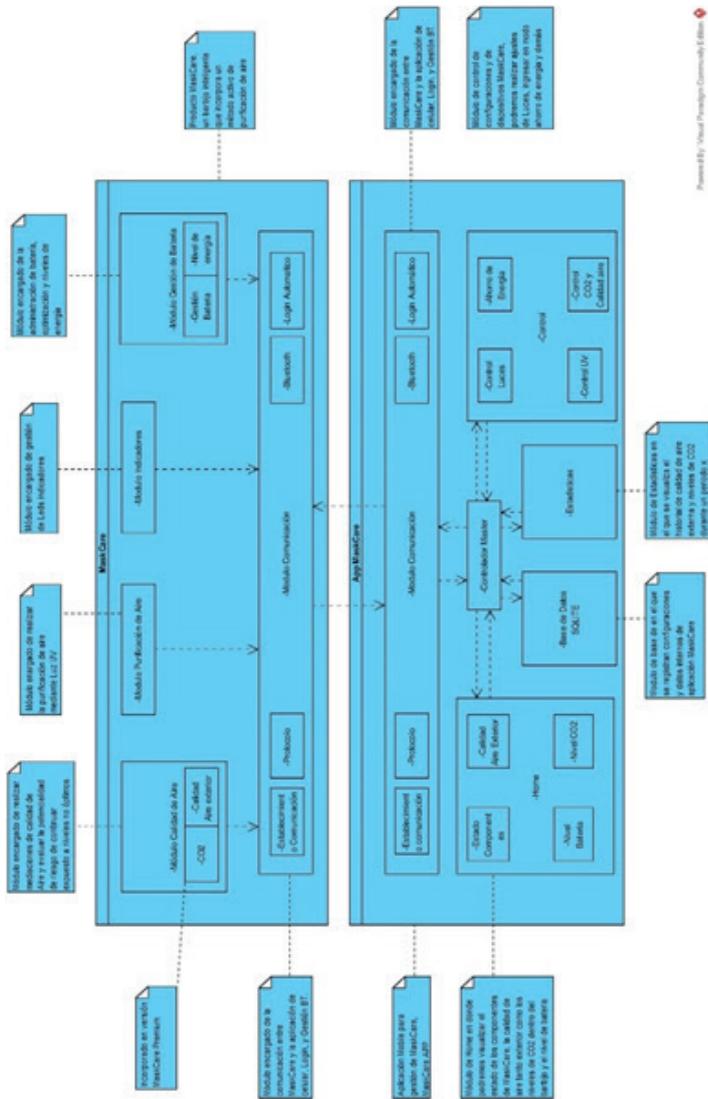
Fecha	Versión	Descripción	Autor
16/10	1.0	Versión inicial	MaskCare

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

7.1 Diagrama de arquitectura

A continuación, aparece como *Figura 21*, el Diagrama de arquitectura que relaciona la aplicación con el barbijito.

Figura 21. Diagrama de arquitectura entre App y Barbijo



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

7.2 Entorno de trabajo *Frameworks* / Componentes utilizados

Se ha utilizado **Angular 11** para desarrollar la página *web*, porque este *framework* proporciona una estructura modular y consistencia al código. Además, su estructura está basada en componentes y permite pruebas unitarias, lo que facilita el mantenimiento del software.

Para la aplicación *mobile* se utilizó **Xamarin Forms**, porque es la manera de reducir tiempos al desarrollar aplicaciones complejas para múltiples sistemas operativos. En lugar de desarrollar una aplicación completa para cada sistema, lo que aumenta el tiempo necesario para la puesta a producción, Xamarin permite llegar con un producto de calidad en menor tiempo de desarrollo con una única base de código con **C#**.

Para la comunicación con la máscara, se usó **Bluetooth Low Energy**, porque permite maximizar el tiempo de empleo y optimizar los recursos de la batería. Además, provee una interfaz de conexión fácil y rápida. A diferencia del *Bluetooth clásico*, BLE permanece en modo de suspensión constantemente, excepto cuando se inicia una conexión. Los tiempos de conexión reales son solo de unos pocos milisegundos, a diferencia de *Bluetooth*, que toma más de 100 milisegundos.

7.3 Infraestructura tecnológica

Por un lado, la aplicación *Mobile* se encuentra disponible para su descarga en las plataformas de Android y IOs desde la página web (MaskCare.com.ar) y tiene una base de datos *Sqlite*. Por otro lado, la página *web* está hosteada en *Firebase*.

Tabla 24. Infraestructura tecnológica

Descripción	<i>MaskCare App y MaskCare WebApp</i>
Sistema Operativo	<i>Android, IOS</i>
Bases de Datos	<i>Sqlite</i>
AppServer / WebServer	<i>Firebase</i>
Lenguajes utilizados	<i>Xamarin Forms</i>

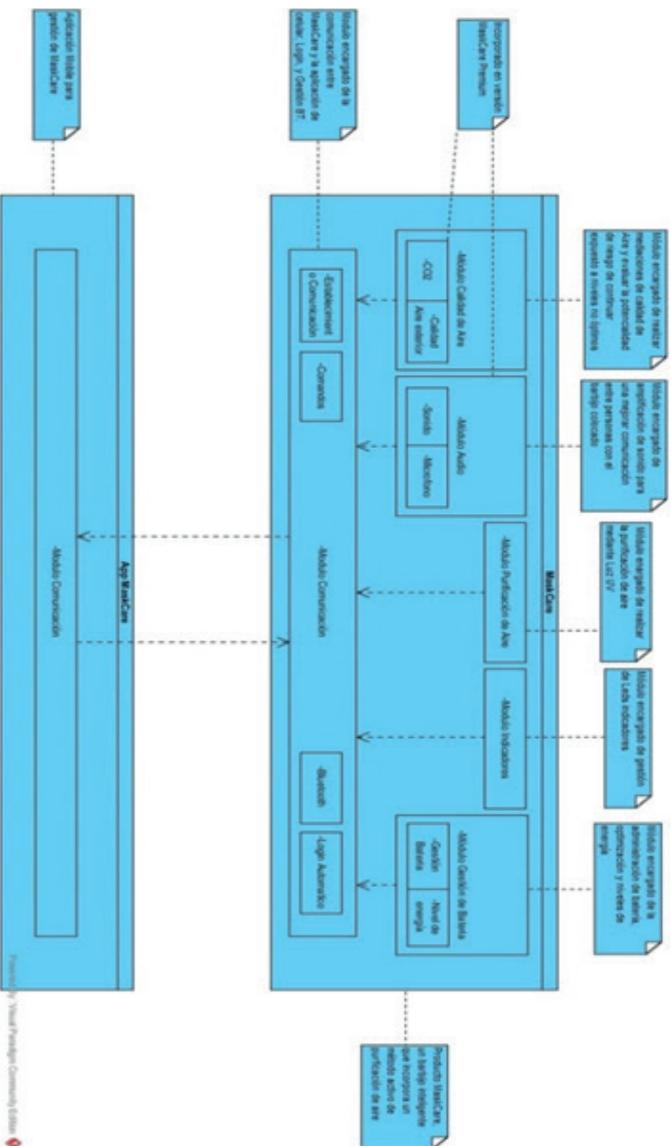
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.7.4 Otros diagramas

