



ESCUELA POLITÉCNICA  
SUPERIOR DE CÓRDOBA

Universidad de Córdoba

EP  
SC

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA  
ESPECIALIDAD EN COMPUTACIÓN

TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## Prototipo software para descripción automática de escenas visuales

---

- MANUAL TÉCNICO -

**Autor:**

Pablo García Ruiz

**Director:**

Dr. Manuel Jesús Marín Jiménez

Córdoba, 22 de julio de 2021



# Índice general

|  |            |
|--|------------|
| <b>Índice de figuras</b>                           | <b>vii</b> |
| <b>Índice de tablas</b>                            | <b>ix</b>  |
| <b>1. Introducción</b>                             | <b>1</b>   |
| <b>2. Definición del problema</b>                  | <b>3</b>   |
| 2.1. Problema real . . . . .                       | 3          |
| 2.2. Problema técnico . . . . .                    | 3          |
| <b>3. Objetivos</b>                                | <b>7</b>   |
| 3.1. Objetivos principales . . . . .               | 7          |
| 3.2. Objetivos específicos . . . . .               | 8          |
| 3.3. Objetivos didácticos . . . . .                | 8          |
| <b>4. Antecedentes</b>                             | <b>11</b>  |
| <b>5. Fases de desarrollo del proyecto</b>         | <b>15</b>  |
| 5.1. Investigación . . . . .                       | 15         |
| 5.2. Análisis y extracción de requisitos . . . . . | 16         |
| 5.3. Diseño . . . . .                              | 16         |
| 5.4. Implementación . . . . .                      | 16         |
| 5.5. Pruebas y experimentación . . . . .           | 16         |

## **ÍNDICE GENERAL**

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>6. Recursos</b>  | <b>17</b> |
| 6.1. Recursos humanos . . . . .                                 | 17        |
| 6.2. Recursos hardware . . . . .                                | 17        |
| 6.3. Recursos software . . . . .                                | 18        |
| <b>7. Restricciones</b>   | <b>19</b> |
| 7.1. Factores Dato . . . . .                                    | 19        |
| 7.2. Factores Estratégicos . . . . .                            | 20        |
| 7.2.1. Dispositivos objetivo . . . . .                          | 20        |
| 7.2.2. Software de desarrollo . . . . .                         | 22        |
| 7.2.3. Entorno de desarrollo . . . . .                          | 25        |
| <b>8. Investigación</b>   | <b>29</b> |
| 8.1. Estudio del software de desarrollo . . . . .               | 29        |
| 8.1.1. Estudio de Flutter y el lenguaje de programación Dart    | 30        |
| 8.1.2. Estudio de la aplicación de machine learning con Flutter | 30        |
| 8.1.3. Estudio de Android Studio y todas sus funcionalidades    | 30        |
| 8.2. Estudio de la accesibilidad . . . . .                      | 31        |
| <b>9. Análisis y extracción de requisitos</b>                   | <b>35</b> |
| 9.1. Requisitos del usuario . . . . .                           | 35        |
| 9.2. Requisitos del sistema . . . . .                           | 45        |
| 9.2.1. Requisitos funcionales . . . . .                         | 45        |
| 9.2.2. Requisitos no funcionales . . . . .                      | 59        |
| 9.2.2.1. Requisitos del producto . . . . .                      | 59        |
| 9.2.2.2. Requisitos organizacionales . . . . .                  | 68        |
| 9.2.2.3. Requisitos externos . . . . .                          | 68        |
| 9.3. Modelado de casos de uso . . . . .                         | 70        |
| 9.3.1. Actores . . . . .  | 70        |
| 9.3.2. Especificación de casos de uso . . . . .                 | 70        |
| 9.3.3. Diagramas de casos de uso . . . . .                      | 87        |

---

---

## ÍNDICE GENERAL

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>10.Diseño</b>                                     | <b>91</b>  |
| 10.1. Interfaz gráfica . . . . .                     | 92         |
| 10.1.1. Ventanas . . . . .                           | 92         |
| 10.1.2. Paletas de colores . . . . .                 | 97         |
| 10.1.2.1. Contraste . . . . .                        | 97         |
| 10.1.2.2. Paletas de colores seleccionadas . . . . . | 98         |
| 10.2. Comportamiento . . . . .                       | 101        |
| 10.2.1. Mapa de navegación . . . . .                 | 101        |
| 10.2.2. Barra superior . . . . .                     | 103        |
| 10.2.3. Barra inferior . . . . .                     | 103        |
| 10.2.4. Ventana: <i>Acerca de</i> . . . . .          | 105        |
| 10.2.5. Ventana: <i>Reconocimiento</i> . . . . .     | 105        |
| 10.2.5.1. Cambiar cámara . . . . .                   | 107        |
| 10.2.5.2. Número de personas . . . . .               | 108        |
| 10.2.5.3. Descripción de escena . . . . .            | 108        |
| 10.2.5.4. Ayuda en semáforo . . . . .                | 108        |
| 10.2.5.5. Reconocimiento de texto . . . . .          | 110        |
| 10.2.5.6. Reconocimiento de color . . . . .          | 111        |
| 10.2.5.7. Reconocimiento del nivel de luz . . . . .  | 115        |
| 10.2.6. Ventana: <i>Configuración</i> . . . . .      | 115        |
| 10.2.7. Mensajes <i>toast</i> . . . . .              | 116        |
| 10.2.8. Pantalla de carga entre elementos . . . . .  | 117        |
| 10.2.9. Comandos de voz . . . . .                    | 117        |
| 10.3. Diseño de clases . . . . .                     | 120        |
| 10.4. Recursos generados . . . . .                   | 124        |
| 10.4.1. Icono . . . . .                              | 124        |
| 10.4.2. <i>Splash screen</i> . . . . .               | 125        |
| <b>11.Implementación</b>                             | <b>127</b> |
| 11.1. Estructura del código . . . . .                | 127        |

---

## ÍNDICE GENERAL

---

|  |         |
|--|---------|
| <b>11.2. Archivos principales</b>        | 129     |
| 11.2.1. main                             | 129     |
| 11.2.2. recognitionScreen                | 130     |
| <b>11.3. Importaciones internas</b>      | 132     |
| 11.3.1. VoiceControl                     | 132     |
| 11.3.2. Utils                            | 133     |
| 11.3.3. HelpAndReader                    | 133     |
| 11.3.4. Detectors                        | 134     |
| 11.3.5. ColourPalettes                   | 134     |
| <b>11.4. Importaciones externas</b>      | 134     |
| <b>11.5. Modelos creados</b>             | 138     |
| 11.5.1. Modelo <i>Crosswalk</i>          | 139     |
| 11.5.2. Modelo <i>Traffic_light</i>      | 140     |
| <br><b>12. Pruebas y experimentación</b> | <br>145 |
| <b>12.1. Iteración de pruebas</b>        | 150     |
| 12.1.1. Obtención de resultados          | 150     |
| 12.1.2. Análisis de resultados           | 158     |
| 12.1.3. Cambios efectuados               | 159     |
| <br><b>13. Conclusiones</b>              | <br>161 |
| <br><b>14. Futuras mejoras</b>           | <br>163 |
| <br><b>Bibliografía</b>                  | <br>165 |

# Índice de figuras

|  |     |
|--|-----|
| 7.1. Cuota de mercado de smartphones por sistema operativo.<br>Fuente: [12] . . . . .                                  | 23  |
| 7.2. Esquema de integraciones. <i>Logotipos obtenidos de las siguientes fuentes: [30], [34], [32] y [27]</i> . . . . . | 27  |
| 9.1. Diagrama de casos de uso, ámbito general . . . . .  | 87  |
| 9.2. Diagrama de casos de uso, ámbito reconocimiento . . . . .   | 88  |
| 9.3. Diagrama de casos de uso, ámbito configuración, parte 1 . . .   | 88  |
| 9.4. Diagrama de casos de uso, ámbito configuración, parte 2 . . .   | 89  |
| 10.1. Distribución de elementos en pantalla . . . . .  | 93  |
| 10.2. Ventana: <i>Acerca de</i> . . . . .  | 94  |
| 10.3. Ventana: <i>Reconocimiento</i> . . . . .   | 95  |
| 10.4. Ventana: <i>Configuración</i> . . . . .  | 96  |
| 10.5. Mapa de navegación . . . . .   | 102 |
| 10.6. Diseño, Barra superior . . . . .   | 103 |
| 10.7. Diseño, Barra inferior . . . . .   | 104 |
| 10.8. Desplegable <i>Usando inteligencia artificial</i> . . . . .  | 106 |
| 10.9. Desplegable <i>Sin usar inteligencia artificial</i> . . . . .  | 107 |
| 10.10. Zona de reconocimiento del color predominante . . . . .   | 111 |
| 10.11. Código HSV. Modificación de la imagen obtenida en la fuente<br>[48] . . . . .                                   | 112 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

|  |     |
|--|-----|
| 10.12Distribución de las ventanas y esqueleto en clases . . . . .  | 120 |
| 10.13Icono de la aplicación . . . . .  | 125 |
| 10.14Splash screen . . . . .   | 126 |
| <br>   |     |
| 11.1. Estructura del código . . . . .  | 128 |
| 11.2. Dataset <i>Crosswalk</i> , ejemplo imagen de la clase <i>crosswalk</i> . .                               | 139 |
| 11.3. Dataset <i>Crosswalk</i> , ejemplo imagen de la clase <i>no_crosswalk</i> .                              | 140 |
| 11.4. Dataset <i>Traffic_light</i> nº1, imágenes de ejemplo de las clases<br><i>go</i> y <i>stop</i> . . . . . | 141 |
| 11.5. Dataset <i>Traffic_light</i> nº2, imagen de ejemplo de la clase <i>go</i> .                              | 142 |
| 11.6. Dataset <i>Traffic_light</i> nº2, imagen de ejemplo de la clase <i>stop</i> .                            | 143 |
| <br>   |     |
| 12.1. Resultados del test, agrupados por grupo de usuarios . . . . .   | 158 |

# Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Comparativa de funcionalidades . . . . .  | 13 |
| 7.1. Diferencias entre Kotlin, Java, Flutter y React Native. <i>Fuente: [15]</i> . . . . . | 24 |
| 9.1. Requisito de usuario URQ-001 . . . . .  | 36 |
| 9.2. Requisito de usuario URQ-002 . . . . .  | 36 |
| 9.3. Requisito de usuario URQ-003 . . . . .  | 36 |
| 9.4. Requisito de usuario URQ-004 . . . . .  | 37 |
| 9.5. Requisito de usuario URQ-005 . . . . .  | 37 |
| 9.6. Requisito de usuario URQ-006 . . . . .  | 37 |
| 9.7. Requisito de usuario URQ-007 . . . . .  | 38 |
| 9.8. Requisito de usuario URQ-008 . . . . .  | 38 |
| 9.9. Requisito de usuario URQ-009 . . . . .  | 39 |
| 9.10. Requisito de usuario URQ-010 . . . . .   | 39 |
| 9.11. Requisito de usuario URQ-011 . . . . .   | 40 |
| 9.12. Requisito de usuario URQ-012 . . . . .   | 40 |
| 9.13. Requisito de usuario URQ-013 . . . . .   | 41 |
| 9.14. Requisito de usuario URQ-014 . . . . .   | 41 |
| 9.15. Requisito de usuario URQ-015 . . . . .   | 41 |
| 9.16. Requisito de usuario URQ-016 . . . . .   | 42 |
| 9.17. Requisito de usuario URQ-017 . . . . .   | 42 |

