Alumno: Daniel Messina Jauregui
Profesor guía: Héctor Novoa

Julio, 2023. Santiago, Chile.

d.iR

Dispositivo para la discapacidad auditiva en el entorno ciclista

Facultad de Arquitectura, Diseño, y Estudios Urbanos

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al título profesional de Diseñador.

Agradecimientos

En primer lugar agradezco a mi mamá Evelyn, mis hermanos Pepa y Tomas, por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de la carrera y el proceso de proyecto de título.

En segundo lugar, agradezco a mis amigos Eitan, Matias, Arie, Isabel, Laura, Catalina, Elisa y muchos otros que no alcanzo a mencionar. Muchas gracias por el apoyo incondiconal.

Agradezco a mi profesor guía Hector, por todos los momentos en que me presionó a seguir adelante, y no parar. A mis compañeros de título Vicente y Teresita, su ayuda a lo largo del año fue muy importante y significante en mi vida.

Por último quisiera agradecer a Pablo y Juan Pablo, quienes me aguantaron y me ayudaron en todo el proceso.

Este proyecto no podria haber sucedido sin ustedes.

Muchas Gracias.

ÍNDICE

01. Introducción

Marco teórico

02. Discapacidad General
03. Discapacidad y Diseño
04. Discapacidad Auditiva
05. Sonido
06. Discapacidad Auditiva Mundial
07. Discapacidad Auditiva nacional
08. Ciclismo

Formulación de proyecto

09. Usuario
10. Observaciones
11. Oportunidad
12. ¿Qué, ¿Por qué?, ¿Para qué?
13. Objetivos
14. Antecedentes
15. Referentes
16. Metodología

Desarrollo de Proyecto

17. Primer Concepto
18. Tecnologías
19. Aproximaciones
20. Proceso de Produccion
21. Identidad
22. Proyecciones
23. Plan de Iplementación

24. Conclusiones
25. Anexos
26. Referencias bibliográficas

01.

Introducción

Desde que era pequeño y gracias a como he sido criado criado, he tenido la necesidad de ayudar a las personas que me rodean y de velar por el bien común. Esto, debido a que creo que todos merecemos las mismas oportunidades, sin importar la circunstancias y considero que es nuestra responsabilidad, como sociedad, asegurar que así suceda. Mi pasión por la innovación y la resolución de problemas ha ayudado en mi desarrollo como diseñador, generando nuevos desafíos en mi vida. Esta curiosidad y afán por el conocimiento, me ha llevado a investigar y explorar distintas áreas y aspectos de la vida y a identificar nuevos

Problemas donde se puede intervenir. Este proyecto surge de una simple pregunta. ¿Como manejan las personas sordas? Esta pregunta despertó mi interés y constituyó el comienzo de una investigación y proyecto de título.

Al pensar en las personas sordas o con discapacidad auditiva, una de las primeras preguntas que surgen es ¿Cómo se comunican si no pueden escuchar? El lenguaje, pensando en que nuestra sociedad funciona en base a la comunicación es un tema que la comunidad sorda tuvo que solucionar para poder adaptarse a la sociedad. Pensando en esto me pregunté ¿Qué otras aristas de la sociedad están solo pensadas para personas oyentes? ¿a qué otras cosas se han tenido que adaptar? ¿Qué aspectos aún son desafiantes o incapacitantes para la comunidad sorda?

A partir de estas preguntas podemos identificar distintas situaciones, de la vida diaria, que no pueden hacer de igual manera que el resto, necesitan ayuda o simplemente tienen mayores dificultades.

Este informe da a conocer el proceso completo, desde la pregunta inicial hasta el proyecto finalizado. Para comenzar se expondrá la investigación inicial del proyecto seguido del planteamiento de la oportunidad de diseño, luego, se mostrará el desarrollo de proyecto, finalizando con la identidad de marca, plan de implementación y conclusiones.

02.

Discapacidad General

No existe una definición de discapacidad especifica, debido a que existen varias según el contexto social, cultural, político y las perspectivas individuales de las personas. Aun así, la más utilizada y aceptada es la entregada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que define la discapacidad como: "Un término general para deficiencias, limitaciones de actividad y restricciones de participación. La discapacidad es la interacción entre individuos con una condición de salud (p. ej., parálisis cerebral, síndrome de Down y depresión) y factores personales y ambientales (p. ej., actitudes negativas, transporte y edificios públicos inaccesibles y apoyo social limitado)".

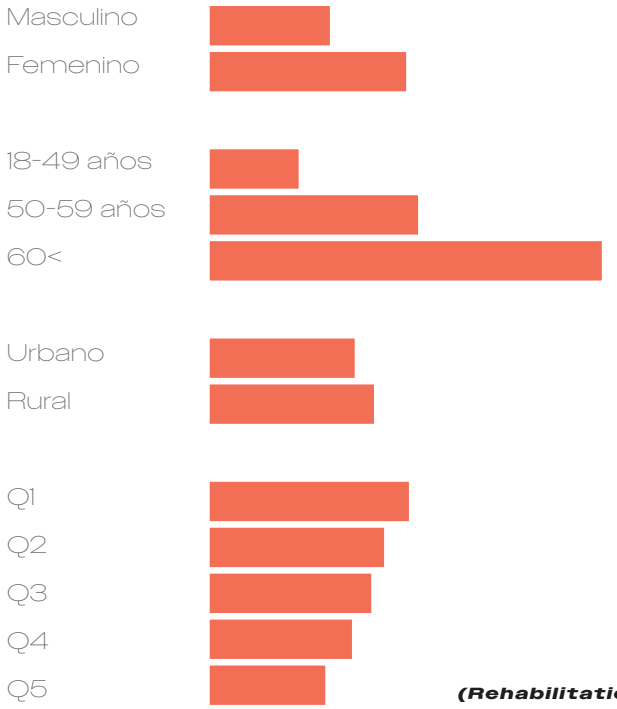
Según la encuesta mundial de la Salud se estima que más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad, un 15% de la población mundial. Alrededor de 785 millones (15,6%) de personas mayores a 15 años viven con una discapacidad. (WORLD REPORT ON DISABILITY (2011) (pag 261 y 262)

Actualmente, "existe un mayor riesgo de discapacidad en las personas mayores edades, y las poblaciones nacionales están creciendo mayores a tasas sin precedentes. También hay una aumento global de las condiciones de salud crónicas, como diabetes, enfermedades cardiovasculares y trastornos mentales, que influirán en la naturaleza y prevalencia de la discapacidad." (WORLD REPORT ON DISABILITY (2011) (pag 261 y 262)

Según el WHO, las personas con discapacidad generalmente tienen peor salud, peores logros educativos, menos oportunidades económicas y tasas más altas de pobreza que las personas sin discapacidad. Esto se debe en gran medida a la falta de servicios disponibles para ellos y los muchos obstáculos que enfrentan en su vida cotidiana.

En este informe, la OMS, nos entrega la tasa de prevalencia de discapacidad según distintos grupos/factores, en el cual destaca el quintil de riqueza, debido a las desigualdades que puede estar ligado a la discapacidad. (WORLD REPORT ON DISABILITY (2011) (pag 291)

Porcentaje de prevalencia de Discapacidad



(Rehabilitation, 2011)

En el 2001 se aprueba la Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud (ICF), es una clasificación de la salud y los dominios relacionados con la salud.

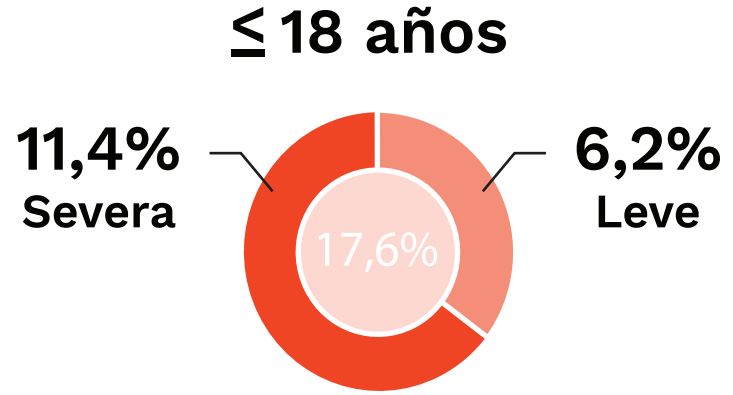
"La CIF fue respaldada oficialmente por los 191 Estados miembros de la OMS en la 54.ª Asamblea Mundial de la Salud el 22 de mayo de 2001 (resolución WHA 54.21) como el estándar internacional para describir y medir la salud y la discapacidad."

"ICF se basa en la misma base que ICD e ICHI y comparte el mismo conjunto de códigos de extensión que permiten la documentación con un mayor nivel de detalle."

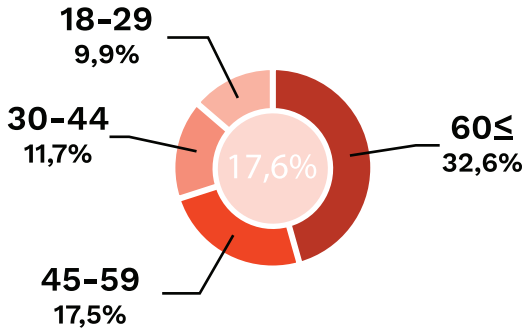
Discapacidad Nacional

Recientemente, el SENADIS (Servicio Nacional de la discapacidad, del Ministerio de desarrollo social y familiar), publicó el III Enstudio nacional de discapacidad.

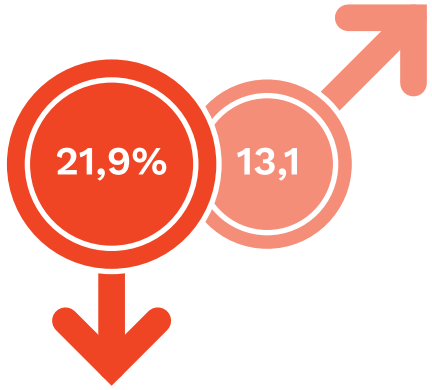
En el estudio se revela la actualización de datos nacionales con respecto a la discapacidad.



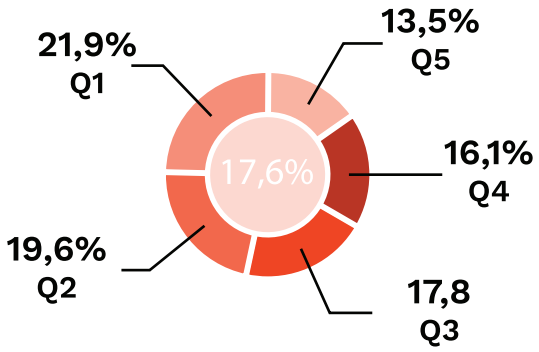
2.703.893 personas aproximadamente



Porcentaje de la población adulta con discapacidad, según tramo de edad.

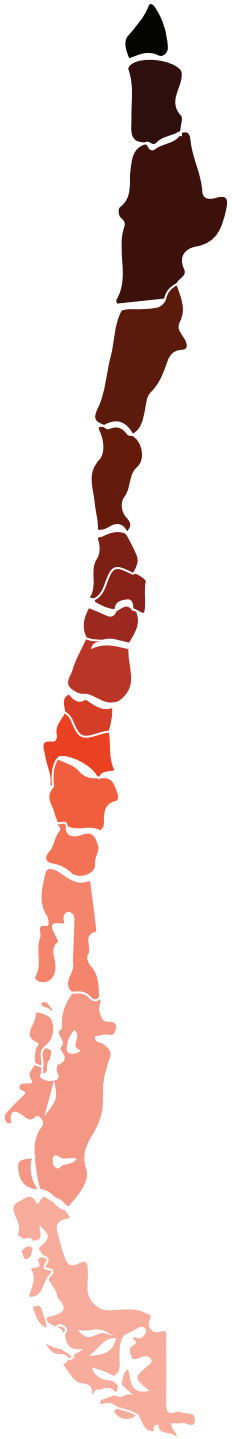


Porcentaje de la población adulta con discapacidad, según sexo.



Porcentaje de la población adulta con discapacidad, según quintil de ingreso autónomo per capita del hogar.

(Servicio Nacional De La Discapacidad, n.d.)



Porcentaje de la población adulta con discapacidad por región

13,4% Arica y Parinacota

10,8% Tarapacá

7,8% Antofagasta

16,7% Atacama

10,6% Coquimbo

16,5% Valparaíso

19,1% Metropolitana

14,4% O'Higgins

14,2% Maule

22,9% Ñuble

1,9% Biobío

22% Araucanía

22% Los Ríos

17% Los Lagos

19,6% Aysén

9,3% Magallanes y Antártica Chilena

(Servicio Nacional De La Discapacidad, n.d.)

03.

Discapacidad y diseño

Desde finales de la segunda guerra mundial se comenzó a notar un aumento en las necesidades de las personas con discapacidades. Gran parte de los veteranos volvieron al país con alguna discapacidad, ya sean físicos o psicológicos. Williamson (2019), comenta como Estados Unidos usó todos los avances tecnológicos, que crearon durante la guerra, para transformarlos en soluciones físicas para sus veteranos. El gobierno estadounidense calificaba las nuevas prótesis como herramientas de transformación de la vida militar a la vida civil y simbolizaban el regreso exitoso de todos los soldados. Si bien, esto fue utilizado como propaganda por un buen trabajo hecho en la guerra, estas acciones dieron oportunidades para el avance dentro de un área completamente abandonada.

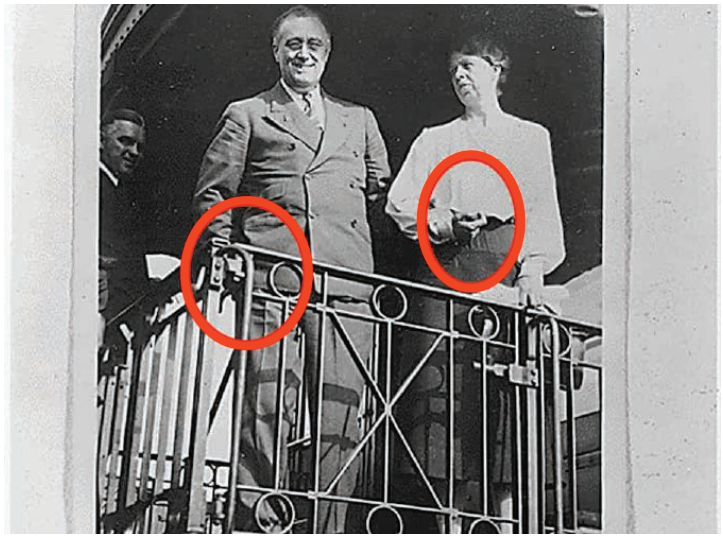
En el año 1990, en Estados Unidos, se aprobó "The Americans with Disabilities Act", el propósito de la ley es asegurar que las personas con discapacidades tengan los mismos derechos y oportunidades que los demás (The Americans with Disabilities Act [ADA], 2022).

Este fue el comienzo en que fue legalmente reconocida la necesidad de incluir en la sociedad a las personas con discapacidad. A partir de lo anterior se puede reconocer que el diseño ha tenido un rol fundamental y constante dentro de la inclusión de las personas con diferentes tipos de impedimentos.

La discapacidad es fundamental para cualquier conversación sobre exclusión. Toca la vida de todos, eventualmente. La discapacidad es parte de la condición humana. Casi todos sufrirán una discapacidad temporal o permanente en algún momento de la vida, y aquellos que sobrevivan hasta la vejez experimentarán dificultades crecientes para funcionar. (INFORME MUNDIAL SOBRE LA DISCAPACIDAD (2011)

Más de 1000 personas marcharon de la casa blanca hasta el capitolio de Estados Unidos para demandar la aprobación del ADA. (1910)

(Ladau, 2023)



“Franklin D. Roosvelt ocultaba tener polio, porque los votantes no hubiesen querido tener un presidente discapacitado”

(EEUU: El Presidente Roosevelt Ocultaba Que Tenía Polio, 2020)

De igual manera Elizabeth Guffey, comenta que existen cuerpos en una amplia variedad de formas, tamaños y habilidades... Alto, bajo, ancho o estrecho, cualquiera que salga de la norma ha experimentado, en un momento u otro, lo que es ser excluido. Este es el caso de las personas con discapacidad (Guffey, 2018, p. 4).

Respecto a esto se puede entender que diseñar para la discapacidad no significa trabajar para una persona o caso en particular, si no que, un caso puntual puede responder al problema de otras.

En el documento "World Report on Disability" (2011), la OMS, indica que "los entornos físicos, sociales y actitudinales, pueden incapacitar a las personas con discapacidad o fomentar su participación e inclusión". Dentro del mismo reporte, señalan la importancia de las intervenciones para mejorar el acceso a diferentes dominios, en los que incluyen edificios, carreteras, transporte, información y comunicación.

El acceso a lugares públicos es beneficioso para la participación social y esencial para la educación, la salud y el trabajo. La falta de acceso puede excluir a las personas con discapacidad o hacerlos dependientes de otros. Por ejemplo, los baños públicos.

El transporte proporciona acceso al trabajo, la educación, la salud y vida social. Sin transporte accesible las personas con discapacidad tienen más probabilidades de ser excluidos.

Bess Williamson en su libro "Accesible América", define el diseño accesible como: el diseño que es utilizado por personas con discapacidades físicas, sensoriales y cognitivas (Williamson, 2019, p. 13).

Para lograr un diseño accesible, se deben tener en cuenta varios aspectos, como la accesibilidad física de los espacios, el uso de tecnologías inclusivas, la comunicación clara y comprensible, el diseño de interfaces y productos intuitivos, la adaptación de materiales impresos o digitales, entre otros. El diseño accesible se centra en la

creación de entornos y productos inclusivos que sean accesibles para todos, teniendo en cuenta las diferentes capacidades y necesidades de los usuarios. El diseño accesible busca promover la igualdad de oportunidades, la plana participación y la autonomía de todos, independiente de sus características o discapacidades.

A partir de este tipo de diseño comienzan a surgir distintas soluciones como la silla de ruedas, prótesis, rampas o distintas señaléticas.

La historia de los símbolos de discapacidad ha evolucionado con el tiempo y han surgido una serie de símbolos icónicos que representan la accesibilidad y la inclusión. Estos son algunos de los más importantes y significantes de la historia

(Guffey, 2017)

El logotipo “No Barriers” marca el inicio de los esfuerzos por eliminar las barreras arquitectónicas y promover la inclusión. Este fue emitido por el Comité del Presidente sobre el Empleo de Personas con Discapacidad en 1965

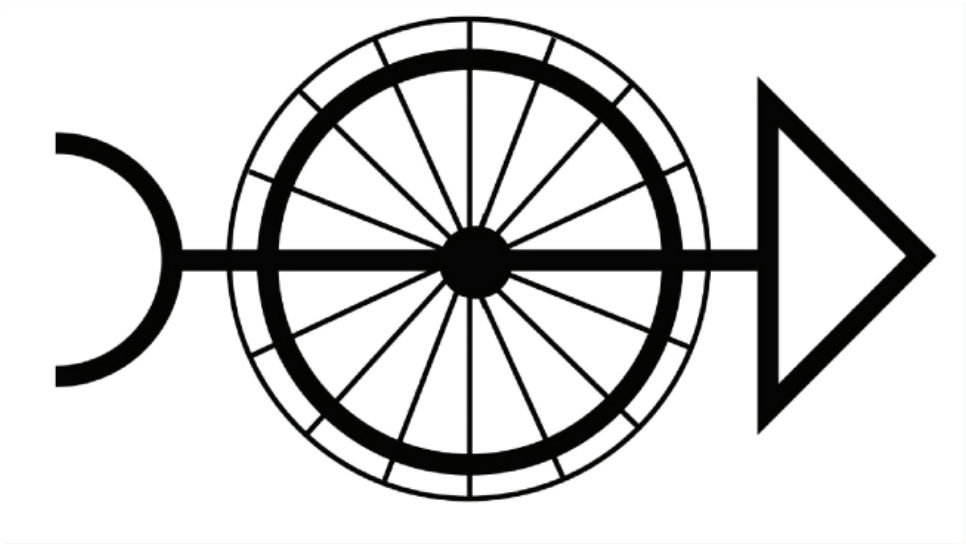
(Guffey, 2017)

(Guffey, 2017)

En 1965, el logotipo de la silla de ruedas apareció por primera vez en la Conferencia Internacional sobre Discapacidad en Stresa, Italia. El símbolo se convirtió en un icono mundialmente reconocido por identificar espacios accesibles y aptos para usuarios de sillas de ruedas.

En 1965, el Consejo Nacional de Investigación de Canadá desarrolló una insignia que fue adoptada como parte del código de construcción del país. Esta ayudó a promover la accesibilidad en Canadá. Si bien este símbolo marcó una tendencia minimalista, el diseño dejó varios mensajes poco claros. ¿Se suponía que el círculo representaba una rueda? ¿Se suponía que la línea en zigzag representaba escaleras? ¿Porque representar la discapacidad con escaleras?

En 1967, se comenzó a circular el “Signo de Acceso del Estado de Nueva York”, que también representa la accesibilidad y la inclusión.



(Guffey, 2017)

El símbolo que se muestra a continuación, fue diseñado por una estudiante de diseño danesa en ese momento. Su versión de este símbolo se presentó por primera vez en un concurso patrocinado por Rehabilitación International e ISO en 1968 cuando buscaba crear un símbolo de señal para marcar alojamientos sin desigualdades.

SUSANNE KOEPCKE

Este ícono fue ampliamente promocionado en Suecia y se abrió camino a través de Europa. El símbolo despegó en 1974, cuando las Naciones Unidas lo aprobaron como un componente clave del diseño sin barreras.

A lo largo de la historia, estos símbolos han ayudado a concientizar sobre la importancia de la accesibilidad y la inclusión de las personas con discapacidad en entornos públicos y privados.

Estos iconos todavía se usan en todo el mundo como una representación visual de la accesibilidad y la igualdad de oportunidades para todos.

(International Sign Association, n.d.)

“La discapacidad suele malinterpretarse como algo que

se aplica sólo a un

porcentaje marginal de la población.

Esto es simplemente falso.”

(Holmes, 2018, p. 77).

04.

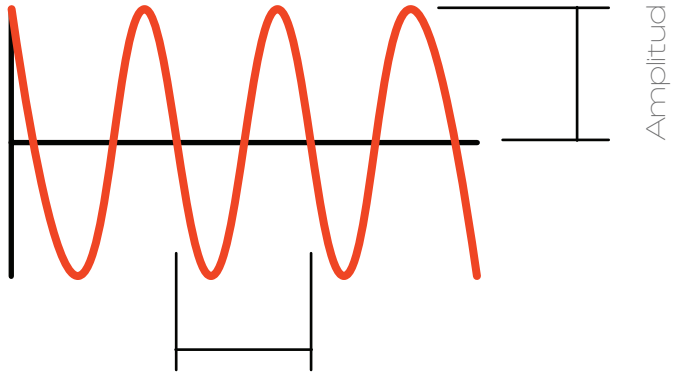
Discapacidad auditiva

Cada individuo, a lo largo de su vida, tiene una trayectoria respecto a la capacidad auditiva, la cual está determinada por características genéticas y por factores conductuales. La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2020), explica que: "la capacidad auditiva de las personas es el resultado de la interacción entre influencias negativas (causales) y positivas (protectoras)". Los factores causales o negativos que afectan la capacidad auditiva varían desde eventos relacionados con el nacimiento e infecciones del oído hasta exposición al ruido. Por su parte, los factores protectores o positivos pueden prevenir y mejorar la capacidad auditiva. Estos son, por ejemplo: disminuir la escucha de sonidos fuertes, tener una buena higiene del oído, tener un estilo de vida saludable (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

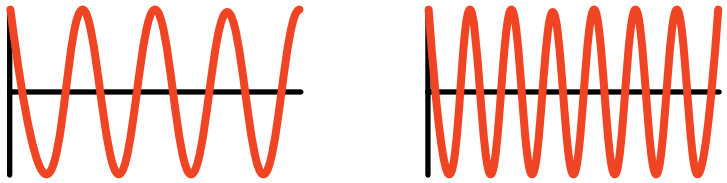
05.

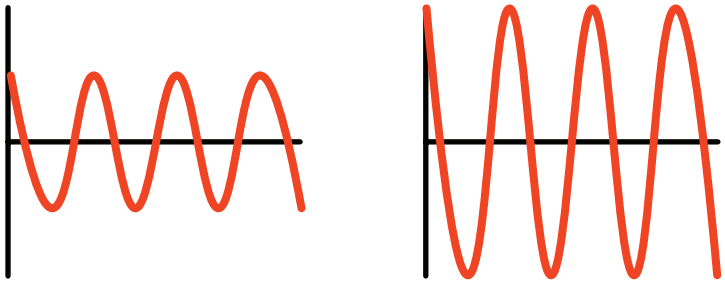
Sonido

El sonido es energía que viaja en ondas y se puede medir de dos maneras: frecuencia y amplitud.



La frecuencia (Hz), mide el número de vibraciones de sonido en un segundo. En la vida diaria, esto corresponde a qué tan grave o agudo es algo. La voz de un niño es de alta frecuencia, por ejemplo. En cuanto a la salud, muchos adultos mayores desarrollan lo que se conoce como pérdida auditiva de alta frecuencia, lo que dificulta escuchar sonidos de tonos más altos.





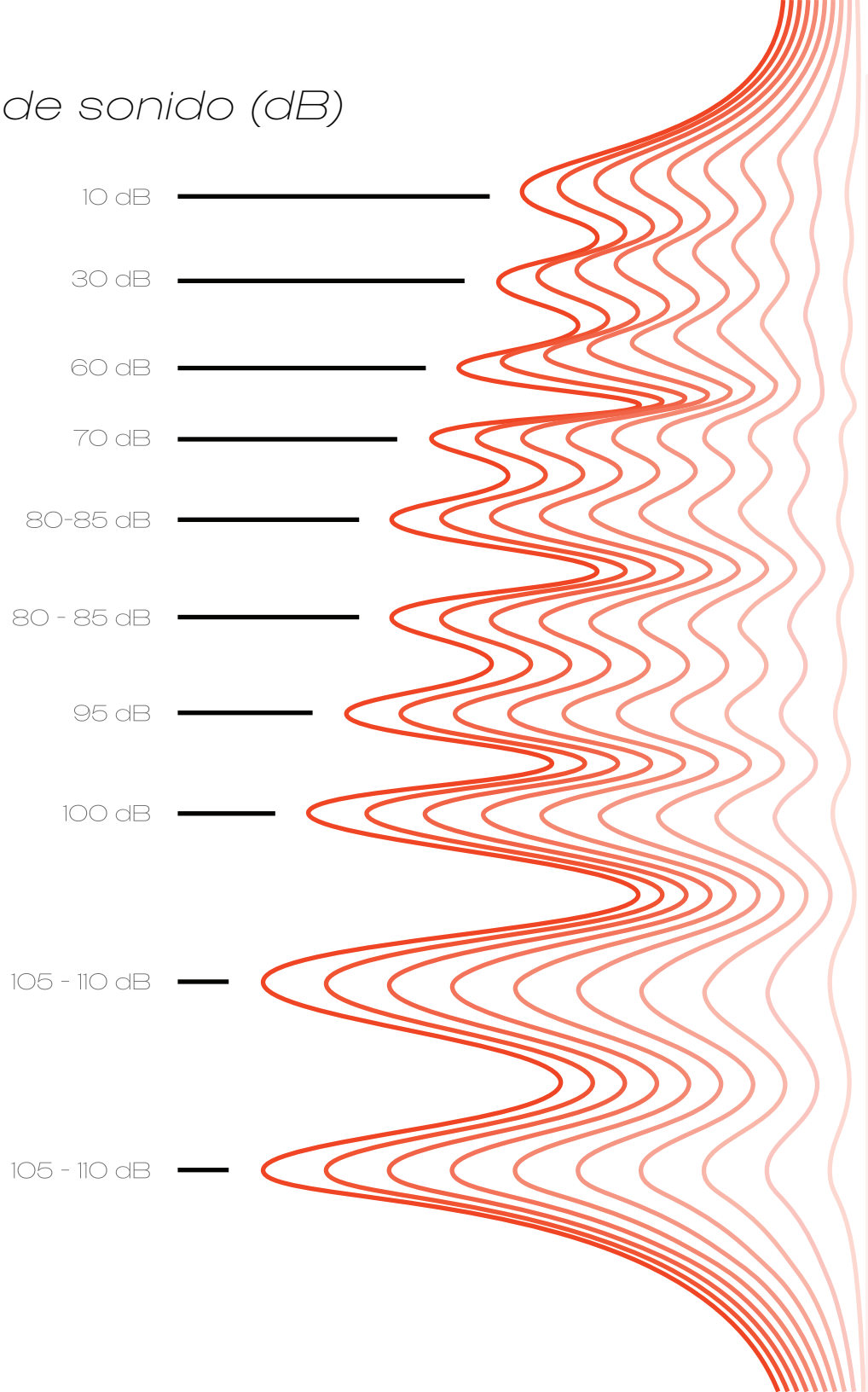
En relación a la importancia de la exposición a sonidos fuertes, en términos de escucha se utiliza la terminología de decibeles (dB). La amplitud, cuya unidad son los decibeles (dB), mide la presión o contundencia del sonido. Cuanta más amplitud tiene un sonido, más fuerte es, lo que se conoce como volumen (Clason, 2021).