A continuación (figuras 22 a 25), se suceden los siguientes diagramas:

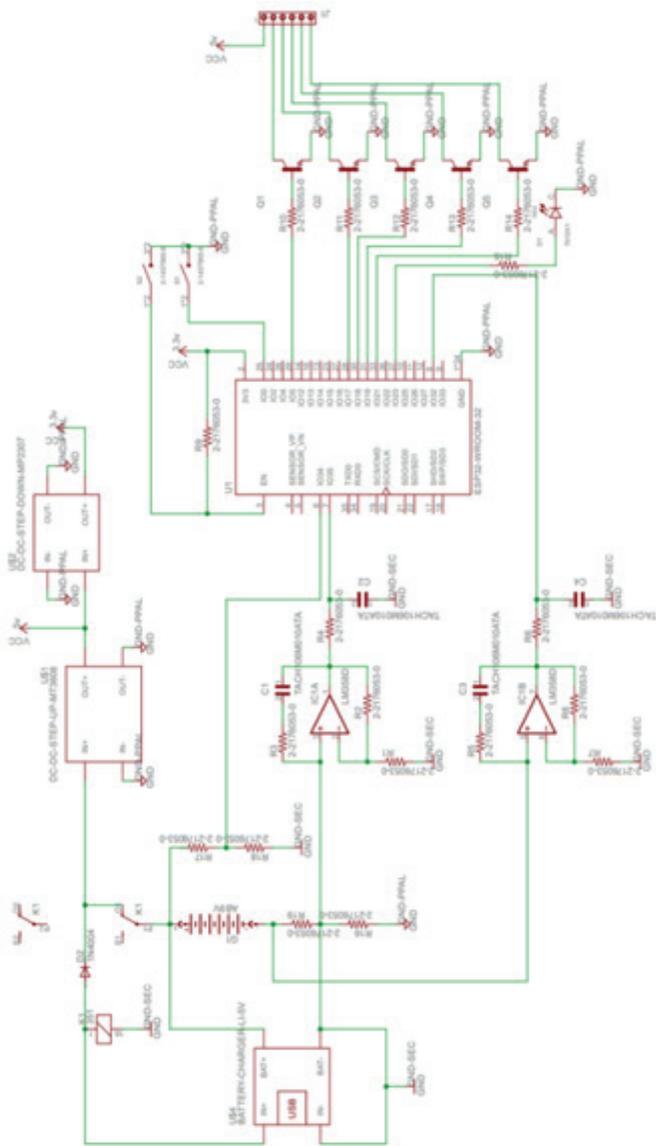
- Diagrama de componentes del Firmware
- Diseño esquemático de PCB
- Vista de Componentes
- Vista Layout (Net)

Figura 22. Diagrama de componentes del Firmware



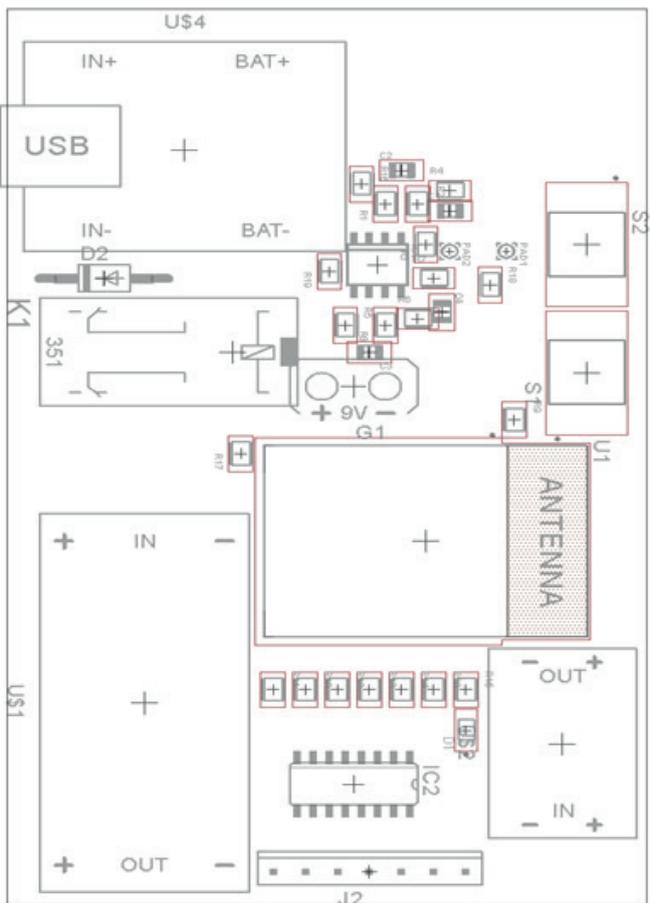
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 23. Diseño esquemático de PCB