## ÍNDICE DE TABLAS

---

|  |    |
|--|----|
| 9.18. Requisito de usuario URQ-018 . . . . . | 42 |
| 9.19. Requisito de usuario URQ-019 . . . . . | 43 |
| 9.20. Requisito de usuario URQ-020 . . . . . | 43 |
| 9.21. Requisito de usuario URQ-021 . . . . . | 43 |
| 9.22. Requisito de usuario URQ-022 . . . . . | 44 |
| 9.23. Requisito de usuario URQ-023 . . . . . | 44 |
| 9.24. Requisito de usuario URQ-024 . . . . . | 44 |
| 9.25. Requisito funcional FRQ-001 . . . . .  | 45 |
| 9.26. Requisito funcional FRQ-002 . . . . .  | 46 |
| 9.27. Requisito funcional FRQ-003 . . . . .  | 46 |
| 9.28. Requisito funcional FRQ-004 . . . . .  | 47 |
| 9.29. Requisito funcional FRQ-005 . . . . .  | 47 |
| 9.30. Requisito funcional FRQ-006 . . . . .  | 47 |
| 9.31. Requisito funcional FRQ-007 . . . . .  | 48 |
| 9.32. Requisito funcional FRQ-008 . . . . .  | 48 |
| 9.33. Requisito funcional FRQ-009 . . . . .  | 48 |
| 9.34. Requisito funcional FRQ-010 . . . . .  | 49 |
| 9.35. Requisito funcional FRQ-011 . . . . .  | 49 |
| 9.36. Requisito funcional FRQ-012 . . . . .  | 49 |
| 9.37. Requisito funcional FRQ-013 . . . . .  | 50 |
| 9.38. Requisito funcional FRQ-014 . . . . .  | 50 |
| 9.39. Requisito funcional FRQ-015 . . . . .  | 51 |
| 9.40. Requisito funcional FRQ-016 . . . . .  | 51 |
| 9.41. Requisito funcional FRQ-017 . . . . .  | 51 |
| 9.42. Requisito funcional FRQ-018 . . . . .  | 52 |
| 9.43. Requisito funcional FRQ-019 . . . . .  | 52 |
| 9.44. Requisito funcional FRQ-020 . . . . .  | 53 |
| 9.45. Requisito funcional FRQ-021 . . . . .  | 53 |
| 9.46. Requisito funcional FRQ-022 . . . . .  | 54 |

---

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

|  |    |
|--|----|
| 9.47. Requisito funcional FRQ-023 . . . . .      | 54 |
| 9.48. Requisito funcional FRQ-024 . . . . .      | 55 |
| 9.49. Requisito funcional FRQ-025 . . . . .      | 55 |
| 9.50. Requisito funcional FRQ-026 . . . . .      | 56 |
| 9.51. Requisito funcional FRQ-027 . . . . .      | 56 |
| 9.52. Requisito funcional FRQ-028 . . . . .      | 57 |
| 9.53. Requisito funcional FRQ-029 . . . . .      | 57 |
| 9.54. Requisito funcional FRQ-030 . . . . .      | 57 |
| 9.55. Requisito funcional FRQ-031 . . . . .      | 58 |
| 9.56. Requisito del producto PRQ-001 . . . . .   | 59 |
| 9.57. Requisito del producto PRQ-002 . . . . .   | 60 |
| 9.58. Requisito del producto PRQ-003 . . . . .   | 60 |
| 9.59. Requisito del producto PRQ-004 . . . . .   | 61 |
| 9.60. Requisito del producto PRQ-005 . . . . .   | 61 |
| 9.61. Requisito del producto PRQ-006 . . . . .   | 62 |
| 9.62. Requisito del producto PRQ-007 . . . . .   | 62 |
| 9.63. Requisito del producto PRQ-008 . . . . .   | 63 |
| 9.64. Requisito del producto PRQ-009 . . . . .   | 63 |
| 9.65. Requisito del producto PRQ-010 . . . . .   | 64 |
| 9.66. Requisito del producto PRQ-011 . . . . .   | 64 |
| 9.67. Requisito del producto PRQ-012 . . . . .   | 65 |
| 9.68. Requisito del producto PRQ-013 . . . . .   | 65 |
| 9.69. Requisito del producto PRQ-014 . . . . .   | 66 |
| 9.70. Requisito del producto PRQ-015 . . . . .   | 66 |
| 9.71. Requisito del producto PRQ-016 . . . . .   | 67 |
| 9.72. Requisito organizacional ORQ-001 . . . . . | 68 |
| 9.73. Requisito externo ERQ-001 . . . . .        | 69 |
| 9.74. Caso de uso: 001 . . . . .                 | 70 |
| 9.75. Caso de uso: 002 . . . . .                 | 71 |

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 9.76. Caso de uso: 003 . . . . . | 71 |
| 9.77. Caso de uso: 004 . . . . . | 72 |
| 9.78. Caso de uso: 005 . . . . . | 72 |
| 9.79. Caso de uso: 006 . . . . . | 73 |
| 9.80. Caso de uso: 007 . . . . . | 73 |
| 9.81. Caso de uso: 008 . . . . . | 74 |
| 9.82. Caso de uso: 009 . . . . . | 74 |
| 9.83. Caso de uso: 010 . . . . . | 75 |
| 9.84. Caso de uso: 011 . . . . . | 75 |
| 9.85. Caso de uso: 012 . . . . . | 76 |
| 9.86. Caso de uso: 013 . . . . . | 76 |
| 9.87. Caso de uso: 014 . . . . . | 77 |
| 9.88. Caso de uso: 015 . . . . . | 77 |
| 9.89. Caso de uso: 016 . . . . . | 78 |
| 9.90. Caso de uso: 017 . . . . . | 78 |
| 9.91. Caso de uso: 018 . . . . . | 79 |
| 9.92. Caso de uso: 019 . . . . . | 79 |
| 9.93. Caso de uso: 020 . . . . . | 80 |
| 9.94. Caso de uso: 021 . . . . . | 80 |
| 9.95. Caso de uso: 022 . . . . . | 81 |
| 9.96. Caso de uso: 023 . . . . . | 81 |
| 9.97. Caso de uso: 024 . . . . . | 82 |
| 9.98. Caso de uso: 025 . . . . . | 82 |
| 9.99. Caso de uso: 026 . . . . . | 83 |
| 9.100Caso de uso: 027 . . . . .  | 83 |
| 9.101Caso de uso: 028 . . . . .  | 84 |
| 9.102Caso de uso: 029 . . . . .  | 84 |
| 9.103Caso de uso: 030 . . . . .  | 85 |
| 9.104Caso de uso: 031 . . . . .  | 85 |

---

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

|  |     |
|--|-----|
| 9.105Caso de uso: 032 . . . . .  | 86  |
| 9.106Caso de uso: 033 . . . . .  | 86  |
| 10.1. Restricciones en paleta de color . . . . .                             | 97  |
| 10.2. Paleta de color: <i>Clara</i> . . . . .                                | 98  |
| 10.3. Justificación de contrastes, paleta de color: <i>clara</i> . . . . .   | 98  |
| 10.4. Paleta de color: <i>Oscura</i> . . . . .                               | 99  |
| 10.5. Justificación de contrastes, paleta de color: <i>oscura</i> . . . . .  | 99  |
| 10.6. Paleta de color: <i>Variada</i> . . . . .                              | 100 |
| 10.7. Justificación de contrastes, paleta de color: <i>variada</i> . . . . . | 100 |
| 10.8. Objetos contemplados en descripción de escena . . . . .                | 109 |
| 10.9. Discretización del color, parte 1 . . . . .                            | 113 |
| 10.10Discretización del color, parte 2 . . . . .                             | 114 |
| 10.11Discretización del valor de <i>lux</i> . . . . .                        | 115 |
| 10.12Comandos de voz, parte 1 . . . . .                                      | 118 |
| 10.13Comandos de voz, parte 2 . . . . .                                      | 119 |
| 10.14Clase: ColourPalette . . . . .  | 122 |
| 10.15Clase: Colour . . . . .   | 122 |
| 10.16Clase: VoiceControl . . . . .   | 123 |
| 11.1. Librería <i>Screen</i> . . . . .                                       | 135 |
| 11.2. Librería <i>Volume</i> . . . . .                                       | 135 |
| 11.3. Librería <i>Camera</i> . . . . .                                       | 135 |
| 11.4. Librería <i>Firebase_core</i> . . . . .                                | 136 |
| 11.5. Librería <i>Firebase_ml_vision</i> . . . . .                           | 136 |
| 11.6. Librería <i>Image</i> . . . . .  | 136 |
| 11.7. Librería <i>Flutter_text_to_speech</i> . . . . .                       | 137 |
| 11.8. Librería <i>Speech_to_text</i> . . . . .                               | 137 |
| 11.9. Librería <i>Light_sensor</i> . . . . .                                 | 137 |
| 11.10Libreria <i>Palette_generator</i> . . . . .                             | 137 |

## ÍNDICE DE TABLAS

---

|   |     |
|---|-----|
| 11.11Librería <i>Shared_preferences</i> . . . . .   | 138 |
| 11.12Librería <i>Tflite</i> . . . . .               | 138 |
| 11.13Librería <i>Flutter_styled_toast</i> . . . . . | 138 |
| <br>  |     |
| 12.1. Resultados usuario nº1 . . . . .              | 150 |
| 12.2. Resultados usuario nº2 . . . . .              | 151 |
| 12.3. Resultados usuario nº3, parte 1 . . . . .     | 152 |
| 12.4. Resultados usuario nº3, parte 2 . . . . .     | 153 |
| 12.5. Resultados usuario nº3, parte 3 . . . . .     | 154 |
| 12.6. Resultados usuario nº4 . . . . .              | 155 |
| 12.7. Resultados usuario nº5 . . . . .              | 156 |
| 12.8. Resultados usuario nº6 . . . . .              | 157 |

# Capítulo 1

## Introducción

El objetivo de este proyecto, es crear una aplicación que brinde ayuda a cualquier persona que padezca una discapacidad visual. Existen múltiples opciones ([20, 41, 40, 38, 22, 16]) a la hora de elegir una aplicación centrada para este uso en específico. Pero como se observa al estudiarlas (ver Cap. 4), existen una serie de carencias que se deben reforzar y solucionar.

Para poder ofrecer una solución a un problema, primero hay que conocerlo en profundidad. Gracias a la web de la ONCE [53] podemos conocer mejor los conceptos de *ceguera* y *deficiencia visual*.

La **ceguera** provoca que las personas que la padecan no sean capaces de ver nada en absoluto, o tengan una ligera percepción de la luz; mientras que las personas que sufren una **deficiencia visual**, no son capaces de ver objetos correctamente a pesar de estar a una distancia muy corta y usar la mejor de las correcciones visuales.

Si quisiéramos resumir en una serie de puntos las dificultades por las que pasan estas personas, nos podemos servir de ayuda de la web de la ONCE junto con algunas otras, para resolver esta cuestión. Citamos a continuación las dificultades destacadas por la web de Puntodis [54]:

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---

- Dificultades de percepción que influyen a la hora de identificar personas, objetos, espacios, etc. de forma visual.
- Dificultad para leer textos que no tengan tipografía adecuada (de gran tamaño y con un color con contraste en el fondo), transcripción al braille o con información sonora adicional.
- Dificultades para detectar obstáculos.
- Dificultad de orientación en nuevos espacios.

Debido a que todos los problemas vienen determinados por la visión, es lógico pensar que se pueden usar técnicas de procesamiento de información que utilicen ésta como base fundamental.

La vertiente por la que transcurrirá el proyecto es el **Deep Learning** basado en visión, o dicho de otra forma, **visión artificial**, la cual se encuentra fundamentada en aprendizaje automático (**machine learning**).

Una buena definición del concepto de visión artificial la podemos obtener en Wikipedia [51]. Define la visión artificial como “una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un ordenador”.

En resumen, el objetivo de este Trabajo Fin de Grado es usar esta serie de técnicas de Visión por Computador para poder procesar el ambiente del usuario, con el objetivo de analizarlo, extraer información y brindarle toda la ayuda posible a los usuarios a través de un dispositivo móvil.