The National Institute for Occupational Safety and Health, indica que el nivel de decibeles (dB) que comienzan causar daños auditivos es de 85 dB, con una exposición máxima de 8 horas diarias. Por cada 3 dB por sobre los 85 dB el tiempo diario de exposición disminuye a la mitad, es decir 4 horas.

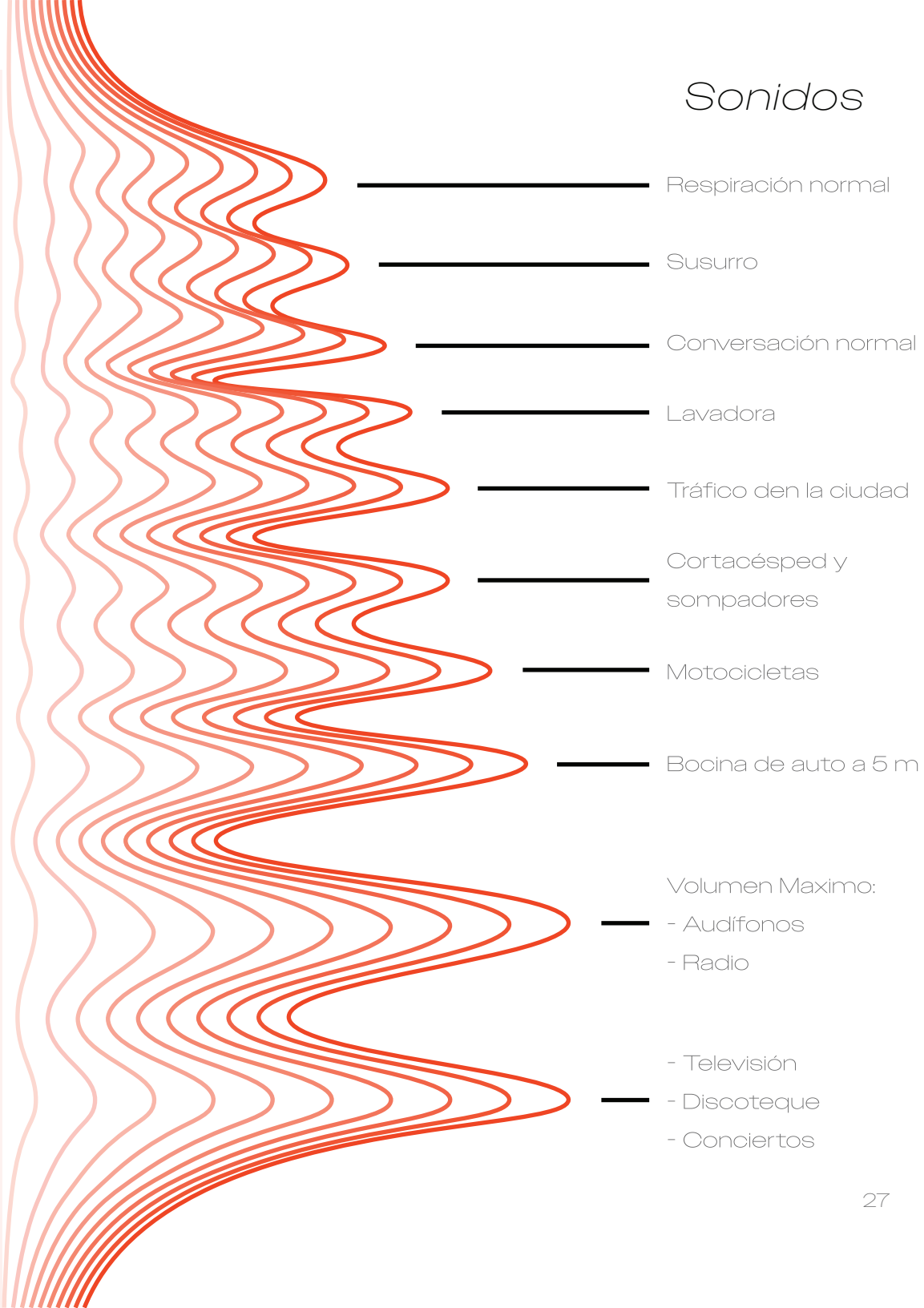
Con relación a la pregunta ¿Cómo varía la audición en las diferentes personas? se establecieron 6 niveles de audición (Clason, 2020) los cuales son:

Nivel 1.
Audición normal: Este primer nivel es cuando la persona no puede escuchar sonidos que van desde los 15 dB hasta los 20 dB. Si bien esto está por debajo del umbral que la mayoría de los médicos usan para diagnosticar la pérdida auditiva en adultos, este nivel de pérdida auditiva aún puede dificultar la escucha del habla. En los niños, de hecho, este nivel de pérdida auditiva generalmente se trata con audífonos para ayudar en el desarrollo del habla y el lenguaje.

Nivel de sonido (dB)



Sonidos



Nivel 2.
Pérdida auditiva leve: Se define al no escuchar entre 26 y 40 dB. Dentro de conversaciones puede tener dificultades para entender algunas palabras cuando hay mucho ruido de fondo.

Nivel 3.
Pérdida auditiva media o moderada: en este caso, las personas no logran escuchar sonidos por debajo de 41 a 55 dB. Generalmente este nivel se caracteriza por la necesidad de la repetición de palabras en conversaciones.

Nivel 4.
Pérdida auditiva moderada/alta: En este nivel, las personas no pueden escuchar sonidos por debajo de 56 a 69 dB. Tanto la pérdida auditiva leve como la moderada generalmente se pueden tratar de manera efectiva con audífonos estándar.

Nivel 5.
Pérdida auditiva severa: en este quinto nivel, los individuos no pueden escuchar sonidos por debajo de 70 a 94 dB. No puede escuchar a las personas hablar sin el uso de un audífono u otro tipo de amplificación y tienden a depender de la lectura de labios para entender conversaciones.

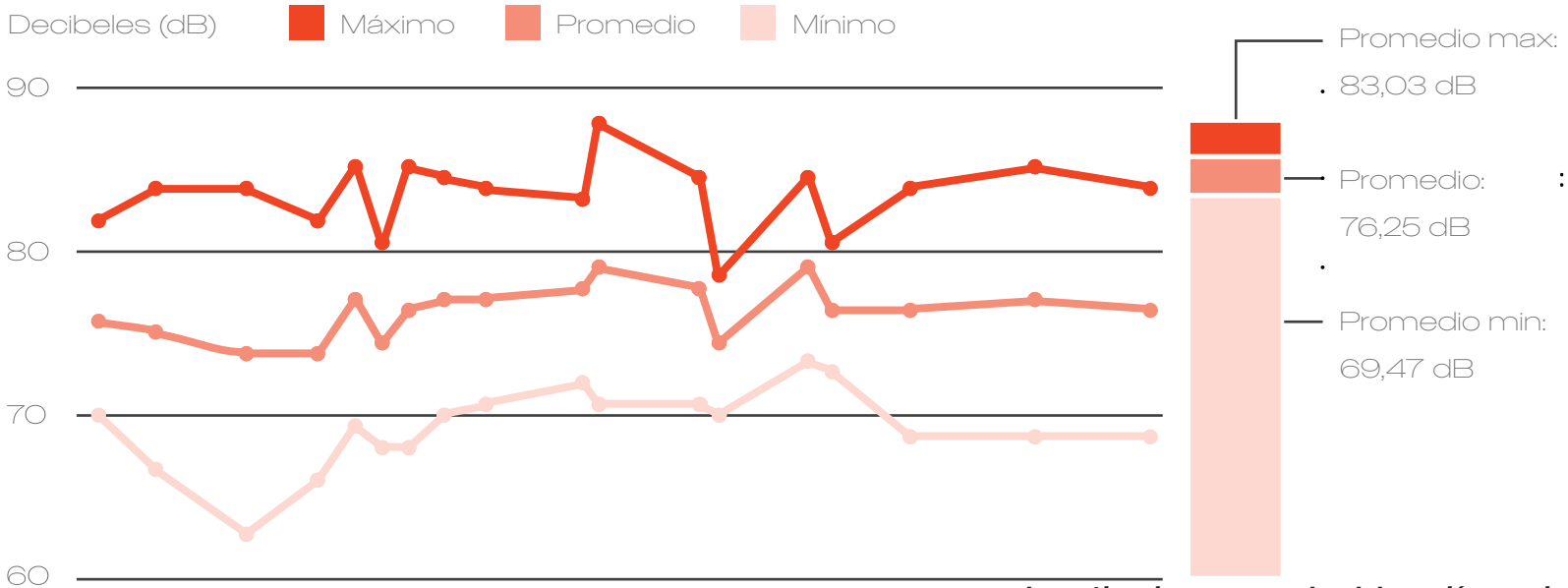
Nivel 6.
Pérdida auditiva profunda: en este caso, las personas con este grado de pérdida auditiva no pueden escuchar sonidos menores a 95 dB, de la misma forma estas personas prefieren el uso de lenguaje de señas como método de comunicación.

Dentro de este proyecto se considerarán las personas con problemas auditivos moderados en adelante. Nivel 3 - Nivel 6

Investigación sonido en las calles

Dentro de la investigación de proyecto, se realizó un testeo para poder dar cuenta del nivel de sonido en las calles. Este consistió en la medición del nivel de decibeles que generaba una calle concurrida. El trayecto para esta medición comenzó en la intersección de Américo Vespucio Sur y Asturias, avanzó por Américo Vespucio hasta la intersección con Isabel la Católica, en donde se siguió hasta la calle Juan de Austria. Este trayecto tenía el movimiento de automóviles y ciclistas.

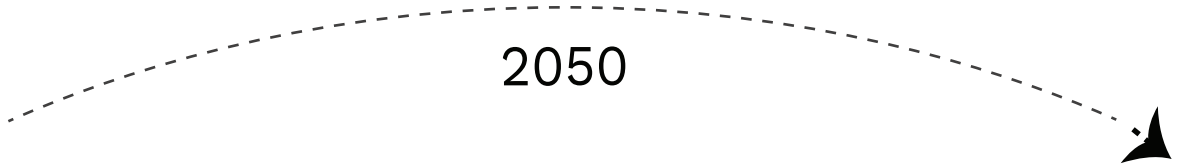
Dentro de estos resultados no solo se consideró el sonido de los autos, si no que generalmente el punto máximo fue un cúmulo de bocinas o transporte público. Así mismo, solo se consideraron los datos cuando había tráfico y un flujo de autos constante. No se consideraron los datos cuando el flujo de autos era muy bajo (uno o dos autos).



Investigacieon personal y elaboración propia

06.

Discapacidad auditiva mundial



1500 millones

430 millones
Severas o moderadas

2500 millones

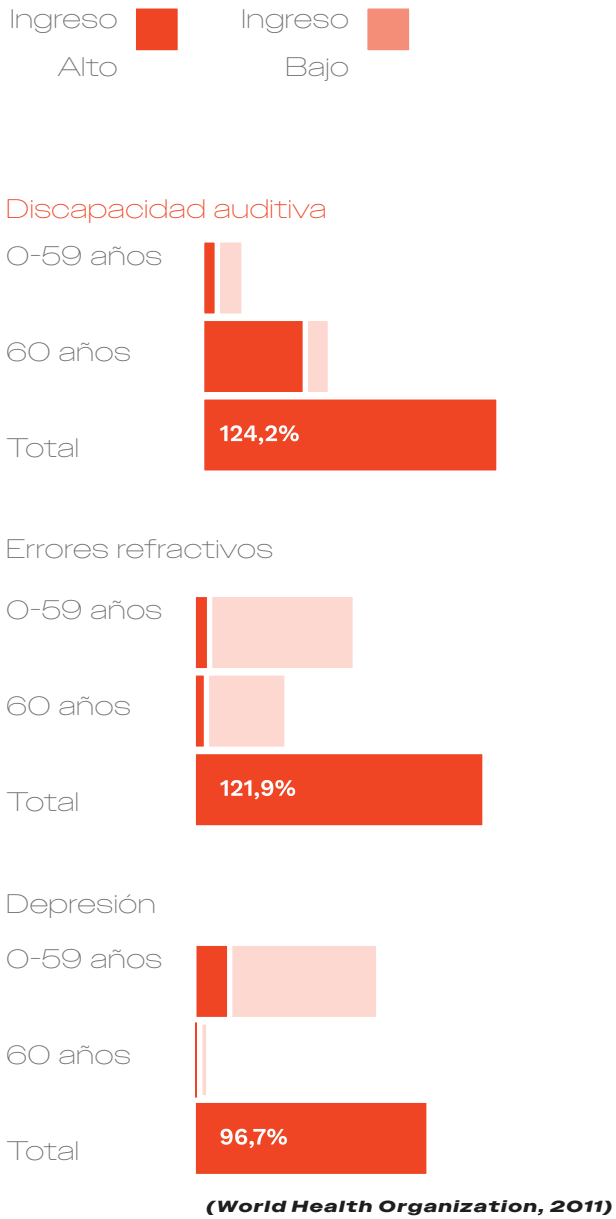
700 millones
Severas o moderadas

Actualmente, la pérdida auditiva afecta a más de 1.500 millones de personas en el mundo, de las cuales 430 millones tienen niveles moderados o altos de pérdida. Los niveles de pérdida auditiva moderada o alta se consideran graves y en necesidad de rehabilitación (World Health Organization [WHO], 2011).

Según World Health Organization [WHO], 40% de las personas entre 12-35 años de edad están expuestos a niveles de sonido potencialmente peligrosos como bares y discotecas. Las rutinas que adoptan las generaciones más jóvenes actualmente, hacen que sean propensos a tener daños auditivos. De la misma manera el 50% de ellos, está en riesgo de pérdida de audición debido al uso de audífonos a niveles altos de sonido (2022).

(organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

La discapacidad auditiva es la discapacidad con mayor prevalencia en el mundo.



"Para el año 2050, la OMS proyecta que alrededor de 2.500 millones de personas vivirán con algún grado de pérdida auditiva de los cuales 700 millones de personas experimentan un nivel moderado o alto" (organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

(World Health Organization, 2011)

07.

Discapacidad auditiva nacional

En Chile, según los resultados del segundo estudio Nacional de la discapacidad, 31,4% de las personas con discapacidad tienen alguna enfermedad del oído.

Con relación a la proporción de discapacidad auditiva, "existe 712.005 personas con discapacidad que tiene algún grado de pérdida de audición, y de ellas se estima que 179.268 personas tendrían sordera total." (Ministerio de Desarrollo Social y Familia [MINDES], 2016).

En Chile, se han establecido diferentes organizaciones y programas que trabajan para apoyar a las personas con discapacidad auditiva y promover su inclusión.
Algunas de estas organizaciones son:

1. Fundación Chilena para la Discapacidad (FCHD): Esta organización se dedica a promover la inclusión y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad, incluyendo aquellas con discapacidad auditiva. Realizan programas de rehabilitación, educación, capacitación laboral y apoyo a las familias.

2. Asociación de Sordos de Chile (ASOCH): Es una organización que representa y defiende los derechos de las personas sordas en Chile. Trabajan en la promoción de la lengua de señas chilena, la educación inclusiva, el acceso a la comunicación y la eliminación de barreras.

3. Centro de Rehabilitación Auditiva Integral (CRAI): Se enfoca en la rehabilitación y atención de personas con discapacidad auditiva. Ofrecen servicios de evaluación, terapia auditiva y adaptación de prótesis auditivas. Además, promueven la concientización y la educación sobre la discapacidad auditiva.

4. Programa Nacional de Salud Integral de la Persona con Discapacidad (SENADIS): Es un programa gubernamental que busca promover la igualdad de oportunidades y el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad en Chile. El programa incluye medidas específicas para abordar las necesidades de las personas con discapacidad auditiva.

5. Centro de Atención de Personas Sordas (CAPS): Este centro ofrece servicios de atención integral a personas sordas, incluyendo evaluación audiológica, terapia del lenguaje y apoyo psicosocial. También promueven la educación inclusiva y brindan asesoramiento a las familias.

Durante este proyecto de título se trabajó en conjunto con CAPS y Carmen Figueroa (directora), quien ayudó con el entendimiento de la información y fue contacto con la comunidad nacional.

Además de estas organizaciones, también existe la Fundación Escúchame, que se enfoca en brindar apoyo y recursos a personas con discapacidad auditiva y sus familias, y la Federación Deportiva Nacional de Sordos, que promueve la participación de las personas sordas en actividades deportivas.

Estas organizaciones y programas desempeñan un papel fundamental en la promoción de la inclusión y el bienestar de las personas con discapacidad auditiva en Chile, trabajando para garantizar su acceso a servicios de salud, educación, empleo y participación plena en la sociedad.

08.

Ciclismo

En Chile, el uso de la bicicleta ha aumentado considerablemente. Según los resultados del informe presentado por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, a principios del año 2020, 44,1% de las personas usan la bicicleta desde hace 1 y 3 años y 20,3% usan la bicicleta hace menos de un año.

En total, el 64,4% de los encuestados usa la bicicleta hace menos de 3 años. Con relación a los accidentes, este informe indica que "el 45,7%, de los accidentes involucraron a autos de terceros, el porcentaje más alto considerando los otros factores por los que se preguntó". (Datavoz & Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, 2019).
Con el fin de proteger a los ciclistas, en marzo de 2018 se aprobó la ley 21.088, o ley de convivencia vial, y tiene como objetivo poner en una posición

~

de igualdad a todos los métodos de transportes en las vías. Esto debido a que la mitad de los fallecidos en siniestros son los usuarios más vulnerables, peatones, ciclistas y motociclistas (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito [CONASET], s. f.).

Los principales aspectos de la Ley de Convivencia (Ley de Convivencia, s. f.)

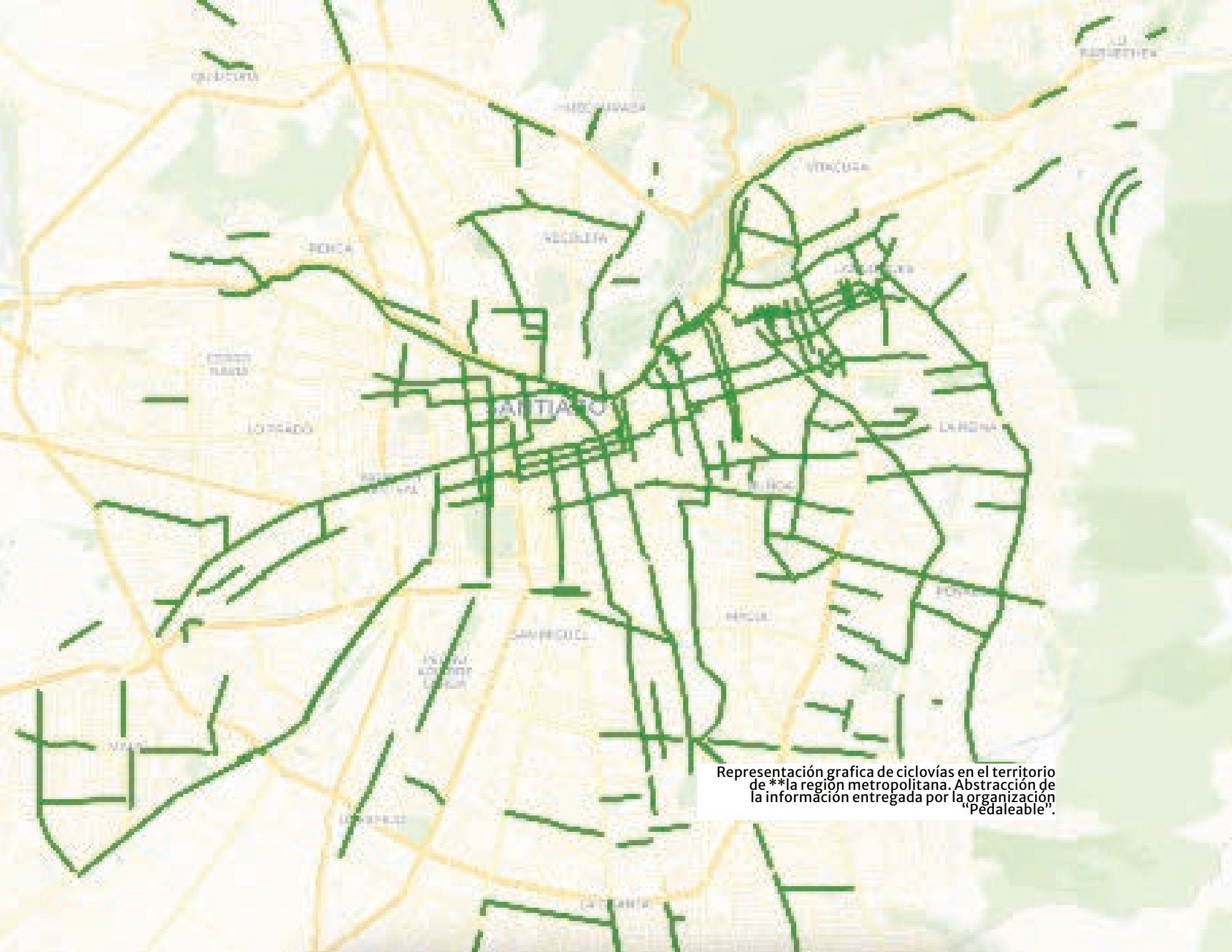
• Circulación en zonas urbanas: establece que aquellos medios de transportes mencionados anteriormente (ciclos) deben circular por las ciclovías o, a falta de éstas, por la pista derecha de la calzada.

• La definición de nuevos medios de transporte y su diferenciación con aquellos motorizados: Vehículo no motorizado de una o más ruedas, propulsado exclusivamente por una o más personas situadas en él, tales como bicicletas y triciclos. También se consideran aquellos vehículos que cuenten con un motor auxiliar eléctrico de una potencia nominal continua máxima de 0,25 kilowatts.

• Adelantamiento de ciclos: En caso de que un vehículo motorizado adelante o sobrepase a bicicletas u otros ciclos, deberá mantener una distancia prudente de aproximadamente 1,50 metros, durante toda la maniobra.

• Circulación en aceras: Los ciclos podrán circular excepcionalmente por las aceras adecuando su velocidad a la de los peatones, y respetando la preferencia de éstos. Pueden circular por estos espacios cuando no exista una ciclovía y solo en los siguientes casos:

o Conductores menores de 14 años o adultos mayores.
o Personas que circulen con menores de 7 años.
o Personas con alguna discapacidad, como también aquellas de movilidad reducida.
o Aun existiendo una ciclovía, cuando las condiciones de esta o de la calzada, o las condiciones climáticas hagan peligroso continuar.



Representación grafica de ciclovías en el territorio de **la región metropolitana. Abstracción de la información entregada por la organización “Pedaleable”.

En Chile, se han establecido diferentes organizaciones y programas que trabajan para fomentar el ciclismo nacional.
Algunas de estas organizaciones son:

Bicicultura es una una organización ciudadana sin fines de lucro, fundada en 2006, que busca Instalar la movilidad a energía humana como un derecho e Impulsar la masificación de la bicicleta y otros ciclos.

Ciclorecreovia es organización que busca recuperar los espacios públicos como lugares de encuentro, recreación, juego y actividad física. Esta organización auspicia eventos todos los domingos, convocando a personas de todas las edades y fomentando todo tipo de ciclos no motorizados.

Pedaleable: Es una organización sin fines de lucro, "que participa de manera colaborativa y comprometida en la mejora de las condiciones del espacio físico y social de la cultura ciclista." Buscan ser una organización que contribuya a la conectividad a lo largo de todo el territorio.

A diferencia del resto, rueda chile, es una empresa dedicada al turismo en bicicleta que busca enseñar el cicloturismo como un estilo de vida

09.

Usuario

El usuario identificado son personas con discapacidad auditiva, independiente si son ciclistas o no.

Dentro de este proyecto se considerarán las personas con problemas auditivos moderados en adelante. Según la escala mencionada anteriormente serán considerados desde el nivel 3 al nivel 5.

Se realizaron tres conversaciones personales con gente con discapacidad autiva con el fin de conocer al usuario. En estas, se pudo identificar que manejar un auto, bicicleta, scooter, en las calles, les produce miedo, ya que, no escuchar estos ruidos puede generar un accidente grave.

Diego, uno de los entrevistados, comenta que él escoge solo usar el auto ya que se siente más seguro y le es más fácil saber qué está ocurriendo a su alrededor.
(D. Sepúlveda, comunicación personal, 15 de octubre 2022).

En el caso de Usuario 1, usa el auto y Scooter eléctrico, estos últimos solo en lugares conocidos, trayectos cortos, en la acera y con protección.
(comunicación personal, 17 de octubre 2022)

Usuario 2, menciona que su problema de audición es de nacimiento por lo que nunca pudo aprender a usar una bicicleta, y hoy no tiene la motivación ni ganas de hacerlo.
(Comunicacón personal, 10 de noviembre 2022)

A partir de estas conversaciones, se pudo comprender que: la tecnología y la forma física del automóvil les entrega a las personas seguridad, comodidad y facilidades para un uso óptimo. En el caso de las personas con discapacidad auditiva, las mejoras tecnológicas, los ayudan de tal manera que no presentan mayores inconvenientes en el caso de manejar.

Por otro lado, a las personas que presentan problemas auditivos, el impedimento de recibir distintas señales, sonidos de emergencia, les dificulta el uso de la bicicleta. Este impedimento genera miedo y desconfianza en ella, por lo que muchos deciden no considerarla como transporte.

Para tener un mejor conocimiento se decidió hacer contacto con distintas fundaciones y organizaciones, con las que se pueda trabajar en conjunto para tener mayor cercanía con la comunidad sorda. Luego de varios mensajes enviados a organizaciones, CAPS (Centro de Apoyo a Sordos) respondió indicando el interés de trabajar conmigo y brindar toda la ayuda necesaria.

~

Dentro de este proceso estuve en contacto con la directora y asesora educacional de CAPS, Carmencita Lagos. Para comenzar tuvimos una reunión vía Google Meets, ya que este puede entregar subtítulos al hablar y así, tener una mejor comunicación.