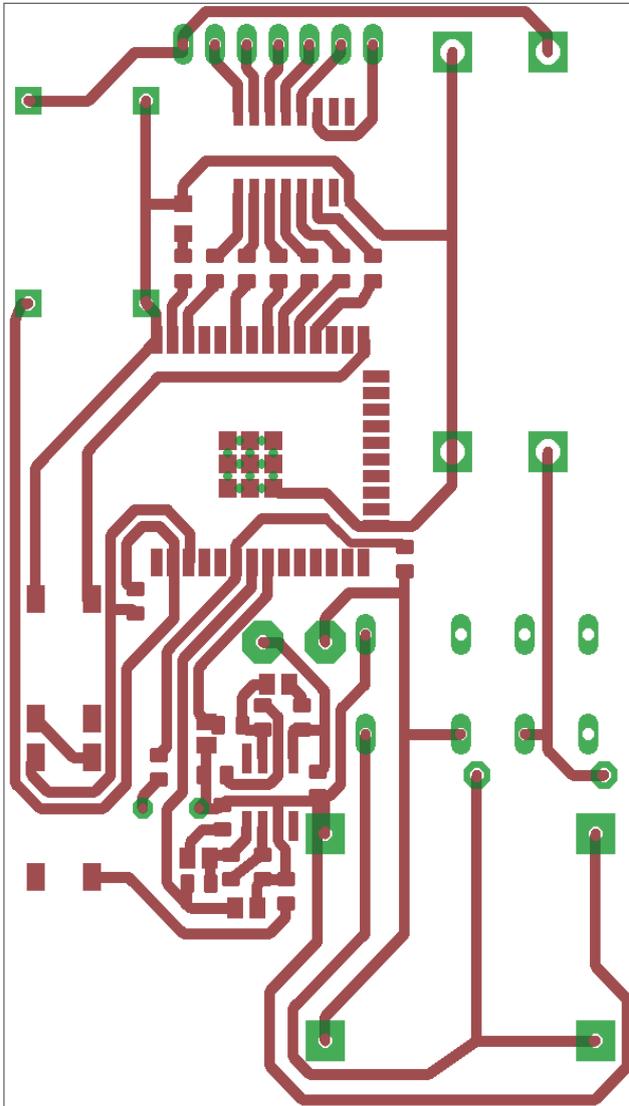
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 24. Vista de Componentes



Fuente: realización propia. UNLaM

Figura 25. Vista Layout (Net)



Fuente: realización propia. UNLaM

3.5.7.5 Estándar de codificación

Los estándares de codificación se centran en los siguientes puntos:

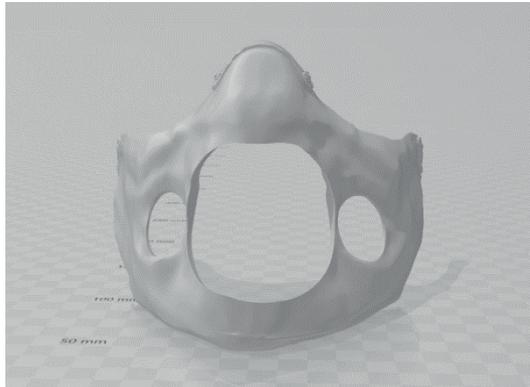
- Espacio dentro del código
- Código Indentado
- Bloques de código con comentarios según funcionalidad
- CamelCase

3.5.8. Diseño del producto

3.5.8.1 Prototipos de máscara

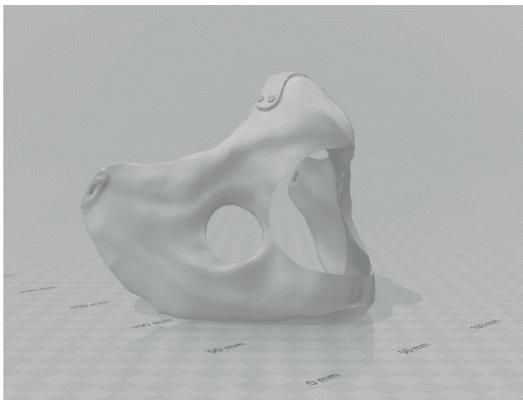
En esta sección vamos a ir referenciando el proceso de avance de las distintas versiones de la máscara, hasta su versión final.

Figura 26. Prototipo de máscara Versión 1.1



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 27. Prototipo de máscara Versión 1.2



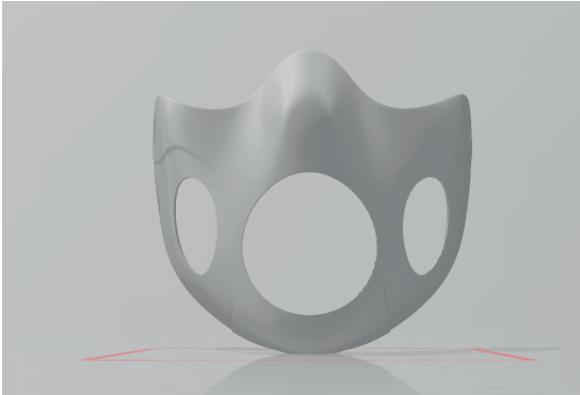
Fuente: realización propia. UNLaM 202

Figura 28. Prototipo de máscara Versión 3



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 29. Prototipo de máscara Versión 4

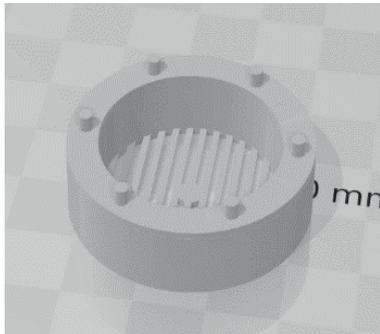


Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.5.8.2 *Prototipos válvulas*

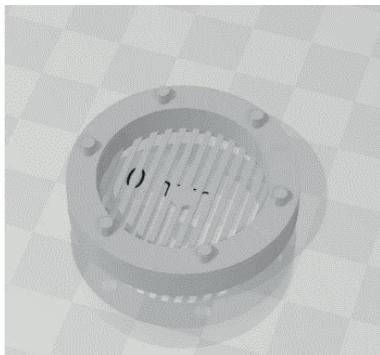
En esta sección se referencia el proceso de avance de las distintas versiones de las válvulas, hasta su versión final.