# Capítulo 2

## Definición del problema

Para detallar el problema se introducen a continuación dos tipos de definiciones, una que brinda una descripción general y otra más técnica que se tendrá en cuenta para el desarrollo.

### 2.1. Problema real

El problema real consiste en desarrollar una aplicación que ayude a las personas con discapacidad visual, brindándole información que no pueda reconocer por su situación particular. De forma conjunta, debe ser una aplicación accesible, facilitando su control por voz y produciendo resultados en forma de audio.

### 2.2. Problema técnico

El problema técnico se divide en los siguientes apartados:

1. **Funcionamiento.** La aplicación debe:

- Aplicar inteligencia artificial basada en visión para poder extraer información relevante de las imágenes.

## CAPÍTULO 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

---

- Ofrecer funciones, variadas y muy concretas, que ayuden a las personas con discapacidad visual en su día a día, tanto en entornos cerrados como públicos.
  - Aplicar principios de accesibilidad, haciendo hincapié en la relacionada con el aspecto visual.
2. **Entorno.** Los usuarios objetivo son aquellos que padeczan una discapacidad visual. Pero se debe habilitar la aplicación para ser usable por un rango mayor de usuarios.
- El entorno de desarrollo que se decida elegir debe gestionar por completo el desarrollo de aplicaciones móviles que usen visión artificial.
3. **Vida esperada.** La vida esperada del producto queda marcada por la utilidad de las técnicas de reconocimiento aplicadas. Conforme éstas se actualicen y mejoren a lo largo del tiempo, la aplicación deberá actualizar su reconocimiento.
4. **Competencia.** La competencia en el mercado debe ser estudiada y analizada, para poder desarrollar un producto de calidad, que mejore o añada características no presentes en aplicaciones ya creadas.
5. **Estandarización.** Con el objetivo de obtener un código más estandarizado y reutilizable, se decide utilizar las librerías de código ya existentes siempre que sea posible.
6. **Calidad y fiabilidad.** Para este proyecto, prima la calidad de las funcionalidades de reconocimiento implementadas junto con la accesibilidad, por encima del resto de funcionalidades o características.
7. **Seguridad.** Únicamente se hará uso de los permisos del sistema móvil estrictamente necesarios para su funcionamiento. Además, no se recopilará información personal del usuario en ningún momento. En caso de utilizar modelos de detección desarrollados por otras entidades, recae

## 2.2. PROBLEMA TÉCNICO

en éstas la seguridad de la información enviada para su procesamiento.



# **Capítulo 3**

## **Objetivos**

### **3.1. Objetivos principales**

El objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que sirva de ayuda a personas con discapacidad visual con su día a día, ofreciendo información basada en aprendizaje profundo del entorno público del usuario. Además, es deseable que dicha aplicación ofrezca ayuda a cosas menores, pero no menos importantes, como lo son dar información sobre la luz y los colores. Se quiere que sea totalmente funcional y manejable mediante el uso de la voz y el oído, centrándose fuertemente en la usabilidad y necesidades de los usuarios. Para realizar la detección automática de objetos en imágenes, y facilitar su ejecución en dispositivos de recursos limitados, se propone usar una red pre-entrenada del tipo “SSD-MobileNet-v3”, disponible en [39].

Podemos desglosar este objetivo en una serie de unos más específicos.

## CAPÍTULO 3. OBJETIVOS

---

### 3.2. Objetivos específicos

- Investigación de las necesidades de las personas con discapacidad visual, y con qué funcionalidades se pueden resolver.
- Estudio de las herramientas necesarias para trabajar con visión artificial en un entorno móvil.
- Estudio e investigación de las técnicas existentes de descripción de escenas, entre otras, para su aplicación en entornos móviles y de bajos recursos computacionales.
- Implementación de una aplicación que tenga las funcionalidades estudiadas con éxito.
- Experimentación en un entorno real, con distintas iteraciones donde se contemple la experiencia de usuario y se mejore.

### 3.3. Objetivos didácticos

El autor de este Trabajo de Fin de Grado desea mejorar el conocimiento en las siguientes áreas y recursos informáticos:

- Los lenguajes de programación utilizados.
- Herramientas para la creación de aplicaciones en un entorno móvil.
- El diseño de aplicaciones móviles.
- Técnicas de visión artificial centradas en la descripción de escenas, color y luz.
- Tareas relativas a la obtención y preparación de la información que se va a utilizar para entrenar los modelos de datos.
- Técnicas de optimización para entornos de bajos recursos.

---

### 3.3. OBJETIVOS DIDÁCTICOS

---

- Técnicas y principios de usabilidad y experiencia de usuario.
- La redacción de documentos de carácter científico.
- La herramienta para documentar: L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.
- El desarrollo de proyectos de ingeniería informática.



# **Capítulo 4**

## **Antecedentes**

Si traducimos las dificultades estudiadas en la introducción, a funcionalidades que puede tener una aplicación móvil, obtenemos un listado con todas las características deseables en cualquier aplicación, que tenga por labor servir de ayuda a estas personas. Si además agregamos algunas deseables, que son independientes del campo en el que se desarrolle, obtenemos las siguientes:

1. Descripción de escenas
2. Descripción de texto
3. Descripción de color
4. Descripción de rostros y/o personas
5. Descripción de la luz ambiental
6. Seguimiento de objetos
7. Búsqueda de algo en específico
8. Diferenciación de ambientes
9. Audiodescripción de la opción seleccionada

## CAPÍTULO 4. ANTECEDENTES

---

10. Entrenamiento personalizado
11. Elección de opción por medio de la voz
12. Descripción continua
13. Uso de un sistema diferente al visual para comunicarse con el usuario
14. Gratis, a pesar de contener anuncios
15. Multiplataforma

Existen aplicaciones que usando visión artificial desarrollan algunas de estas funcionalidades. Parte de las aplicaciones más destacadas en este campo son:

- Envision AI [20].
- SuperSense [41][42].
- Sullivan + [40].
- Seeing AI [38].
- Identificador de colores ONCE [22].
- Detector de luz ONCE [16].

Al analizar cuales de estas características se encuentran presentes en esas aplicaciones, obtenemos una descripción de cómo se encuentra este campo dentro del ámbito móvil (ver tabla 4.1).

---

---

Tabla 4.1: Comparativa de funcionalidades

| <b>Id</b> | <b>Característica</b>           | <b>Envision AI</b> | <b>SuperSense</b> | <b>Sullivan +</b> | <b>Seeing AI</b> | <b>Colores ONCE</b> | <b>Luz ONCE</b> |
|-----------|---------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| 1         | <i>Escenas</i>                  | ✓                  | ✓                 | ✓                 | ✓                |                     |                 |
| 2         | <i>Texto</i>                    | ✓                  | ✓                 | ✓                 | ✓                |                     |                 |
| 3         | <i>Color</i>                    | ✓                  |                   | ✓                 | ✓                | ✓                   |                 |
| 4         | <i>Personas</i>                 | ✓                  | ✓                 | ✓                 | ✓                |                     |                 |
| 5         | <i>Luz</i>                      |                    |                   | ✓                 | ✓                |                     | ✓               |
| 6         | <i>Seguimiento</i>              |                    | ✓                 |                   |                  |                     |                 |
| 7         | <i>Búsqueda</i>                 |                    | ✓                 |                   |                  |                     |                 |
| 8         | <i>Ambientes</i>                |                    |                   |                   |                  |                     |                 |
| 9         | <i>Audiodescripción</i>         |                    | ✓                 |                   |                  |                     |                 |
| 10        | <i>Personalizado</i>            | ✓                  |                   |                   |                  |                     |                 |
| 11        | <i>Uso de micrófono</i>         |                    |                   | ✓                 |                  |                     |                 |
| 12        | <i>Descripción continua</i>     | ✓                  | ✓                 | ✓                 | ✓                | ✓                   | ✓               |
| 13        | <i>Comunicación alternativa</i> | ✓                  | ✓                 | ✓                 | ✓                |                     | ✓               |
| 14        | <i>Gratis</i>                   |                    |                   | ✓                 | ✓                | ✓                   | ✓               |
| 15        | <i>Multiplataforma</i>          |                    | ✓                 |                   |                  |                     |                 |

Habiendo examinado el panorama actual, esperamos de nuestra aplicación que sea capaz de ofrecer ayuda cuando el usuario se encuentre en un entorno privado o público, como el conseguir que la aplicación advierta de situaciones peligrosas cuando el usuario se encuentre en la calle. Un ejemplo sería el siguiente: avisar al usuario que no puede cruzar el paso de cebra si se detecta que el semáforo está en rojo. Además se desea poder describir de forma fiable la luz y los colores siempre y cuando se requiera. Se desea que se pueda manejar a través de la voz sin necesidad de usar el tacto, además de

## CAPÍTULO 4. ANTECEDENTES

---

que toda la ayuda sea difundida por medio del sonido, dejando el carácter visual en segundo plano, pero existente, para aquellos usuarios que puedan aprovecharlo.

## Capítulo 5

# Fases de desarrollo del proyecto

Para este proyecto, se va a seguir un paradigma de desarrollo en espiral, iterando más de una vez por cada una de las fases de desarrollo. Teniendo como excepción las fases de investigación y de pruebas, la cuales se van a desarrollar una única vez al comienzo y al final del proyecto, respectivamente. Todas las fases se muestran a continuación.

### 5.1. Investigación

En esta primera fase del desarrollo del proyecto, se desea investigar sobre las dificultades y las posibles soluciones, de las personas con deficiencia visual y ceguera, además de profundizar en el campo de la visión artificial orientado a las necesidades que el proyecto va a tratar. Entre las que se encuentran la descripción de escenas como pilar fundamental. Además, se desea investigar sobre las distintas opciones que se tienen de aplicar éstas en entornos móviles, teniendo en cuenta las limitaciones que ofrecen (Ver capítulo 8).

## 5.2. Análisis y extracción de requisitos

Durante esta fase, se van a obtener, reunir y extraer las características funcionales y no funcionales que deberá cumplir la futura aplicación que se va a desarrollar. Se hará un fuerte hincapié en la accesibilidad de usuario, teniendo en mente aspectos particulares de los usuarios a los que está destinada (Ver capítulo 9).

## 5.3. Diseño

En este fase se va a definir la aplicación atendiendo a toda la información recolectada, para poder dar paso a una implementación cimentada sobre unas bases sólidas y estudiadas. Se hará uso de todo tipo de diagramas y esquemas que muestren y afiancen toda las características, y cómo éstas son fundadas, del software que se va a crear (Ver capítulo 10).

## 5.4. Implementación

Fase donde se procede a crear el producto sobre el que se ha estudiado e investigado en las fases anteriores, dando la forma final teniendo en cuenta cada aspecto requerido y diseñado (Ver capítulo 11).

## 5.5. Pruebas y experimentación

Última fase del proyecto donde se va a testear el rendimiento, usabilidad y funcionalidad de la aplicación en un entorno real. Se realizarán el número de iteraciones que se crean convenientes, donde usuarios de prueba den un reporte, con el objetivo de mejorar la experiencia de usuario en todo momento (Ver capítulo 12).

# Capítulo 6

## Recursos

### 6.1. Recursos humanos

El proyecto será desarrollado por Pablo García Ruiz, bajo el apoyo y dirección del tutor del proyecto, Manuel Jesús Marín Jiménez, profesor del Departamento de Informática y Análisis Numérico de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Córdoba.

### 6.2. Recursos hardware

Si hacemos una breve clasificación según la funcionalidad tenemos:

- **Plataformas de desarrollo**

- Portátil *Huawei Matebook D 15*.
- Torre *HP*, con un procesador *i7 7700, 16 GB RAM* y una tarjeta gráfica *NVIDIA GTX 1050*.

