



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE GAFAS INTELIGENTES COMO HERRAMIENTA DE ASISTENCIA PARA LECTURA Y RECONOCIMIENTO DEL ENTORNO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL”.

AUTOR ARIAS ACOSTA, MARCO DAVID

DIRECTOR: MSC. MENDOZA CHIPANTASI, DARIO JOSÉ

LATACUNGA, 2023





Problemática

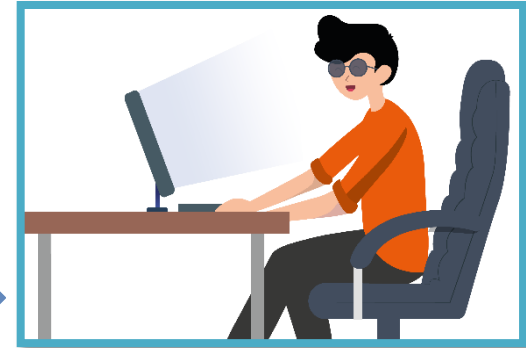
Dispositivos y recursos de lectura

Lector de pantalla

Audiolibros

Braille

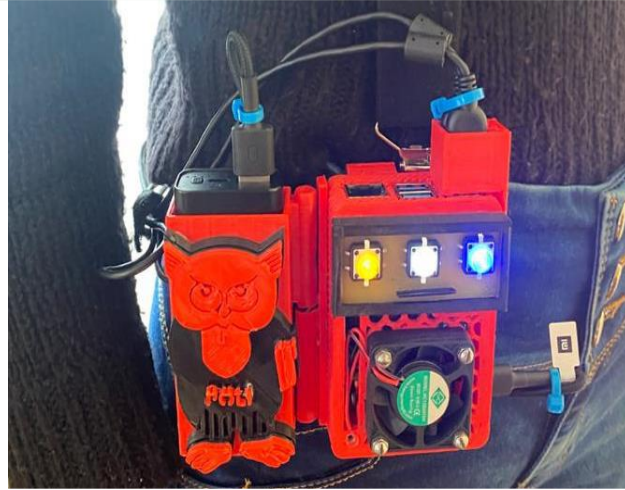
Herramientas Tecnológicas



Antecedentes



a) Lector audible de textos
Alex Pilatasig (2017)



B) Prototipo de reconocimiento de objetos
Cadena Stefania (2021)



C) Prototipo con detección de obstáculos
Cristina Loayza (2016)



d) Finger reader
Shilkrot, Liu, Huber & Maes (2014)



e) OrCam My Eye 2.0
(Orcam, 2022)



f) Eyes gafas 3D
(Eyesynth, 2022)



Justificación



Objetivo General

- Diseño e implementación de gafas inteligentes como herramienta de asistencia para lectura y reconocimiento del entorno para personas con discapacidad visual utilizando inteligencia artificial.



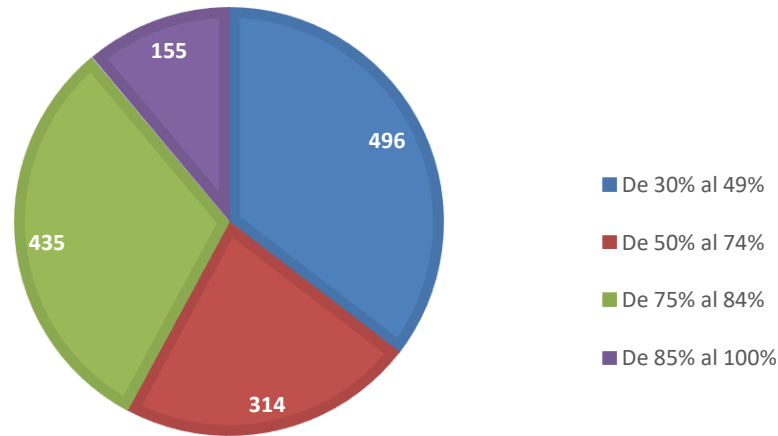
Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliografía
- Diseñar el modelo 3d selección de componentes
- Desarrollar e implementar algoritmos
- Implementar el sistema de inteligencia artificial
- Diseñar e implementar circuitos electrónicos
- Implementar el sistema convertidor de texto a voz
- Determinar mediante un especialista médico



DEFICIENCIA VISUAL

PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL
COTOPAXI

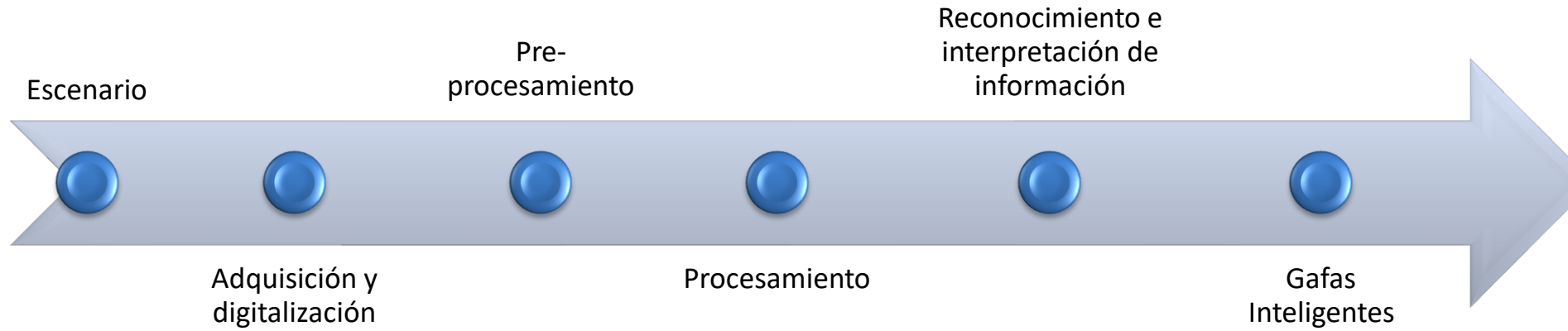


Tipos de Discapacidad	
Leve	5 % al 24 %
Moderada	25 % al 49 %
Grave	50 % al 74 %
Muy Grave	75 % al 84 %
Completa	85% al 100 %

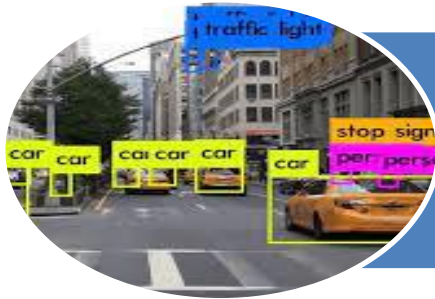
Representa	% Nacional
1400 Personas	2.57 %



Etapas del sistema en las gafas inteligentes



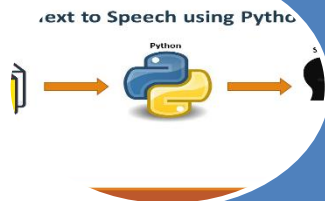
Herramientas utilizadas



MobileNets V3



API de Cloud Vision



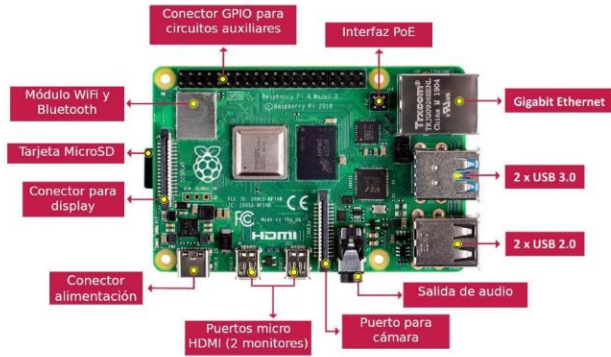
gTTS

(Google Text-to-Speech)