Figura 30. Versión 1-Válvula derecha e izquierda base



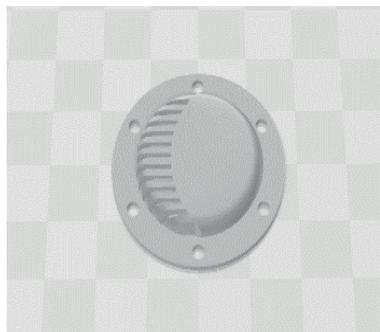
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 31. Versión 1- Válvula derecha e izquierda medio



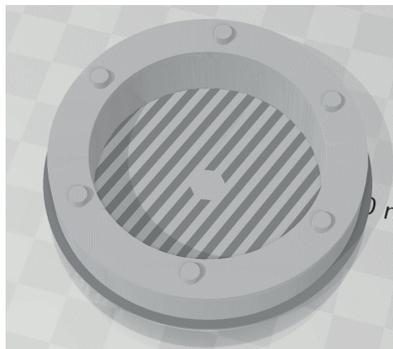
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 32. Versión 1 -Tapa izquierda y derecha



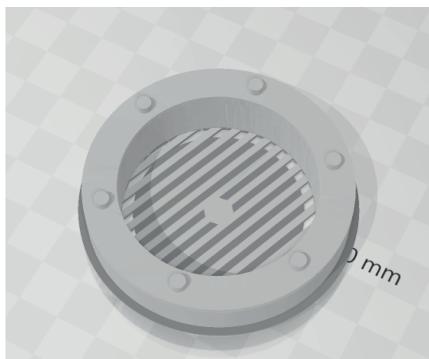
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 33. Versión 3- Válvula derecha base_



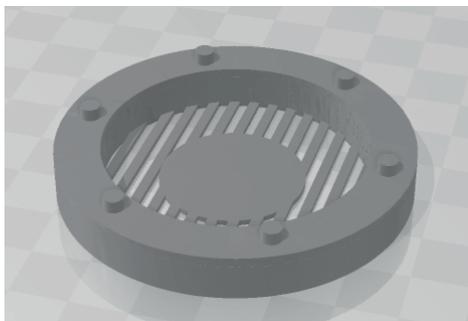
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 34. Versión 3- Válvula izquierda base



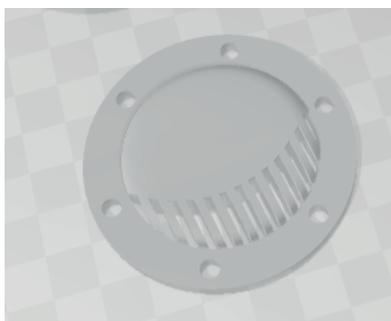
Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 35. Versión 3- Válvula izquierda base



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 36. Versión 3-Tapa izquierda y derecha



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

9. Plan de pruebas

Tabla 25. Historia de Revisión

Fecha	Versión	Descripción	Autor
20/10/2021	1.0	Se inicia diseño y ejecución de escenario de prueba	Integrantes MaskCare

9.1 Diseño y ejecución de escenario de prueba

Tabla 26. Escenario de prueba

Historia de usuario	Escenario de prueba	Resultado	Observaciones
Historia #1 - Criterio de aceptación 1	Dado un usuario, cuando utiliza MaskCare , la batería del dispositivo debe durar mínimamente 4 horas	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #2 - Criterio de aceptación 2	Dado un usuario, cuando utiliza MaskCare , se verifica que el método activo de purificación tiene una efectividad mayor al 98%	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #4 - Criterio de aceptación 4	Dado un usuario que quiere ver el nivel de batería, cuando abre la aplicación, se debe verificar que el resultado de la batería se muestre en un tamaño legible y bien señalizado	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #5 - Criterio de aceptación 5	Dado un usuario, que quiere ver el nivel de CO2, cuando abre la aplicación, se debe verificar que el resultado de la medición de CO2 se muestre en un tamaño legible y bien señalizado	Aprobado/Fallo	Aprobado

Historia #5 - Criterio de aceptación 6	Dado un usuario, cuando supera las 2000 ppm de CO2 dentro del barbijo, se debe verificar que se recibe una notificación que alcanzó el límite de las 2000 ppm y que es conveniente retirar MaskCare por unos segundos, en un lugar abierto.	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #5 - Criterio de aceptación 7	Dado un usuario, cuando supera las 50000 ppm de CO2 dentro del barbijo, se debe verificar que recibe una notificación que alcanzó el límite de las 50000 ppm y que es mandatorio retirar MaskCare por un minuto, ya que la salud está en riesgo	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #6 - Criterio de aceptación 8	Dado un usuario, que quiere ver el nivel de calidad de aire del entorno, cuando abre la aplicación se debe verificar que el resultado del nivel de calidad de aire se muestre en un tamaño legible y bien señalado	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #7 - Criterio de aceptación 9	Dado un usuario que quiere encender y apagar las luces, cuando selecciona el botón de apagado en la aplicación, se debe verificar que el dispositivo enciende/apaga el módulo de luces	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #7 - Criterio de aceptación 10	Dado un usuario, cuando enciende el módulo de luces, se debe verificar que emite 5 o más lúmenes	Aprobado/Fallo	Aprobado, aproximadamente 120 lúmenes.

Historia #8 - Criterio de aceptación 11	Dado un usuario, cuando gesticula, se debe verificar que la persona con la que se comunica pueda observar/leer labios debido al material transparente que se encuentra en la máscara	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #9 - Criterio de aceptación 12	Dado un usuario, cuando controla el dispositivo de manera remota, se debe verificar que el mismo reaccione correctamente en menos de 1 segundo	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #10 - Criterio de aceptación 13	Dado MaskCare, cuando se evalúa su peso se debe verificar que el mismo no debe superar los 300 gramos	Aprobado/Fallo	Aprobado, 250 g
Historia #10 - Criterio de aceptación 14	Dado un usuario, cuando utiliza MaskCare , se debe verificar que el material en contacto con la piel resulte agradable al tacto, que no produzca transpiración y que la estructura de la máscara no presenta protuberancias punzantes.	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #11 - Criterio de aceptación 15	Dado una persona, cuando quiere conocer especificaciones del producto, se debe verificar que: accede a una página web responsive, con informaciones de MaskCare , de forma clara y se provee un email de contacto F&Q	Aprobado/Fallo	Aprobado

Historia #12 - Criterio de aceptación 16	Dado una persona, cuando quiere comprar el producto MaskCare , se debe verificar que: pueda acceder a una página web responsive donde pueda comprar el mismo y obtener también el link de descarga de la app	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #13 - Criterio de aceptación 17	Dado un usuario, cuando abre la aplicación, se debe verificar que: la misma solamente requerirá por única vez, el id del dispositivo.	Aprobado/Fallo	Aprobado
Historia #14 - Criterio de aceptación 18	Dado una persona, cuando quiere comprar MaskCare , se debe verificar que la página web le ofrece la posibilidad de comunicarse con un asesor comercial, para que este le brinde información de todos los medios de pagos disponibles	Aprobado/Fallo	Aprobado