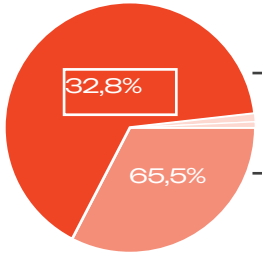
Encuesta

Preguntas generales

Con ayuda de CAPS creamos la siguiente encuesta para poder tener información al respecto del ciclismo dentro de la comunidad sorda.

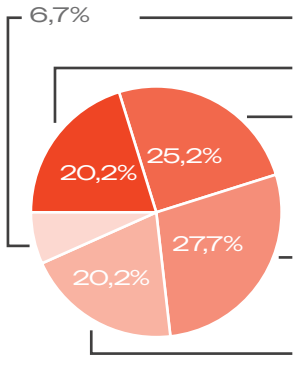
Esta encuesta fue masificada por la red social de la organización, Instagram. Se obtuvo un total de 119 respuestas.

¿Cual es tu género?



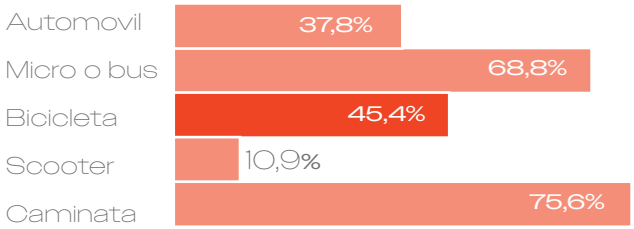
	Personas
Femenino	78
Prefiero no decirlo	2
Masculino	39

¿Que grado de audición tienes?



	Personas
Hipocausia leve: 25 a 39 dB	8
Hipocausia moderada: 40 a 69 dB	24
Hipocausia severa: 70 a 89 dB	33
Hipocausia profunda: >90 dB	30
No se	24

¿Que medio de transporte usas?

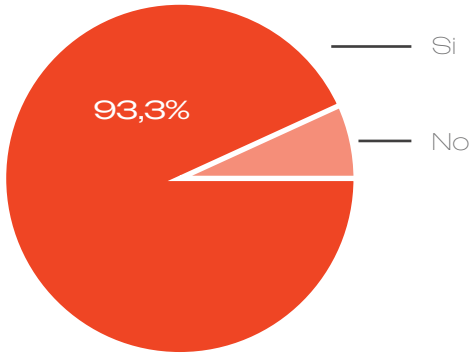


	Personas
Automovil	45
Micro o bus	82
Bicicleta	54
Scooter	13
Caminata	90

Encuesta

Preguntas específicas

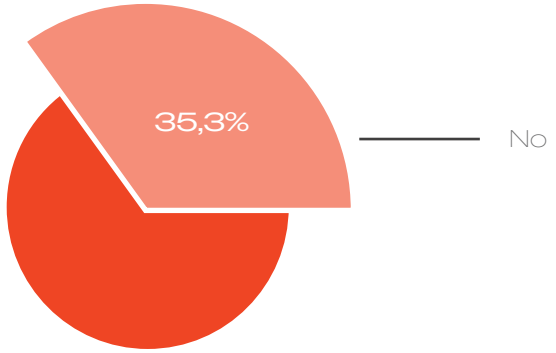
¿Sabes usar la Bicicleta?



Si la respuesta fue no, ¿por que no la usas?

"Porque el Calle es muy peligrosa."
"No se andar bicicleta por el oído."
"No sé andar en bicicleta."
"Porque el riesgo de vida en calle pública. Por ejemplo, sonido y movimiento muchos autos o micros, mucha gente. Puedo tener dificultad manejo en la calle público. Yo nunca salgo bici en calle público pero cuando era pequeña si usaba."

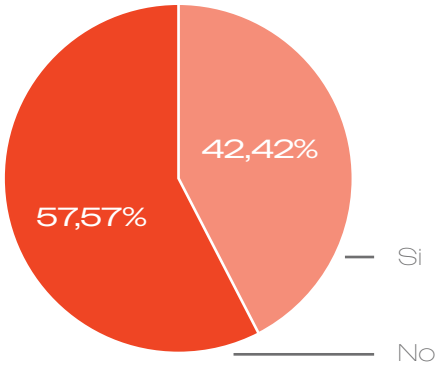
¿Usas la bicicleta en la vía publica?



¿Por que no la usas?

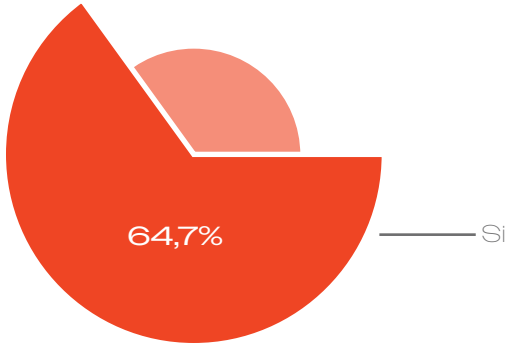
"Tengo miedo porque inseguridad calle y si puedo solo plaza."
"Mi familia no me deja andar bicicleta en la calle, tienen mucho miedo porque que soy sordo."
"No hay seguridad ni respeto de parte de los conductores en especial de las micros. La calle no es segura para andar en bici, es muy arriesgado, aunque me gustaría."
"Porque para una persona sorda no es seguro por la calle porque hay que mirar por atrás si viene un auto, creo que para eso se necesita escuchar... nunca más anduve en bici por miedo y dificultad, y casi me atropellan.."

Mencionan peligro, riesgo, miedo o inseguridad como razón a no usar la bicicleta en la vía pública



Un total de 33 personas respondieron por que no usan la bicicleta en la vía pública

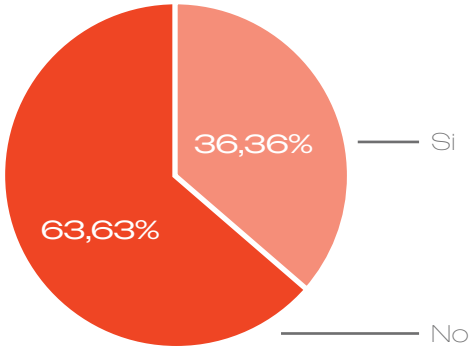
¿Usas la bicicleta en la vía publica?



¿Haz tenido alguna dificultad?

"El único es que problema los autos tocan la bocina, apuran, etc."
"Si, me cuesta mirar atrás si vienen autos o transantiago. Si miro atrás, ando desequilibrado la bicicleta."
"Cuando no hay vía de bicicleta y voy pasar por la calle y te tocaron bocina no sabes que soy sorda."
"No puedo escuchar cuando otra bicicleta me apura y dice permiso, auto toca bocina no escucho. Cuando ando bicicleta vía pública no me puedo concentrar bien porque siempre miro atrás"
"Casi me atropellan porque no escucho y no logré ver a atrás."

¿Haz tenido algún accidente?



Conclusiones

En el comienzo de investigación de proyecto, se realizó la siguiente hipótesis: "existe un desuso de la bicicleta, de parte de las personas con discapacidad auditiva, debido al miedo y la desconfianza hacia ella".

Debido a la encuesta, esta hipótesis es desmentida, pero no en su totalidad. Podemos identificar que sí existen personas con discapacidad auditiva que deciden no considerar el uso de la bicicleta, pero el porcentaje de ellos es menor del esperado, 93,3% de los encuestados saben utilizar la bicicleta mientras que 6,7% no.

Es importante considerar que de las 119 personas encuestadas 35,3% de ellas no la utilizan en la vía pública, entendiendo que existe un desuso de la bicicleta en cuanto a su uso como método de transporte. A partir de estos resultados surge la duda: ¿por qué pasa esto?
Según los comentarios de los encuestados, se identifica que 42,42% de las personas mencionan

el peligro, riesgo, miedo o inseguridad como razón a no usar la bicicleta.

Por otro lado, los resultados de la encuesta indican que 64,7% de las personas utilizan la bicicleta en la vía pública. A partir de estos resultados se identificaron las siguientes dificultades que presentan estas personas.

1. Debido a que sus reacciones están relacionadas únicamente a la visión, su concentración debe estar muy enfocada ya que en cualquier momento deben reaccionar.

2. Por otro lado, deben mirar hacia atrás constantemente, debido a que no pueden escuchar que está pasando a su alrededor. Estos movimientos pueden significar en un desequilibrio constante.

3. El uso de la bicicleta no es el problema, es la interacción insegura con el contexto, ya sean autos o bicicletas.

4. Como el resto de las personas no pueden identificar que tienen discapacidad auditiva, autos y ciclistas, suelen apurarlos y tocar la bocina.

Por último, debido a las dificultades que presentan los ciclistas y a que 36,36% de las personas mencionan haber tenido un accidente, podemos justificar el miedo que presentan las personas que no utilizan la bicicleta.

133
OXFORD

10.

Observaciones

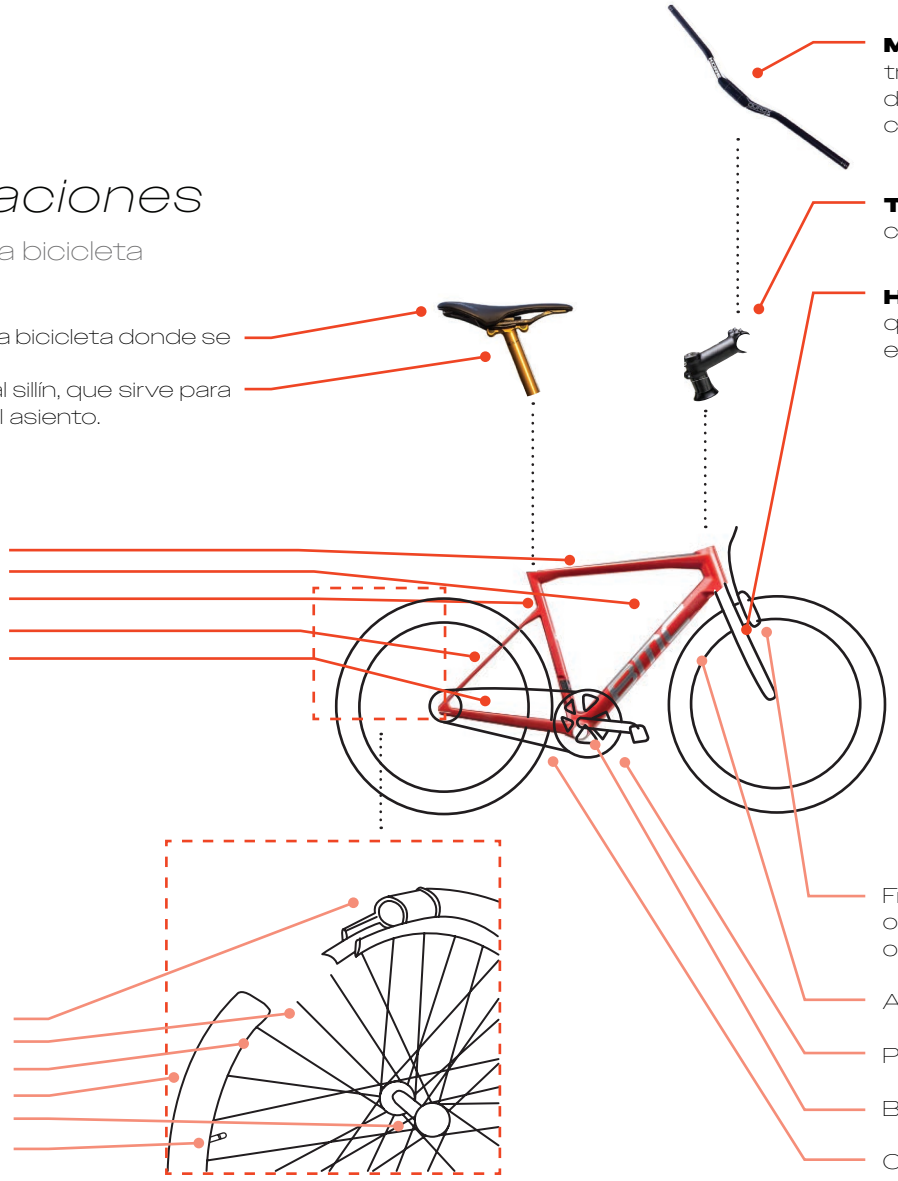
Morfología de la bicicleta

Manillar: Es la pieza que permite controlar la dirección de la rueda delantera y donde se suelen encontrar los frenos y los cambios de marchas.

Telescopio: barra vertical que sirve como eje del manillar

Horquilla: es la pieza en forma de U a la que se fija la rueda delantera y la une con el cuadro

Sillín: la parte de la bicicleta donde se sienta el ciclista
Tija: Tubo unido al sillín, que sirve para ajustar la altura del asiento.



Cuadro
- o Tubo superior
- o Tubo inferior
- o Tubo de asiento
- o Vaina Superior
- o Vaina Inferior

Piñón

Platos

Cambios

Rueda
- o Cámara
- o Radios
- o Llanta
- o Cubierta
- o Buje
- o Válvula

Frenos
- o De llanta
- o De disco

Amortiguador

Pedal

Biela

Cadena

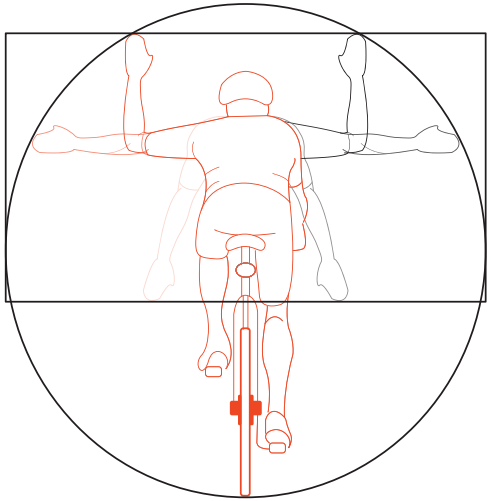
Observaciones

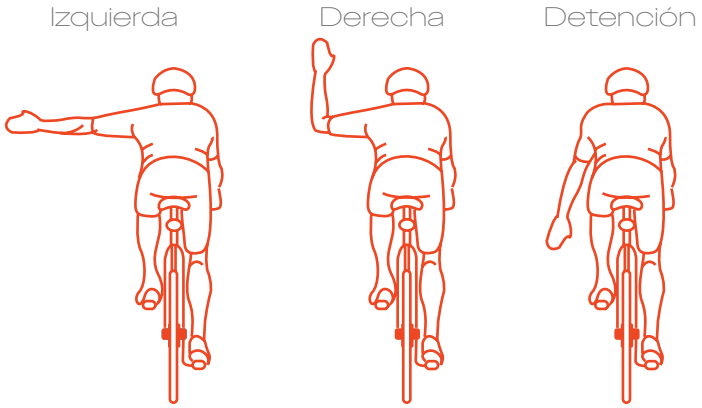
Kinésfera e interacciones

La Kinésfera es el volumen esférico imaginario que rodea el cuerpo. Este término define el espacio individual, en el cual podemos alcanzar todas las direcciones posibles con las diferentes partes del cuerpo.

Al analizar el uso de la bicicleta, por parte del usuario, se puede observar diferentes interacciones y movimientos.

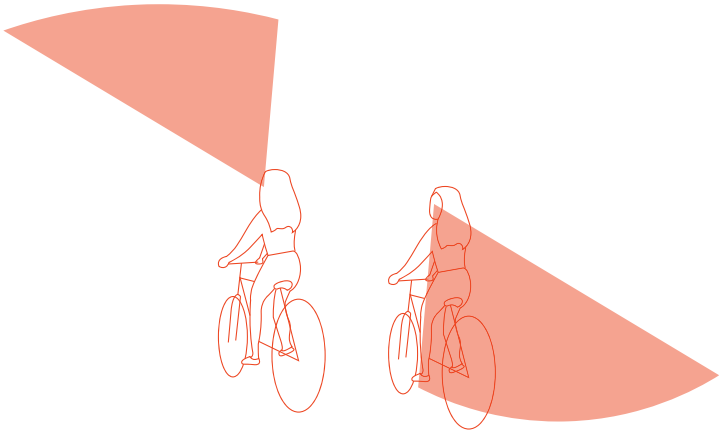
El uso se de los brazos es un movimiento, comun en gran parte de las personas. Estos entregan la dirección en que van a virar los ciclistas e indican el proceso de detención.

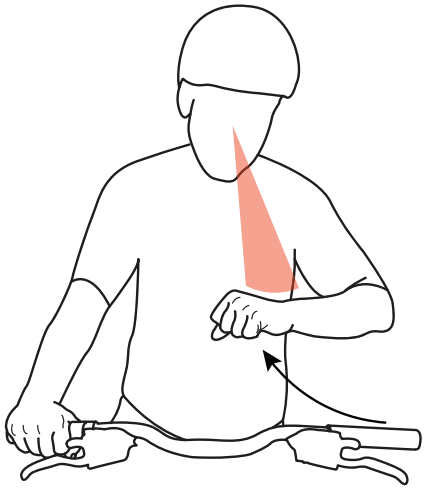




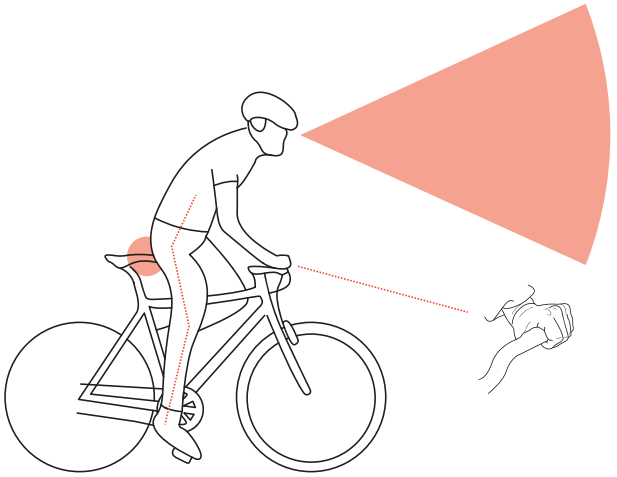
Las posturas indicadas, pueden responder al ritmo del ciclista. Entre mas recto, mas relajada está la persona.
Por otor lado, puede significar la preferecncia de postura de cada ciclista.

La concentración del usuario puede verse afectada con el constante giro y movimientos de cabeza.

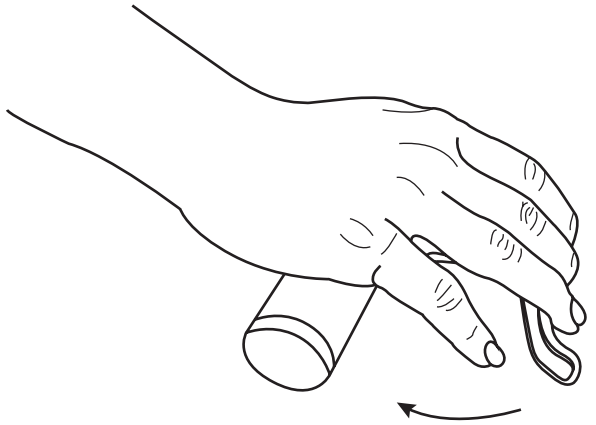




De la misma forma, mirar un reloj es un movimiento que puede afectar la estabilidad. Debido a esto, los usuarios, deben detenerse para revisar.



El cambio de ritmo y de postura, puede involucrar un cambio en el punto de contacto del asiento, en el campo de visión y en el posicionamiento de la mano. El ultimo, puede generar que la muñeca se doble.



11.

Oportunidad

Hoy por hoy, la tecnología está avanzando y superándose todos los días. En el caso de la movilización, la innovación se está concentrando en los autos. De esta forma constantemente salen al mercado nuevos modelos, actualizando cada versión anterior. Aun así, la bicicleta es el método de transporte que más ha aumentado el uso en el último tiempo. Si bien está aumentando el uso de bicicletas, las mejoras tecnológicas se enfocan, mayoritariamente, en los autos. Los avances dentro de la movilización de la bicicleta se están limitando al uso de protecciones físicas y no en facilitar y mejorar el uso.

El diseño de la bicicleta puede llegar a ser poco atento a los problemas que surgen al momento de usar una bicicleta en el contexto vial, por ejemplo: el riesgo de estar en cercanía de automóviles. Por más que aumenten las legislaciones al respecto, los incidentes de ciclistas en la vía siguen existiendo. Desde esto surge la siguiente duda: ¿Qué hacen las personas con problemas de audición?

No tener todos los sentidos pendientes en el uso de la bicicleta puede generar grandes riesgos y accidentes. Las personas con problemas auditivos suelen depender de su visión, pero, al usar la bicicleta tienen que estar atentos a su camino. Esto, sabiendo que, estar pendiente de lo que sucede en los alrededores puede ser determinante en cualquier accidente.

A parir de la investigación anterior, podemos comprender que el impedimento de recibir distintas señales y sonidos de emergencia, les dificulta el uso de la bicicleta a las personas con discapacidad auditiva. Este impedimento genera miedo y desconfianza en ella y el entorno, por lo que muchos deciden no usarla. Así mismo, los que si usan la bicicleta, presentan varias dificultades con respecto a su uso en la vía pública.

12.

¿Qué, ¿Por qué?, ¿Para qué?

¿Que?

Dispositivo que identifique los distintos sonidos en las calles y entregue la información en forma de vibraciones y señales visuales a la persona en la bicicleta.

¿Por que?

Porque el impedimento de recibir distintas señales puede dificultar el uso de la bicicleta, generando miedo y desconfianza.

¿Para que?

Para incentivar y facilitar el uso de la bicicleta a las personas con discapacidad auditiva, aumentando la confianza que tiene hacia la bicicleta y reduciendo el miedo hacia el contexto.

Impacto y valor de la solución

El valor de la propuesta está en la inclusión de un sector de la sociedad excluido debido a su discapacidad auditiva a la forma y uso de la bicicleta. Lograr que puedan recibir las distintas señales necesarias para tener un uso seguro en el contexto vial.

13.

Objetivos

Objetivo general:
Diseñar un interfaz que logre recibir e identificar los sonidos del entorno en las calles entregando, a los conductores de bicicletas, la información por medio de vibraciones y señales visuales.

Objetivo específico 1:
Comprender la información respecto al problema/oportunidad.
IOV: Recopilar e identificar la información clave para generar un análisis completo.

Objetivo específico 2:
Comprender la tecnología disponible para el prototipado y la fabricación del proyecto.
IOV: Recopilar información de las distintas tecnologías para poder comprender su uso.

Objetivo específico 3:
Analizar las interacciones clave dentro de la relación tecnología-usuario-bicicleta.
IOV: Realizar testeos para identificar las distintas interacciones entre el usuario, la tecnología y la bicicleta, para así determinar los factores físicos del producto.

Objetivo específico 4:
Implementar las tecnologías e interacciones identificadas
IOV: Creación de producto mínimo viable.

Objetivo específico 5:
Evaluar la usabilidad del producto en conjunto al usuario.
IOV: Desarrollo de testeos para analizar el uso y las interacciones del usuario respecto al producto.

14.

Antecedentes

Soporte de celular para bicicleta:

Los soportes para bicicletas son accesorios diseñados para poder sostener un teléfono mientras se usa la bicicleta, de manera segura. Suelen ser fáciles de instalar y fabricados con materiales duraderos. Muchos de estos pueden tener distintas características como adaptabilidad al modelo de teléfono o rotaciones para mejor visibilidad.

Luces traseras para bicicleta:

Las luces traseras de bicicletas son dispositivos de seguridad diseñados para aumentar la visibilidad de los ciclistas

Actualmente existen varios modelos de luces traseras, con distintas funciones agregadas, por ejemplo:

Luz Trasera de radar SEEMEE 508

Luz Trasera Garmin Varia RTL515

Estas luces tienen, como diferencia a las luces regulares de mercado, la habilidad de poder conectarse a celulares y distintas pantallas compatibles. Estas entregan diferentes datos e información incluyendo alertas sonoras y visuales.

15.

Referentes

A continuación, se expondrá el estudio de referentes dividido en 4 áreas: UX, Sensibilidad y Alcance, Adaptabilidad e Inclusión.

De esta forma se hará un análisis en el que se destacarán las cualidades críticas que tiene cada uno. Para cada referente se expone un diagrama que los analiza en base a un puntaje subjetivo y crítico.

UX

Experiencia de usuario

Sensibilidad/Alcance

Alcance que tiene dentro de la sociedad

Inclusión

Inclusividad con respecto a distintas discapacidades.

Adaptabilidad

Adaptabilidad que tiene con respecto a contextos, otros sistemas, personas, etc.

Quiet Taxi

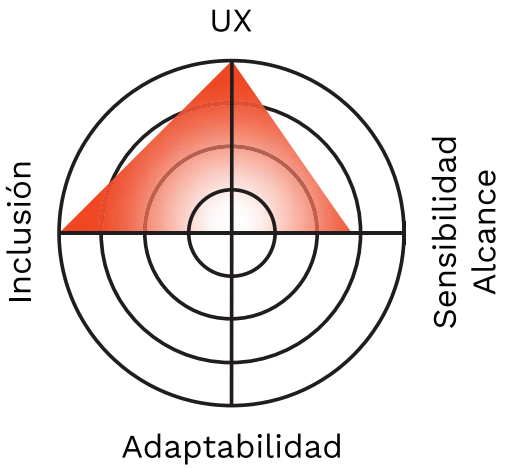
Quiet taxi es un sistema creado por Hyundai Motor Company, el cual ayuda a taxistas con discapacidad auditiva. El sistema integra 2 partes.

La primera es un sistema de audio que ayuda al cliente a colocar la direccion de destino.

La segunda parte es un sistema integrado en el auto, que con una combinacion visual y de vibracioes logra ayudar al conductor a identificar diferentes situaciones en el camino. Dentro de este se destaca la forma en que logra mejorar la experiencia del usuario y reducir el miedo a que el conductor tenga una discapacidad auditiva. De la misma forma se destaca el sistema utilizado.

Analisis:

"Quiet Taxi", se rescata el uso de elementos visuales y vibraciones para ayudar a los conductores. Los puntajes de su usabilidad y la inclusión se destacan por sobre todo. Su sensibilidad y alcance en la sociedad es muy bajo ya que, si bien es un muy innovador y ayuda mucho a las personas con discapacidad auditiva, no se ha masificado ni exportado a otros países. De la misma manera su adaptabilidad es nula, ya que su tecnología se limita a un auto y no es posible transferirlo a otros.



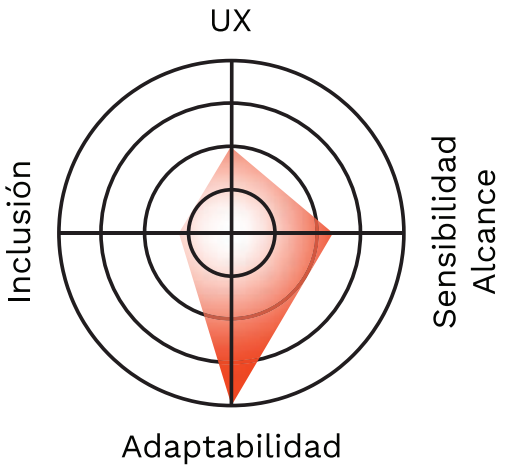
Sensores de estacionamiento

Los sensores de estacionamiento son objetos colocados en los autos que pueden identificar la distancia entre el auto y distintos obstáculos.

Existen 3 tipos: ultra sonido, sensores electromagneticos y cámaras retrovisoras. Se destaca el alcance al que ha llegado esta tecnologia, siendo incluida en gran parte de nuevos modelos de autos. Si bien los autos modernos tienen esta tecnología integrada, existen distintos modelos externos que logran adaptarse a los distintos autos que existen.