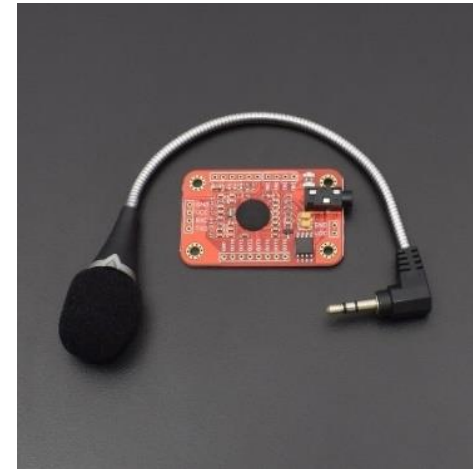


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño y selección de dispositivos



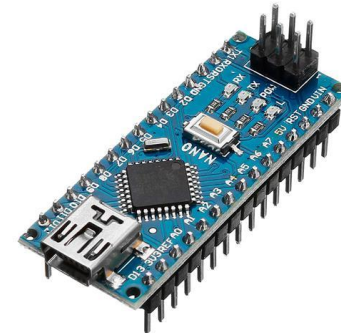
Raspberry Pi 4



Módulo Voice Recognition V3



Pantalla 5"



Arduino Nano





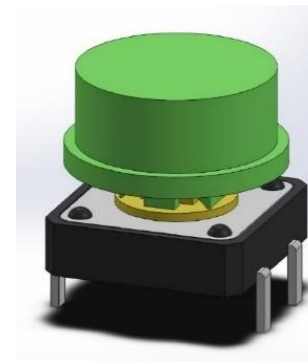
Mini cámara UVC bullet



Power Bank Ldnio PR518

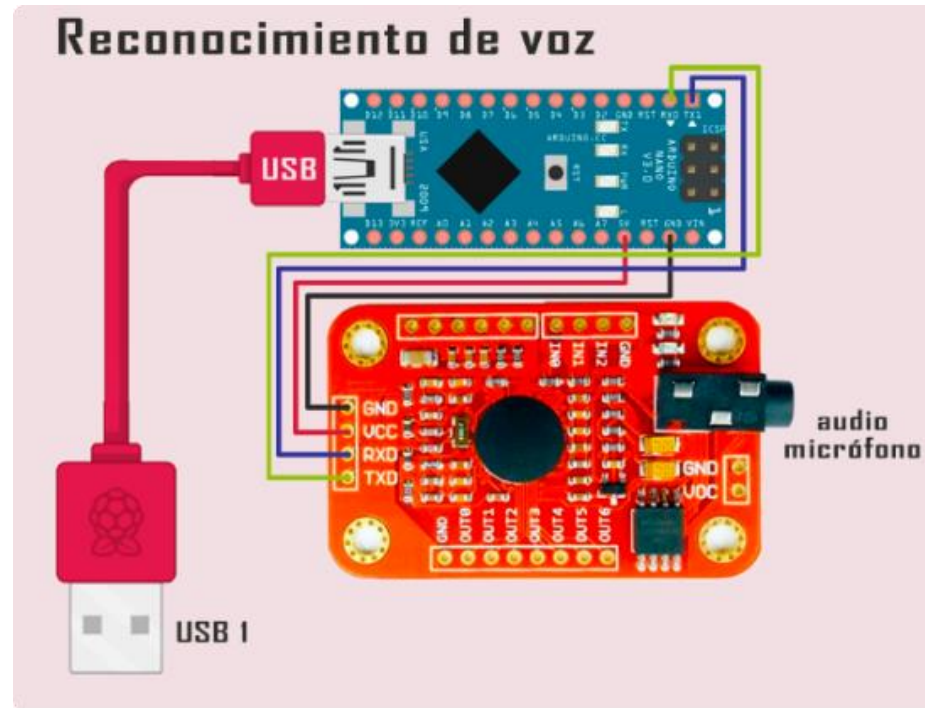


Parlantes Genius SP-Q160



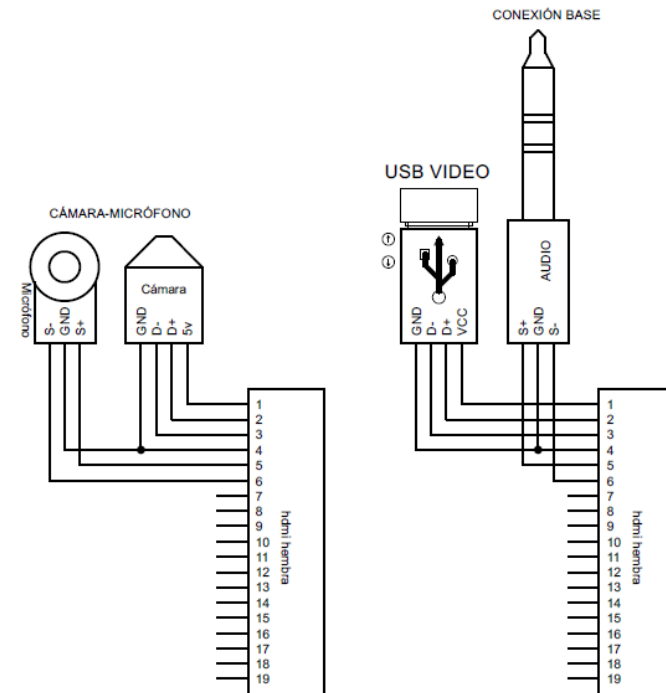
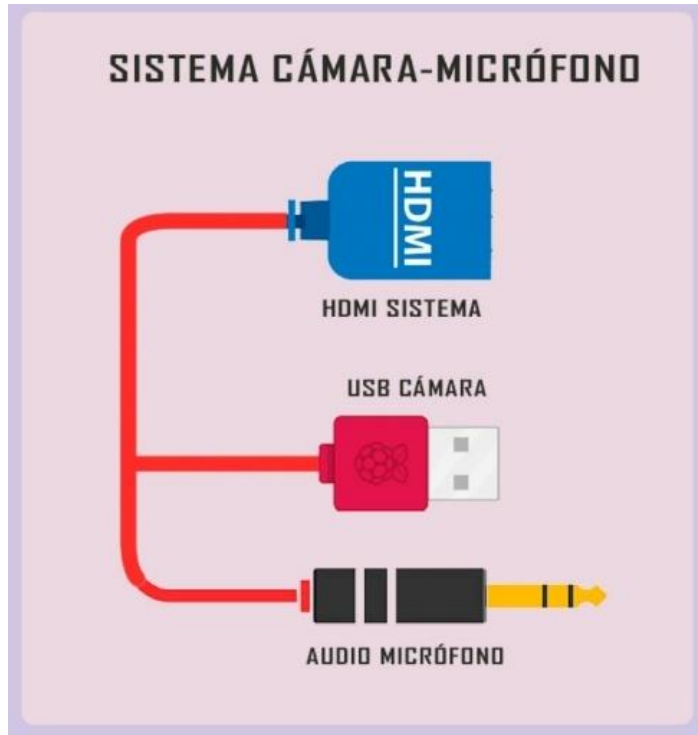
Pusbotton Tact & Cap