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

9.2 Seguimiento de fallas

Para cualquier problema que aparezca, se va a dar de alta en Trello en la correspondiente tarjeta con el prefijo de ID “PR-XXXX”

3.10. Manual Instalación

Tabla 27. Historia de Revisión

Fecha	Versión	Descripción	Autor
22/10/20	1.0	Se inicia el manual de instalación	Integrantes MaskCare

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3. 10.1 Instalación MaskCare App

Si el usuario está desde una computadora, deberá:

1. Acceder a <https://MaskCare.com.ar/> , y hacer click en el botón de descarga

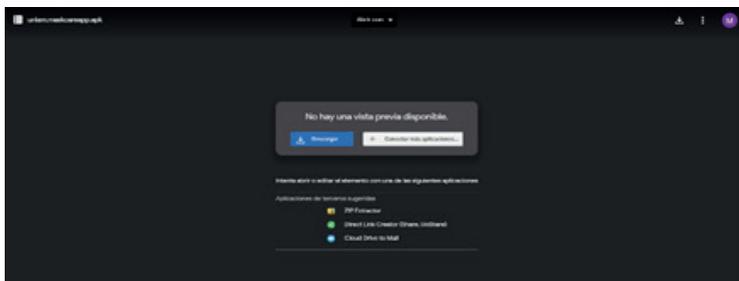
Figura 37. Acceso al botón



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

2. Luego, el sitio web lo redireccionará a un repositorio de Google Drive, donde se deberá presionar el botón de descarga para efectivamente obtener el APK de nombre “unlam.MaskCare app.apk”.

Figura 38. Descarga en “unlam.MaskCare app.apk”



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

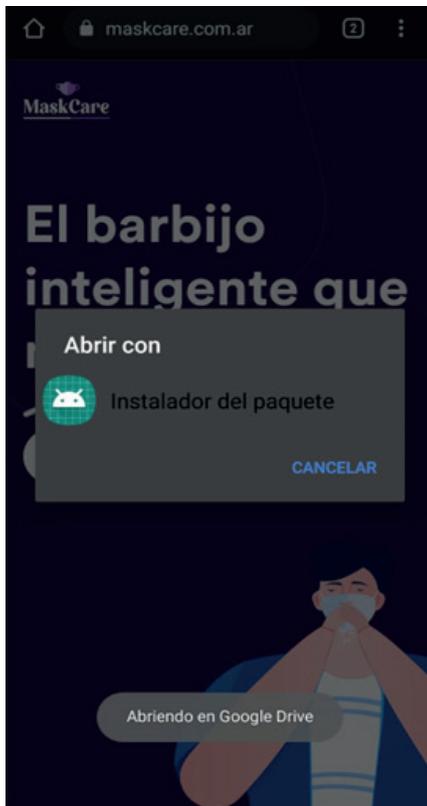
Si el usuario se encuentra desde el celular deberá:

Figura 39. Descarga desde el celular



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

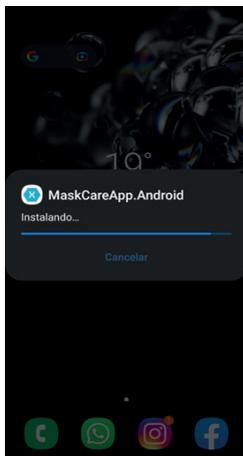
Figura 40. Descarga desde el celular- Instalador



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

1. Acceder a la página [https://MaskCare .com.ar/](https://MaskCare.com.ar/) y apretar el botón de descarga
2. Seguir los pasos de instalación

Figura 41. Instalación desde Android



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 42. Portada de acceso



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.10.2 Adecuación de MaskCare

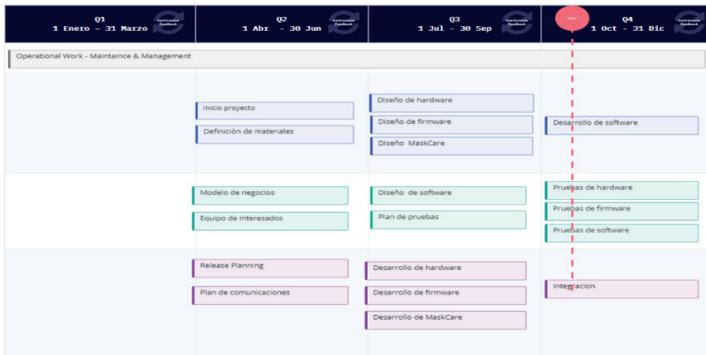
1. Retirar el barbijo de su caja.
2. Utilizar el producto antiempañante en el visor traslúcido que tiene el barbijo. El mismo se debe aplicar en el lado interno del barbijo. Esperar durante 3 minutos hasta el secado del producto.
3. Encender el barbijo desde el botón de encendido que se encuentra en la caja.
4. Con ambas manos, tomar el barbijo y colocarlo en la cara, ajustando desde las tiras reguladoras para mayor confort.

3.10.3 Primeros pasos

1. Encender el barbijo
2. Entrar a la aplicación MaskCare App
3. Ingresar el código de vinculación que viene dentro de la caja de envío. Ante cualquier pérdida, comunicarse con MaskCare
4. Presionar “Aceptar” y comenzará a disfrutar de tu MaskCare cuidando tu salud

3.11. Hoja de Ruta

Figura 43. Hoja de ruta



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Tabla 28. Historia de Revisión

Fecha	Versión	Descripción	Autor
22/10	1.0	Inicio de hoja de ruta	Integrantes MaskCare

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

3.12 Batería

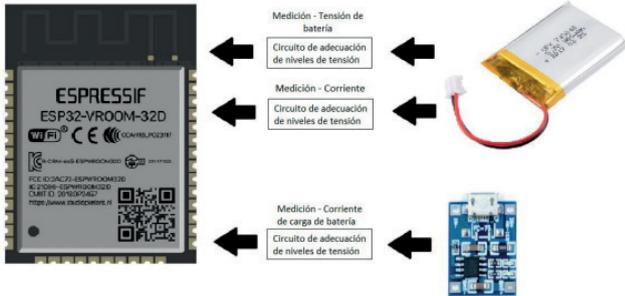
El objetivo es poder medir parámetros físicos asociados a la batería (tensión y corriente), de modo tal que permita determinar el estado de carga de la batería. Dicha información será utilizada para realizar estimaciones sobre el tiempo máximo que se puede utilizar el barbijo inteligente MaskCare .