Analisis:

Los sensores de estacionamiento, destacan gracias a la buena adaptabilidad que tienen, existen varios modelos de ellos que logran colocarse en cualquier auto. El alcance que tienen no es alto ya que el precio que puede alcanzar un sensor, de alto nivel y calidad, puede ser significante. La usabilidad de ellos puede ser muy variable y cada uno es distinto. En muchos casos los sensores dejan de funcionar y es necesario un arreglo o simplemente quedan en des uso.

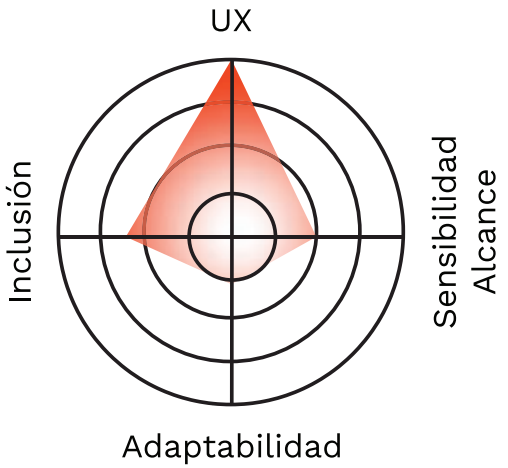


Apple Watch

El Applewatch es un reloj inteligente producido por Apple. Este reloj reemplaza las funciones del celular simplificandolas en acciones mas rapidas e instantaneas. Esto se debe a la cercanía que tiene con el cuerpo. En esta misma linea genera distintas mediciones con respecto a la salud tales como notificaciones de frecuencia cardiaca, niveles de oxigeno, etc. El reloj genera distintos sonidos y vibraciones para poder identificar las distintas

Analisis:

El Apple Watch se destaca de manera negativa su sensibilidad y alcance. El precio elevado que tienen hace que una pequeña cantidad de personas puedan usar y comprarlos. Aun así, su usabilidad es muy elevado debido a las rápidas funciones que tiene y las buenas notificaciones sensoriales.

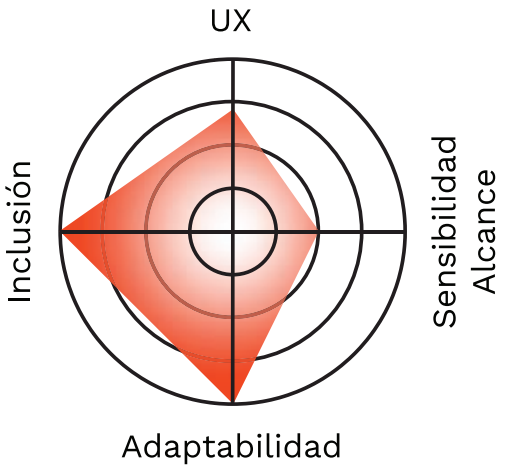


Orcam MyEye

Dispositivo portátil para personas con discapacidad visual, que lee texto, reconoce rostros, identifica productos, etc. Orcam MyEye es adecuado para todas las afecciones oculares y todos los niveles de perdida de visión, así como para personas con fatiga y dificultades para leer.

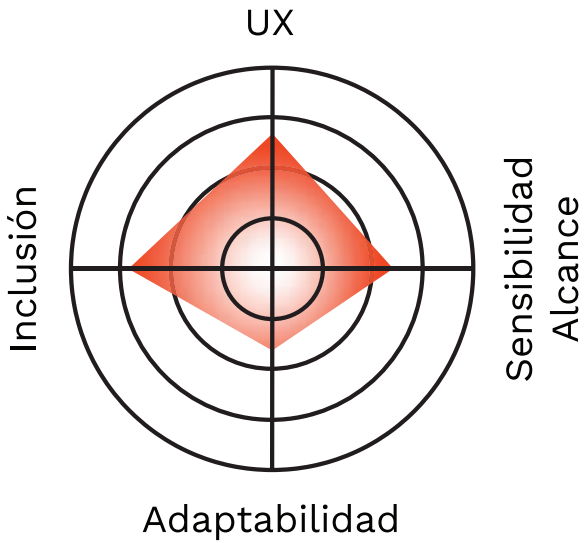
Analisis:

Orcam MyEye, es un producto diseñado para poder ayudar a personas con problemas visuales, por lo que la inclusión es parte fundamental del producto. Está diseñado para poder adaptarse a todo tipo de lentes, por esta razón no hay persona que no pueda usarlo. El gran problema, es el precio que tiene. Debido a esto menos personas pueden llegar a obtenerlo y la masificación es muy lenta.



A partir de los referentes se realizó un cálculo en donde se promedió cada uno de los puntajes obtenidos de cada área. Así se pudo analizar los puntos más altos y bajos. Los resultados de UX, alcance e inclusión son similares entre sí, por lo que se puede considerar que dentro de la innovación actual son puntos críticos para la creación de los productos.

Por otro lado, la adaptabilidad, al obtener un puntaje bajo, demuestra que no es prioridad de ningún proyecto. (figura 9) Para este proyecto, potenciar los aspectos bajos de los referentes puede ser útil para lograr un acabado más completo. En consecuencia, el desarrollo de una propuesta con alta adaptabilidad puede generar un impacto positivo en la solución

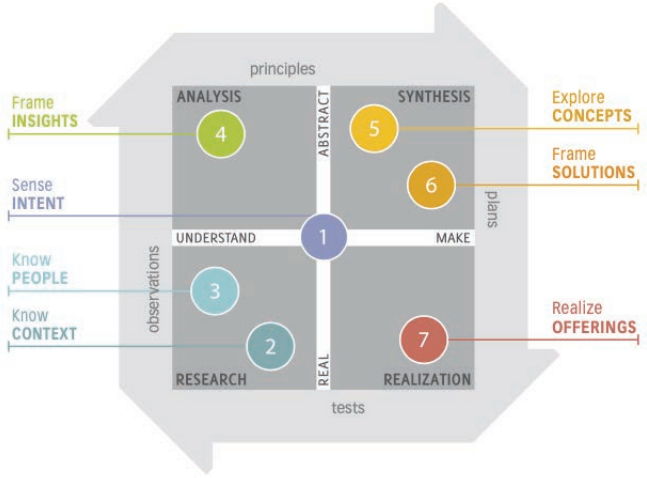


16.

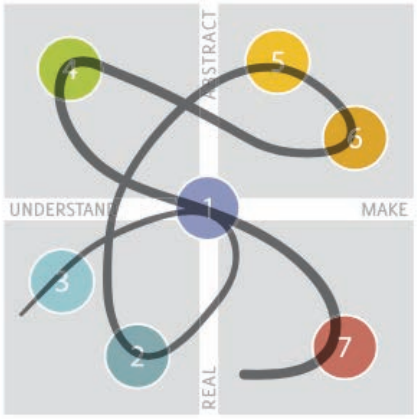
Metodología

"The Design Innovation Process"
Para el desarrollo de este proyecto se utilizó un proceso llamado "The Design Innovation Process". Este proceso consiste en dividir el proyecto en 7 etapas diferentes. Cada etapa tiene distintas finalidades y distintas metodologías, lo que permite explorar y así desarrollar varios proyectos desde enfoques diferentes. El objetivo de este proceso es identificar las metodologías que mejor se adecuan a las distintas etapas del proyecto.

En el libro "101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in your Organization", Kumar expone el funcionamiento de este proceso y cada una de las metodologías que se pueden utilizar. Para comenzar con este proceso explica 2 puntos fundamentales: El proceso es no lineal y el proceso es iterativo.



• Proceso no lineal: Este punto se refiere a que los proyectos pueden tener cualquier punto de partida y no hay que limitarse al flujo que el proyecto pueda tener.



• Proceso iterativo: Esto significa que no importa cuán avanzado esté el proyecto, volver atrás, tomar en cuenta resultados anteriores o hasta realizar modificaciones, es necesario. Esto evidencia la evolución y exploración que puede tener un proyecto.

*Debido a estas dos características se tomó la decisión de utilizar este proceso como base guía en el proyecto.

El proyecto se vio beneficiado al trabajar con esta estructura, ya que fue fundamental poder volver atrás y no tener "miedo" a cambiar o repensar el inicio.

Siete etapas

Sentido de intención (Sense Intent)

Consiste en comprender el propósito del proyecto, entender de dónde comenzar. Generalmente incentiva a ver la sociedad de una forma general para reconocer distintas tendencias que están ocurriendo.

Metodología: "Intent Statement", la cual consiste en 5 pasos:

a. Revisar las oportunidades identificadas por otros métodos
b. Definir y señalar oportunidades de innovación
c. Tener un punto de vista
d. Identificar la intención de innovación inicial
e. Indicar la intención de innovación

Conocer el Contexto (Know Context)

Consiste en el estudio del contexto en que está presente el proyecto. Se estudia el comportamiento del mercado y ofertas similares, tal como se estudia el contexto organizacional del proyecto.

Metodología: "Contextual Research Plan", el que consiste en 5 pasos:

a. Definir áreas de investigación
b. Definir fuentes
c. Definir métodos
d. Crear un cronograma del plan de investigación
e. Crear un diagrama general del plan de investigación

Conocer los Usuarios (Know People)

En esta etapa el objetivo es comprender a las personas y sus interacciones claves. Extraer los conocimientos más valiosos de nuestras observaciones. Debido a la naturalidad del proyecto, la empatía es parte fundamental de él. Conocer y aprender de las personas es clave para el proyecto.

Metodología: "User research Plan". Este consiste en 6 pasos:

a. Elige los tipos de personas a estudiar
b. Elige a los participantes en función de los criterios a elección
c. Decidir los métodos de investigación
d. Crear una línea de tiempo y mostrar actividades
e. Comparta el plan y discutir otras acciones

Estructurar Percepciones (Frame Insights)

El siguiente desafío es dar una estructura a la información levantada en los pasos anteriores. Utilizamos la información levantada en los pasos anteriores y se le dedica el tiempo a entender la detalladamente. En este paso es beneficioso encontrar patrones que surgen repetidamente.

Metodología: "Observations to insights", el cual tiene 5 pasos:

a. Reunir observaciones y describirlas
b. Preguntar, "¿Por qué?" y responder de forma racional
c. Describir los "insights" (percepciones)
d. Organizar las ideas
e. Discutir y refinar

Dentro de esta parte del levantamiento de contexto, se utilizó una segunda metodología para el caso particulr del estudio de antecedestes y referentes. En estos se utilizó la metodología "Asymmetric Clustering Matrix". Esta consiste en la asignación de puntajes subjetivos, a partir de cuatro temas identificados para el proyecto.

1. UX
2. Sensibilidad y alcance
3. Adaptabilidad
4. Inclusión

Conceptualizar (Explore Concepts)

Esta etapa consiste en la lluvia de ideas estructurada para identificar oportunidades y exploración de nuevos conceptos.

Metodología: "Value Hypothesis", la cual tiene 4 pasos:

a. Estudiar los resultados de los modos anteriores
b. Ordenar en una tabla para la hipótesis de valor
c. Enumerar en una lista las opciones
d. Evaluar las opciones y definir las hipótesis

Identificar Soluciones (Frame Solutions)

En esta etapa, nos basaremos en los conceptos que se desarrollaron en el paso anterior para formular distintas respuestas. En base a eso se crearánposibles soluciones.

Metodología: "Solution Prototype". Esta metodología tiene 5 pasos:

a. Identificar las soluciones y experiencias para ser prototipadas
b. Crear un entorno para probar
c. Involucrar a usuarios en la interacción con prototipos
d. Observar y documentar
e. Analizar e iterar

Propuestas (Realize Offerings)

Una vez se obtienen las soluciones se deben probar los prototipos y realizar distintos chequeos para ver si se resuelve el propósito con el que fue creado. Luego de prototipar distintas interacciones del producto con el usuario se necesitará finalizar la propuesta del proyecto.

Metodología: "Pilot Development and Testing", esta metodología está conformada por 4 pasos:

a. Seleccionar soluciones para ser probadas
b. Preparar un plan piloto de desarrollo
c. Identificar un mercado
d. Establecer las métricas de rendimiento

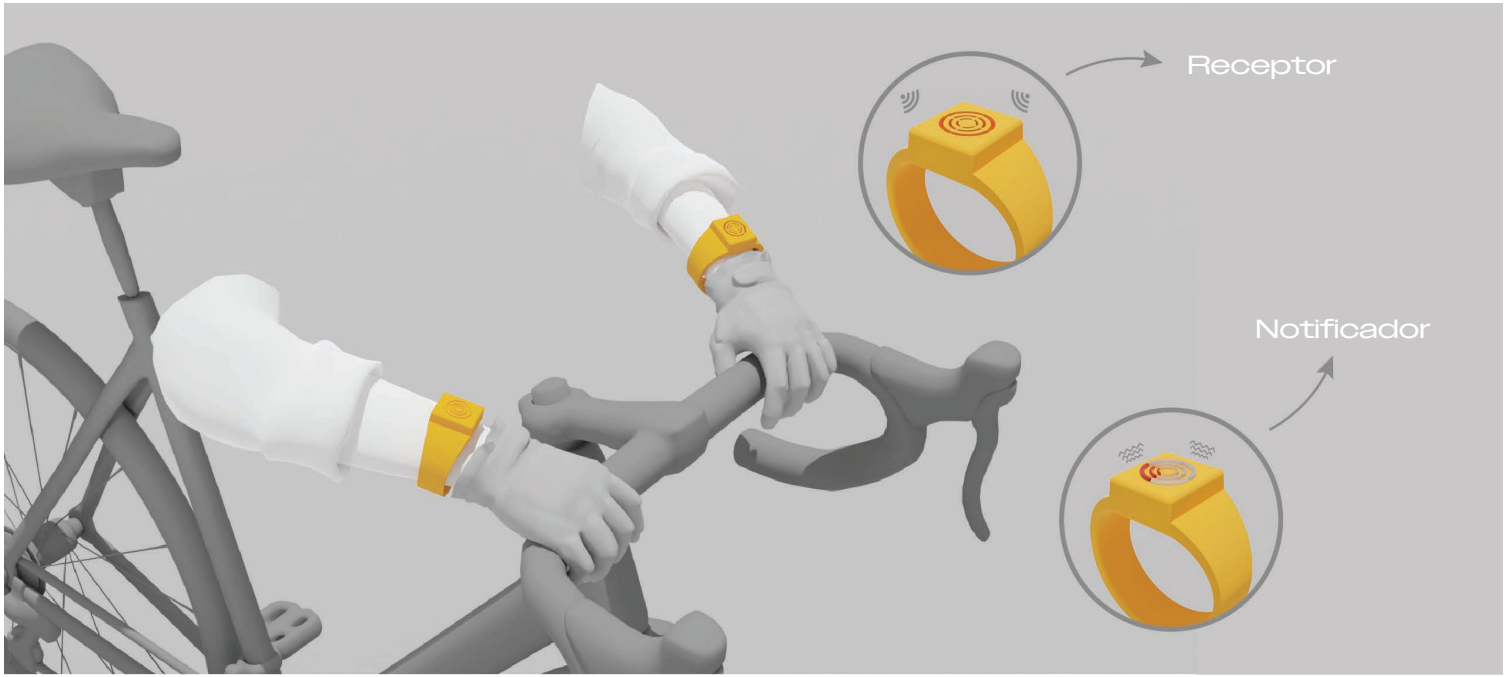
17.

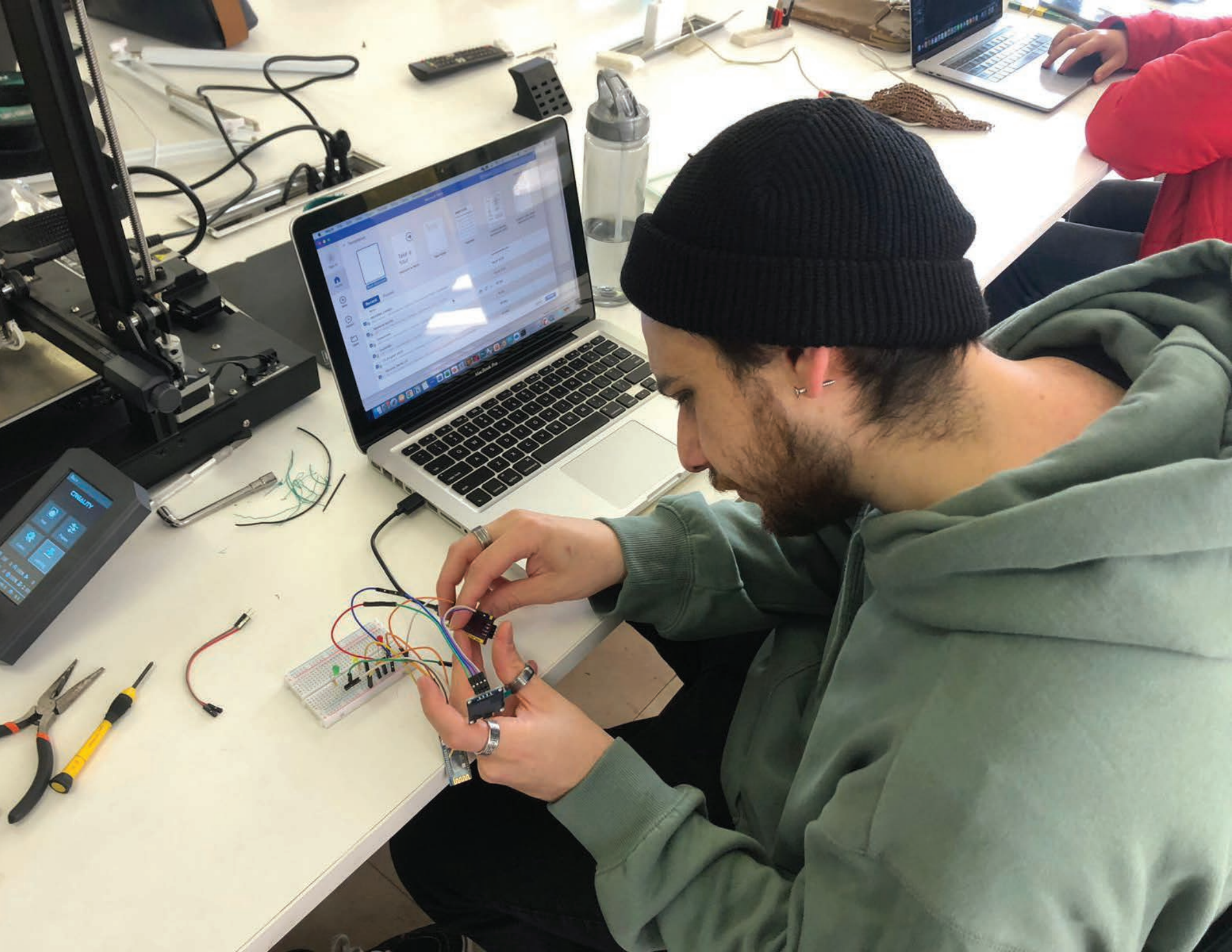
Primer Concepto

Durante la etapa de Seminario de Título, se propuso una propuesta de proyecto que identificaba las distintas necesidades del usuario y sus interacciones clave. El resultado consistía en dos partes:

Un receptor y un notificador, ambos en forma de pulseras.

Por un lado, el receptor, era la parte del producto que recibe los distintos sonidos de la calle y los manda al notificador. Por otro lado, el notificador, es el que recibe la información que capta el receptor. Este la transforma en vibraciones y señales visuales para el usuario. Esta propuesta funcionó como punto de partida del proyecto.





18.

Tecnologías

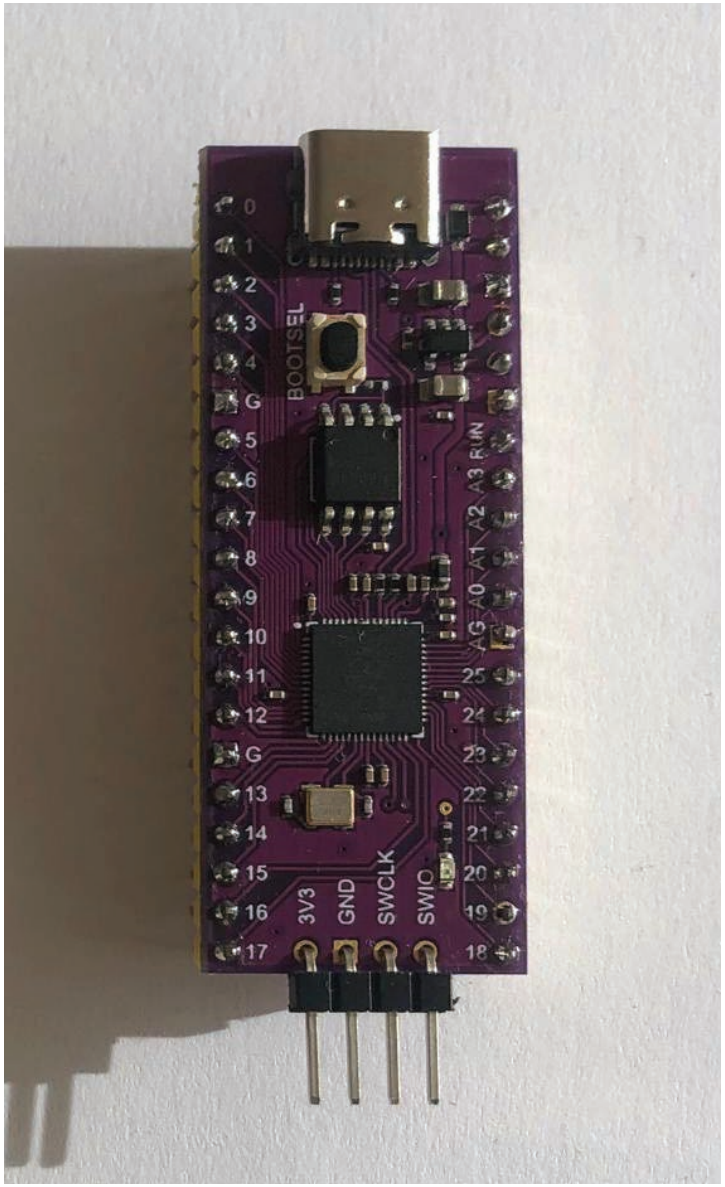
Para comenzar, se hizo un estudio inicial respecto a las tecnologías que se iban a utilizar para el desarrollo del proyecto.

Arduino:
Arduino, es una "plataforma de hardware "open-source" basada en placas programables para crear dispositivos digitales con ellos." (Romero, 2021). Dicho de otra manera, es una placa base con la que se puede crear e innovar a cuenta propia. A partir de esta placa uno puede ir editando en base de códigos para darle la función que uno necesite. Arduino fue diseñado específicamente para que tods puedan crear proyectos. Debido a lo anterior, su punto fuerte está en su facilidad para utilizar.

Raspberry Pi:

La Raspberry Pi es un ordenador de bajo coste y tamaño reducido, por lo que tiene más potencia de cálculo que las placas Arduino. "Es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, una toma para la alimentación, conexiones para periféricos de bajo nivel, reloj, etc." El hecho de tener un sistema operativo y más potencia hace que la Raspberry Pi sea más adecuada para utilizarse como microrordenador funcional.

En términos más simples, Arduino y Raspberry Pi funcionan de manera diferente, pero tienen el mismo objetivo básico, simplificar la programación e innovación. Así mismo, ambos tienen la misma interacción, la conexión de módulos.



A partir del entendimiento de tecnologías básicas, se hizo un chequeo de las necesidades y como lograrlas.

Consideración constante, Resultado a lograr

Receptor (Arduino):
- Lograr captar el sonido de la calle
- Identificar la distancia
- Conexión con notificador

Receptor

Hardware (módulos):
- Placa Arduino (1 unidad)
- Sensor de proximidad ultrasónico HC-SR04 (1 unidad)
- Sensor de sonido KY-038 (1 unidad)
- Amplificador de sonido MAX4466 (1 unidad)
- Bluetooth HC-05
- Cables de conexión y breadboard o placa de prototipado
- Batería de polímero de litio recargable con tensión nominal adecuada (ej. 3,7 V o 7,4 V, dependiendo de los requisitos de voltaje de tus dispositivos y módulos). (1 unidad)

Software:
- IDE de programación (Arduino IDE)
- Bibliotecas necesarias para el manejo de módulos
- Código o programa para la lógica de producto

Consideración constante, Resultado a lograr

Notificador (Raspberry pi):
- Recibir la información
- Transmitir la información con vibraciones
- Transmitir la información con señales visuales

Notificador

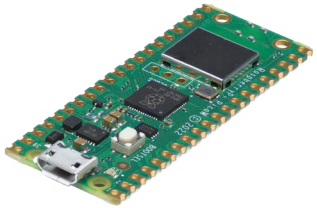
Hardware:
- Raspberry Pi Pico (1 unidad)
- Pantalla OLED (1 unidad)
- Modulo Vibración (1 unidad)
- Bluetooth HC-05 (1unidad)
- Cables de conexión y breadboard o placa de prototipado
- Batería de polímero de litio recargable con tensión nominal adecuada (ej. 3,7 V o 7,4 V, dependiendo de los requisitos de voltaje de tus dispositivos y módulos). (1 unidad)

Software:
- IDE de programación para Raspberry Pi Pico (por ejemplo, Thonny, Mu, etc.)
- Bibliotecas necesarias para el manejo de la pantalla OLED, motor de vibración, y la comunicación con el “Receptor”
- Código o programa para la lógica de producto

Modulos

Receptor:

Placa Wemos D1 R2 V.2.1.0

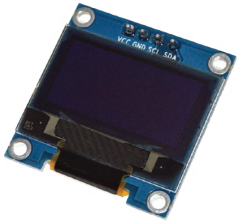


Notificador:

Placa Raspberry Pi Pico

Sensor ultrasónico

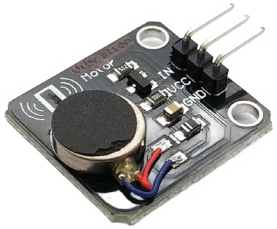
HC-SR04



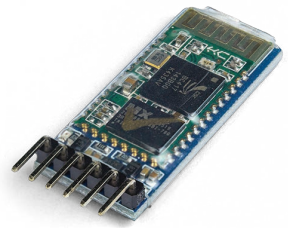
Pantalla OLED 0,96''

128x63 pixeles

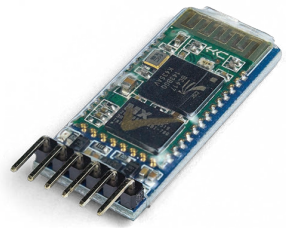
Amplificador Max4466



Motor Vibrador PWM



Bluetooth HC-05



Bluetooth HC-05

A partir de la obtención de los módulos, se identificó que el tamaño de ellos iba ser un problema para obtener la propuesta. Debido a esto se decidió que el receptor se trasladaría a una instalación a la bicicleta.

De la misma manera se consideró adaptar el notificador a una instalación a la bicicleta, pero se dejó al margen tomar esa decisión hasta poder tener toda la información sobre las vibraciones del motor. Esta información podía determinar si la sensación de las vibraciones era suficiente. Debido a esto se comprendió que, si bien, el proyecto se basa en las necesidades del usuario, la forma del producto se debía crear "desde adentro hacia afuera". Es decir, que la combinación final de los módulos pude determinar la forma del producto.

Programación

Para comenzar el proceso de programación, es importante considerar que era primera vez que utilizaba tecnologías como estas. Entonces debía aprender todo desde "O".

Debido a esto la primera etapa fue aprender a usar Arduino. Para esto se utilizó "Arduino desde cero" capítulos 1 y 2, Introducción Arduino e inicio del Curso y Primer programa e Instalación del IDE de Arduino (respectivamente).