- **Entorno de pruebas.** Las pruebas se harán fundamentalmente en el dispositivo móvil *Redmi Note 8 Pro*, debido a sus características de *6 GB RAM* y un procesador *Octa-core de 2.05GHZ*.

### 6.3. Recursos software

Podemos dividirlos en las siguientes categorías:

- **Sistemas operativos.** Se usarán *Windows 10* y *Ubuntu 20.04* como SO para las plataformas de desarrollo. Para las plataformas de pruebas se usará *Android 9*, principalmente.
- **Lenguaje de programación.** Se trabajará usando el lenguaje de programación *Dart*, dentro del framework de *Flutter*.
- **Entornos de desarrollo (IDEs) y editores.** Se hará uso principalmente de *Android Studio* para ambos cometidos.
- **Control de versiones y repositorio.** Se hará uso del sitio web *GitHub*.
- **Documentación.** Se utilizará L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X junto con la plataforma web *Overleaf*.
- **Esquematización y creación de archivos gráficos.** Se usará, principalmente, *Adobe Photoshop 2021*.
- **Diagramas de casos de uso.** Para este tipo de diagramas se ha hecho uso de la web *draw.io*.

# Capítulo 7

## Restricciones

Dentro de todas las restricciones que ejercen una influencia sobre el proyecto, debemos realizar dos grupos: **Factores Dato** y **Factores Estratégicos**.

### 7.1. Factores Dato

Son los factores determinados por la naturaleza del proyecto. En este caso nos estaríamos refiriendo a los determinados por el trabajo de fin de grado. Se tendrían los siguientes:

- **Horas de trabajo.** Teniendo en cuenta que 1 crédito ETCS corresponde a 25 horas de trabajo, y que la cantidad de créditos ETCS asignados es de 12, este proyecto tiene establecidas 300 horas de trabajo.
- **Conocimiento previo.** Debido al problema elegido, se debe invertir tiempo y horas de trabajo en estudiar las tecnologías y el ámbito de trabajo. Siendo así la fase de investigación fundamental para este proyecto.
- **Hardware de ejecución.** Debido a que el entorno de ejecución del

## CAPÍTULO 7. RESTRICCIONES

---

resultado final se encuentra enfocado en los dispositivos móviles, se requiere un coste computacional especialmente reducido, en los aspectos de tiempo, memoria principal y almacenamiento interno.

### 7.2. Factores Estratégicos

Son las variables que se deben establecer, realizando una elección entre distintas posibilidades. Para este proyecto, se deben tener en cuenta distintas variables que se encuentran, a su vez, entrelazadas entre sí. Las distintas variables a tener en cuenta son:

1. **Dispositivos objetivo.**
2. **Software de desarrollo.**
3. **Entorno de desarrollo.**

Tanto las descripciones, como las elecciones tomadas para cada variable, se desarrollan en diferentes apartados mostrados a continuación.

#### 7.2.1. Dispositivos objetivo

Debido a que se desea utilizar dispositivos móviles, existen diferentes posibilidades. El dispositivo cuente con cámara, pantalla táctil, micrófono y altavoz, no teniendo importancia el modelo elegido. Únicamente se debe especificar sobre qué sistemas operativos se desea desplegar la aplicación. Los cuatro sistemas operativos desarrollados para móviles más relevantes han sido o son:

- **Android.** Citando al artículo de Wikipedia [4]:

«Android es un sistema operativo móvil basado en núcleo Linux y otros software de código abierto. [...] Android es el sistema operativo móvil más utilizado del mundo, con una cuota de mercado superior al 90 al año 2018.»

## **7.2. FACTORES ESTRATÉGICOS**

---

- **iOS.** Citando al artículo de Wikipedia [6]:

«iOS es un sistema operativo móvil de la multinacional Apple Inc. Originalmente desarrollado para el iPhone (iPhone OS), después se ha usado en dispositivos como el iPod touch y el iPad. [...] iOS se deriva de macOS, que a su vez está basado en Darwin BSD, y por lo tanto es un sistema operativo Tipo Unix.»

- **Windows 10 Mobile.** Citando al artículo de Wikipedia [7]:

«Windows 10 Mobile es un sistema operativo móvil descontinuado, desarrollado por Microsoft y diseñado para teléfonos inteligentes y tabletas. Es parte de las ediciones de Windows 10 y sucesor de Windows Phone 8.1.

El 8 de octubre de 2017, el ejecutivo de Microsoft, Joe Belfiore, reveló que la compañía ya no desarrollaría nuevas funciones o hardware para teléfonos con Windows [...]»

- **BlackBerry OS.** Citando al artículo de Wikipedia [5]:

## CAPÍTULO 7. RESTRICCIONES

---

«El BlackBerry OS es un sistema operativo móvil de código cerrado desarrollado por BlackBerry, antigua Research In Motion (RIM); para los dispositivos BlackBerry. El sistema permite multitarea y tiene soporte para diferentes métodos de entrada adoptados por RIM para su uso en computadoras de mano, particularmente la trackwheel, trackball, touchpad y pantallas táctiles. [...] El BlackBerry OS fue discontinuado después del lanzamiento del BlackBerry 10 en enero de 2013, continuando con el soporte de las versiones más antiguas hasta fines de 2013.»

Debido a que el sistema operativo Android es el más usado teniendo en cuenta los dispositivos vendidos, representados en el artículo [12], y que, trabajar en más de un sistema operativo supondría un coste de tiempo relevante, se decide que se va a trabajar únicamente sobre Android.

La gráfica que muestra dicha información la encontramos en el mismo artículo [12] y se puede ver en la figura 7.1.

### 7.2.2. Software de desarrollo

Una vez decidido que se desea trabajar con Android e iOS como sistemas operativos, se debe analizar las distintas posibilidades que se tienen para desarrollar aplicaciones que se ejecuten en dichos sistemas. De entre todas las opciones se pueden destacar las siguientes:

- **Flutter** [35]. Flutter es un framework utilizado para el desarrollo de aplicaciones para diferentes plataformas elaborado por Google y basado en el lenguaje de programación Dart.
- **Kotlin** [36]. Kotlin es un lenguaje de programación desarrollado por JetBrains. Al generar código de Java 6 se permite su uso en Android, sin perder las propiedades que este lenguaje ofrece.

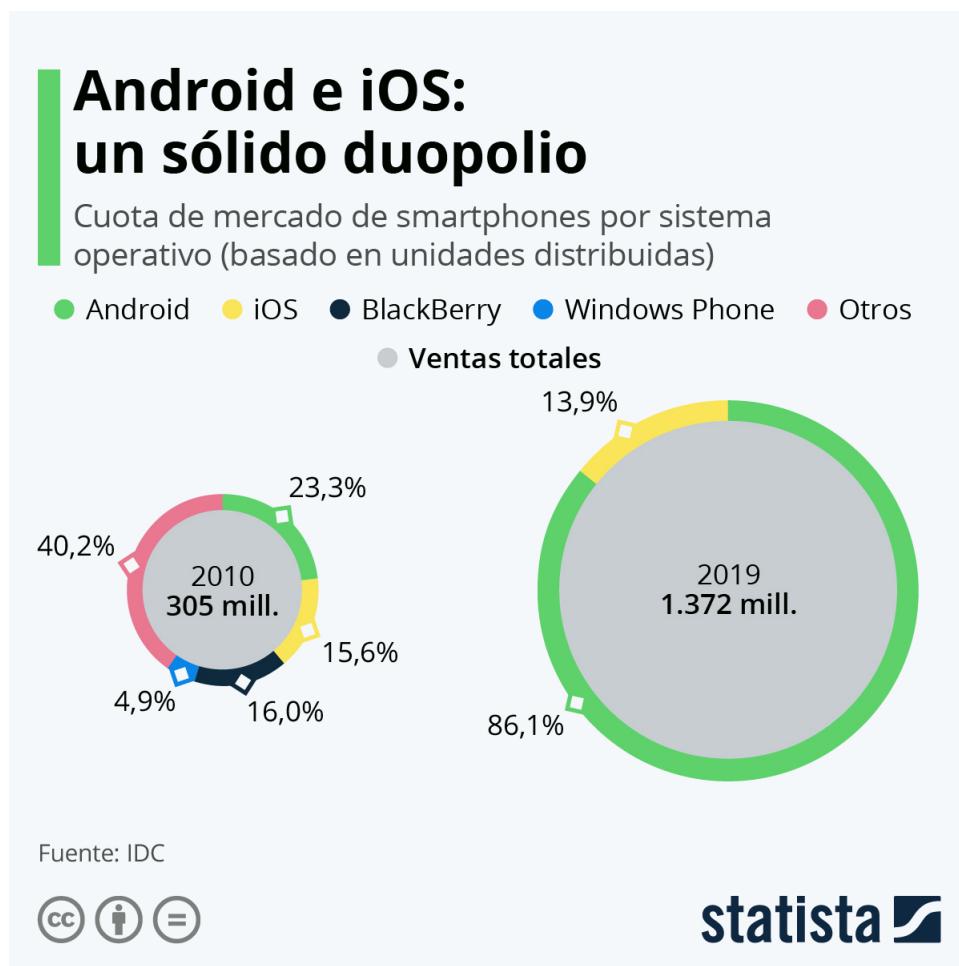


Figura 7.1: Cuota de mercado de smartphones por sistema operativo. Fuente: [12]

- **Java** [14]. Java es un lenguaje de programación ampliamente conocido que a pesar de ser desarrollado por Sun Microsystems, actualmente se encuentra bajo la propiedad de Oracle.
- **React Native** [37]. React Native es un framework de programación de aplicaciones nativas multiplataforma. Se encuentra basado en Javascript y ReactJS.

Existen artículos donde se analizan las distintas características que ofrecen

## CAPÍTULO 7. RESTRICCIONES

---

Tabla 7.1: Diferencias entre Kotlin, Java, Flutter y React Native. *Fuente:* [15]

|                         | FLUTTER  | KOTLIN   | JAVA   | REACT NATIVE  |
|-------------------------|--|--|--|---|
| Plataformas compatibles | Android Jelly Bean, v16, 4.1.x y iOS~ 8+   | Versiones Android y iOS 8+ versiones                         | Aplicaciones Android                                     | Versiones Android 4.0.3 y iOS 8+  |
| Pila de idiomas         | Dart   | JavaScript y Native  | Java trabaja en JVM                                      | JavaScript y ReactJS  |
| Rendimiento             | Se ha eliminado el puente de JavaScript y se ha mejorado la velocidad de la aplicación | Interoperable con Java y Java Virtual Machine                | Menos errores  | Mayor rendimiento que el de las aplicaciones nativas                                  |
| Mercado y comunidad     | Nueva plataforma de Google   | Clasificado entre los diez mejores lenguajes de programación | Enorme red comunitaria de desarrolladores experimentados | Utilizando la biblioteca ReactJS y JavaScript   |
| Interfaz de usuario     | Interfaz fácil de usar   | Experiencias de usuario notables                             | Flexible, ampliable y escalable                          | Impresionante interfaz gráfica de usuario   |
| Precios                 | Plataforma de código abierto   | Sin costo alguno   | Actualizaciones de pago para JDKcost                     | React native es de código abierto   |
| Ventaja específica      | Función de recarga en caliente   | Lenguaje de programación de uso general                      | Fuertes comunidades de java con experiencia              | El marco de trabajo ofrece una gran reutilización del código en todas las plataformas |

todas las posibilidades entre sí. Si queremos analizar de forma muy general las cuatro opciones propuestas, podemos hacer uso del análisis realizado por **heptagon** [15]. Dentro del mismo podemos ver una figura donde se contrastan diferentes características, que al traducirla, podemos obtener la tabla 7.1.