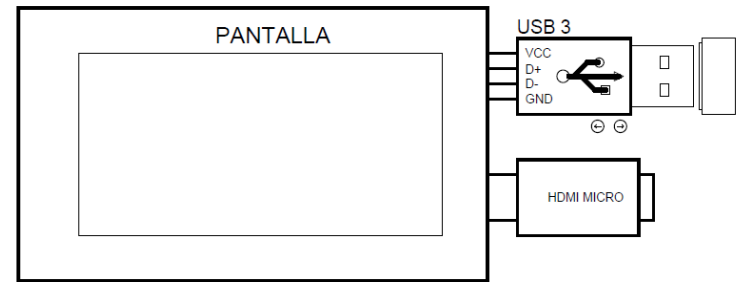
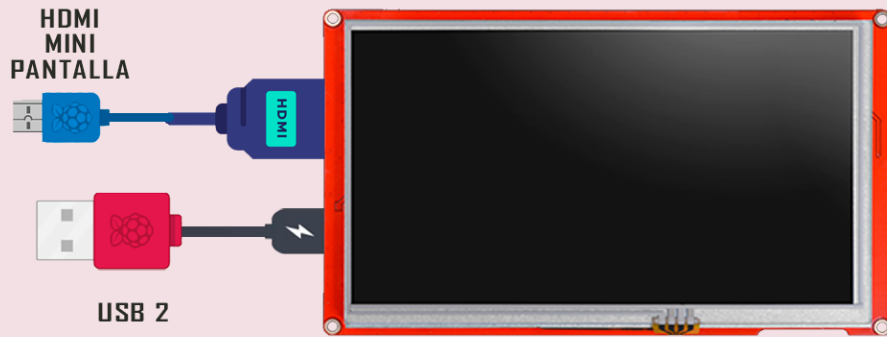
Cambiar, Hablar, Pausa y Detener

Conexión del subsistema cámara-micrófono

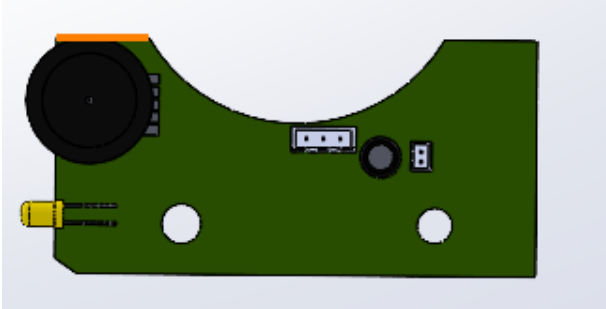
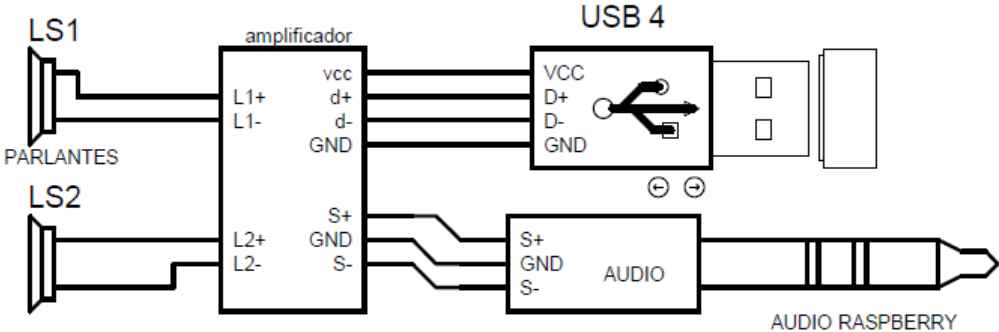


Implementación de la pantalla

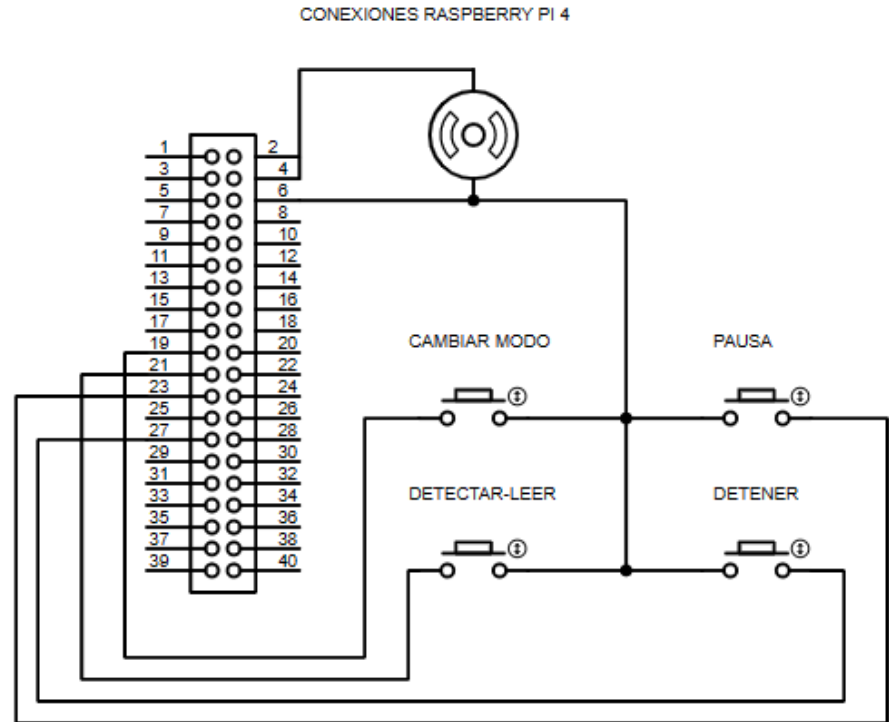
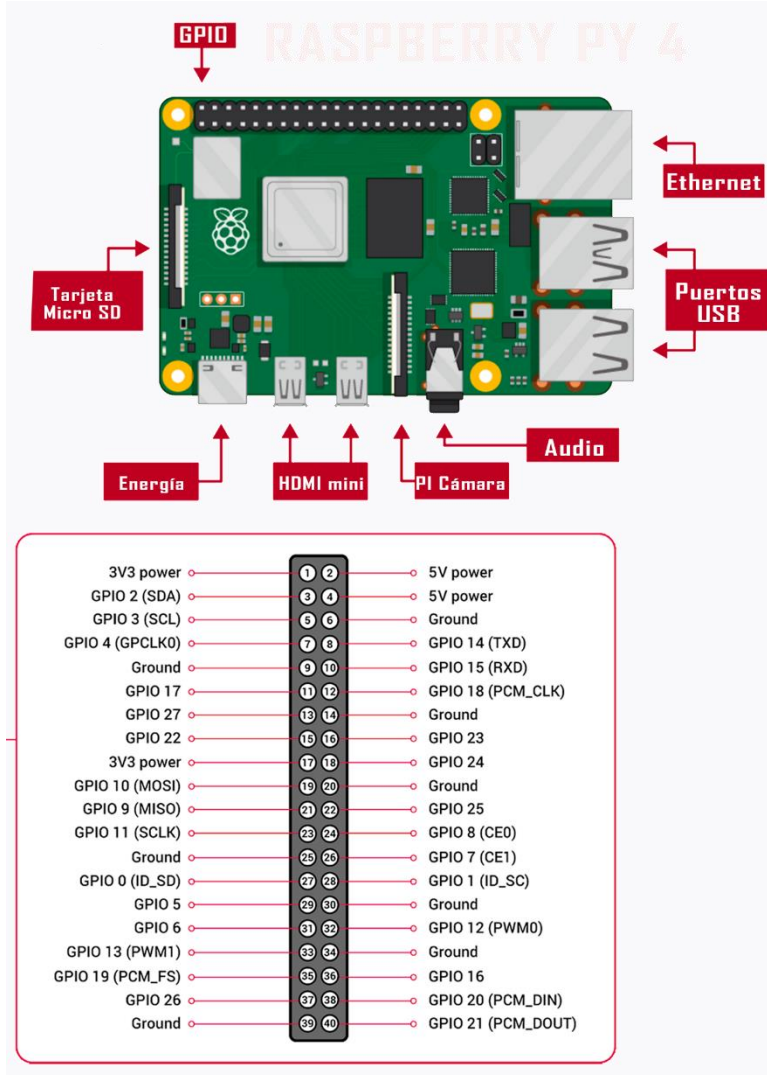
Conexión de pantalla