El microcontrolador utilizado (esp32), brinda 10 canales de AD (convertidores analógicos digitales), los cuales son útiles para el propósito requerido.

El convertidor analógico digital proporciona un valor numérico proporcional a la tensión que se está midiendo, dicho valor depende de la resolución de nuestro AD y del valor de tensión de la señal analógica que se esté midiendo en ese instante.

Para el caso particular del esp32, la resolución de sus convertidores analógicos es de 12 bits, y el rango de medición permitido es de 0 a 3.3 volt, esto implica que el mínimo valor de tensión que el convertidor puede medir es $(3.3 \text{ v} / 2^{12}) = 0,8056 \text{ mV}$ dicho de otras palabras, por cada incremento de la tensión que se esté midiendo igual a 0.8056 mV, se tiene un incremento en 1 unidad en el valor que arroja el AD. Ejemplo para un valor de entrada de 0,8056 mV el AD da un resultado igual a 1, para un valor de entrada igual a 1,611 mV ($0,8056 \text{ mV} \times 2$) el AD dará un valor igual a 2, para un valor de entrada igual a 2,42 mV ($0,8056 \text{ mV} \times 3$) el AD nos dará un valor igual a 3 y así sucesivamente.

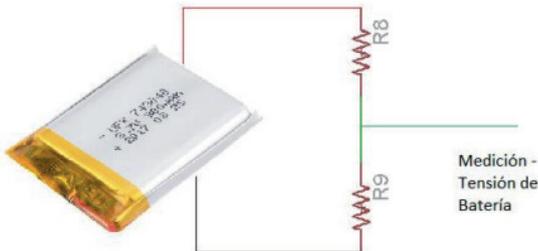
Figura 44. Medición de la tensión de la batería



Fuente: realización propia. UNLaM 20

Para la medición de la tensión de batería (parámetro que da una idea del estado de carga de esta) debemos tener en cuenta en primera instancia entre qué valores va a oscilar el valor de tensión de la misma. Dichos valores pueden encontrarse entre 2,6v (batería descargada) y 4,2v (batería completamente cargada). La batería se encuentra completamente cargada (4,2v) y excede el valor máximo que medible con el AD (3.3 v), por tal motivo hay que adecuar los niveles de tensión de modo de no superar dicho valor, para ello se utiliza un divisor resistivo, cuyo diagrama (Figura 45) se muestra a continuación:

Figura 45. Divisor resistivo



Fuente: realización propia. UNLaM 20

El divisor resistivo se conforma de dos resistencias en serie, y permite reducir un valor de tensión, la expresión que rige el comportamiento de ese circuito es la siguiente:

$$V_{out} = V_{in} * \frac{R_9}{R_8 + R_9}$$

En este caso, V_{in} es la tensión que se busca reducir, la de la batería, y V_{out} es el valor que se va a medir con el AD. Entonces es preciso calcular los valores de R_8 y R_9 de modo tal que cuando la batería esté totalmente cargada en el AD, se pueda medir un valor cercano a 3,3. Cercano, porque se debe dejar un margen de seguridad de modo tal de no exceder el valor máximo permitido de 3,3 v. Por lo tanto la relación que se busca es que cuando nuestra batería esté totalmente cargada 4,2v, el valor que se requiere tener a la entrada del AD sea de 3,0v.

$$3,0 V = 4,2 V * \frac{R_8}{R_8 + R_9}$$

$$0,714 = \frac{R_9}{R_8 + R_9}$$

Se adopta un valor arbitrario para R_9 igual a 10 Kohm y se calcula el valor de R_8

$$R_8 = \frac{R_9}{0,714} - R_9$$

$$R_8 = 10 \frac{Kohm}{0,714} - 10 kohm = 4005,60$$

El valor de resistencia de R_8 dio 4005,60 ohm, entonces se elige un valor estándar próximo a dicho valor, ($R_8 = 3,9 Kohm$) y se verifica en la expresión original qué valor de tensión de sali-

da (la que se aplica en el AD), se obtiene cuando la batería esté completamente cargada.

$$V_{out} = 4,2 \text{ v} * \frac{10 \text{ Kohm}}{(3,9 + 10) \text{ Kohm}} = 3,021 \text{ v}$$

Se observa que con los valores de $R_8 = 3,9 \text{ Kohm}$ y $R_9 = 10 \text{ Kohm}$, para una tensión de entrada igual a $4,2\text{v}$ se obtiene un valor de $3,021 \text{ v}$ que es exactamente lo que se busca.

Ahora bien, resta responder 2 preguntas, ¿Qué valor va a devolver el AD? ¿Es necesario realizar algún otro ajuste, por *software*, para que dicho valor sea el mismo que puede medir con un instrumento?. Al responder la primera pregunta inmediatamente se conoce la respuesta de la segunda. La resolución del AD es de $0,8056 \text{ mV}$ (12 bits), lo que implica que cuando en la entrada del AD tenga $3,021\text{v}$ (la máxima tensión que se puede tener en la batería) el AD va a devolver un valor igual a $(3,021 / 0,000805) = 3753$ aproximadamente, Esto significa que se debe multiplicar el valor que arroja el AD por un coeficiente K de ajuste, de manera tal que para un valor de 3751 , dé un valor de 3021 . Evidentemente, el valor del coeficiente K sería $(3021 / 3751) = 0,8053$. En resumen, el cálculo que hay que realizar por software es el siguiente:

$$\text{Valor de batería (software)} = \frac{(\text{Valor AD} * 0,8053)}{1000}$$

Si se pone a prueba esta ecuación y se observa que es válida, se supone que la batería medida con un instrumento externo da un valor de $2,98 \text{ v}$, de acuerdo con la resolución del AD, el mismo arroja un valor igual a $(2,98 / 0,000805) = 3702$

$$\text{Valor de batería (software)} = \frac{3702 * 0,8053}{1000} = 2.98122$$

Como se observa el valor que se obtiene por *software*, luego de realizar los cálculos, sería de 2,98122, que es el mismo valor que se midió de manera externa con un instrumento.