En el primer video, se explica claramente el uso básico de las salidas que tiene una placa Arduino UNO (La placa Wemos D1 replica esta placa). Uno de los puntos más importantes que se destaca es la colaboración mundial por parte de la comunidad. Esto significa que existe una comunidad extensa que comparte distintos proyectos, responden preguntas, etc. Esto significó la facilitación de varios pasos y solución de problemas.

Arduino desde cero en Español - Capítulo 1 - Introducción Arduino e inicio del Curso

En el segundo video, se explica el programa que se debe utilizar (IDE Arduino), como descargarlo y hacerlo funcionar.

1. Descargar Arduino IDE en "https://www.arduino.cc/en/software"
2. El siguiente paso es que el programa pueda reconocer la placa wemos.
3. En este caso, al no ser una placa original de Arduino, se debió configurar el programa.
4. Copiar el siguiente link: https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json ; y pegar en "Gestor de URLs adicionales de tarjetas"
5. Abrir gestor de tarjetas y buscar: ESP8266; e instalar

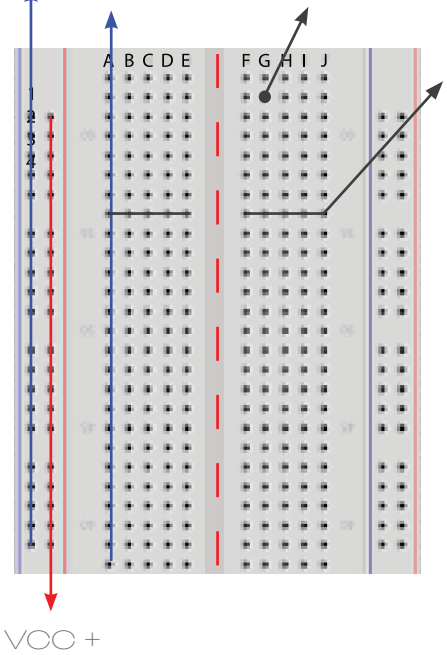
* Ahora debería aparecer para seleccionar la placa wemos y el puerto de conexión (USB)

Arduino desde cero en Español - Capítulo 2 - Primer programa e Instalación del IDE de Arduino

Como usar una Protoboard

Columnas:
No estan conectadas entre si. Sirven para organizar.
Por ejemplo: G2

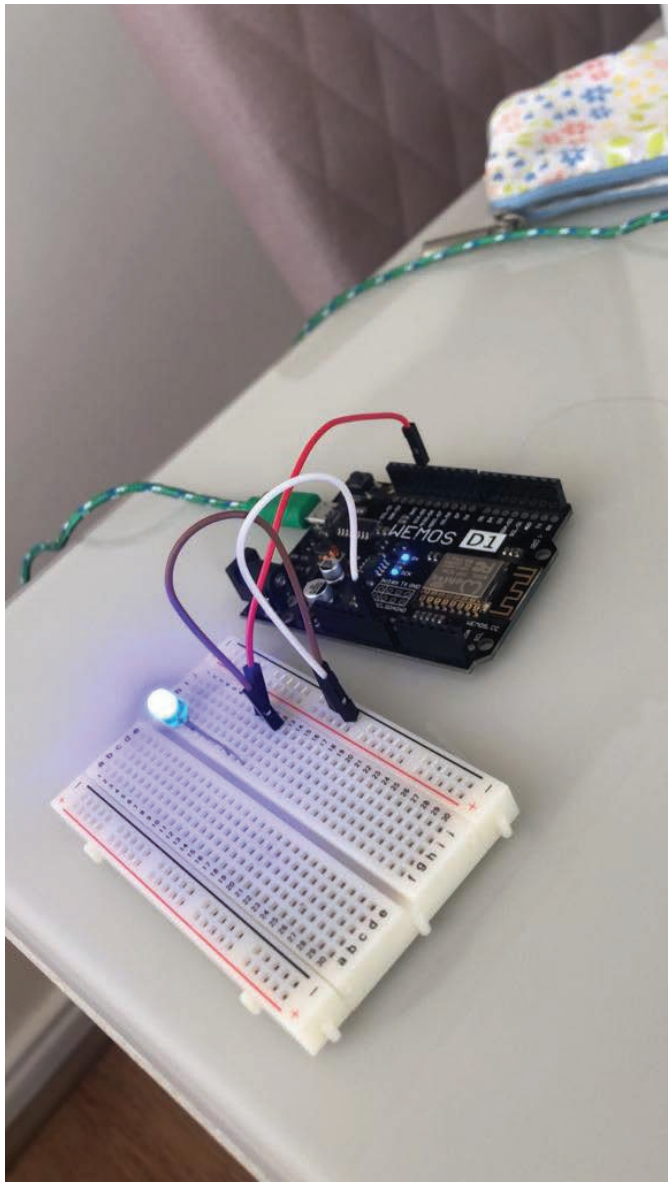
GND -



VCC +

Filas: cada 5 puntos estan conectadas, pero están separadas de los otros 5

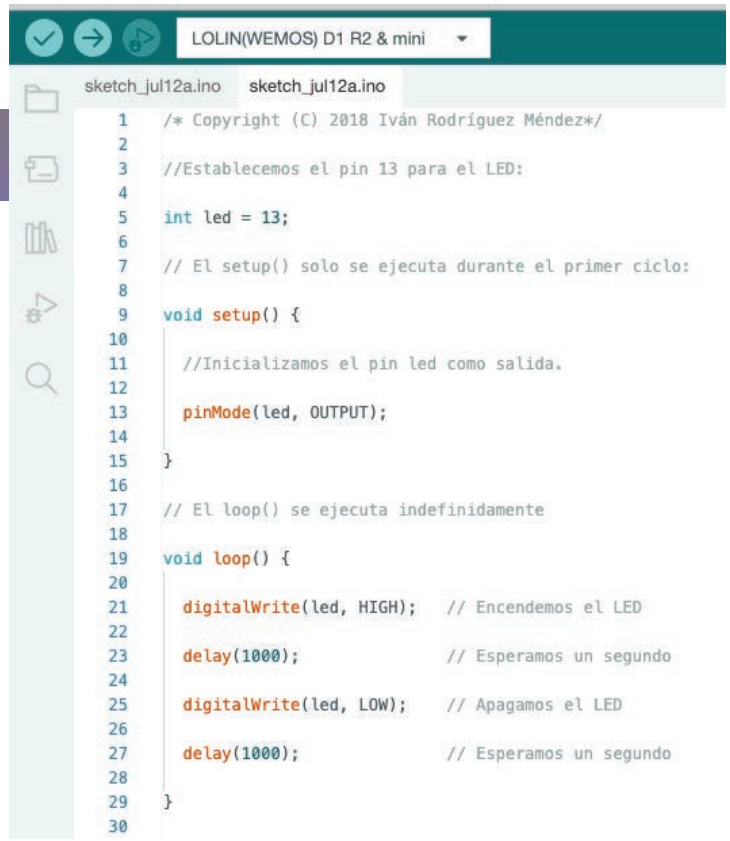
Cada lado funciona y estan separados.
Es como tener 2 protoboard en una.



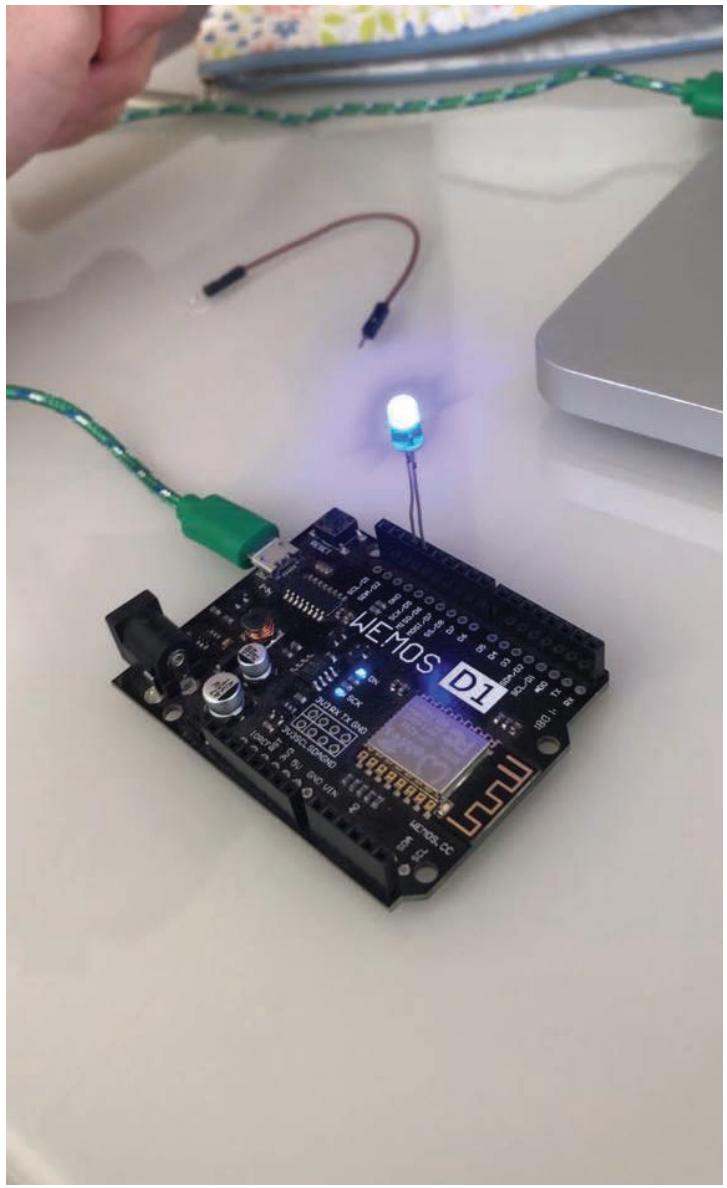
Proceso arduino

Primer trabajo para comenzar y entender como prender una luz LED

Este fue un trabajo muy basico pero es muy necesario para comprender el uso y la forma de trabajar.



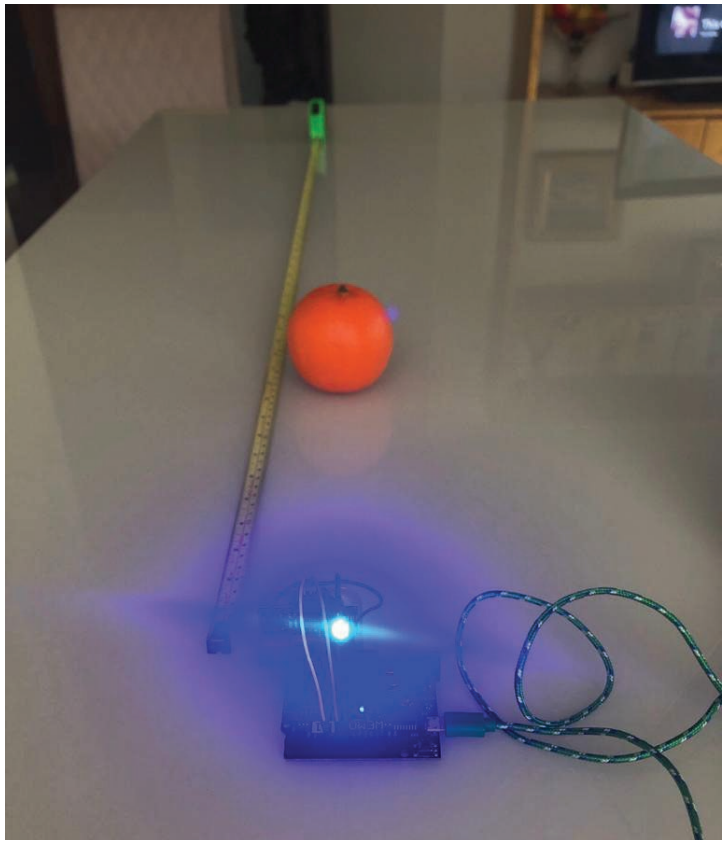

```
/* Copyright (C) 2018 Iván Rodríguez Méndez*/

//Establecemos el pin 13 para el LED:

int led = 13;

// El setup() solo se ejecuta durante el primer ciclo:

void setup() {

  //Inicializamos el pin led como salida.

  pinMode(led, OUTPUT);

}

// El loop() se ejecuta indefinidamente

void loop() {

  digitalWrite(led, HIGH);   // Encendemos el LED

  delay(1000);               // Esperamos un segundo

  digitalWrite(led, LOW);    // Apagamos el LED

  delay(1000);               // Esperamos un segundo

}
```



“Entre más proyectos hagas, más aprendes de los errores”

(Pablo, 2023).

Luego de haber comprendido lo básico, se siguió con la prueba de cada módulo. De esta manera se pudo verificar su funcionamiento, comprender su uso y aplicaciones. Luego de este proceso, se adaptaría cada uno a las necesidades del proyecto.



Sensor ultrasónico HC-SR04

LOLIN(WEMOS) D1 R2 & mini

HC-SR04.ino

```
#include <NewPing.h>

#define TRIGGER_PIN D1
#define ECHO_PIN D2

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  delay(500);  // Espera 500ms entre mediciones

  unsigned int distance = sonar.ping_cm();
  if (distance == 0) {
    Serial.println("Fuera de rango");
  } else {
    Serial.print("Distancia: ");
    Serial.print(distance);
    Serial.println(" cm");
  }
}
```

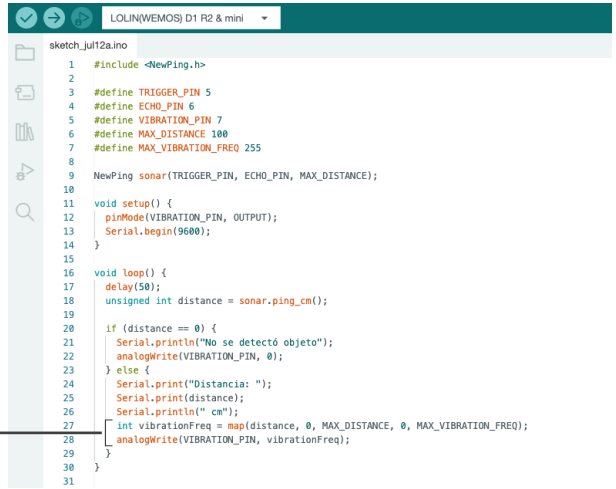
Con este código se logró identificar la distancia de distintos productos.

Motor vibrador PWM

Para usar el modulo de motor vibrador se complementó con el sensor ultrasónico. Se programó para que el motor se activara cuando el sensor ultrasónico captara un objeto.

El uso de la biblioteca “New Ping”, sirve para facilitar la programación y el uso del módulo.

Con el siguiente código, se logró variar la frecuencia con la que vibra el motor, dependiendo de la cercanía del objeto captado.



Esta parte del código es la que permite variar la frecuencia.

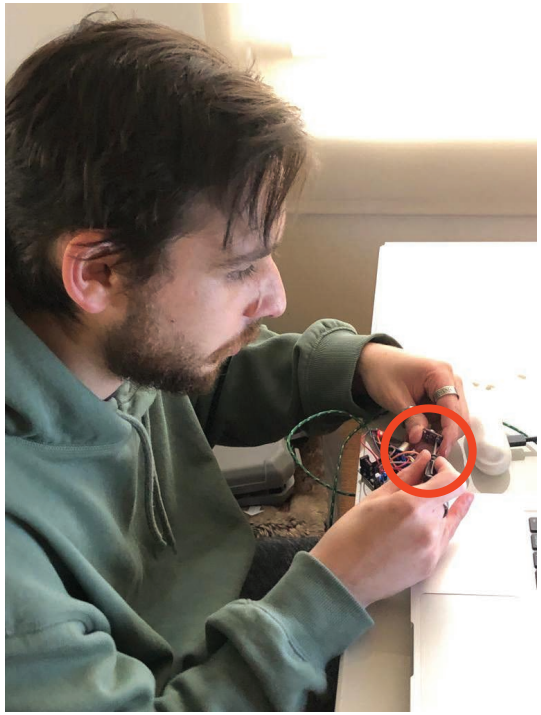
Sensor de sonido analógico digital

Se intentó de utilizar este módulo, pero, por más que se ajustaba la sensibilidad del módulo, el nivel de sonido (decibeles) recuperado no era el esperado. Se probó utilizando el motor vibrador para poder ver si finalmente el problema era del módulo especifico, pero, este sí captaba el sonido, el motor se prendía al captar un chasquido. Aun así, en el momento de transformar la información y mostrarla en el monitor serial, salían números en negativo o simplemente aparecía un "0". Esto probablemente se debía a algún problema en el código, el cual no se logró identificar.

Amplificador Max4466

Se decidió utilizar un módulo amplificador 4466, el cual tiene una ganancia ajustable la que hace que el módulo se adapte a una amplia variedad de aplicaciones de audio. Esta característica fue clave para poder ajustar el nivel de sonido captado lo más exacto posible. Para su proceso se utilizó un sonido constante que tuviese un cambio mínimo en su nivel y un decibelímetro. Se necesitó el mayor silencio posible para que el ajuste sea preciso.

Este módulo servirá para poder identificar distintos sonidos que puedan ser vitales para el usuario



Para poder ajustar la ganancia del amplificador Max4466 se tuvo que utilizar un sonido constante, un decibelimetro y silencio absoluto. Al prender el sonido, el decibelimetro comenzó a captar el nivel de sonido, asi mismo, el amplificador. Mientras suena el sonido, tuve que estar atento al monitor serial del programa (Arduino IDE), y asi ver como varían los decibeles captados, segun el ajuste que se hizo.

El siguiente código sirve para poder identificar el nivel de sonido ambiental.

Este, al identificar un sonido lo divide en 4 niveles según su nivel de sonido (decibel)

1. Quiet: ≤ 60
2. Moderate: dB >; db < 85
3. High: dB ≥ 85; dB < 100
4. Danger: dB ≥ 100

```ino
const int sampleWindow = 50; // Sample window width in mS (50 mS = 20Hz)
unsigned int sample;

#define SENSOR_PIN A0
#define PIN_QUIET 3
#define PIN_MODERATE 4
#define PIN_LOUD 5
#define PIN_DANG 6

void setup()
{
  pinMode(SENSOR_PIN, INPUT);     // Set the signal pin as input
  pinMode(PIN_QUIET, OUTPUT);
  pinMode(PIN_MODERATE, OUTPUT);
  pinMode(PIN_LOUD, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  unsigned long startMillis = millis();
  float peakToPeak = 0;

  unsigned int signalMax = 0; //minimum value
  unsigned int signalMin = 1024; //maximum value


  // Collect data for 50 mS
  while (millis() - startMillis < sampleWindow)
  {
    sample = analogRead(SENSOR_PIN);
    if (sample < 1024)
    {
      if (sample > signalMax)
      {
        signalMax = sample; // save just the max levels
      }
      else if (sample < signalMin)
      {
        signalMin = sample; // save just the min levels
      }
    }
  }

  peakToPeak = signalMax - signalMin; // max - min = peak-peak amplitude
  int db = map(peakToPeak, 20, 900, 49.5, 90); // calibrate for deciBels

  Serial.print("Loudness: ");
  Serial.print(db);
  Serial.println(" dB");

  if (db <= 60)
  {
    Serial.println("Level: Quiet");
    digitalWrite(PIN_QUIET, HIGH);
    digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW);
    digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
    digitalWrite(PIN_DANG, LOW);
  }
  else if (db > 60 && db < 85)
  {
    Serial.println("Level: Moderate");
    digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);
    digitalWrite(PIN_MODERATE, HIGH);
    digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
    digitalWrite(PIN_DANG, LOW);
  }
  else if (db >= 85 && db < 100)
  {
    Serial.println("Level: High");
    digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);
    digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW);
    digitalWrite(PIN_LOUD, HIGH);
    digitalWrite(PIN_DANG, LOW);
  }
  else if (db >= 100)
  {
    Serial.println("Level: Danger");
    digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);
    digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW);
    digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
    digitalWrite(PIN_DANG, HIGH);
  }

  delay(200);
}
```

Bluetooth HC-05

El siguiente modulo que se programó fue el módulo bluetooth. Este proceso fue largo y perjudicado por un problema que no estaba relacionado con el código. Como podemos ver en la figura XXX el codigo y sus conexiones son bastante simples.

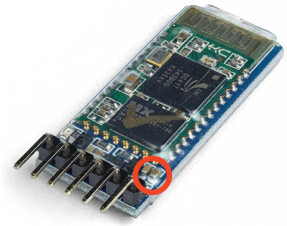
El problema que ocurrió, fue que el código no cargaba. En otras palabras, el codigo no llegaba a la placa. Para resolver este problema se probaron las respuestas mas frecuentes en internet, cambiar el cable y resetear la placa. El problema no se pudo resolver, hasta que Pablo (de fabhaus uc) me aconsejó desconectar la "conexión de poder" del módulo. Si bien la solución es simple, el tiempo que tomo en resolver fue largo y complejo. Mas adelante en el proceso este paso no funcionó y la solución fue desconectar todos los cables, para cargar el código.

Para comenzar, fue necesario utilizar el video de "Arduino desde cero, Capitulo 24". Este video explica cada paso para poder configurar un módulo de bluetooth HC-05 y explica que antes de todo, se debe comprender que el módulo tiene un pin de recepción (RX) y Transmisión (TX) que se conectan a la placa de manera cruzada.

(BT) RX a TX (placa)

(BT) TX a RX (placa)

De la misma forma, entender el uso del pulsador integrado.



Este pulsador es el que permite entrar al modo de configuración. El modo de configuración sirve para poder configurar el nombre, clave, estado, etc. Existe un segundo modo llamado modo usuario, que es el estado natural del módulo y permite el emparejamiento bluetooth. Para identificarlos se puede revisar la rapidez en que parpadea la luz led integrada.

Parpadeo Rápido: Modo usuario

Parpadeo lento: Modo configuración

El primer paso, es verificar el estado del módulo.

Para esto se cargó el código que se muestra en la figura XX y entrar al modo configuración. Para entrar al modo configuración se debe desconectar la placa y volver a conectarla manteniendo el pulsador (aproximadamente 5 segundos).

El segundo paso fue comenzar la comunicación con el módulo. Para poder realizar este paso se debe abrir el monitor serial del programa "IDE Arduino" y configurarlo según el código cargado. En este caso el código establece una conexión inicial de "9600 baudios".

¿Como comunicarse?
Esto se hace con un "lenguaje" predeterminado llamado "Comandos AT".

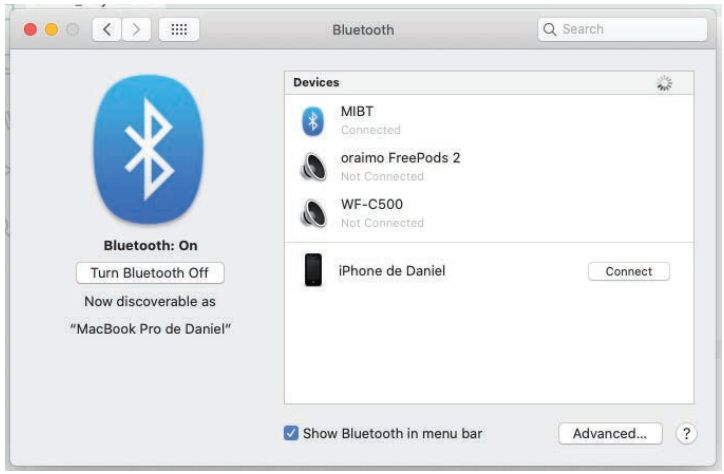
Los que se usaron en este paso fueron:
AT+NAME
AT+PSWD
AT+UART
AT+ROLE
AT+ORGL

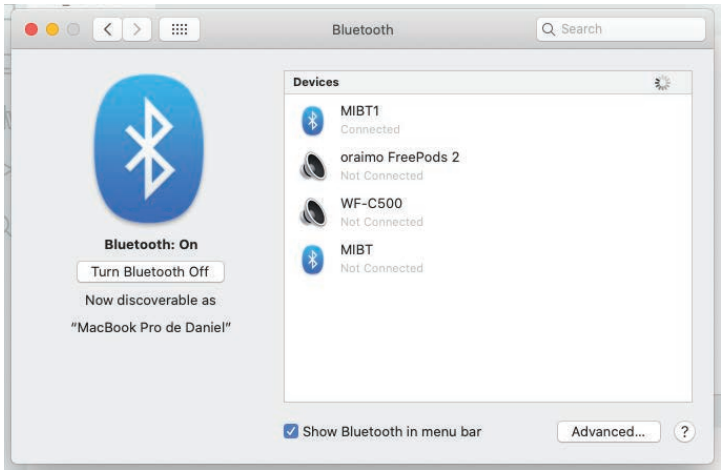
Estos comando se usan de la siguientes dos formas
1. Preguntar (saber el estado): AT+XXXX?
    AT+NAME?
    AT+PSWD?
2. Modificar (asignar estados): AT+XXXX=XXXX
    AT+NAME=MIBT
    AT=PSWD=1234

Con esto listo, se pudo comenzar la comunicación según las necesidades.

En este caso, los cambios hechos fueron el nombre y la contraseña, ya que el resto de los parámetros estaban bien.

Para finalizar este procedimiento se conectó el bluetooth al computador para verificar su funciónamiento.





Proceso Raspberry Pi

El proceso de programación de la placa Raspberry Pi Pico no se podría haber llevado a cabo sin la ayuda del Fabhaus UC.

Para comenzar, me dieron a entender las cosas básicas de la programación.

Raspberry se necesita programar con un lenguaje de código, el cual puede ser Python, c/c++, Java, JavaScript, etc. Se utilizó Python, ya que es muy popular actualmente.

¿Qué es Python?
"Es un lenguaje de programación de alto nivel, lo que significa que está diseñado para ser más fácil de leer, escribir y mantener. Admite módulos y paquetes, lo que significa que es fácil reutilizar su código para otros proyectos. Tiene un intérprete incorporado, lo que significa que no hay pasos adicionales, como compilar, para que su código funcione.

Y, por supuesto, Python es un software de código abierto, lo que significa que cualquiera puede usarlo, modificarlo o mejorarlo de forma gratuita."

¿Como se traspasa el código al raspberry?
A diferencia de Arduino, raspberry necesita un implemento para poder programar los códigos.
Los que se utilizaron durante este proyecto fueron, Micropython y Circuitpython.

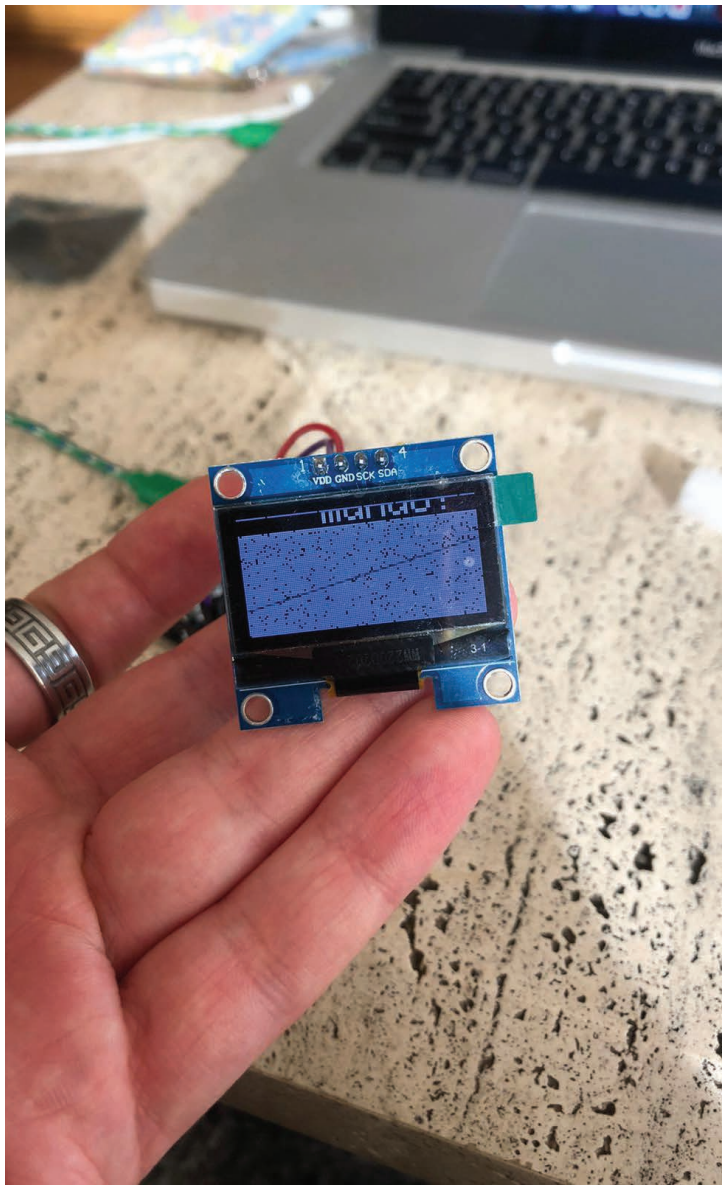
¿Que son?
"Micropython es una implementación sencilla y eficiente del lenguaje de programación Python 3 que incluye un pequeño subconjunto de la biblioteca estándar de Python y está optimizado para ejecutarse en microcontroladores y en entornos restringidos." (MicroPython - Python for Microcontrollers, n.d.)