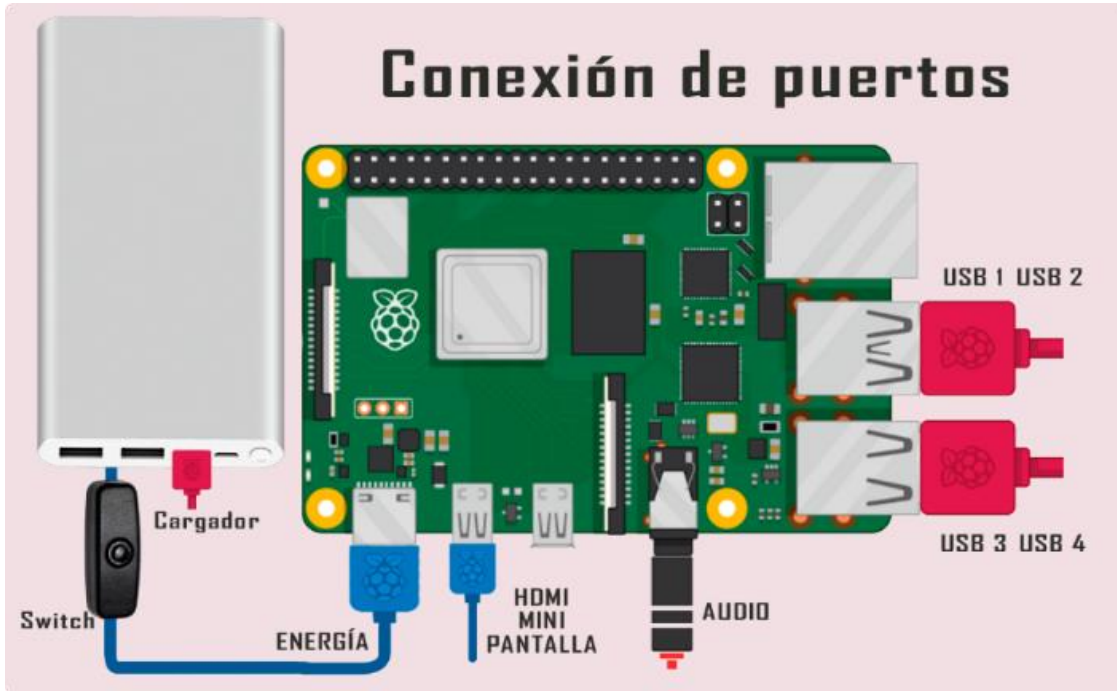
Implementación de audio

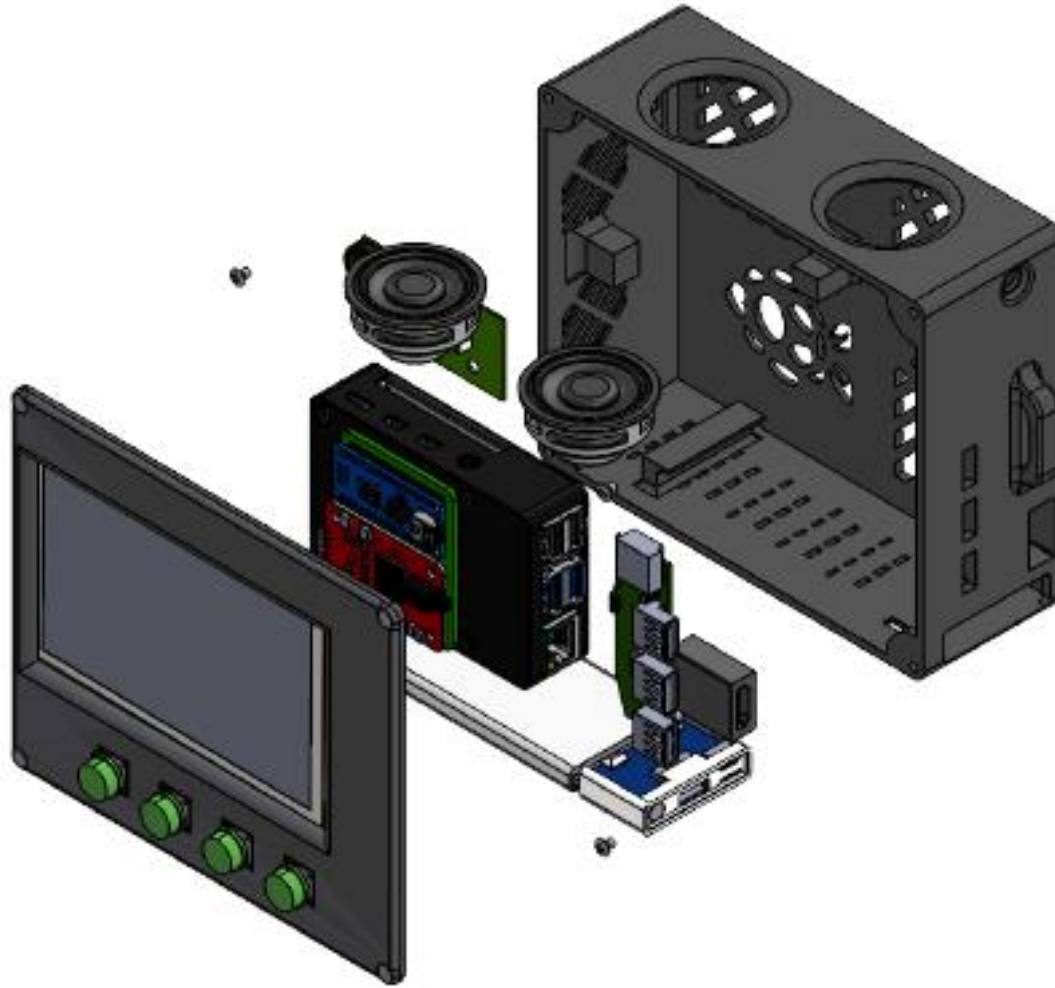


Conexión y configuración de los puertos GPIO

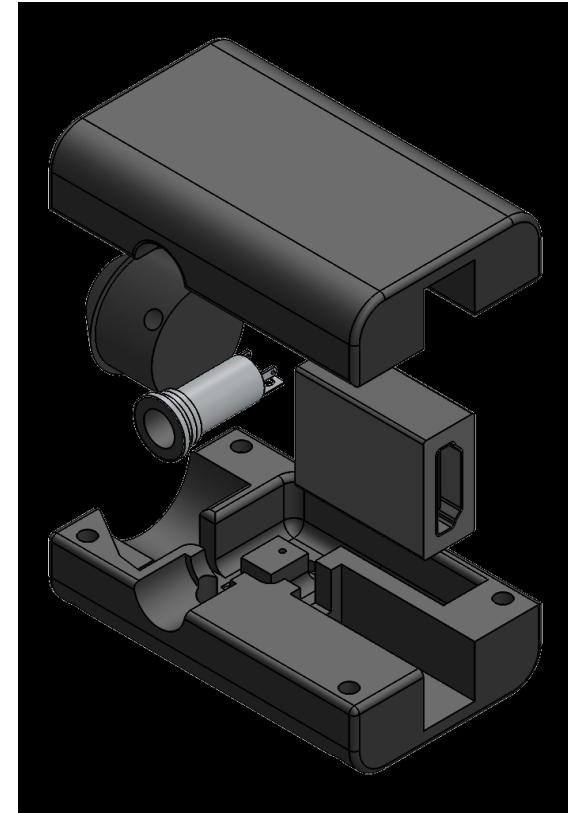
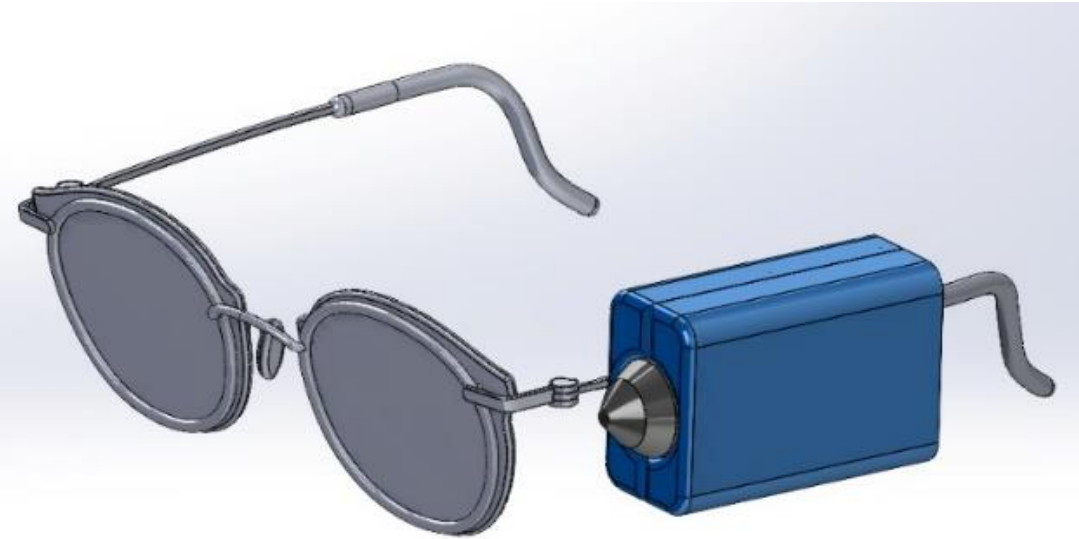