Dadas esas características, podríamos usar cualquiera de las cuatro tecnologías estudiadas, pero se debe investigar la capacidad de aplicar machine learning que tienen las cuatro tecnologías. Debido a la cantidad de integraciones y ejemplos que ofrece Flutter en este campo, se decide que es la mejor opción para desarrollar este proyecto. Prima el uso efectivo de la inteligencia artificial por encima del resto de características.

## **7.2. FACTORES ESTRATÉGICOS**

---

### **7.2.3. Entorno de desarrollo**

Una vez decidido el software de desarrollo, queda decidir el entorno de desarrollo. Las opciones que se muestran según las instrucciones de configuración del editor para Flutter [31], junto con alguna otra, son las siguientes:

- **Android Studio.** Citando al artículo de Android Studio FAQS [25]:

«Android Studio fue anunciado en el año 2013 en la conferencia de Google I/O. Fue creado para reemplazar a Eclipse [...] está basado en IntelliJ y puede ser descargado de forma gratuita a través de la licencia de Apache 2.0»

- **IntelliJ IDEA.** Citando al artículo de Wikipedia [23]:

«IntelliJ IDEA es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el desarrollo de programas informáticos. Es desarrollado por JetBrains (anteriormente conocido como IntelliJ), y está disponible en dos ediciones: edición para la comunidad y edición comercial. [...] La versión 12.1 incluye soporte para Java 8, diseñador UI para desarrollo de Android, Play 2.0 y Scala.»

- **Visual Studio Code.** Citando al artículo de EcuRed [46]:

«Visual Studio Code. Es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows , Linux y macOS . Incluye soporte para depuración , control de Git integrado, resaltado de sintaxis, finalización de código inteligente, fragmentos de código y refactorización de código. También es personalizable, de modo que los usuarios pueden cambiar el tema del editor, los métodos abreviados de teclado y las preferencias. Es gratuito y de código abierto.»

## CAPÍTULO 7. RESTRICCIONES

---

- **Emacs.** Citando al artículo de Wikipedia [18]:

«Emacs es un editor de texto con una gran cantidad de funciones, muy popular entre programadores y usuarios técnicos. GNU Emacs es parte del proyecto GNU y la versión más popular de Emacs con una gran actividad en su desarrollo. El manual de GNU Emacs lo describe como “un editor extensible, personalizable, auto-documentado y de tiempo real.”»

- **Eclipse.** Citando al artículo [17]:

«Eclipse es una plataforma de software compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama “Aplicaciones de Cliente Enriquecido”, opuesto a las aplicaciones “Cliente-liviano” basadas en navegadores. [...] Eclipse fue liberado originalmente bajo la Common Public License, pero después fue re-licenciado bajo la Eclipse Public License. La Free Software Foundation ha dicho que ambas licencias son licencias de software libre, pero son incompatibles con Licencia pública general de GNU (GNU GPL).»

Debido a la cantidad de ejemplos existentes, en los ámbitos que se tratan, se elige el entorno que ofrece Android Studio [3]. Cabe destacar que Android Studio posibilita analizar tu apk, lo cual resultará de utilidad para saber si es factible una ampliación de funcionalidades.

Para trabajar correctamente con Flutter en Android Studio, éste se deberá

## 7.2. FACTORES ESTRATÉGICOS

---

combinar con los *plugins* de Dart y Flutter, quedándose un esquema como el que se muestra en la figura 7.2.

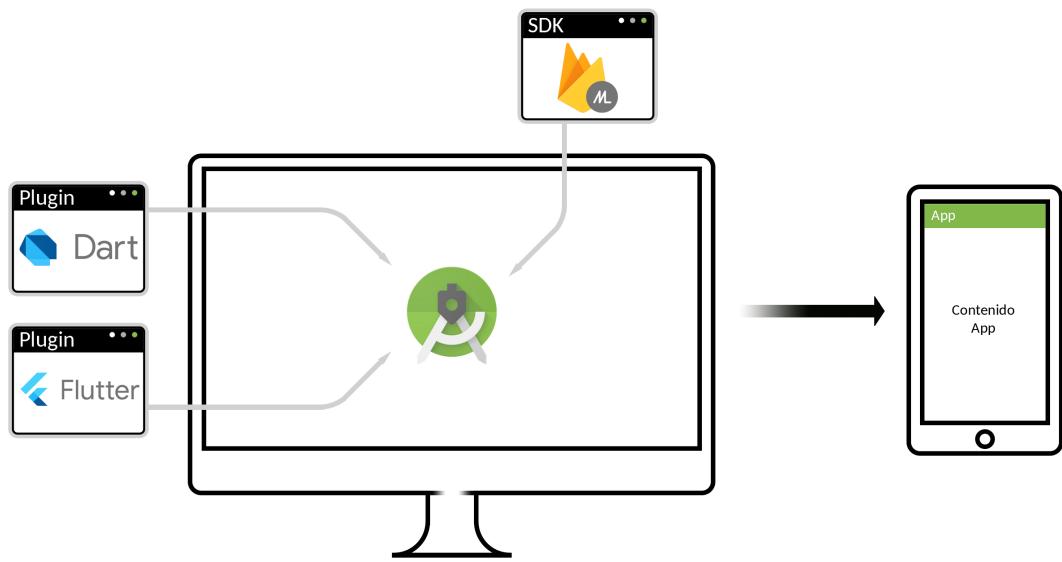


Figura 7.2: Esquema de integraciones. *Logotipos obtenidos de las siguientes fuentes: [30], [34], [32] y [27]*



# Capítulo 8

## Investigación

En esta primera fase del desarrollo del proyecto, se busca aprender todos los conceptos y conocimientos necesarios para poder desarrollar el resto de fases del proyecto. El proceso de investigación implicado puede describirse siguiendo las siguientes secciones:

1. Estudio del software de desarrollo ([8.1](#)).
2. Estudio de la accesibilidad ([8.2](#)).

### 8.1. Estudio del software de desarrollo

Esta parte del estudio la podemos dividir en:

1. Estudio de Flutter y el lenguaje de programación Dart.
2. Estudio de la aplicación de machine learning con Flutter.
3. Estudio de Android Studio y todas sus funcionalidades.

## CAPÍTULO 8. INVESTIGACIÓN

---

### 8.1.1. Estudio de Flutter y el lenguaje de programación Dart

Lo primero de todo es aprender los conceptos y mecánicas básicas de Flutter, junto con Dart. Para obtener un recorrido general por estas tecnologías se ha usado el libro *Flutter for beginners* [50].

### 8.1.2. Estudio de la aplicación de machine learning con Flutter

Una vez aprendido como manejar Flutter y Dart de una forma cómoda, es momento de profundizar en el pilar fundamental de las funcionalidades que se desean ofrecer en la aplicación.

Para obtener el conocimiento necesario para entender como se pueden unir ambos campos se ha hecho uso del libro *Mobile Deep Learning with TensorFlow Lite, ML Kit and Flutter* [49]. Finalmente, para afianzar, ampliar y profundizar en los conceptos relacionados en con el machine learning se ha utilizado el libro *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow* [52].

### 8.1.3. Estudio de Android Studio y todas sus funcionalidades

Para obtener una comprensión completa y global de lo que ofrece Android Studio, se ha hecho uso principalmente de la *guía de usuario* que se muestra dentro la web de *developer.android* [21].

---

## 8.2. ESTUDIO DE LA ACCESIBILIDAD

---

### 8.2. Estudio de la accesibilidad

Para determinar la base sobre la que trabajar en el proyecto, se debe estudiar cómo se trabaja con la accesibilidad. Comenzamos analizando, entre otros, los siguientes artículos y documentos:

- *Ceapat accesibilidad* [9]. Documento publicado en 2013, donde se introducen y exponen una serie de principios para desarrollar apps accesibles. Además, se tratan otros temas relacionados, como la comprobación de la accesibilidad o el de buenas prácticas.
- *Cómo mejorar la accesibilidad de las apps* [13]. Se introducen algunos consejos básicos sobre cómo mejorar la accesibilidad de una aplicación.
- *Principios para mejorar la accesibilidad de la app* [33]. Se enumeran una serie de principios a seguir que mejoran la accesibilidad de las aplicaciones.
- *10 heurísticas de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario* [1]. Artículo donde expone 10 reglas que mejoran la usabilidad de una aplicación.
- *Añadiendo funciones de accesibilidad a las aplicaciones para usuarios ciegos o con problemas de visión* [8]. Vídeo donde se describen una serie de pautas para mejorar la accesibilidad de tu aplicación, haciendo hincapié en cómo la aplicación que generes va a interactuar con TalkBack [10].
- *Accesibilidad, material.io* [2]. Web donde se analizan aspectos básicos y diferenciados a tratar si se desea una mejor accesibilidad.

Habiendo analizado las pautas determinadas en dichos enlaces, se pueden recoger y destacar las siguientes recomendaciones. **Conceptos:**

#### A-1 Para todos los elementos.

---

## CAPÍTULO 8. INVESTIGACIÓN

---

**A-1.1** Usar elementos grandes y simples, sobretodo si deben ser activados de una forma táctil.

**A-1.2** Debe garantizarse que todos los elementos de la aplicación se encuentren identificados de forma clara, consistente y concisa.

**A-1.3** Cada elemento debe tener una descripción asociada al mismo.

**A-1.4** Si presentan iconos, debe existir una etiqueta que pueda sustituir cada uno de ellos, por petición del usuario.

### **A-2 Notificaciones.**

**A-2.1** Las distintas notificaciones y avisos de la aplicación deben ser coherentes y consistentes.

**A-2.2** Para los avisos de error deben existir mensajes indicando posibles soluciones al usuario.

### **A-3 Contenido animado.**

**A-3.1** Se debe ofrecer la posibilidad de anular toda animación existente en la aplicación.

### **A-4 Entrada.**

**A-4.1** Cualquier método de entrada que se pueda usar para manejar la aplicación debe ser completo, es decir, debe poder usarse para manejar toda la aplicación por completo.

### **A-5 Redundancia de información.**

**A-5.1** Debe quedar clara la información que se desea transmitir al usuario. Para ello, se deben usar distintas formas de transmisión: gráfica, sonora, vibraciones o parpadeos brillantes, entre otros.

### **A-6 Texto.**

---

## **8.2. ESTUDIO DE LA ACCESIBILIDAD**

---

**A-6.1** El texto debe tener un tamaño y color adecuado, haciendo hincapié en que sea legible, ajustándolos en función de la cantidad de texto y del contraste con el fondo sobre el que se sitúe.

**A-6.2** Se debe dar la elección de cambiar el tamaño de fuente predeterminado.

### **A-7 Colores y estilos de interfaz.**

**A-7.1** Se debe usar una gama cromática y patrón de estilos coherente y que permita diferenciar, a simple vista, todos los elementos existentes en la aplicación.

**A-7.2** Se debe buscar en todo momento una interfaz clara y concisa.

**A-7.3** No usar una gran variedad de colores para mostrar un único elemento, dejando que los colores permitan diferenciar mejor tipos y funcionalidades.

**A-7.4** Se debe permitir cambiar éstos, ofreciendo distintas paletas de colores predeterminadas que se puedan ajustar mejor al usuario.

**A-7.5** No permitir que el color sea la única manera de informar sobre algo.

**A-7.6** Se debe buscar obtener un ratio de contraste cercano al 4.5.

### **A-8 Ayuda.**

**A-8.1** Debe existir un sistema de ayuda que haga de soporte al usuario en todo momento.

**A-8.2** Se debe informar al usuario de qué se está realizando o esperando en todo momento, si así lo requiere.

### **A-9 Lector de pantalla.**

## CAPÍTULO 8. INVESTIGACIÓN

---

**A-9.1** Debe existir la posibilidad de activar un lector de pantalla que permita describir todo el texto y elementos visibles.