En cuanto a la medición de corriente consumida, como a la corriente de carga no se la puede medir directamente como se hizo con la tensión de batería. Para poder medir una corriente, hay que hacerlo de forma indirecta, es decir medir la caída de tensión que esta produce. Por ley de ohm se sabe que la corriente es proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia, por lo que cuando una corriente circula por una resistencia, produce una caída de tensión. Entonces este es el modo en que se va a medir la corriente, se hace circular toda la corriente del dispositivo (MaskCare) por una resistencia de un valor conocido, esto produce una caída de tensión sobre la resistencia que es proporcional a la corriente que circula. Pero hay que tener algunas consideraciones, una de ellas es que el valor de la resistencia sobre el que se hace circular toda la corriente del dispositivo tiene que ser de un valor muy bajo, de modo tal de producir la menor disipación de potencia. Este es un punto muy importante, dado que el dispositivo tiene como uno de los requisitos de diseño que la batería dure 8 o más horas. Los valores de resistencias usualmente utilizados para este propósito rondan los 0,22 – 0,56 Ohms.

Se estima que el equipo puede llegar a tener un consumo máximo de corriente de aproximadamente de 900 mA, si se calcula la caída de tensión que esta corriente puede causar sobre una resistencia de 0.33 Ohm (Resistencia por la cual vamos a hacer pasar toda la corriente de nuestro dispositivo) da un valor de:

$$I = \frac{V}{R}$$

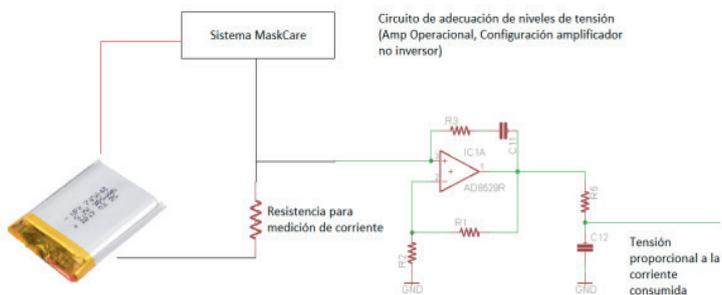
$$V = I . R$$

$$V = 0,9 * 0,33 = 0,297 \text{ v}$$

Como se ve, para el máximo valor de corriente que se estimó que el barbijito inteligente MaskCare puede consumir se obtiene un

valor 0,3 volts aproximadamente. Es la situación contraria a lo que sucedía cuando se mide la tensión de batería, ahora este valor que se obtiene es muy pequeño y hay que amplificarlo para aprovechar el rango de medición que ofrece el AD. Para tal propósito, vamos a utilizar un amplificador operacional. A continuación se muestra en la *Figura 46*, el esquema del circuito para tal propósito.

Figura 46. Circuito de adecuación de nivel de tensión



Fuente: realización propia. UNLaM 20

Se describe el funcionamiento de un amplificador operacional, para lo cual, lo único que se debe saber es que amplifica el valor de tensión en su entrada y el valor que se obtiene en su salida es el que va a ingresar en el AD, dicho valor de tensión es proporcional a la corriente que esté circulando. La expresión que rige este circuito es la siguiente:

$$V_o = V_i \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right)$$

Por lo tanto, ya se conoce que cuando circulan 900mA, la caída de tensión sobre la resistencia de medición de corriente va a ser de 0,297 v, si se busca aprovechar todo el rango que brinda el

AD, se debe tener un valor próximo a 3,3 volt, al igual que antes, próximo, porque es necesario dejar un margen de seguridad. De esta manera, para 0,297 v de entrada se busca un valor de 3,0 v a la salida del amplificador operacional (valor que es, entonces, la entrada del AD).

Al igual que antes se fijó un valor arbitrario para R2, igual a 10Kohm

$$R1 = R2 * \left(\frac{V0}{Vi} - 1 \right)$$

$$R1 = 10 \text{ Kohm} * \left(\frac{3}{0,297} - 1 \right) = 91000 \text{ Ohms}$$

Para R1 se obtiene un valor igual a 91 Kohm, se busca ahora un valor comercial cercano y para reemplazar en la expresión original y ver cómo se comporta para un valor de $V_i = 0,297$. Se debería obtener un valor próximo a los 3 volts. Se toma a $R1 = 100 \text{ Kohm}$, que es el valor comercial más cercano.

$$V_o = 0,297 * \left(\frac{100}{10} - 1 \right) = 2,673$$

En este caso, el valor de tensión de salida que se obtiene está un poco corrido respecto del valor deseado, debido al valor comercial de R1 seleccionado. Ahora se observa qué valor arroja el AD en este caso y si se requiere realizar algún ajuste por *software*. Entonces se parte de que tiene un consumo de 900mA, para este consumo sobre la resistencia de medición de corriente elegida de 0.33 Ohm se obtiene una caída de tensión de 0,297 y a la salida del amplificador operacional un valor de 2,673v, este debe ser el valor de entrada del AD. De acuerdo con la resolución de este, el AD da un valor de $(2,673 / 0,000805) = 3321$. Si se busca un valor representativo del valor de corriente que está circulando, es necesario buscar un coeficiente K de ajuste, de modo que cuando

se obtenga un valor en el AD igual a 3321, luego de multiplicar por el coeficiente, resulte un valor igual a 900, $(900 / 3321) = 0,271$. Resumiendo, el cálculo que se debe realizar por software es el siguiente:

$$\text{Valor Corriente (software)} = (\text{Valor AD} * 0,271)$$

El valor que resulta de esta expresión es el valor de corriente de consumo del equipo expresada en mA. Se pone a prueba la expresión y se obtiene qué valor da, si supone que este equipo está consumiendo unos 450 mA cuya caída de tensión sobre la resistencia de medición de corriente va a ser igual a $(0,450 * 0,33) = 0,148$ v. Sigue el cálculo sobre el valor obtenido a la salida de nuestro amplificador operacional:

$$V_o = 0,148 * \left(\frac{100}{10} - 1 \right) = 1,332 \text{ v}$$

Por último se calcula qué valor arroja el AD para este valor de entrada $(1,332 / 0,000805) = 1655$. Ahora se procede a ver qué valor devuelve la expresión de ajuste.

$$\text{Valor Corriente (software)} = (\text{Valor AD} * 0,271)$$

$$\text{Valor Corriente (software)} = (1655 * 0,271) = 448,505$$

Como se observa, da un valor próximo al esperado (450 mA), esta pequeña diferencia se debe al valor de R1 cuando se seleccionó el valor comercial más próximo.