Conexión de los subsistema

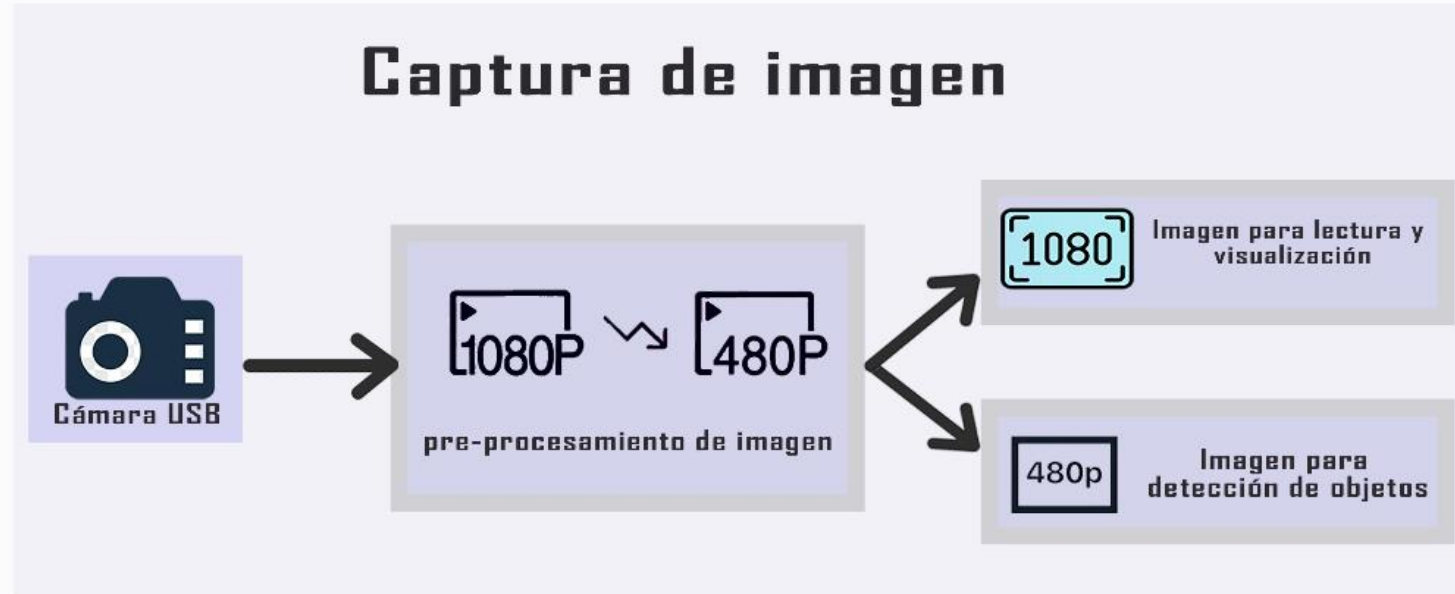




DISEÑO SOPORTE



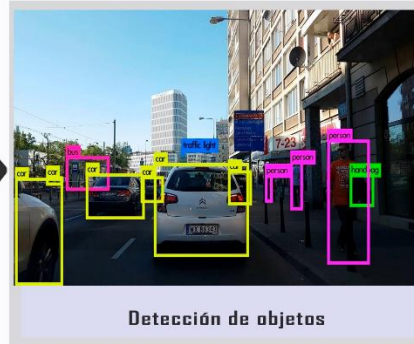
Implementación mediante IA



DETECCIÓN Y LECTURA

Imagen para lectura,
detección de persona
y visualización

1080



Objetos

1. Persona
2. Carro
3. Moto
4. Bus

Coco Names

Vector objetos mejor detectados



Tamaño de fotografía según su resolución de la cámara

Sensor Megapíxeles y Resolución	Tamaño de la foto									
	2x3"	3x5"	4x6"	5x7"	6x8"	8x10"	11x14"	13x19"	16x20"	24x36"
1MP 1280 x 960	Profesional 427	Excelente 256	Bueno 213	Bueno 183	Bueno 160	Aceptable 120	Malo 87	Malo 67	Malo 60	Malo 36
2MP 1600 x 1200	Profesional 533	Excelente 320	Excelente 267	Bueno 229	Bueno 200	Aceptable 150	Aceptable 109	Malo 84	Malo 75	Malo 44
3MP 2048 x 1536	Profesional 683	Profesional 410	Excelente 341	Excelente 293	Excelente 256	Bueno 192	Aceptable 140	Aceptable 108	Malo 96	Malo 57
4MP 2464 x 1632	Profesional 816	Profesional 493	Profesional 408	Excelente 326	Excelente 272	Bueno 204	Aceptable 148	Aceptable 126	Aceptable 102	Malo 68
6MP 3008 x 2000	Profesional 1000	Profesional 602	Profesional 500	Profesional 400	Excelente 333	Excelente 250	Bueno 182	Bueno 154	Aceptable 125	Malo 83
8MP 3504 x 2336	Profesional 1168	Profesional 701	Profesional 584	Profesional 467	Profesional 389	Excelente 292	Bueno 212	Bueno 180	Aceptable 146	Malo 97
10MP 3872 x 2592	Profesional 1291	Profesional 774	Profesional 645	Profesional 518	Profesional 432	Excelente 324	Bueno 236	Bueno 199	Bueno 162	Aceptable 108
12MP 4288 x 2848	Profesional 1424	Profesional 858	Profesional 712	Profesional 570	Profesional 475	Profesional 356	Excelente 259	Bueno 219	Bueno 178	Aceptable 119
16MP 4992 x 3328	Profesional 1664	Profesional 998	Profesional 832	Profesional 666	Profesional 555	Profesional 416	Excelente 303	Excelente 256	Bueno 208	Aceptable 139
18MP 5232 x 3516	Profesional 1744	Profesional 1046	Profesional 872	Profesional 703	Profesional 586	Profesional 440	Excelente 320	Excelente 270	Bueno 220	Aceptable 145
21MP 5616 x 3744	Profesional 1872	Profesional 1123	Profesional 936	Profesional 749	Profesional 624	Profesional 468	Excelente 340	Excelente 288	Bueno 234	Bueno 156



Campo visual de la cámara

resolución de la cámara y la resolución recomendada por la figura 44.

$$C.V = \frac{\text{Resolución del sensor}}{\text{Resolución sugerida}}$$

Se analiza el campo visual para el lado más largo del sensor.

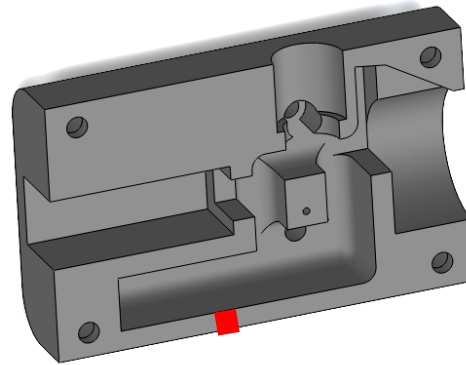
$$C.V = \frac{1920 \text{ Píxeles}}{200 \text{ Píxeles/Pulg}} * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ Pulg}} = 24.384 \text{ cm.}$$

Se analiza el campo visual para el lado más corto del sensor.

$$C.V = \frac{1080 \text{ Píxeles}}{200 \text{ Píxeles/Pulg}} * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ Pulg}} = 13.716 \text{ cm.}$$



Cálculo del esfuerzo máximo



Cálculo de esfuerzos a compresión:

$$\sigma_{\text{Compresión}} = \frac{F_{\text{máxima}}}{A}$$

Donde A: es el área transversal perpendicular a la carga



Esfuerzo admisible del material el cual es 86 MPa.

Sustituyendo en la ecuación:

$$\sigma_{\text{Compresión}} = \frac{F_{\text{máxima}}}{A}$$

$$86 \times 10^6 \text{ Pa} = \frac{F_{\text{máxima}}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$F_{\text{máxima}} = 86 \text{ N}$$

$$F_{\text{máxima}} = 86 \text{ N} \approx 8.7 \text{ kg}$$

Cálculo de la altura de caída:

$$F_{\text{Impacto}} = \frac{1}{2} * \frac{mv^2}{D}$$



Cálculo de la altura de caída:

$$F_{\text{impacto}} = \frac{1}{2} * \frac{mv^2}{D}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

Combinando las 2 ecuaciones:

$$F_{\text{impacto}} = \frac{1}{2} * \frac{m(\sqrt{2gh})^2}{D}$$

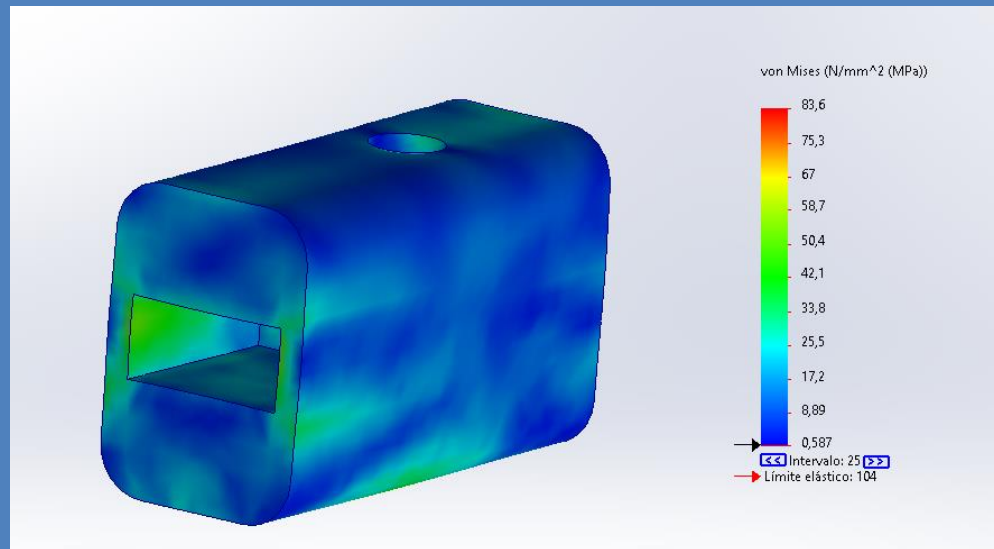
Despejando H:

$$h = 14 \text{ m}$$

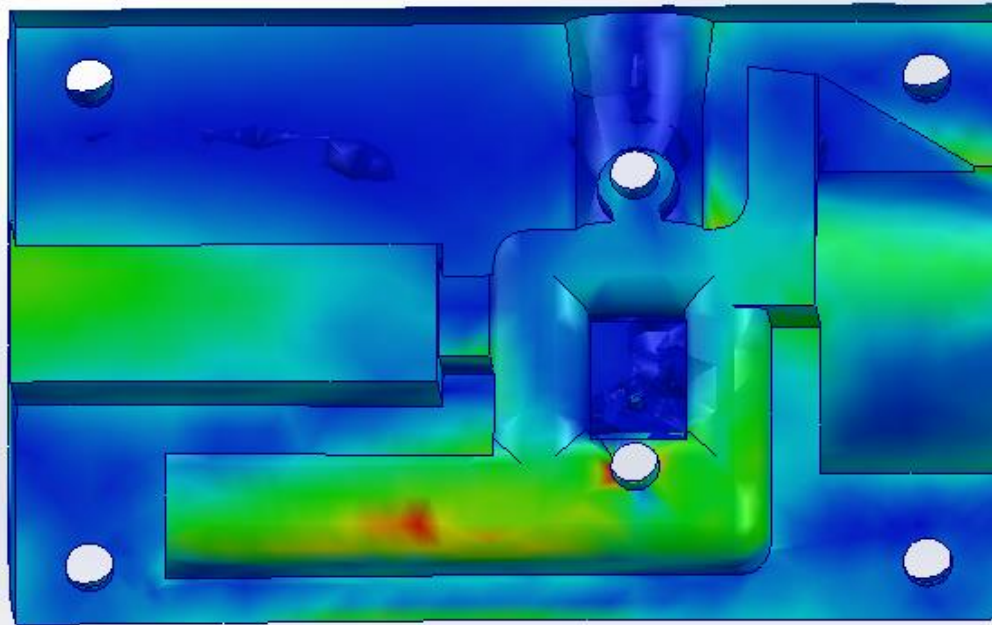


Resultados de esfuerzo a tensión Von Mises

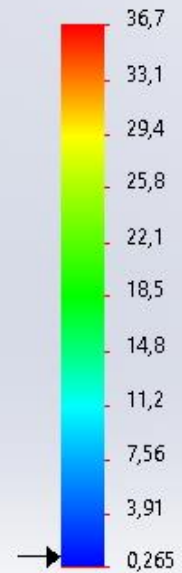
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones 1	VON: Tensión de Von Mises	0,587N/mm ² (MPa) Nodo: 1075	83.6N/mm ² (MPa) Nodo: 8675



Comportamiento de caída libre del prototipo a 1,70 m



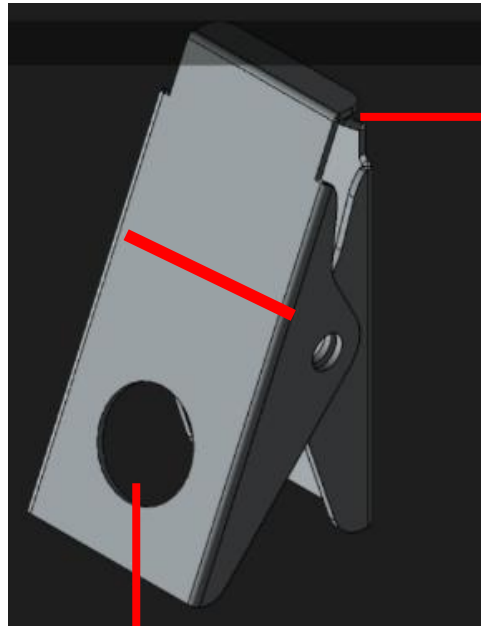
von Mises (N/mm² (MPa))



← Intervalo: 25 →
→ Límite elástico: 104



Cálculo del clip sujetador



Sujeción lente

Diámetro	2mm
Material	Aluminio 6061
Esfuerzo de fluencia	78 MPa

fPrototipo



Cálculo de esfuerzos a cortante:

$$\sigma_{Cortante} = \frac{F_{m\acute{a}xima}}{A}$$

Donde el \u00e1rea se determina de la siguiente manera:

$$A = \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$

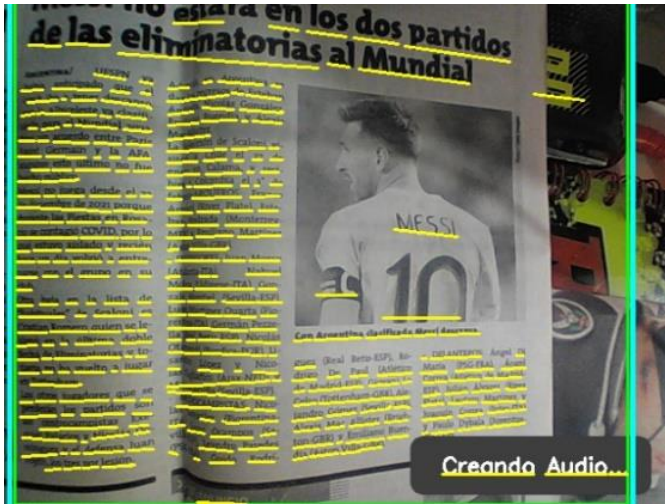
$$A = 3.14x10^{-6}$$

Sustituyendo: $78x10^6 Pa = \frac{F_{m\acute{a}xima}}{3.14x10^{-6}}$

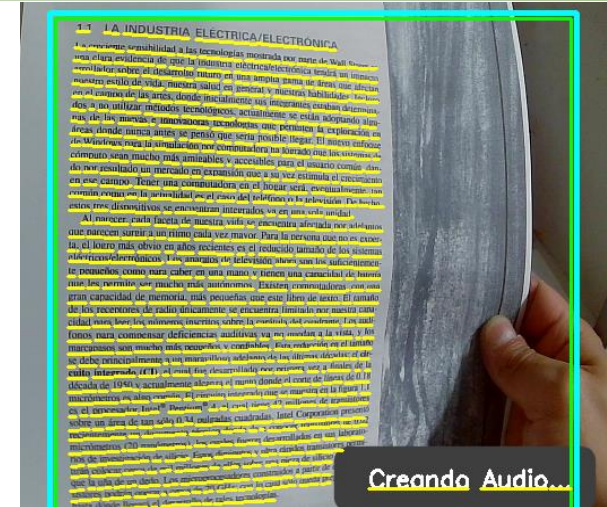
$$F_{m\acute{a}xima} = 24kg$$



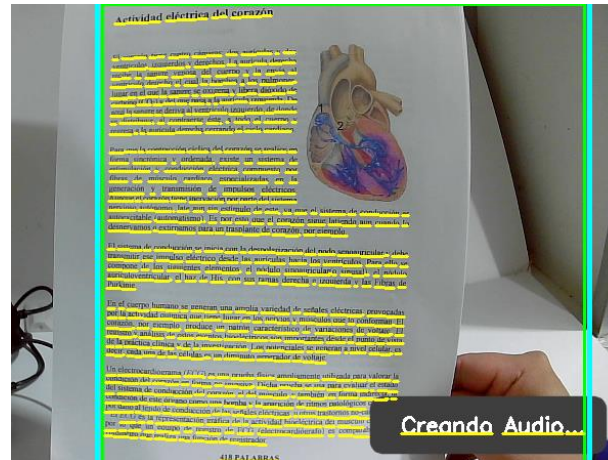
Pruebas de funcionamiento modo lector



Tamaño de fuente 10



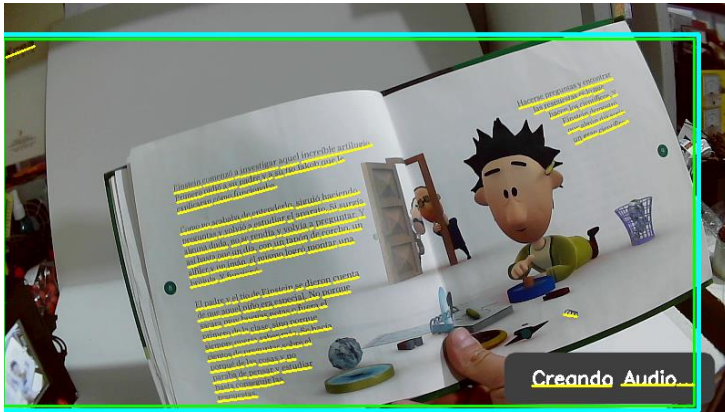
Tamaño de fuente 11



Tamaño de fuente 12



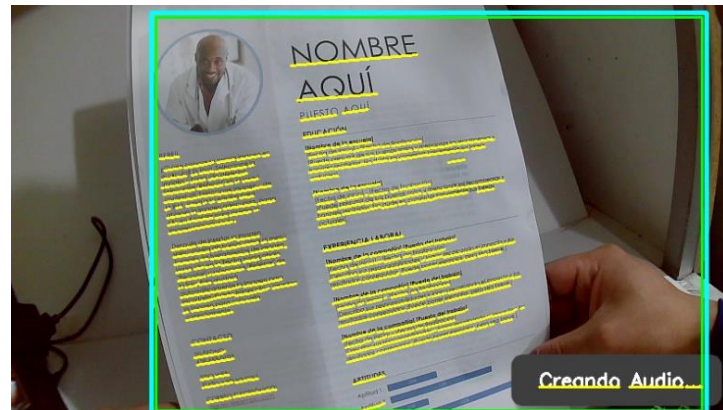
Pruebas de funcionamiento modo lector



Tamaño de fuente 14



Tamaño de fuente 12,14 y 16



Tamaño de fuente 11,12,16 y 24



Validación Hipótesis

¿El diseño e implementación de gafas inteligentes podrá ser considerada como una herramienta de asistencia para lectura y reconocimiento del entorno en el que se desempeñan las personas con discapacidad visual?

H1: El diseño e implementación de gafas inteligentes podrá ser considerada como una herramienta de asistencia para lectura y reconocimiento del entorno en el que se desempeñan las personas con discapacidad visual

H0: Mediante la implementación de gafas inteligentes, no se considera como una herramienta de asistencia para lectura y reconocimiento del entorno en el que se desempeñan las personas con discapacidad visual



Prueba	Palabras			%Error
	Totales	Detect	No Detectadas	
Lectura letra n°10	2315	2214	101	4,36285097
Lectura letra n°11	2090	1997	93	4,44976077
Lectura letra n°12	2250	2181	69	3,06666667
Lectura letra n°14	820	797	23	2,80487805
Lectura y organización del texto a ambas caras	850	809	41	4,82352941
Lecturas a doble columna	1630	1554	76	4,66257669