"La diferencia principal es que CircuitPython es un fork de MicroPython patrocinado por Adafruit Industries con algunas modificaciones en cuanto a compatibilidad con microcontroladores y modificaciones en las APIs, especialmente para hacer que el acceso a periféricos hardware (por ejemplo, I2C) sea más sencillo." (Ecosistemas Para El Desarrollo De Aplicaciones IoT | CTIC, n.d.)

En otras palabras, Micropython y Circuitpython compilan el código escrito en Python para que se ejecute por la raspberry.

Bajo su recomendación se comenzó utilizando Circuitpython, ya que es más sencillo y es compatible con los módulos Adafruit.

Durante el proceso de programación se identificó que era necesario utilizar micropython.



Pantalla OLED 1.3” 128x63 pixeles

Para programar esta pantalla fue más complicado de lo que parecía. Ya que la pantalla se va a usar en el notificador, con la placa raspberry, se decidió programar directamente con los programas necesarios. Se utilizaron varias bibliotecas distintas y no funcionó. En su momento no entendía mucho como utilizar thonny y raspberry, por lo que pedí ayuda al Fabhaus UC. En conjunto trabajamos para poder encenderla, pero no se logró.

Se decidió utilizar Arduino para programarla para identificar el problema. En gran parte de las páginas aparecía que estas pantallas pueden programarse con la biblioteca “AdafruitSSD1306”, pero al utilizarla resultaba como se puede ver en la siguiente imagen.

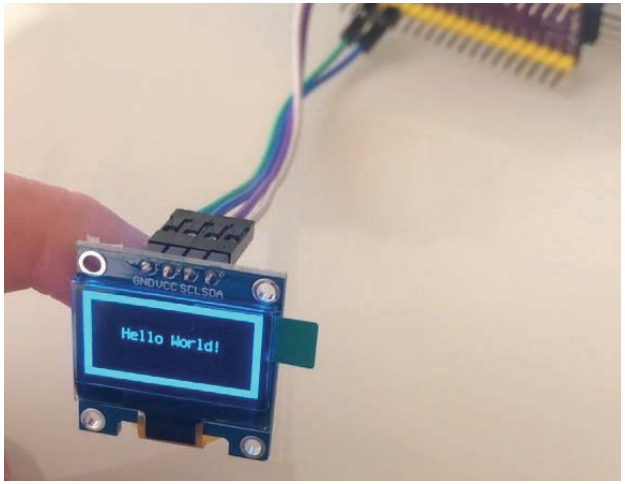
Por un lado, no se logró usar correctamente, por otro lado, logramos identificar que si funcionaba. Gran parte de la pantalla aparecía rayada y solamente la parte superior parecía funcionar.

Para poder encontrar el problema se revisó la página en la que se compró la pantalla, y efectivamente el modelo utiliza una biblioteca distinta, la “adafruitSH1106”. Si bien la pantalla funcionó con Arduino, debía lograr usarla con Raspberry Pi.

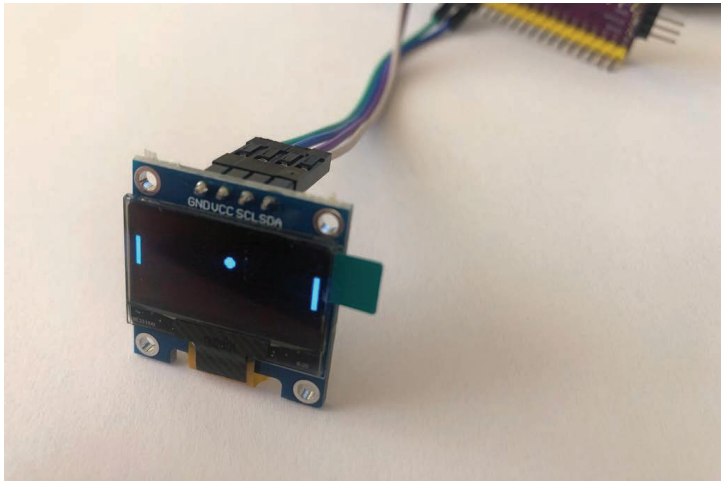
Pantalla Oled 0,96'' 128x63 pixeles

Tras el cambio de pantalla, los códigos funcionaron sin ningún problema. se hicieron 2 proyectos de ejemplo para poder comprender como trabajar con raspberry de la mejor manera.
Para ambos proyectos se utiliza el video "Raspberry Pi Pico OLED (SSD1306) display tutorial using CircuitPython". (Nick, 2022)

El primer ejemplo fue muy simple, que se vea la frase "¡Hello World!"



Mientras que el segundo, aumentó la complejidad y muestra un "juego pingpong retro".



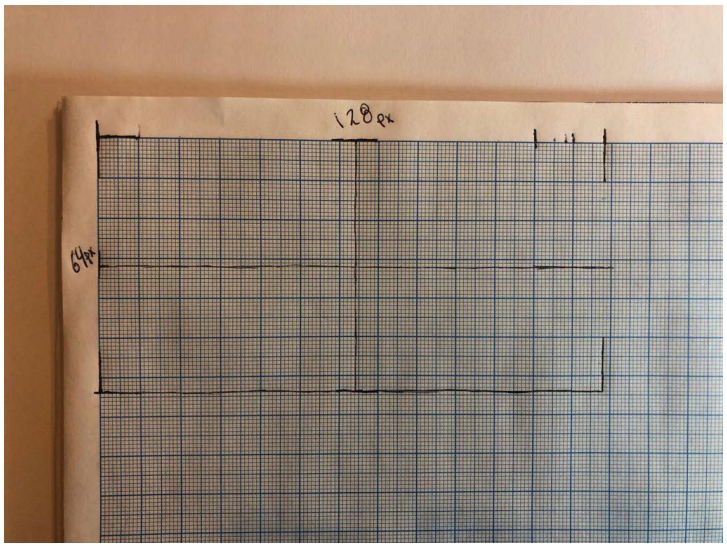
Después de comprender como programar, se avanzó con el siguiente paso, programar la pantalla con las necesidades del proyecto.

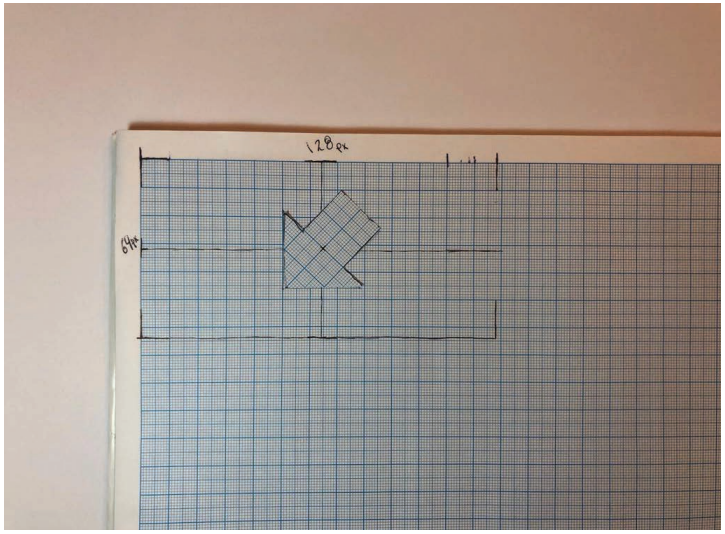
En el caso de este primer prototipo funcional, se decide mostrar de qué lado viene el sonido utilizando una flecha. Para esto se utilizó como base el código de ejemplo para proyectar la información.

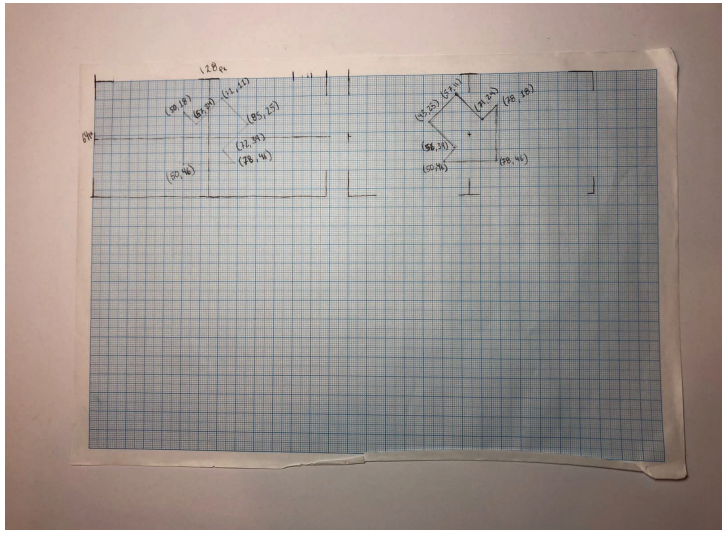
Para poder ubicar la flecha dentro de la pantalla se hizo de forma manual.

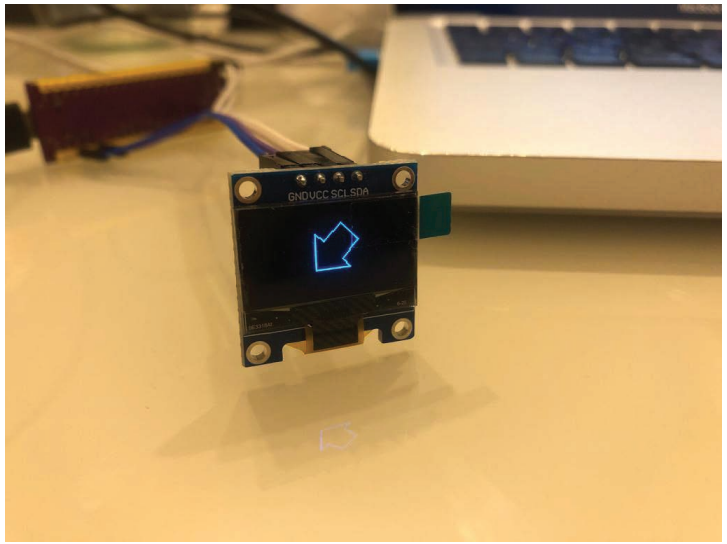
Como vemos en las siguientes figuras, se usó una hoja milimetrada, en la que se dibujó un rectángulo de con las medidas de la cantidad de pixeles (128p x 64p), donde cada esquina de cuadrado es un pixel.

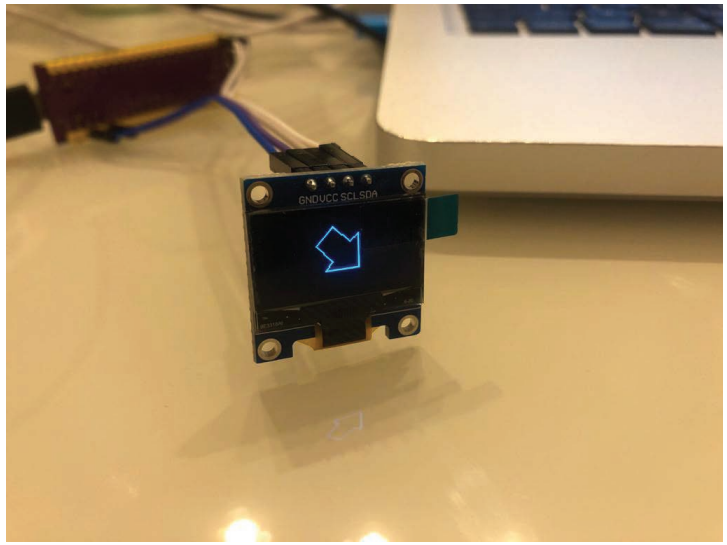
En el rectángulo se ubica un recorte de la flecha para trazar y dibujar. De esta forma se puede ver cada coordenada que arma la flecha. Así mismo, se consiguen las coordenadas de la segunda flecha.








GNDVCC SCLSDA


GNDVCC SCLSDA

Bluetooth HC-05

El siguiente módulo fue el segundo bluetooth. En este caso el módulo ya estaba programado, por lo que se adaptó el código de Arduino para utilizarlo con Python. En esta etapa del proceso es que ocurre un problema que cambió la forma de programar. El código resultaba en un error “No module Named Machine”. El error anterior significa que el código utilizado era para micropython y no Circuitpython. En este momento se tuvo que resetear la placa raspberry para poder desinstalar todos los documentos y el sistema Circuitpython.

Al haber hecho el cambio, se nota de manera inmediata la diferencia, ya que al utilizar Circuitpython uno debe descargar las bibliotecas y códigos a la placa, como si fuese un “pendrive”. Por otro lado, Micropython es más complejo, ya que la placa no aparece. Para poder instalar las bibliotecas, uno debe descargarlas y subirlas directamente al programa thonny. Teniendo lo anterior en cuenta, thonny da la posibilidad de descargar algunas bibliotecas que ya están dentro del programa, de manera predeterminada.

Después de todo el cambio, el código funcionaba correctamente.

Al funcionar, surgieron las dudas,
¿Como hago para conectarlos entre sí?
¿Como hago para que se conecten solo entre ellos?

Para poder hacerlo, se deben configurar nuevamente los módulos y establecer cuál será el “master” y el “slave”.

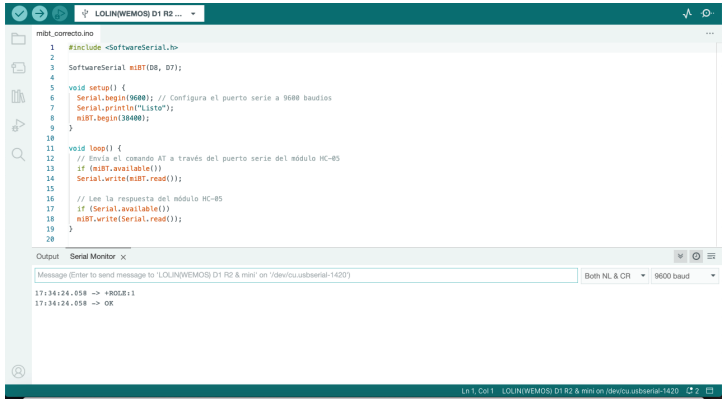
Master: Este dispositivo es el que administra la comunicación inalámbrica y puede conectarse directamente hast con 7 dispositivos esclavo.

Slave: Este dispositivo solo responde a requerimientos enviados desde su nodo maestro y puede enviar y recibir datos solo hacia y desde su nodo maestro. (Alvarez, 2023)

Entendiendo estos términos se considera que el receptor debe ser el que utilice el bluetooth “master” y el notificador utilizaría el bluetooth “slave”.

El primer paso fue establecer la comunicación con “MIBT”, el cual será el “master”.

Dentro de la comunicación se, preguntó: “AT+ROLE?” (que rol tiene el módulo), obteniendo una respuesta de “O”. La respuesta “O” significa que el módulo tiene el rol de “slave”. En este caso, ajusta con el comando “AT+ROLE=1”, obteniendo la respuesta OK.

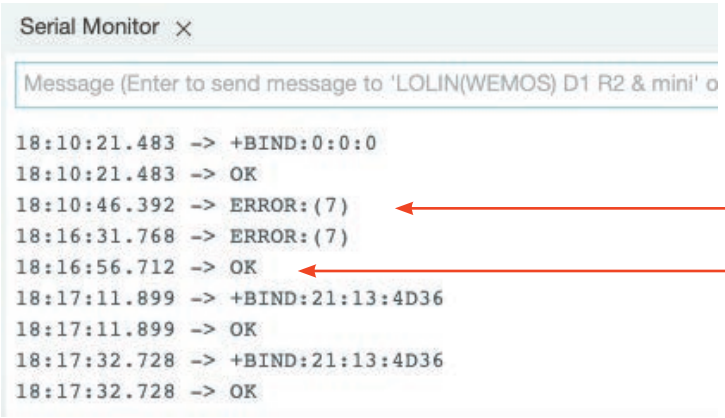


Teniendo establecido cual sería el módulo “master”, ¿Como hago para que se conecten solo entre ellos?

Para hacer esto, se debe configurar una “dirección” en común. Así cada módulo puede enviar la información y hacer la conexión solo con esa dirección.

Primero, se conectó el módulo “MIBT1”, el que está configurado como “slave” y con el comando “AT+ADDR?” se le preguntó la dirección. La respuesta en este caso fue: +ADDR:21:13:4D36
Luego, con “MIBT” (master), se utilizó el comando AT+BIND=dirección.

Como podemos ver en la figura XX al hacer este comando apareció, "error (7)".



Este error fue resuelto debido a que se había respondido anteriormente en un foro de Arduino. Se escribió el comando de la siguiente manera AT+BIND=0021,13,004D36.

Esto se verificó preguntando nuevamente, "AT+BIND?", recibiendo como resultado la dirección +ADDR:21:13:4D36.

Al terminar este proceso surge la duda, ¿cómo sé si están conectados?
Dentro de la siguiente página, "How to Configure HC-05 Bluetooth Module As Master and Slave Via AT Command", muestran un ejemplo de proyecto en el que realizan la conexión de dos placas Arduino, vía bluetooth, para encender y apagar una luz led.

Este ejemplo se utilizó como base para verificar si la comunicación de ambos módulos funcionaba. Los códigos entregados por la página fueron adaptados de tal manera que la placa Arduino, conectada al "master" (MIBT), pueda encender un led conectada a la placa raspberry.

El proceso para poder lograr un primer prototipo funcional fue largo, pero tener todos los módulos funcionando por separado, no significaba que juntos iba a ser igual.

Se obtuvieron las dos partes (receptor y notificador) con sus respectivos códigos y conexiones.

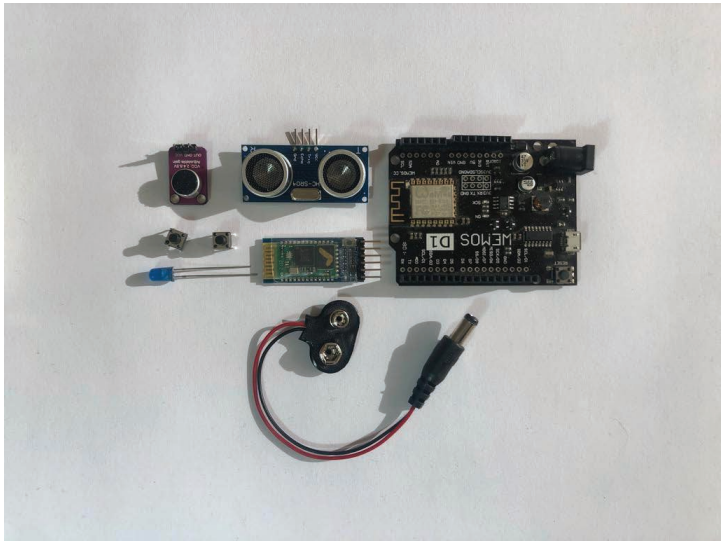
Receptor:

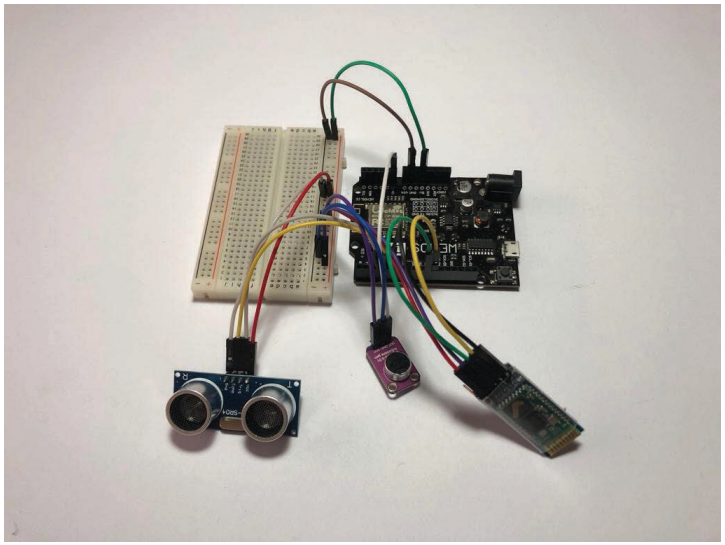
Placa Wemos: programada con arduino.

Amplificador Max 4466: recibe el sonido y los divide según su amplitud.
- Quiet: dB ↰ 60
- Moderate: dB > 60; dB <85
- High: dB >= 85; dB < 100
- Danger: dB >= 100

Sensor Ultrasónico HC-SR04: Detecta la distancia y muestra de donde viene el objeto.

Bluetooth HC-05 (MIBT): Configurado como "Master"; entrega la información recibida al notificador.





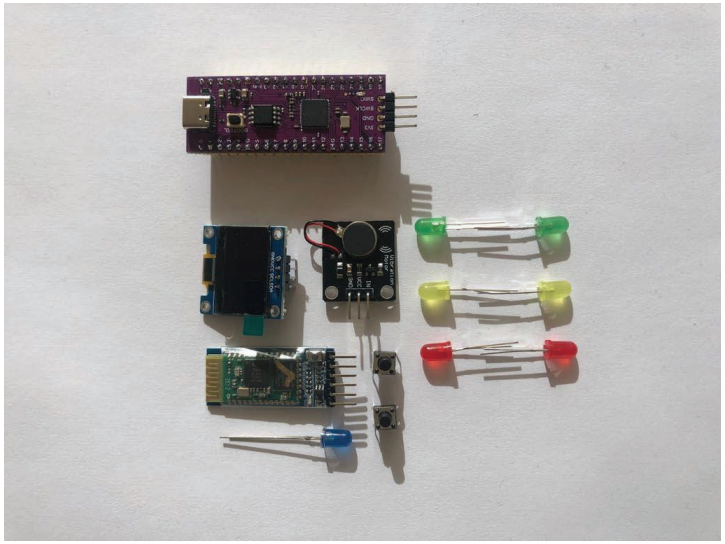
Notificador:

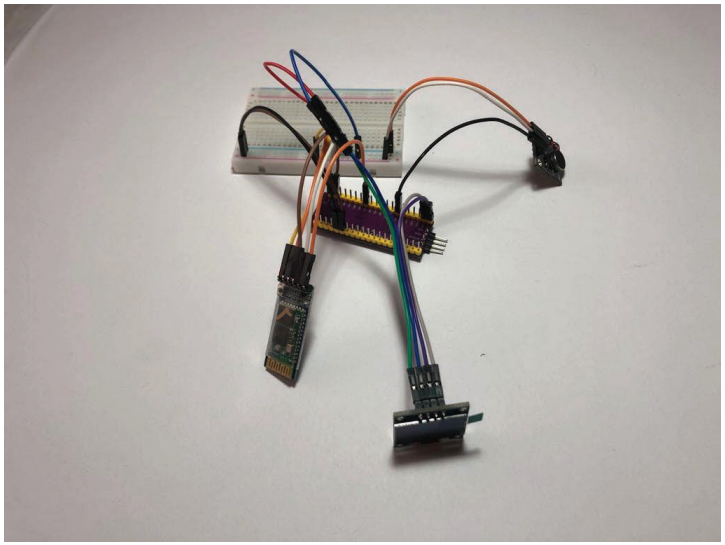
Placa raspberry pi pico: programada con Python

Pantalla Oled: Muestra la información recibida del receptor, de manera visual. En el caso del prototipo, solo puede mostrar la dirección.

Motor vibrador: Entrega la información en forma de vibraciones.

Bluetooth HC-05: Configurado como “Slave”; recibe la información.





19.

Aproximaciones

Se hicieron mockups que revelaron interacciones críticas de las propuestas. Se pudo verificar los distintos problemas que presentaba el concepto de Receptor y Notificador pulsera.

El problema principal que se identificó fue que era muy incómodo poder ver la pantalla al usar la bicicleta. El usuario debe soltar el manillar acercar la pantalla y verla. Esta interacción, es peligrosa y genera exactamente lo que se quiere evitar, el descontrol y desconcentración.

¿Como se puede solucionar el problema de diseño?

Primero, hay que considerar las necesidades primordiales, **son las vibraciones y las señales visuales**.

Estas vibraciones son la característica más importante del proyecto, ya que, responde directamente a las necesidades del usuario, y por otro lado, es la mayor diferencia con respecto al mercado.

La primera propuesta, para solucionar el problema, consistió en seguir con el notificador de muñeca, pero crear un tipo de soporte que pueda girar y levantar la pantalla para acomodarse al usuario.
Esta respuesta, puede solucionar los problemas parcialmente.
Se logró identificar que cambiar la mirada hacia la muñeca puede generar el mismo problema, para algunas personas.

Debido a lo anterior, se revisó nuevamente una idea, que fue desechada en la etapa de seminario de título. Esta fue conectar un motor al manillar.

Este concepto podía variar a dos soluciones:

- "Introducir" el motor al manillar
- Dejarlo externo y que su contacto vibre el manillar

Estas ideas fueron desechadas por las siguientes razones:

- "Romper" el manillar, no es algo que todos estén dispuestos a hacer.
- La forma del manillar puede variar, por lo que sería difícil "introducirlo".
- La potencia que tiene el motor puede no ser suficiente para hacer vibrar el manillar.

Se repensó este concepto para que el notificador, al igual que el receptor, se instale a la bicicleta.

Esta instalación sería igual que la gran mayoría de los antecedentes, ya que la comodidad y visión hacia el producto es la mejor.

¿Como se puede generar el contacto de las vibraciones con la mano?

En vista de las conexiones internas del notificador, se debe separar el motor de él. Esto se puede generar de dos formas:

1. Crear una tercera parte para el producto. (receptor, notificador y vibrador)
2. Mantener las conexiones, pero aumentar la extensión de los cables, para que esta pueda extenderse a la mano.

La primera opción se desechó debido a su complejidad.

- Se debería obtener una tercera placa.
- Se debe conectar un tercer modulo bluetooth a los existentes.
- El tamaño aumentaría considerablemente.