### **A-10 Reconocimiento del habla.**

**A-10.1** Se debe poder reconocer el habla del usuario, actuando en función de lo que éste indique.

### **A-11 Navegación.**

**A-11.1** La navegación entre ventanas debe ser fácil, apoyándose en una jerarquía de ventanas sencilla y una respuesta del sistema al entrar en una nueva ventana.

# Capítulo 9

## Análisis y extracción de requisitos

Dentro de este apartado se van a extraer todas las características que deberá cumplir la futura aplicación. Primero se estudian en forma de requisitos del usuario [9.1], quedando formalizados y detallados posteriormente en forma de requisitos del sistema [9.2].

### 9.1. Requisitos del usuario

La utilidad de esta primera parte del análisis de requisitos es la de obtener una idea general, en pocas sentencias, de lo que se espera del producto final. Los identificadores de los requisitos de usuario quedan definidos de la forma URQ-XXX, siendo XXX el identificador numérico de cada uno. De tal forma quedan descritos en las tablas 9.1, ..., 9.24:

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.1: Requisito de usuario URQ-001

| <b>URQ-001</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario deberá poder manejar la aplicación por completo de forma táctil y mediante mandos de voz. Incluyendo el desplazamiento entre ventanas. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">4.1</a> .   |

Tabla 9.2: Requisito de usuario URQ-002

| <b>URQ-002</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario tendrá acceso a una ayuda en todo momento. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">8.1</a> , <a href="#">8.2</a> .           |

Tabla 9.3: Requisito de usuario URQ-003

| <b>URQ-003</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario tendrá acceso a un lector de pantalla en todo momento. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">9.1</a> .   |

## 9.1. REQUISITOS DEL USUARIO

---

Tabla 9.4: Requisito de usuario URQ-004

| <b>URQ-004</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario debe poder activar el micrófono del dispositivo en todo momento. A través de un botón fijo y de un toque doble y rápido sobre la aplicación. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">10.1.</a>   |

Tabla 9.5: Requisito de usuario URQ-005

| <b>URQ-005</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá configurar el nivel de brillo, además de conocer su valor actual. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.6: Requisito de usuario URQ-006

| <b>URQ-006</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario podrá configurar el nivel de volumen, además de conocer su valor actual. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.7: Requisito de usuario URQ-007

| <b>URQ-007</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá establecer si se sustituyen los iconos por texto o no, además de conocer si se están mostrando. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">1.4.</a>   |

Tabla 9.8: Requisito de usuario URQ-008

| <b>URQ-008</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá establecer si desea activar las animaciones o no, además de saber si están activadas. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">3.1.</a>   |

## 9.1. REQUISITOS DEL USUARIO

---

Tabla 9.9: Requisito de usuario URQ-009

| <b>URQ-009</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá activar un modo de desarrollador, que permitirá imprimir por pantalla información extra y útil si es un usuario experto. Además, podrá saber si esta activado o no. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.10: Requisito de usuario URQ-010

| <b>URQ-010</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario podrá establecer la cámara que desea activar por defecto al encender la aplicación. Dando como opciones la cámara frontal y la cámara trasera. Podrá conocer además que cámara esta configurada como predeterminada. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.11: Requisito de usuario URQ-011

| <b>URQ-011</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá seleccionar que paleta de color usar como tema de la aplicación. Debe tener acceso a un mínimo de dos opciones, entre las cuales debe haber una monocolor. Además, debe poder conocer el tema seleccionado. |
| Principios de accesibilidad referenciados | <a href="#">7.</a>   |

Tabla 9.12: Requisito de usuario URQ-012

| <b>URQ-012</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario debe poder acceder a una pantalla de configuración. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

## 9.1. REQUISITOS DEL USUARIO

---

Tabla 9.13: Requisito de usuario URQ-013

| <b>URQ-013</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario debe poder acceder a una pantalla de reconocimiento, donde el usuario acceda a las funcionalidades que le ofrezcan una ayuda. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.14: Requisito de usuario URQ-014

| <b>URQ-014</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario debe poder acceder a una pantalla de acerca de, donde se muestre información acerca de la aplicación. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.15: Requisito de usuario URQ-015

| <b>URQ-015</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario debe poder acceder a cualquier pantalla de la aplicación en cualquier momento. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.16: Requisito de usuario URQ-016

| <b>URQ-016</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario debe tener acceso a todas las funcionalidades, independientemente de la resolución de su dispositivo móvil. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.17: Requisito de usuario URQ-017

| <b>URQ-017</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá establecer si desea usar la cámara frontal o trasera. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.18: Requisito de usuario URQ-018

| <b>URQ-018</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario podrá solicitar que se le reconozca el número de personas que aparecen en la escena. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

---

## 9.1. REQUISITOS DEL USUARIO

---

Tabla 9.19: Requisito de usuario URQ-019

| <b>URQ-019</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario podrá solicitar que se le describa los objetos que existen en la escena. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

Tabla 9.20: Requisito de usuario URQ-020

| <b>URQ-020</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá pedir ayuda a la hora de cruzar un paso de cebra. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.21: Requisito de usuario URQ-021

| <b>URQ-021</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario podrá pedir que se le reconozca texto. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.22: Requisito de usuario URQ-022

| <b>URQ-022</b>                            |   |
|---|---|
| Enunciado                                 | El usuario podrá pedir que se le reconozca el nivel de luz ambiental. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -   |

Tabla 9.23: Requisito de usuario URQ-023

| <b>URQ-023</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario podrá solicitar que se le reconozca un color. |
| Principios de accesibilidad referenciados | -  |

Tabla 9.24: Requisito de usuario URQ-024

| <b>URQ-024</b>                            |  |
|---|--|
| Enunciado                                 | El usuario debe poder tener una experiencia similar a la de cualquier otro, independientemente de su condición particular. |
| Principios de accesibilidad referenciados | Todos.   |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

### 9.2. Requisitos del sistema

Dentro de esta sección, se definen de una forma más detallada los requisitos.

Podemos diferenciar dos tipos:

- **Requisitos funcionales** [9.2.1].
- **Requisitos no funcionales** [9.2.2].

#### 9.2.1. Requisitos funcionales

En este caso se definirían los servicios que debe proporcionar el sistema directamente. Los identificadores de los requisitos funcionales quedan definidos de la forma FRQ-XXX, siendo XXX el identificador numérico de cada uno.

Se describen en las tablas 9.25, ..., 9.55:

Tabla 9.25: Requisito funcional FRQ-001

---

| FRQ-001                             |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Ayuda.  |
| Descripción                         | La aplicación debe tener una funcionalidad de ayuda, que permita conocer al usuario en qué ventana se encuentra, y qué comandos de voz puede usar en dicha ventana. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-002</a>   |

---

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.26: Requisito funcional FRQ-002

| <b>FRQ-002</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Lector de pantalla.   |
| Descripción                         | Lector de pantalla que describe los elementos que aparecen en la misma. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-003</a>   |

Tabla 9.27: Requisito funcional FRQ-003

| <b>FRQ-003</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Micrófono.   |
| Descripción                         | La aplicación debe posibilitar el activar el micrófono temporalmente para la escucha de los comandos de voz. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-004</a>  |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.28: Requisito funcional FRQ-004

| <b>FRQ-004</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Micrófono a través de doble toque en pantalla.   |
| Descripción                            | La aplicación debe posibilitar activar la funcionalidad del micrófono a través de dar un doble toque en la pantalla. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-004</a>  |

Tabla 9.29: Requisito funcional FRQ-005

| <b>FRQ-005</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Conocer nivel de brillo.                         |
| Descripción                            | Se debe poder conocer el nivel de brillo actual. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-005</a> .                        |

Tabla 9.30: Requisito funcional FRQ-006

| <b>FRQ-006</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Subir nivel de brillo.                  |
| Descripción                            | Se debe poder subir el nivel de brillo. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-005</a> .               |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.31: Requisito funcional FRQ-007

| <b>FRQ-007</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Bajar nivel de brillo.                  |
| Descripción                         | Se debe poder bajar el nivel de brillo. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-005</a> .               |

Tabla 9.32: Requisito funcional FRQ-008

| <b>FRQ-008</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Conocer nivel de volumen.                         |
| Descripción                         | Se debe poder conocer el nivel de volumen actual. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-006</a> .                         |

Tabla 9.33: Requisito funcional FRQ-009

| <b>FRQ-009</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Subir nivel de volumen.                 |
| Descripción                         | Se debe poder subir el nivel de brillo. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-006</a> .               |

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.34: Requisito funcional FRQ-010

| <b>FRQ-010</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Bajar nivel de volumen.                 |
| Descripción                            | Se debe poder bajar el nivel de brillo. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-006</a> .               |

Tabla 9.35: Requisito funcional FRQ-011

| <b>FRQ-011</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Conocer si se están mostrando iconos o texto.               |
| Descripción                            | Se debe poder conocer si se están mostrando iconos o texto. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-007</a> .                                   |

Tabla 9.36: Requisito funcional FRQ-012

| <b>FRQ-012</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Mostrar iconos.                                  |
| Descripción                            | Se debe poder establecer que se muestren iconos. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-007</a> .                        |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.37: Requisito funcional FRQ-013

| <b>FRQ-013</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Mostrar texto.  |
| Descripción                         | Se debe poder sustituir los iconos por su etiqueta textual. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-007</a> .                                   |

Tabla 9.38: Requisito funcional FRQ-014

| <b>FRQ-014</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Conocer si las animaciones están activadas o no.               |
| Descripción                         | Se debe poder conocer si las animaciones están activadas o no. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-008</a> .                                      |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.39: Requisito funcional FRQ-015

| <b>FRQ-015</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Activar animaciones.                   |
| Descripción                            | Se debe poder activar las animaciones. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-008</a> .              |

Tabla 9.40: Requisito funcional FRQ-016

| <b>FRQ-016</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Desactivar animaciones.                   |
| Descripción                            | Se debe poder desactivar las animaciones. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-008</a> .                 |

Tabla 9.41: Requisito funcional FRQ-017

| <b>FRQ-017</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Conocer si el modo desarrollador está activado o no.               |
| Descripción                            | Se debe poder conocer si el modo desarrollador está activado o no. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-009</a> .  |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.42: Requisito funcional FRQ-018

| <b>FRQ-018</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Activar modo desarrollador.                  |
| Descripción                         | Se debe poder activar el modo desarrollador. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-009</a> .                    |

Tabla 9.43: Requisito funcional FRQ-019

| <b>FRQ-019</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Desactivar modo desarrollador.                  |
| Descripción                         | Se debe poder desactivar el modo desarrollador. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-009</a> .                       |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.44: Requisito funcional FRQ-020

| <b>FRQ-020</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Conocer que cámara está seleccionada como predeterminada.                 |
| Descripción                            | Se debe poder conocer cual es la cámara seleccionada como predeterminada. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-010</a> .   |

Tabla 9.45: Requisito funcional FRQ-021

| <b>FRQ-021</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Seleccionar cámara frontal como predeterminada.                  |
| Descripción                            | Se debe poder seleccionar la cámara frontal como predeterminada. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-010</a> .  |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.46: Requisito funcional FRQ-022

| <b>FRQ-022</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Seleccionar cámara trasera como predeterminada.                  |
| Descripción                         | Se debe poder seleccionar la cámara trasera como predeterminada. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-010</a> .  |

Tabla 9.47: Requisito funcional FRQ-023

| <b>FRQ-023</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Conocer cual es la paleta de color seleccionada como tema.                                |
| Descripción                         | Se debe poder conocer cual es la paleta de color seleccionada como tema de la aplicación. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-011</a> .   |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.48: Requisito funcional FRQ-024

| <b>FRQ-024</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Seleccionar una paleta de color como tema.  |
| Descripción                            | Se debe poder seleccionar una paleta de color, de las que se encuentren configuradas, como tema de la aplicación. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-011</a> .   |