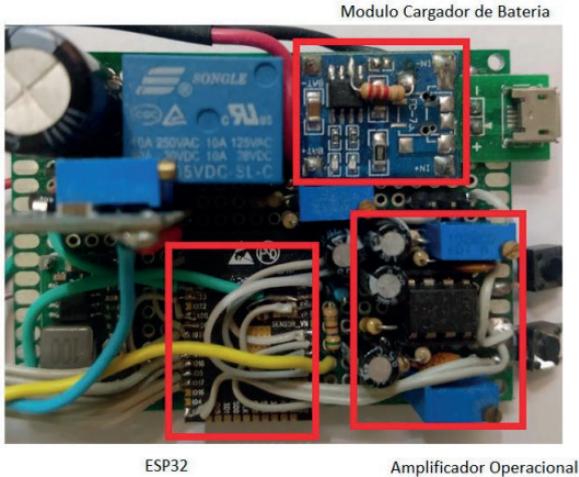
3.12.1 Primeros ensayos

Armado de circuitos de medición de tensión, corriente consumida y corriente de carga. A continuación, en las figuras 47, 48 y 49 se muestran:

- El módulo cargador de batería,

- su monitoreo
- y las mediciones de tensión y corriente.

Figura 47 .Módulo cargador de batería



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 48. Monitoreo de carga de batería

```

Properties Problems Serial monitor view Console Progress Search
/dev/ttyUSB0
> iBat: 182 mA
> iBatCharge: 0 mA

> vBat: 3.81 v
> iBat: 184 mA
> iBatCharge: 0 mA

> vBat: 3.71 v
> iBat: 181 mA
> iBatCharge: 0 mA

> vBat: 3.74 v
> iBat: 170 mA
> iBatCharge: 0 mA

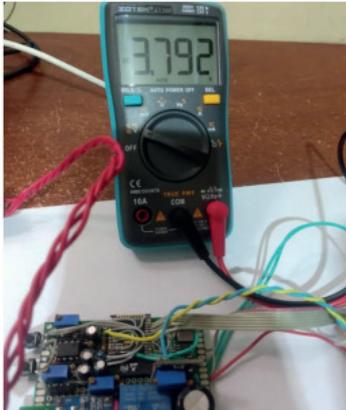
> vBat: 3.75 v
> iBat: 170 mA
> iBatCharge: 0 mA

```

Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Figura 49. Medición de tensión y de corriente

Medición de Tensión



Medición de Corriente



Fuente: realización propia. UNLaM 2021

Sobre el cálculo de esta última, desde una aplicación se observa una pequeña deriva en los valores de tensión y corriente medidos en nuestro dispositivo MaskCare, respecto a las lecturas obtenidas en el multímetro. Esto se debe a que los valores de resistencias utilizados tienen una tolerancia del 5 % respecto al valor informado, sumado además a que la placa está ensamblada sobre un board de tipo experimental en el que las interconexiones de los dispositivos se realizan por medios de cables si respetar ninguna consideración de diseño, respecto al tendido de las net (consideraciones de ruido eléctrico, interferencia EMI, etc.). Además el valor que se muestra en la terminal serie es el valor instantáneo obtenido desde el AD, estos valores no están siendo promediados.

4. RESULTADOS

Como resultados, se ha logrado el diseño de un prototipo de barbijo inteligente (máscara autogestionable) que puede ser publicitado, adquirido, gestionado y monitoreado desde una aplicación de creación propia a partir del Modelo Canvas, y prueba y error en la generación del dispositivo como de los cálculos para la regulación de la alimentación por batería.

Podemos concluir entonces, que cuando el equipo de investigadores presente su diseño definitivo sobre una placa construida para tal propósito, sumado al uso de valores de resistencias de precisión, tolerancia igual al 1%, más el correspondiente promedio de dichos valores, la deriva observada va a ser mucho menos.

5. CONCLUSIONES

Para terminar, este proyecto consistió en la elaboración de una máscara autogestionable o barbijo inteligente, desde una app *mobile*, con un método activo de protección basado en tecnología UVC, que incorpora por medio de un sistema de monitoreo, el conocimiento de los parámetros de interés para la salud como: la cantidad de partículas de dióxido de carbono en el aire y la calidad del mismo.

El proyecto MaskCare se realizó en su totalidad, cuenta con una máscara inteligente, una aplicación *mobile* para gestionarla y una página *web* para adquirir el producto.

Durante el desarrollo de este proceso, el equipo incorporó sólidos conocimientos en tecnologías de desinfección y prevención de contagio de COVID-19, las cuales se aplicaron en el producto dando como resultado un barbijo inteligente que mediante la luz UVC elimina gérmenes, virus y bacterias, dentro de ellos el coronavirus responsable de la COVID-19.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Schwaber Ken & Sutherland Jeff (2013). *La Guía Definitiva de Scrum: las reglas del juego*. Disponible en <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-ES.pdf>
- Wilches Visbal, J. H., Castillo Pedraza, M. C., & Serpa Romero, X. Z. (2020). Inactivación potencial del coronavirus SARS-CoV2: ¿qué agentes germicidas se proponen? *Revista Cuidarte*, 12(1): e1273. Disponible en: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.1273>
- Derraik, J. G. B., Anderson, W. A., Connelly, E. A., & Anderson, Y. C. (2020). Rapid Review of SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2 Viability, Susceptibility to Treatment, and the Disinfection and Reuse of PPE, Particularly Filtering Facepiece Respirators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17): 6117. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph1717611>

EL AUTOR

Roberto Eribe es Lic. en Organización de Empresas por la Facultad de Ingeniería de la UADE y Doctor en Ciencias de la Administración por la UB. Es director de áreas de informática, con vasta experiencia en el campo del desarrollo de software, aplicado a tecnologías innovadoras. Su línea de especialización e investigación se orienta a proyectos en los ámbitos educativos, industriales y comerciales. Cuenta con 44 años de experiencia en desarrollo de software y 37 años como docente universitario.