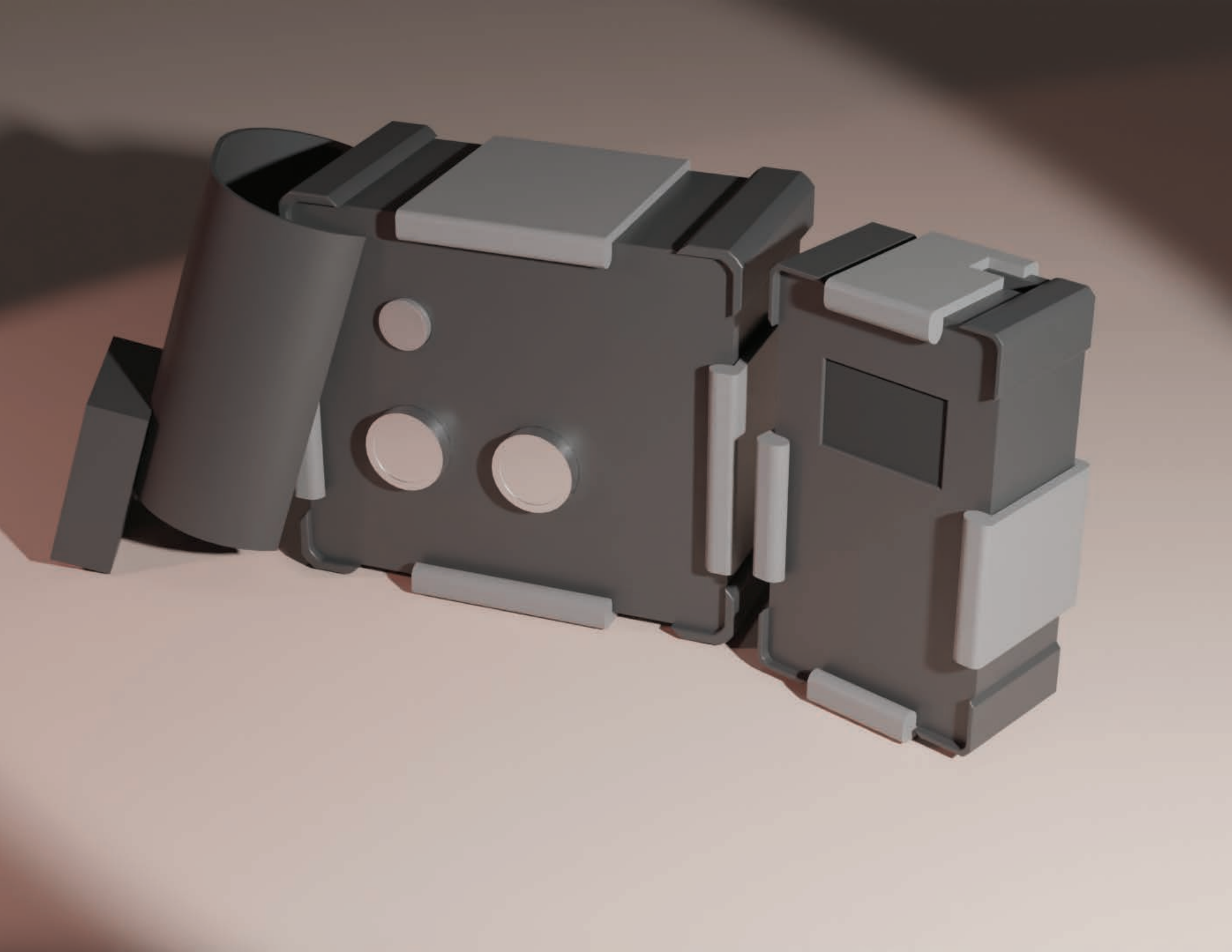
Debido a lo anterior se consideró desarrollar la segunda propuesta, ya que no es necesario la conexión al manillar, si no que, a la mano.

Esta propuesta es una especie de “clip” que pueda agarrarse al manillar.

La idea principal de esta solución es queeste hecha de un material rigido, y que a la vez sea moldeable.

Se decidió, usar el mismo filamento de PLA para impresiones 3D. Si es lo suficiente mente delgado, debería podel moldearse al manillar del usuario y a ru mano sin ningún problema.

Esta solución logra satisfacer la necesidad de sentir las vibraciones y a la vez poder hacer movimientos con los brazos

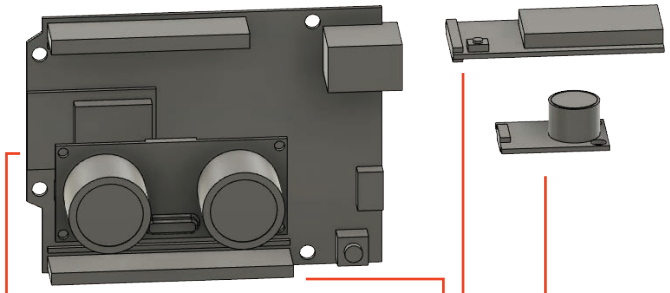


20.

Proceso de Producción

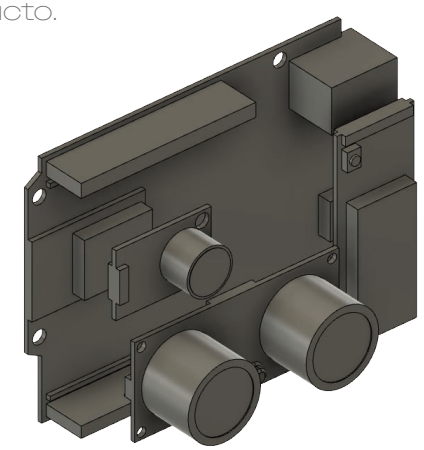
Receptor

Para comenzar el proceso de produccion del receptor, se digitalizaron los modulos.



- Placa Wemos
- Sensor Ultrasónico HC-SR04
- Bluetooth HC-05
- Amplificador Max4466

El siguiente paso, fue encontrar una organización de ellos, que tenga en consideración un espacio para el cableado y tenga sentido con la función del producto.



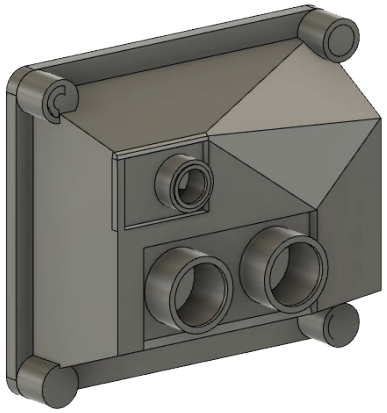
En el caso del receptor se tuvo en coonsideración, el posicionamiento de los sensores de sonido y ultrasónicos, que necesitan una salida clara.

Teniendo esta organización, fue posible seguir con la forma del producto.

Se realizaron dos propuestas:
La primera, fue una carcasa curva, esta tenía la intención de representar la fluidez del sonido captado.

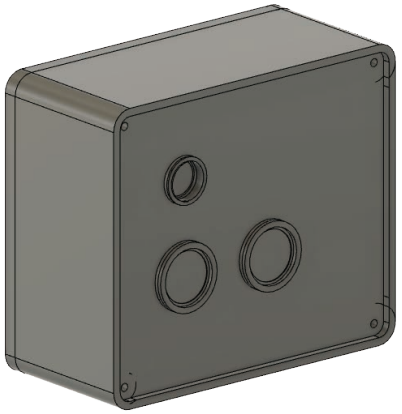
Esta no se logró llevar acabo, debido a su complejidad de forma tuvo un resultado no era esteticamente correcta.

La segunda, por otro lado, era una carcasa completamente recta. La intención de esta era poder dar al usuario un sentimiento de seguridad y protección



Uno de los problemas de este diseño fue que las rectas imposibilitaban la incorporación de la parte trasera. Por otro lado al iniciar este modelo, no se cerró correctamente la forma, por lo que modificarla y añadir el grosor fue dificil.

Finalmente, se creó un tercer diseño que, al igual que el anterior, usa las rectas para entregar confiabilidad y protección.

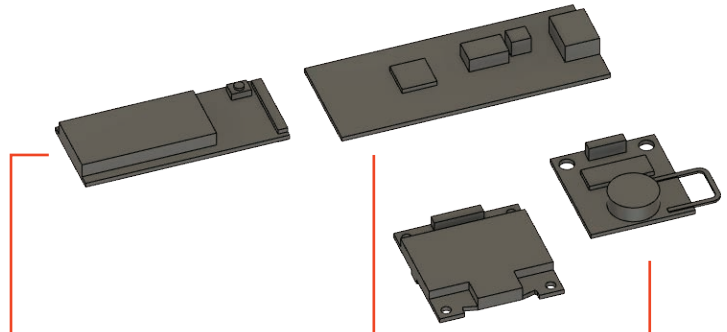


La simpleza de este diseño era atractiva, pero por otro lado, no se reflejaba la intención del diseño. Debido a esto se trabajó sobre el para obtener la forma final.

A este, se le agragaron bordes grandes y sobresalientes que logran reforzar la intención.

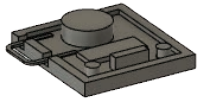
Notificador

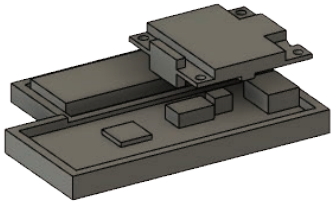
Para comenzar el proceso de produccion del notificador se digitalizaron los modulos.



- Placa Raspberry Pi Pico
- Pantalla Oled 0,96”
- Motor vibrador PWM
- Bluetooth HC-05

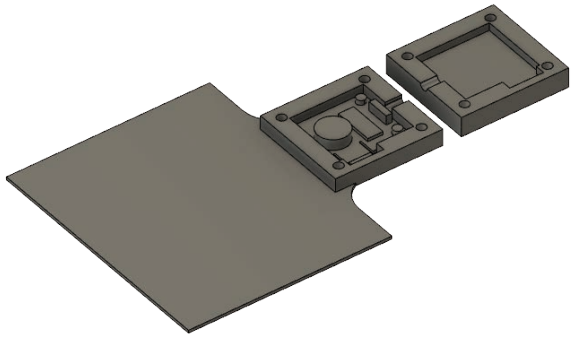
Con los modulos digitalizados se logró hacer un orden segun la propuesta mencionada anteriormente.

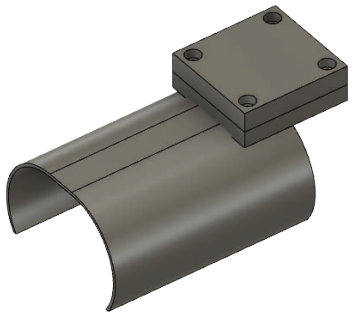




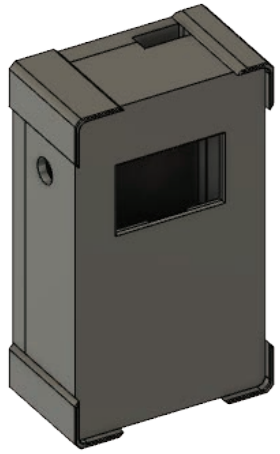
Por un lado, se puede observar la placa, el bluetooth y la pantalla, mientras que separado, e instalado en el manillar, está ell motor vibrador.

La propuesta conceptual indica que al introducir el extremo recto, en agua caliente, este debe poder deformarse para agarrar la forma de del manillar. Para evitar dañar el motor, este puede ser removido al separar las dos partes de la carcasa.





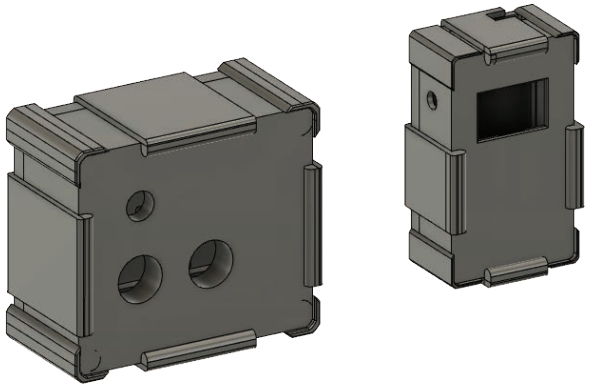
Por otro lado, el notificador principal, sigue el diseño que otorga el receptor.



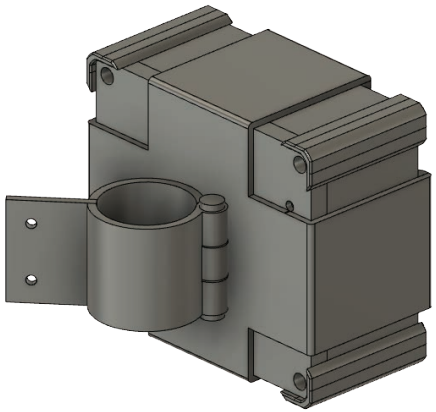
Acople a la bicicleta

¿Como se unen el receptor y el notificador a la bicicleta?

El notificador y el receptor, iran agarrados con un soporte diseñado para acentuar su volumen y “rigidez”, sin dejar de lado sufuncionalidad.



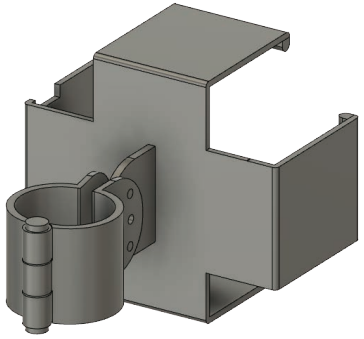
En un comienzo, este soporte tenia un simple agarre por detras.

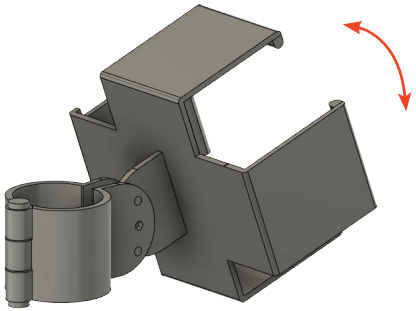


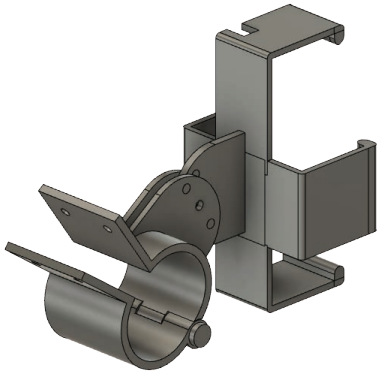
Este diseño, servía, en el caso del notificador, pero, en el caso del receptor se generaba un problema debido al angulo de la tija. Al no ser un angulo recto, el receptor se desviaba y no era capaz de captar la información necesaria.

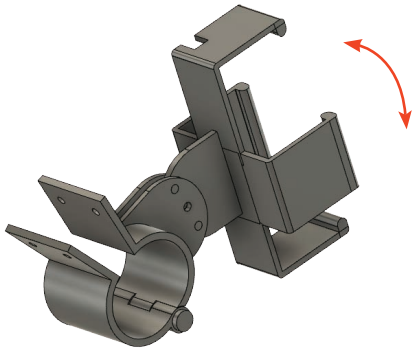
Debido a lo anterior, se re diseñó el soporte para que el notificador no se vea afectado según el angulo de la tija. Este ermite que al aflojar la sujeción el soporte pueda moverse de manera vertical.

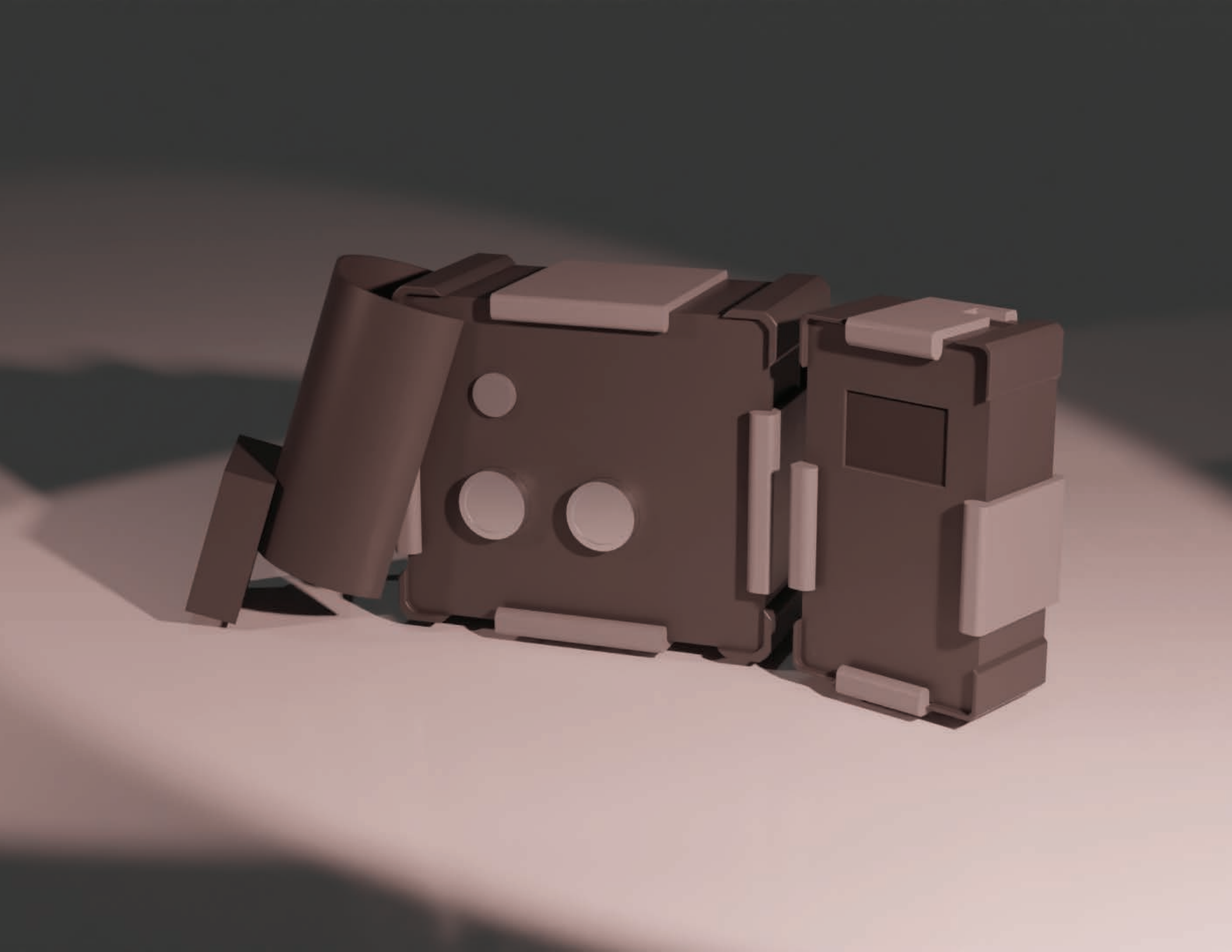
Si bien, este problema se limitaba al receptor, se decidió incluir este soporte para el notificador, debido a que los usuarios tienen preferencias distintas y distintos angulos de visión. Este diseño facilitaría el ajuste.







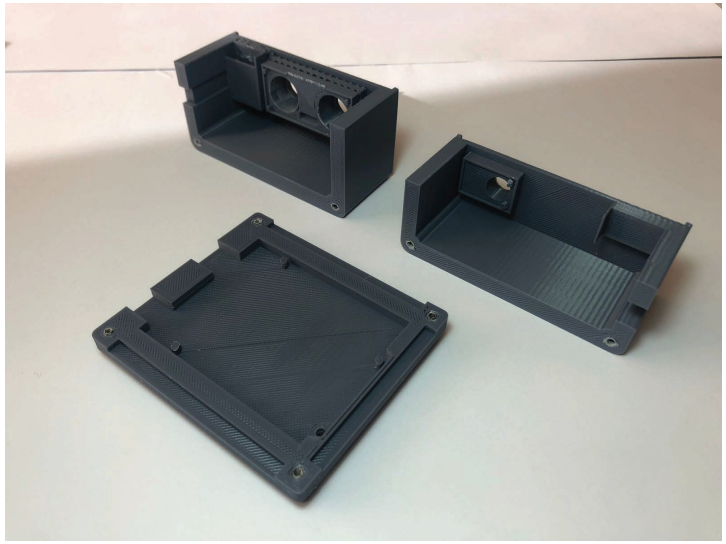




Impresión 3D

Para la creación de este proyecto se imprimieron en 3D las carcasas y los soportes.

Para la impresión del Receptor, se dividió la parte delantera en dos, con la razón de poder colocar los modulos facilmente.

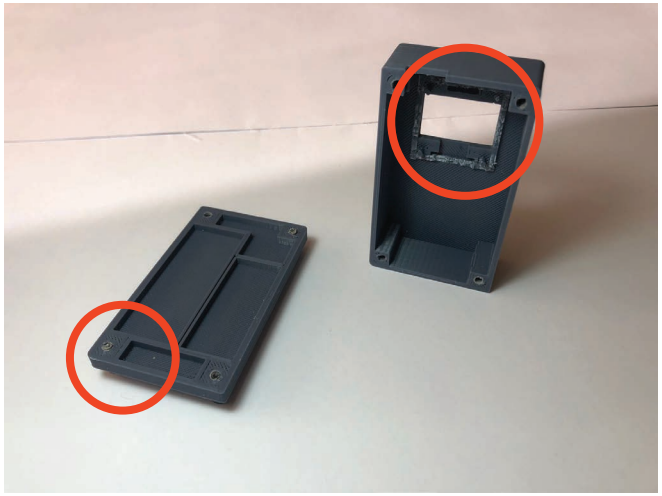


Apartir de esta impresión, se logró identificar varios errores, con respecto a los tamaños en que iban los módulos.

A causa de esto, se corrigieron los problemas y se imprimió nuevamente. A diferencia de la anterior, se decidió imprimir la parte superior junta y no separada, visto que la separación generaba que la unión de ambos sea dispareja.

Con esta segunda impresión, se logró colocar los módulos sin problemas.

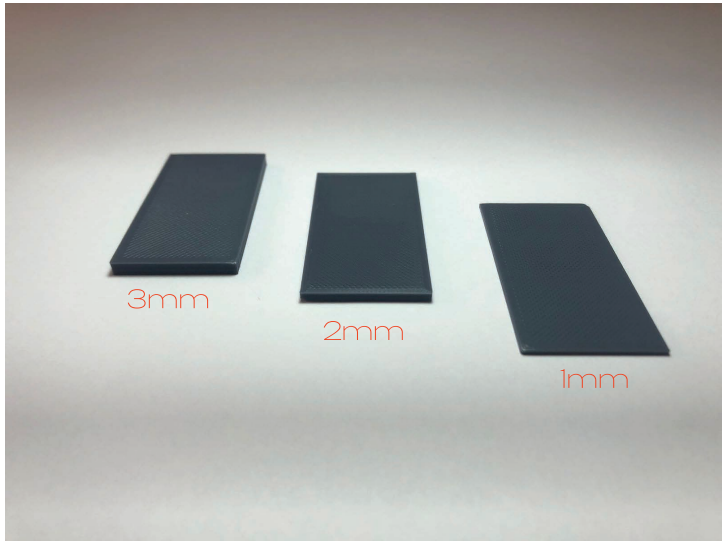
En el caso del notificador, la primera impresión tuvo dos problemas. El primero es que no se dejó el espacio para la conexión de poder. El segundo, es que el espacio para la pantalla estaba mal. Debido a esto, debió imprimirse devuelta.



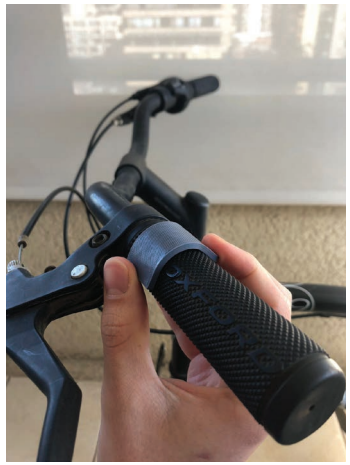
El caso del motor fue diferente. Las primeras impresiones hechas se hicieron para probar la hipotesis de la propuesta.

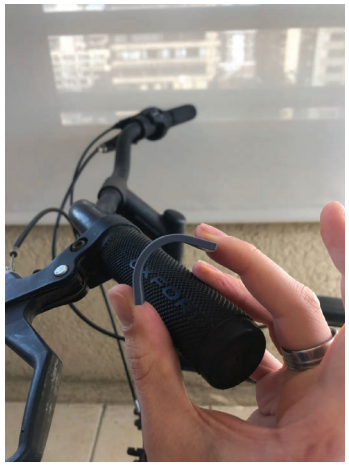
¿Se moldearía a la forma del manillar?
¿Se podriía remover sin problemas?

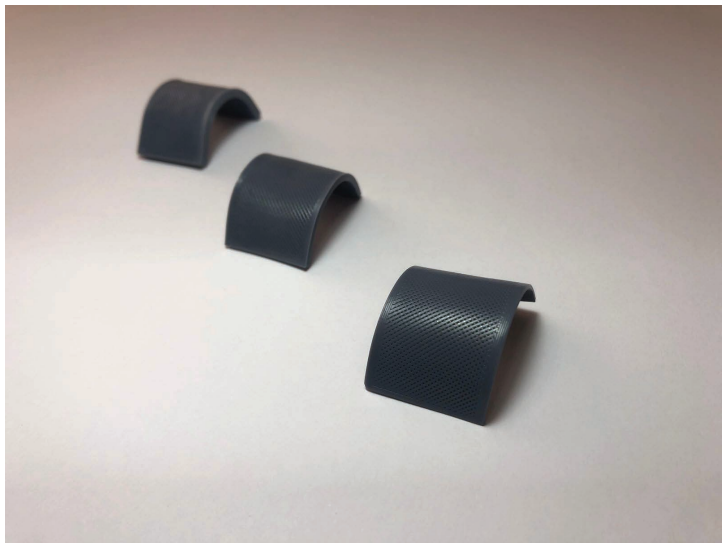
Para poder responder estas preguntas, se hizo un testeo en el que se imprimieron tres placas de PLA, con medidas de :50 x 25 mm y grosores variados de 3mm, 2mm y 1mm.

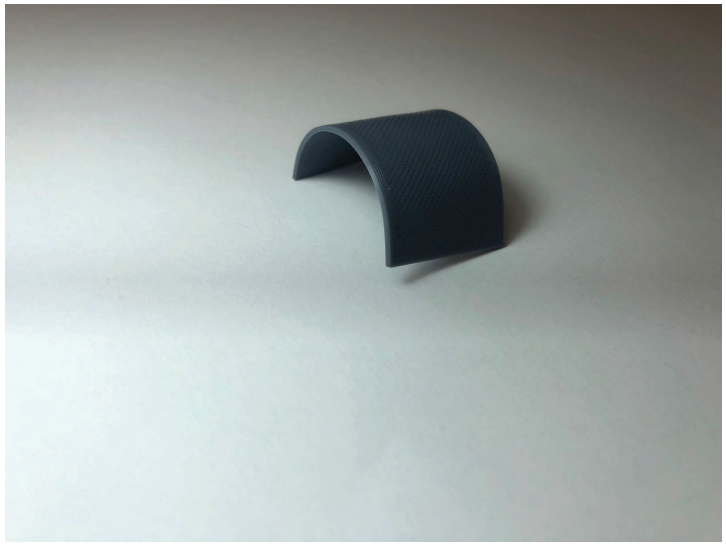


Luego, con las piezas ya impresas, cada una se smergió en agua caliente por un minuto. Y se evaluaron los resultados.









Observaciones:

- Las tres placas se moldearon de buena manera, sin embargo, la placa de 1mm tiene una capacidad moldeable superior, que se traduce a un mejor agarre personal del usuario.

- Las placas de 2 y 3mm oponen mucha resistencia al generar presión. Por otro lado, la de 1mm genera la resistencia suficiente para poder manipularse y aun volver a su forma original.