Lectura diferente tamaños de fuentes de letras	1070	1026	44	4,11214953
				Promedio
TOTAL	11025	10578	447	4,04034458



Funcionalidad del dispositivo: LECTOR

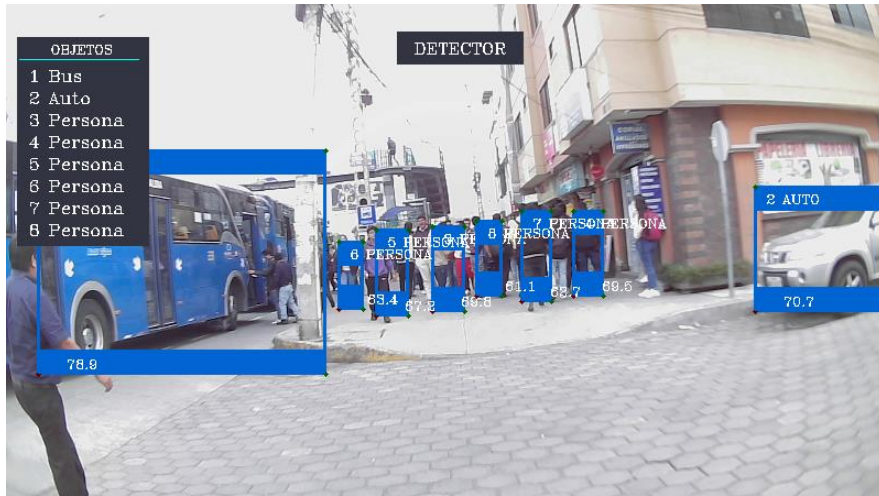
$$x^2 = \sum \frac{(f - ft)^2}{ft}$$

$$x^2_{calculada} > x^2_{tabla}$$

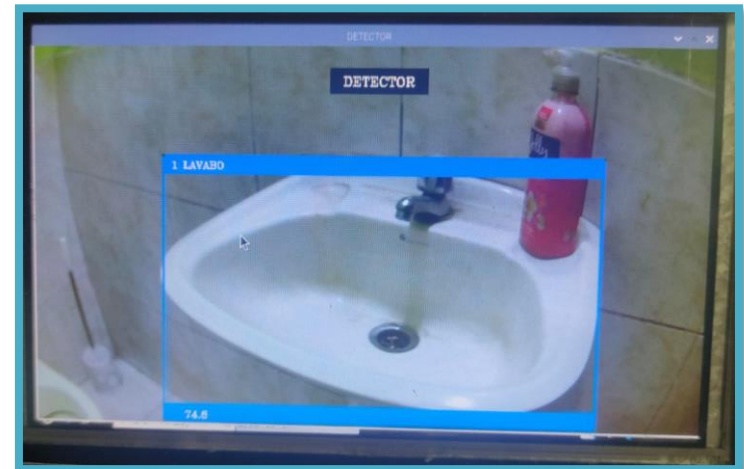
$$x^2_{13.19176} > x^2_{10.6446}$$



Pruebas del modo detector de objetos



Pruebas del modo detector de objetos



Objeto	Total, de objetos	Objetos identificados	Objetos sin identificar	% de error
Prueba 1: Escenario 1	10	7	3	30
Prueba 2: Escenario 1	10	9	1	10
Prueba 3: Escenario 1	10	7	3	30
Prueba 4: Escenario 1	10	8	2	20
Prueba 5: Escenario 1	10	6	4	40
Prueba 6: Escenario 2	10	8	2	20
Prueba 7: Escenario 2	10	7	3	30
Prueba 8: Escenario 2	10	7	3	30
Prueba 9: Escenario 2	10	5	5	50
Prueba 10: Escenario 2	10	8	2	20
Prueba 11: Escenario 3	10	4	6	60
Prueba 12: Escenario 3	10	4	6	60
Prueba 13: Escenario 3	10	3	7	70
Prueba 14: Escenario 3	10	4	6	60
Prueba 15: Escenario 3	10	4	6	60
Total	150	91	59	39,33333333



Funcionalidad del dispositivo: DETECTOR

Con los datos obtenidos se determina el chi cuadrado con la siguiente fórmula.

$$x^2 = \sum \frac{(f - ft)^2}{ft}$$

$$x^2_{calculada} > x^2_{tabla}$$

$$x^2_{21.34495} > x^2_{21,0641}$$



Validación del dispositivo mediante la supervisión de un especialista

Personal Médico/Externos	Portabilidad	Utilidad	Funcionalidad	Implementación	Aceptación
Médico 1	4	5	4	4	85 %
Médico 2	3	4	5	5	85 %
Médico 3	5	4	4	5	90 %
Externa 1	4	4	3	4	75 %
Externo 2	5	4	5	4	90 %



Pruebas de validación del dispositivo mediante la supervisión de un especialista



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS