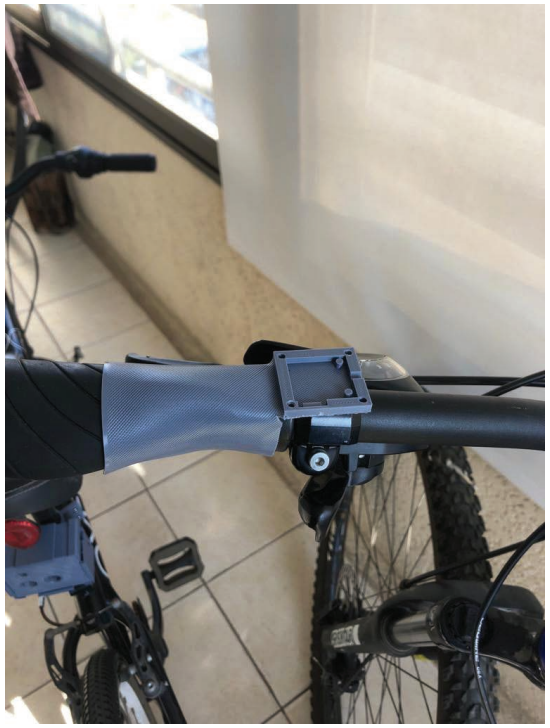
- Los tres tamaños transfieren la vibración de manera eficiente al usuario.

- Las placas de 2 y 3mm, al tener un grosor mayor, incomodan al ser utilizados

- La rapidez de la solidificación del material, aumenta con el grosor, provocando que se tenge que calentar el material varias veces para tener la forma correcta

Como se puede observar en las siguientes imagenes , esta t´cnica puede ser utilizada en distintos manillares.

Se concluyó que esta propuesta logra entregar las vibraciones al usuario, le da la posibilidad al usuario de tener libertad en los movimientos e interacciones. Así mismo, logra mantener las conexiones del producto inicial.



Vibration Motor
IN
VCC
GND

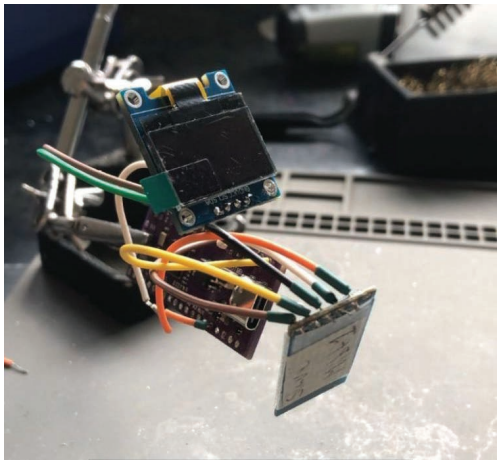
Conexiones finales

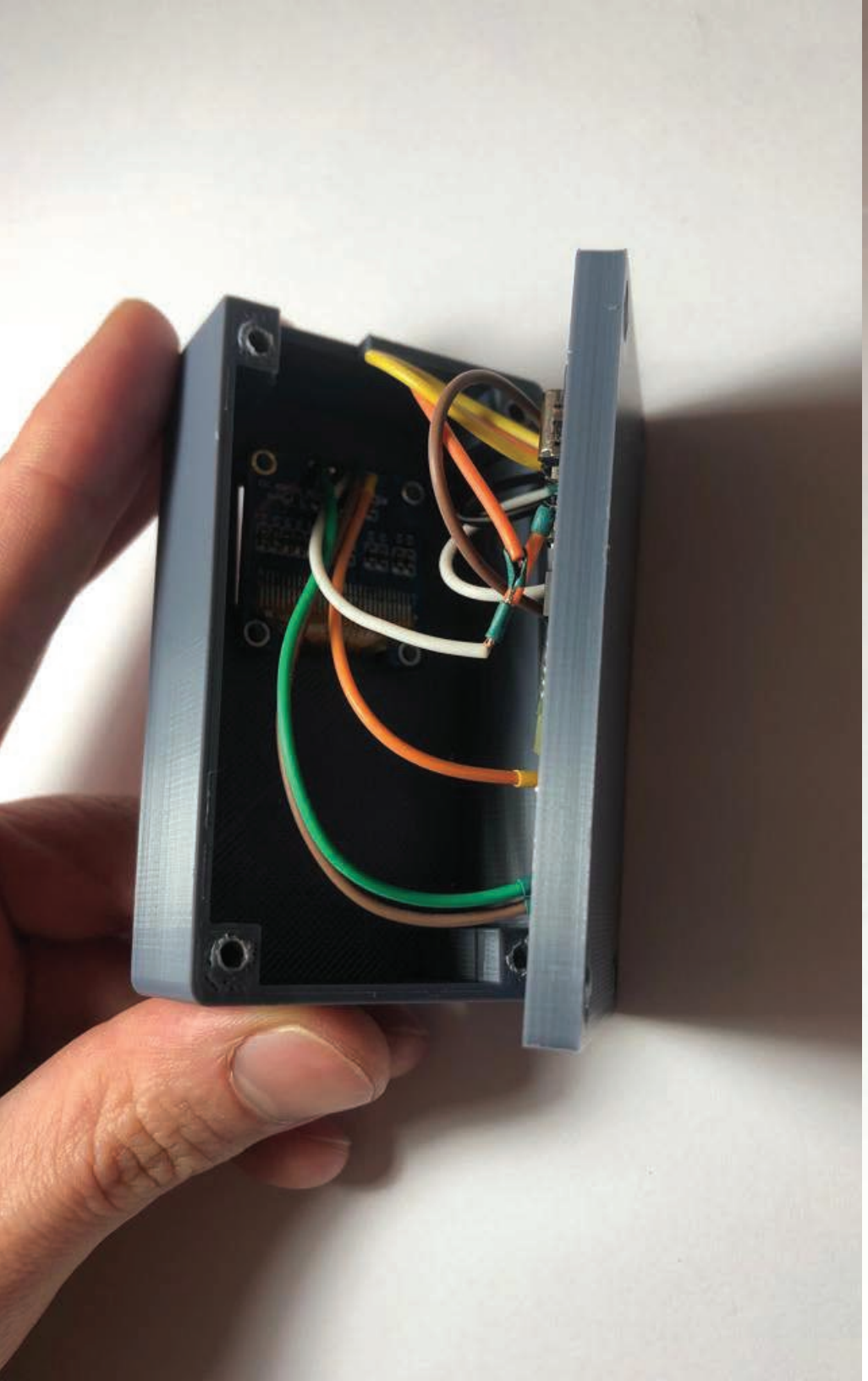
Al tener las conexiones y los prototipos impresos, solo faltaba hacer las conexiones internas.

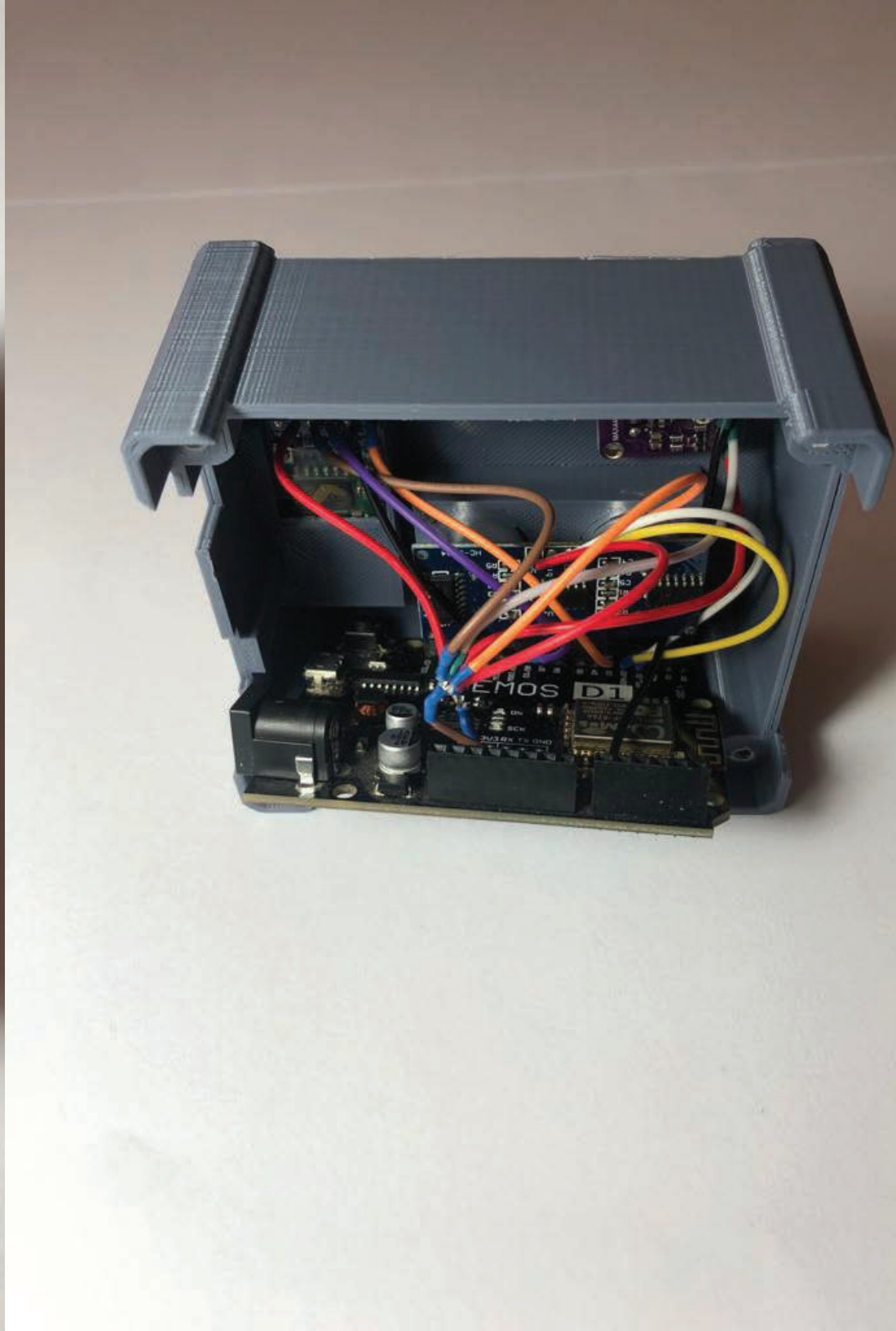
La diferencia de estas conexiones, es que en un principio, se estaba utilizando una protoboard, para simplificarlas. El problema de las protoboard es su tamaño, estas no se pueden usar para los prototipos. Debido a esto se deben soldar los cables.

Este proceso,comenzó con el pelado de los cables. Esto se tuvo que hacer, ya que los cables dupont tienen extremos plasticos para simplificar su union. En este caso, no servían.

Con ese proceso terminado se tuvo que dessoldar todos los pines que ya estaban soldados en los módulos para luego hacer las conexiones.






EMOS
D1

21.

Identidad

La identidad de O-IR fue creada bajo el mismo concepto.

El sentido de Seguridad

Dentro de la busqueda de paleta de colores, se investigó sobre los sentimientos que le otorgamos a los colores. En el libro "handbook of color psycology", exponen la siguiente tabla de resultados según una encuesta.

Signal word	Red	Orange	Green	Blue
Deadly	7.47	6.77	5.43	5.27
Poisonous	7.03	6.47	5.17	5.27
Lethal	7.03	6.43	5.43	5.00
Fatal	6.93	6.50	5.47	5.53
Danger	6.90	6.43	4.67	4.43
Harmful	6.67	5.53	4.20	4.23
Haz ardous	6.27	5.73	4.40	3.90
Warning	6.23	5.50	3.77	3.63
Caution	6.17	5.03	3.00	3.43
Critical	5.70	4.40	3.77	3.00
Beware	5.53	5.13	3.57	3.53
Stop	5.13	4.20	2.70	2.30
Careful	4.60	3.47	2.43	2.10
Attention	4.43	3.53	2.37	1.50
Notice	4.33	3.17	1.80	1.63

En los resultado expuestos podemos identificar que los colores rojo y naranjo son los que representan la alerta de peligro.

Al igual que el proyecto, no se intenta eliminar el miedo, pero si reducirlo con precaución.

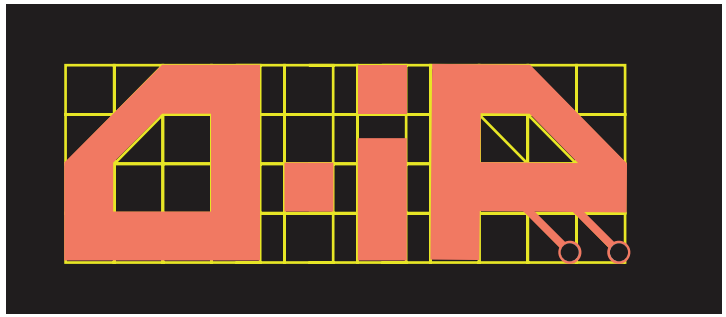
La identidad visual del proyecto genera una mezcla entre el rojo y naranjo obteniendo los siguientes colores.

fa421c fc8f78 ffd9d1

El proceso creativo del logo fue muy largo y no se decidió hasa el final.

La ultima propuesta, y logo seleccionado, se basa en el producto.

Este logo imita las rectas y la seguridad que emite el prototipo. Debido a esto se utilizó la siguiente cuadricula.



Al logo solo se le agregó una parte fuera de contexto. Esto se debe a que quize representar el duro proceso que se llevo acabo con la programación

22.

Proyecciones

Apartir de los resultados de proyecto y el nuevo conocimiento de las tecnologías existentes, se quiere llegar a lograr un dispositivo que puede entregar la información completa, nos solo las flechas de dirección.

Receptor:
El receptor será actualizado, cambiando el sensor ultrasonico HC-SR04 por un sensor Dfrobot URM04, que tiene mayor alcance y grado de lectura (60°). Asi mismo se pueden agregar 2 para lograr captar 180°. La placa Wemos se remplazaría con una la placa PCB. Esta es una placa que se manda a hacer con las especificaciónes necesarias.
El tamaño del producto se reduciría, ya que la placa wemos es la que aumenta el producto actual.

Notificador:
El Notificador seria reemplazado por un ciclocomputador o un celular. De esta forma, las funcionalidades pueden ser mayores y ajustables al usuario.

Motor vibrado:
El motor, siendo la pieza mas importante del proyecto, puede ser reemplazado por otro motor mas potente. La forma de uso con materiables moldeables quedaría de la misma forma. Por otro lado, ya que se reemplaza el notificador por unciclo computador, el motor debe tener una conexión universal.

23.

Plan de implementación

Para comprender el plande implementación propuesto para el proyecto, se debe mencionar que O-IR va a ser un producto de consumo masivo. No se limitará al usuario identificado, sino que maximizará la potenciales ganancias. Así mismo se tendra en consideración buscar el menor costo ambiental posible.

A continuación, se expondrá el "buisness model canvas". Luego se mostrará la etapa en la que se encuentra el proyecto segun "TRL". Finalizando con fondos y postulaciones.

Buisness Model Canvas

Socios clave
- Organizaciones con relación a la discapacidad auditiva como: CAPS
- Organizaciones con relación al ciclismo como: Pedaleable
- Marcas de ciclo tecnologías como: Garmin
- Manufacturas de producto

Actividades clave
- Postulación a fondos de innovación y tecnología

Recursos clave:
- Equipo de programación
- Equipo de marketing

Propuesta de valor:
Sistema de productos que puedan identificar los distintos sonidos de emergencia en la calle y logren entregar estas señales al usuario ciclista

Estructura de costos:
- Costos de desarrollo de producto
- Costos de equipo de programación
- Costos de equipo de marketing

Relación con clientes:
- Relación no cercana en el caso de tener una distribución a alta escala
- Relación cercana con organizaciones.

Canales de distribución:
Difusión por parte de organizaciones especializadas en discapacidad auditiva
Difusión por parte de organizaciones especializadas en ciclismo
Difusión por medio de redes sociales
Ventas atreves de páginas web
Ventas atreves de intermediario especializado en productos para ciclismo
Ventas atreves de intermediario especializado en productos para discapacidad auditiva

Segmento de clientes
Personas con discapacidad auditiva. Personas ciclistas que usen los audífonos al usar la bicicleta en la vía

Fuente de ingresos:
- Venta de O-IR a distribuidores
- Venta de O-IR a compradores indirectos (via organizaciones)

Technology Readiness Level

"Technology Readiness Level" (TRL) es un método para comprender la madurez técnica de una tecnología durante su fase de adquisición. Los TRL permiten a los ingenieros tener un dato de referencia consistente para comprender la evolución de la tecnología. Aunque originalmente fue creado en 1970 por la NASA, para tecnología espacial, actualmente, varias organizaciones lo utilizan para multiples industrias.

La Unión Europea define 9 niveles:
Se consideran estos 9 niveles para poder situar el proyecto actual

Considerando estos 9 niveles mencionados, el proyecto se puede situar en la etapa del desarrollo, entre el nivel 5 y 6. Por un lado la tecnología de este proyecto fue verificada y testeada, por otro lado, el número de validaciones, en un entorno simulado, no son suficientes para verificar de manera concreta los resultados.

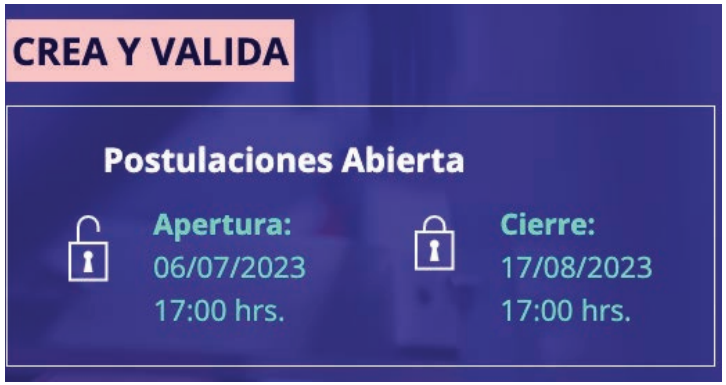
Investigación
1. Observaciones basicas principales
2. concepto de tecnología formulado
3. Prueba de concepto experimental

Desarrollo
4. Tecnología validada en laboratorio
5. Tecnología validada
6. Tecnología demostrada en ambiente controlado

Despliegue
7. Demostración de prototipo en ambiente operacional
8. Sistema completo y calificado
9. Sistema en el mercado

Fondos y postulaciones

CORFO



- Financiamiento de hasta $180.000.000 para la categoría proyectos Individuales.
- Se espera una propuesta que posibilite la efectiva introducción al mercado de un producto (bien o servicio), definida y testeada, y/o propuesta de implementación productiva del proceso, ejecutada.

Postulación:
Inicio: 06/07/2023
Término: 17/08/2023

(CORFO, n.d.)

ANID

- tecnológica equivalente a TRL 2 como mínimo.
- El plazo de ejecución de los proyectos será de hasta 24 meses.
- El subsidio máximo por solicitar a ANID será de hasta 220 millones de pesos.

Postulación
Inicio: 18/07/2023.
Termino: 05/10/2023

(ANID, 2023)

24.

Conclusión

Ser empático es ver el mundo con los ojos del otro, y no ver nuestro mundo reflejado en los ojos de él. (Carl Rogers)

Como seres humanos, muchas veces, pensando en la sociedad en que vivimos, estamos ligados a una vida individualista y cerrada. El velar por el bienestar personal, si bien, es una manera válida de vivir, a mi, personalmente, no me deja conforme. A lo largo de mi vida me he podido dar cuenta que el mejor bienestar que siento es al hacerle un bien a otra persona. La felicidad de otros, sobre todo de aquellos que quiero es todo para mi. En este último tiempo, y luego de ver la película CODA, comencé a preguntarme por aquellas personas que no tienen la misma suerte que yo y que llegaron a este mundo con habilidades diferentes, como lo son la gente sorda.

Como diseñador, se me presentó esta nueva interrogante, ¿cómo mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva? Como dice Neil Marcus"La discapacidad no es una lucha valiente o coraje en frente de la adversidad. La discapacidad es un arte. Es una forma ingeniosa de vivir" , desde esto, encontrar esta nueva forma ingeniosa de vivir no es solo responsabilidad de aquellos que padecen la discapacidad, si no es de nosotros como sociedad ayudarlos a adaptar el mundo a sus necesidades, no al revés. Desde esto, el diseño empático puede cambiar la vida de muchas personas, lo que fué un pilar fundamental en la construcción de mi proyecto de título debido a que OIR tiene como objetivo facilitar aquella actividad que aún no se adapta a la gente sorda, específicamente el andar en bicicleta.

A este proyecto aún le queda mucho por avanzar pero, es el comienzo de una muy buena oportunidad de mercado debido a que mejora a una problemática presente aún no solucionada. Un dispositivo como OIR, actualmente no existe en el mercado y este destaca por: el usuario al que

está destinado, la necesidad y las interacciones específicas.

También, este proyecto significó un desarrollo en mi vida personal debido a que significó exponerme a aprender una nueva habilidad en un tiempo acotado. El uso de las nuevas tecnologías y la programación fue uno de los principales desafíos que se me presentó en la construcción de este proyecto. Día a día me fui retando a aprender más, a tener nuevas metas y tuve que ser resiliente y dejarme fallar muchas veces antes de lograr el éxito. La programación me abrió un mundo de posibilidades completamente nuevas, incluso, considero que podría ser un ámbito que se debería potenciar más en la carrera de diseño. Como diseñador autodidacta en programación, actualmente, tengo mayor comprensión de la tecnología y ahora el límite de mis conocimientos está más adelante y me siento más confiado en poder explorar nuevos ámbitos.

Para finalizar, OIR, no soluciona un problema, debido a que no entrega la capacidad de escucha a las personas con discapacidad auditiva, si no, es una herramienta para adaptar el mundo que está diseñado para gente que escucha a la comunidad sorda. OIR facilita la calidad de vida, otorga seguridad y reduce el miedo al andar en bicicleta, si bien, no erradica el problema, el objetivo es hacer un producto empático y que mejore el bienestar de las personas.

25.

Anexos

25.

Referencias Bibliográficas

Alvarez, R. (2023, 20 julio). Configuración del Shield Bluetooth HC-05 en Modo Maestro y Esclavo - Monitoreo y Control. https://tecbolivia.com/index.php/articulos-y-tutoriales-microcontroladores/95-configuracion-del-shield-bluetooth-hc-05-en-modo-maestro-y-esclavo-monitoreo-y-control

ANID. (2023, 18 julio). Concurso IDEA I+D 2024 - ANID. https://anid.cl/concursos/concurso-idea-id-2024/

Apple. (2023, 24 mayo). El Apple Watch Ultra y la última generación de AirPods Pro estarán disponibles en las tiendas el viernes. Apple Newsroom (América Latina). https://www.apple.com/la/newsroom/2022/09/apple-watch-ultra-and-next-generation-airpods-pro-available-in-stores-friday/

CicloRecreoVía. (s. f.). https://ciclorecreovia.cl/

CircuitPython - Libraries. (s. f.). https://circuitpython.org/libraries

CORFO. (s. f.). https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/crea_y_valida

Ebest SpA. (s. f.). Luz Trasera de radar SEEMEE 508. https://www.ebest.cl/luz-trasera-de-radar-seemee-508.html

Ebest SpA. (2021, 2 septiembre). Luz Trasera de Bicicleta Magicshine Seemee 20. https://www.ebest.cl/luz-trasera-de-bicicleta-magicshine-seemee-20.html

Ebest SpA. (2022, 7 octubre). Luz trasera Garmin varia RTL515. https://www.ebest.cl/luz-trasera-garmin-varia-rtl515.html?gad=1&gclid=Cj0KCQjwkqSlBhDaARIsAFJANkgxksdybqStQsHnuNe_nFuA1rC_CZ23OO-9vC0UDygdGB3mhzLCwaYaAq8aEALw_wcB%20%20https://garminstore.cl/varia-rtl515.html

Ecosistemas para el desarrollo de aplicaciones IoT | CTIC. (s. f.). https://www.fundacionctic.org/es/actualidad/ecosistemas-para-el-desarrollo-de-aplicaciones-iot#:~:text=La%20diferencia%20principal%20es%20que,%2C%20I2C)%20sea%20m%C3%A1s%20sencillo.

EEUU: El presidente Roosevelt ocultaba que tenía polio. (2020, 6 diciembre). Proceso Digital. https://proceso.hn/eeuu-el-presidente-roosevelt-ocultaba-que-tenia-polio/

Ghebali, A. (2023, 22 mayo). OrCam MyEye- Tecnología de asistencia para personas ciegas. OrCam Techologies. https://www.orcam.com/es-es/orcam-myeye

Guffey, E. (2017). Designing Disability: Symbols, space, and society. https://www.amazon.com/Designing-Disability-Symbols-Space-Society/dp/1350004286

HC-05 At+Bind Error(7) Trouble linking/Binding Master HC-05 with Slave HC-05. (2017, 29 noviembre). Arduino Forum. https://forum.arduino.cc/t/hc-05-at-bind-error-7-trouble-linking-binding-master-hc-05-with-slave-hc-05/473192/3

Holmes, K. (2018). Mismatch. En The MIT Press eBooks. https://doi.org/10.7551/mitpress/11647.001.0001

How can I understand my hearing test results? (2020, 24 febrero). Healthy Hearing. https://www.healthyhearing.com/report/41775-Degrees-of-hearing-loss

International Sign Association. (s. f.-a). Koefoed & the International Symbol of Access - International Sign Association. https://www.signs.org/whats-hot/koefoed-the-international-symbol-of-access

International Sign Association. (s. f.-b). Koefoed & the International Symbol of Access - International Sign Association. https://www.signs.org/whats-hot/koefoed-the-international-symbol-of-access

La Kinesfera – Planos y ejes del cuerpo – Entretanto. (s. f.). https://entretanto.co/la-kinesfera-planos-y-ejes-del-cuerpo/

Ladau, E. (2023, 14 junio). The Americans with Disabilities Act: A Brief Background - Disability & Philanthropy Forum. Disability & Philanthropy Forum. https://disabilityphilanthropy.org/resource/the-americans-with-disabilities-act-a-brief-background/

MicroPython - Python for microcontrollers. (s. f.). https://micropython.org/

Nick. (2022). Raspberry Pi Pico OLED Tutorial. educ8s.tv - Watch Learn Build. https://educ8s.tv/raspberry-pi-pico-oled-display-circuitpython/

Nosotros – RUEDA CHILE. (s. f.). https://ruedachile.com/nosotros/

Pedaleable. (s. f.). Home. Corporación Pedaleable. https://www.pedaleable.org/#mapa

¿Quiénes somos? (2020, 10 junio). Bicicultura. https://www.bicicultura.cl/bicicultura/quienes-somos/

Rehabilitation, S. F. D. A. (2011). World report on disability. www.who.int. https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182

Servicio Nacional de la Discapacidad. (s. f.). https://www.senadis.gob.cl/pag/693/2004/iii_estudio_nacional_de_la_discapacidad

Villarreal-Gerardo, X. (2023, 29 mayo). Indy 500 2023: Josef Newgarden se corona en un épico final y en una carrera llena de caos. Autoproyecto. https://autoproyecto.com/2019/noticias/taxi-silencioso-hyundai.html

Visor de ciclovías. (s. f.). https://ciclovias.visorterritorial.cl/

War and Prosthetics: How Veterans Fought for the Perfect Artificial Limb. (s. f.). Collectors Weekly. https://www.collectorsweekly.com/articles/war-and-prosthetics/

What are Technology Readiness Levels (TRL)? (s. f.). https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/technology-readiness-levels

WHO EMRO | Disabilities | Health topics. (s. f.). World Health Organization - Regional Office for the Eastern Mediterranean. https://www.emro.who.int/health-topics/disabilities/index.html

World Health Organization. (s. f.). https://icd.who.int/dev11#/

World Health Organization. (2011). World report on disability 2011. https://apps.who.int/iris/handle/10665/44575