Tabla 9.49: Requisito funcional FRQ-025

| <b>FRQ-025</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Seleccionar cámara.   |
| Descripción                            | Se debe poder seleccionar cambiar la cámara que se está usando. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-017</a> .                                       |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.50: Requisito funcional FRQ-026

| <b>FRQ-026</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Reconocer número de personas.                              |
| Descripción                         | Reconocer el número de personas que aparecen en la escena. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-018</a> .                                  |

Tabla 9.51: Requisito funcional FRQ-027

| <b>FRQ-027</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Reconocer objetos en la escena.              |
| Descripción                         | Describir qué objetos aparecen en la escena. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-019</a> .                    |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.52: Requisito funcional FRQ-028

| <b>FRQ-028</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Ayuda en semáforo.  |
| Descripción                            | Ofrecer una ayuda a la hora de cruzar existiendo un semáforo, dando como respuesta si debe esperar, o no, para pasar. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-020</a> .   |

Tabla 9.53: Requisito funcional FRQ-029

| <b>FRQ-029</b>                         |                           |
|--|---------------------------|
| Nombre                                 | Reconocer texto.          |
| Descripción                            | Reconocer el texto.       |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-021</a> . |

Tabla 9.54: Requisito funcional FRQ-030

| <b>FRQ-030</b>                         |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Nombre                                 | Reconocer nivel de luz.              |
| Descripción                            | Reconocer el nivel de luz ambiental. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-022</a> .            |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.55: Requisito funcional FRQ-031

| <b>FRQ-031</b>                         |                                  |
|--|----------------------------------|
| Nombre                                 | Reconocer color.                 |
| Descripción                            | Reconocer el color predominante. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-023</a> .        |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

### 9.2.2. Requisitos no funcionales

En este apartado aparecen los requisitos que no representan una funcionalidad directa por ellos mismos. Distinguimos entre:

- **Requisitos del producto** [9.2.2.1].
- **Requisitos organizacionales** [9.2.2.2].
- **Requisitos externos** [9.2.2.3].

#### 9.2.2.1. Requisitos del producto

Especifican el comportamiento del producto. Los identificadores de los requisitos de producto quedan definidos de la forma PRQ-XXX, siendo *XXX* el identificador numérico de cada uno. Se muestran en las tablas 9.56, ..., 9.71.

Tabla 9.56: Requisito del producto PRQ-001

---

| PRQ-001                             |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Usable de forma completa por cualquier método de entrada.   |
| Descripción                         | La aplicación debe poder usarse de forma completa a través de cualquier método de entrada habilitado. |
| Requisitos de usuario referenciados | URQ-001.  |

---

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.57: Requisito del producto PRQ-002

| <b>PRQ-002</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Tacto como método de entrada.                          |
| Descripción                         | La aplicación debe poder manejarse a través del tacto. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-001</a> .                              |

Tabla 9.58: Requisito del producto PRQ-003

| <b>PRQ-003</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Voz como método de entrada.  |
| Descripción                         | La aplicación debe poder manejarse a través de voz, describiendo así, unos comandos de voz a usar. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-001</a> .  |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.59: Requisito del producto PRQ-004

| <b>PRQ-004</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Acceso a ayuda.                                     |
| Descripción                            | Acceso a la funcionalidad de ayuda en todo momento. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-002</a> .                           |

Tabla 9.60: Requisito del producto PRQ-005

| <b>PRQ-005</b>                         |  |
|--|--|
| Nombre                                 | Acceso a lector de pantalla.                                     |
| Descripción                            | Acceso a la funcionalidad de lector de pantalla en todo momento. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-003</a> .  |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.61: Requisito del producto PRQ-006

| <b>PRQ-006</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Acceso a micrófono.                                      |
| Descripción                         | Acceso a la funcionalidad del micrófono en todo momento. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-004</a> .                                |

Tabla 9.62: Requisito del producto PRQ-007

| <b>PRQ-007</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Texto asociado a iconos.  |
| Descripción                         | Todos los iconos deben tener asociado un texto que los defina de forma única. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-007</a> .   |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.63: Requisito del producto PRQ-008

| <b>PRQ-008</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Distribución de pantallas.  |
| Descripción                         | La aplicación debe estar dividida en tres pantallas. Una primera asociada como acerca de. Después otra de reconocimiento, donde el usuario pueda acceder a todas las funcionalidades que le ofrezcan una ayuda. Por último, una de configuración que englobe, tal y como su nombre indica, toda la configuración del dispositivo. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-012</a> , <a href="#">URQ-013</a> , <a href="#">URQ-014</a> .   |

Tabla 9.64: Requisito del producto PRQ-009

| <b>PRQ-009</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Acceso a pantalla de configuración.                    |
| Descripción                         | Acceso a la pantalla de configuración en todo momento. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-012</a> , <a href="#">URQ-015</a> .    |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.65: Requisito del producto PRQ-010

| <b>PRQ-010</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Salvado de configuración.  |
| Descripción                         | La aplicación deberá guardar dentro del dispositivo la configuración que se seleccionó por última vez, leyéndola antes de cada nueva sesión de uso de la aplicación. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-012</a> .  |

Tabla 9.66: Requisito del producto PRQ-011

| <b>PRQ-011</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Acceso a pantalla de reconocimiento.                    |
| Descripción                         | Acceso a la pantalla de reconocimiento en todo momento. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-013</a> , <a href="#">URQ-015</a> .     |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.67: Requisito del producto PRQ-012

| <b>PRQ-012</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Acceso a pantalla de acerca de.                     |
| Descripción                            | Acceso a la pantalla de acerca de en todo momento.  |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-014</a> , <a href="#">URQ-015</a> . |

Tabla 9.68: Requisito del producto PRQ-013

| <b>PRQ-013</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Diseño adaptable.   |
| Descripción                            | La aplicación debe ofrecer un diseño adaptable. También denominado " <i>responsive design</i> " |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-016</a> .   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.69: Requisito del producto PRQ-014

| <b>PRQ-014</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Intefaz de usuario.  |
| Descripción                         | La aplicación debe ofrecer una interfaz clara, simple y constante, donde los elementos que la forman mantengan su estructura y posición en todo momento. |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-024</a> .  |

Tabla 9.70: Requisito del producto PRQ-015

| <b>PRQ-015</b>                      |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Navegación.   |
| Descripción                         | La navegación de la aplicación debe apoyarse en una jerarquía de ventanas sencilla manteniendo unos flujos de movimiento entre las mismas constantes e iguales para todos los casos |
| Requisitos de usuario referenciados | <a href="#">URQ-024</a> .   |

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.71: Requisito del producto PRQ-016

| <b>PRQ-016</b>                         |   |
|--|---|
| Nombre                                 | Accesibilidad.  |
| Descripción                            | La aplicación debe mantener como pilar fundamental, durante su desarrollo, los aspectos de accesibilidad estudiados y detallados. |
| Requisitos de usuario<br>referenciados | <a href="#">URQ-024</a> .   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

### 9.2.2.2. Requisitos organizacionales

Derivan de políticas y de procesos existentes en la organización del desarrollador y de los usuarios. Los identificadores de los requisitos organizacionales quedan definidos de la forma ORQ-XXX, siendo XXX el identificador numérico de cada uno. Únicamente se tiene el descrito en la tabla 9.72.

Tabla 9.72: Requisito organizacional ORQ-001

| ORQ-001                             |   |
|-------------------------------------|---|
| Nombre                              | Lenguaje de programación Dart.  |
| Descripción                         | Se debe realizar toda la aplicación haciendo uso del lenguaje de programación Dart. |
| Requisitos de usuario referenciados | -   |

### 9.2.2.3. Requisitos externos

Dispuestos por factores externos al sistema. Los identificadores de los requisitos externos quedan definidos de la forma ERQ-XXX, siendo XXX el identificador numérico de cada uno. Únicamente se tiene el descrito en la tabla 9.73.

---

## 9.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

---

Tabla 9.73: Requisito externo ERQ-001

| <b>ERQ-001</b>                      |  |
|-------------------------------------|--|
| Nombre                              | Información personal registrada.   |
| Descripción                         | No se registrará ninguna información personal de los usuarios. A excepción de la información relativa al reconocimiento de un rostro en concreto, asociándose dicha información con un nombre. |
| Requisitos de usuario referenciados | -  |

### 9.3. Modelado de casos de uso

En este apartado del análisis y extracción de requisitos, se modelan las principales unidades del sistema por separado. Se van a hacer uso de los casos de uso definidos por UML.

#### 9.3.1. Actores

Para este proyecto se va a tener un único actor, el usuario estándar. Es el encargado, por lo tanto, de interactuar con el sistema en todo momento y por completo.

#### 9.3.2. Especificación de casos de uso

Los casos de uso se encuentran definidos de la forma *CU-XXX*, siendo *XXX* el identificador numérico particular de cada uno. El listado con la descripción textual de los casos de uso se puede observar en las tablas 9.74, ..., 9.106.

Tabla 9.74: Caso de uso: 001

---

| CU-001        |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Ir a la ventana de “Acerca de”.                     |
| Identificador | 001.  |
| Referencias   | <a href="#">PRQ-008</a> , <a href="#">PRQ-012</a> . |
| Precondición  | -   |
| Poscondición  | La ventana de “Acerca de” se activa.                |
| Propósito     | Desplazamiento a la ventana de “Acerca de”.         |

---

### **9.3. MODELADO DE CASOS DE USO**

---

Tabla 9.75: Caso de uso: 002

| <b>CU-002</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Ir a la ventana de “Reconocimiento”.                |
| Identificador | 002.  |
| Referencias   | <a href="#">PRQ-008</a> , <a href="#">PRQ-011</a> . |
| Precondición  | -   |
| Poscondición  | La ventana de “Reconocimiento” se activa.           |
| Propósito     | Desplazamiento a la ventana de “Reconocimiento”.    |

Tabla 9.76: Caso de uso: 003

| <b>CU-003</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Ir a la ventana de “Configuración”.                 |
| Identificador | 003.  |
| Referencias   | <a href="#">PRQ-008</a> , <a href="#">PRQ-009</a> . |
| Precondición  | -   |
| Poscondición  | La ventana de “Configuración” se activa.            |
| Propósito     | Desplazamiento a la ventana de “Configuración”.     |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.77: Caso de uso: 004

| <b>CU-004</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Activar ayuda.  |
| Identificador | 004.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-001</a> .   |
| Precondición  | -   |
| Poscondición  | Se ejecuta un comando de voz con toda la información administrada como ayuda. |
| Propósito     | Activa la funcionalidad de ayuda .  |

Tabla 9.78: Caso de uso: 005

| <b>CU-005</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Activar lector de pantalla.  |
| Identificador | 005.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-002</a> .  |
| Precondición  | -  |
| Poscondición  | Se ejecuta un comando de voz con toda la información necesaria para describir los elementos en pantalla. |
| Propósito     | Activa la funcionalidad de lector de pantalla.   |

### **9.3. MODELADO DE CASOS DE USO**

---

Tabla 9.79: Caso de uso: 006

| <b>CU-006</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Introducir comando de voz.  |
| Identificador | 006.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-0021</a> .  |
| Precondición  | -   |
| Poscondición  | Se pone en escucha la aplicación, hasta que reconozca un comando de voz o no se escuche nada. |
| Propósito     | Activa el micrófono y se intenta reconocer un comando de voz.                                 |

Tabla 9.80: Caso de uso: 007

| <b>CU-007</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Cambiar de cámara.   |
| Identificador | 007.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-025</a> .                                      |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.               |
| Poscondición  | Se activa la cámara contraria a la que se encontraba activada. |
| Propósito     | Cambiar la cámara que se desea tener activada.                 |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.81: Caso de uso: 008

| <b>CU-008</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Reconocer número de personas   |
| Identificador | 008.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-026</a> .  |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.                                   |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz y de texto mostrando el número de personas reconocidas. |
| Propósito     | Reconoce el número de personas en escena.  |

Tabla 9.82: Caso de uso: 009

| <b>CU-009</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Describir la escena.  |
| Identificador | 009.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-027</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.  |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz y de texto con los tipos de objetos detectados en la escena. |
| Propósito     | Detectar los tipos de objetos en la escena.   |

### **9.3. MODELADO DE CASOS DE USO**

---

Tabla 9.83: Caso de uso: 010

| <b>CU-010</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Activar ayuda en semáforo.  |
| Identificador | 010.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-028</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.  |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz y de texto para conocer si se ha detectado un paso de cebra, si se ha detectado un semáforo y cual es el estado reconocido del semáforo. |
| Propósito     | Reconoce la existencia de un paso de cebra, junto con la existencia y estado de un semáforo.  |

Tabla 9.84: Caso de uso: 011

| <b>CU-011</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Reconocer texto.  |
| Identificador | 011.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-029</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.                            |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz y de texto con el texto reconocido en la escena. |
| Propósito     | Reconoce el texto en la escena.   |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.85: Caso de uso: 012

| CU-012        |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Reconocer color.  |
| Identificador | 012.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-031</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.  |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz y de texto con el color predominante de la parte central de la escena. |
| Propósito     | Reconoce el color en la escena.   |

Tabla 9.86: Caso de uso: 013

| CU-013        |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Reconocer nivel de luz.   |
| Identificador | 013.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-030</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Reconocimiento”.                                    |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz y de texto con la cantidad de iluminosidad de la escena. |
| Propósito     | Reconoce el nivel de luz de la escena.  |

### 9.3. MODELADO DE CASOS DE USO

---

Tabla 9.87: Caso de uso: 014

| <b>CU-014</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Conocer nivel de brillo.                                       |
| Identificador | 014.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-005</a> .                                      |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.                |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz con el nivel de brillo configurado. |
| Propósito     | Conocer el nivel de brillo configurado.                        |

Tabla 9.88: Caso de uso: 015

| <b>CU-015</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Subir nivel de brillo.                              |
| Identificador | 015.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-006</a> .                           |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.     |
| Poscondición  | El nivel del brillo de la pantalla se sube un 10 %. |
| Propósito     | Sube el nivel de brillo un 10 %.                    |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.89: Caso de uso: 016

| <b>CU-016</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Bajar nivel de brillo.                                |
| Identificador | 016.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-007</a> .                             |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.       |
| Poscondición  | El nivel del brillo de la pantalla se reduce un 10 %. |
| Propósito     | Baja el nivel de brillo un 10 %.                      |

Tabla 9.90: Caso de uso: 017

| <b>CU-017</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Conocer nivel de volumen.                                       |
| Identificador | 017.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-008</a> .                                       |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.                 |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz con el nivel de volumen configurado. |
| Propósito     | Conocer el nivel de volumen configurado.                        |

### **9.3. MODELADO DE CASOS DE USO**

---

Tabla 9.91: Caso de uso: 018

| <b>CU-018</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Subir nivel de volumen.                         |
| Identificador | 018.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-009</a> .                       |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”. |
| Poscondición  | El nivel de volumen se sube en una unidad.      |
| Propósito     | Sube el nivel de volumen en una unidad.         |

Tabla 9.92: Caso de uso: 019

| <b>CU-019</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Bajar nivel de volumen.                         |
| Identificador | 019.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-010</a> .                       |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”. |
| Poscondición  | El nivel de volumen se reduce en una unidad.    |
| Propósito     | Baja el nivel de volumen en una unidad.         |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.93: Caso de uso: 020

| CU-020        |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Conocer si se están mostrando iconos.  |
| Identificador | 020.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-011</a> .  |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.  |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz informando de si los iconos se encuentran sustituidos por su etiqueta o no. |
| Propósito     | Conocer si los iconos se encuentran sustituidos por su etiqueta textual.                               |

Tabla 9.94: Caso de uso: 021

| CU-021        |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Mostrar textos.   |
| Identificador | 021.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-013</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.                     |
| Poscondición  | Activa la sustitución de los iconos por su etiqueta.                |
| Propósito     | Activa la visualización de las etiquetas de iconos sustituyéndolos. |

### 9.3. MODELADO DE CASOS DE USO

---

Tabla 9.95: Caso de uso: 022

| <b>CU-022</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Mostrar iconos.                                 |
| Identificador | 022.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-012</a> .                       |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”. |
| Poscondición  | Activa el mostrado de iconos.                   |
| Propósito     | Activa la visualización de iconos.              |

Tabla 9.96: Caso de uso: 023

| <b>CU-023</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Conocer si están activadas las animaciones.                                       |
| Identificador | 023.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-014</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.                                   |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz informando de si las animaciones están activadas o no. |
| Propósito     | Conocer si las animaciones se encuentran activadas.                               |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.97: Caso de uso: 024

| CU-024        |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Desactivar las animaciones                                    |
| Identificador | 024.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-016.</a>                                      |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.               |
| Poscondición  | Desactiva las animaciones.                                    |
| Propósito     | Desactivar las animaciones de los elementos de la aplicación. |

Tabla 9.98: Caso de uso: 025

| CU-025        |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Activar las animaciones.                                   |
| Identificador | 025.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-015.</a>                                   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.            |
| Poscondición  | Activa las animaciones.                                    |
| Propósito     | Activar las animaciones de los elementos de la aplicación. |

### 9.3. MODELADO DE CASOS DE USO

---

Tabla 9.99: Caso de uso: 026

| <b>CU-026</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Conocer si el modo desarrollador está activado.   |
| Identificador | 026.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-017</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración” .  |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz informando de si está activado, o no, el modo desarrollador. |
| Propósito     | Conocer si el modo desarrollador se encuentra activado.                                 |

Tabla 9.100: Caso de uso: 027

| <b>CU-027</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Desactivar el modo desarrollador                 |
| Identificador | 027.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-019</a> .                        |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración” . |
| Poscondición  | Desactiva el modo desarrollador.                 |
| Propósito     | Desactivar el modo desarrollador.                |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.101: Caso de uso: 028

| <b>CU-028</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Activar el modo desarrollador.                  |
| Identificador | 028.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-018</a> .                       |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”. |
| Poscondición  | Activa el modo desarrollador.                   |
| Propósito     | Activar el modo desarrollador.                  |

Tabla 9.102: Caso de uso: 029

| <b>CU-029</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Conocer la cámara que se activa por defecto.  |
| Identificador | 029.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-020</a> .   |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.   |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz informando de cuál es la cámara configurada como predeterminada. |
| Propósito     | Conocer cual es la cámara que está configurada como predeterminada.                         |

### **9.3. MODELADO DE CASOS DE USO**

---

Tabla 9.103: Caso de uso: 030

| <b>CU-030</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Seleccionar cámara frontal como predeterminada.    |
| Identificador | 030.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-021</a> .                          |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.    |
| Poscondición  | Selecciona la cámara frontal como predeterminada.  |
| Propósito     | Seleccionar la cámara frontal como predeterminada. |

Tabla 9.104: Caso de uso: 031

| <b>CU-031</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Seleccionar cámara trasera como predeterminada.    |
| Identificador | 031.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-022</a> .                          |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.    |
| Poscondición  | Selecciona la cámara trasera como predeterminada.  |
| Propósito     | Seleccionar la cámara trasera como predeterminada. |

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

Tabla 9.105: Caso de uso: 032

| <b>CU-032</b> |  |
|---------------|--|
| Nombre        | Conocer tema seleccionado.                                   |
| Identificador | 032.   |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-023</a> .                                    |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.              |
| Poscondición  | Devuelve un mensaje de voz informando del tema seleccionado. |
| Propósito     | Conocer el tema seleccionado para la aplicación.             |

Tabla 9.106: Caso de uso: 033

| <b>CU-033</b> |   |
|---------------|---|
| Nombre        | Seleccionar un tema.  |
| Identificador | 033.  |
| Referencias   | <a href="#">FRQ-024</a> .                                       |
| Precondición  | Estar situado en la ventana de “Configuración”.                 |
| Poscondición  | Un tema es seleccionado, de los que se encuentran configurados. |
| Propósito     | Selecciona un tema para la aplicación.                          |

## 9.3. MODELADO DE CASOS DE USO

---

### 9.3.3. Diagramas de casos de uso

Al agrupar los casos de uso en función de sus precondiciones, se obtienen los diagramas mostrados en las figuras 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4.

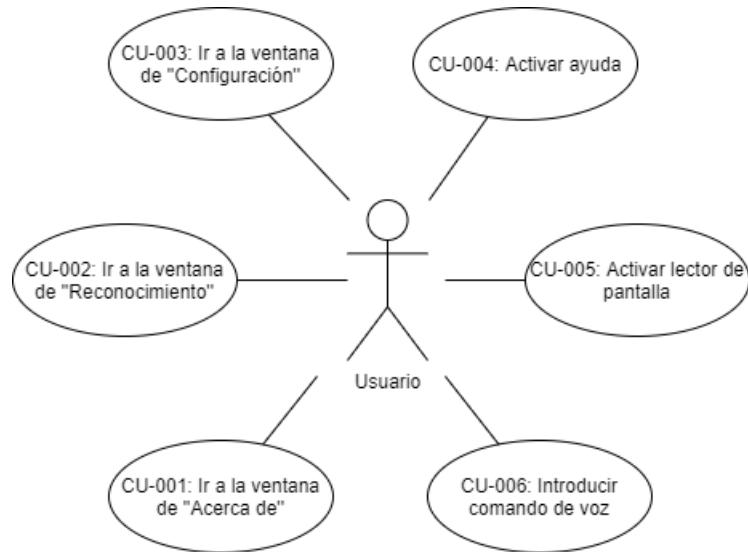


Figura 9.1: Diagrama de casos de uso, ámbito general

## CAPÍTULO 9. ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE REQUISITOS

---

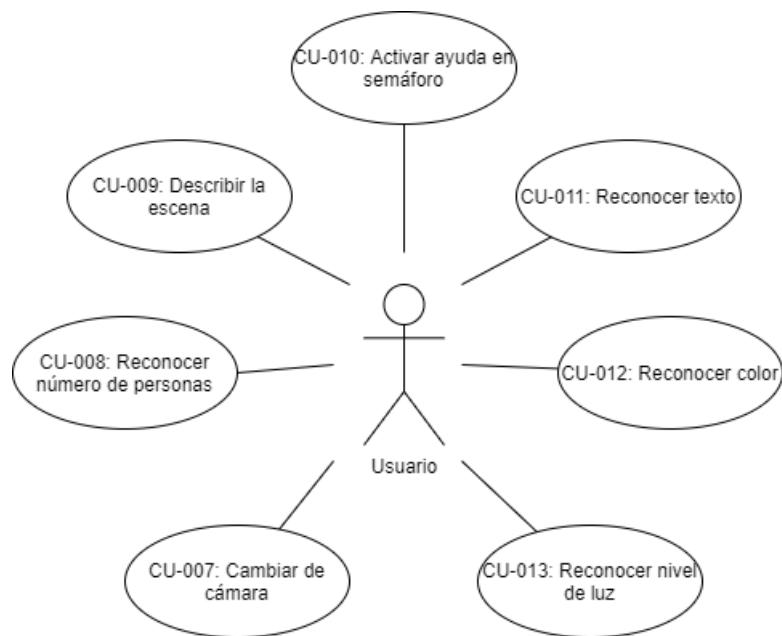


Figura 9.2: Diagrama de casos de uso, ámbito reconocimiento

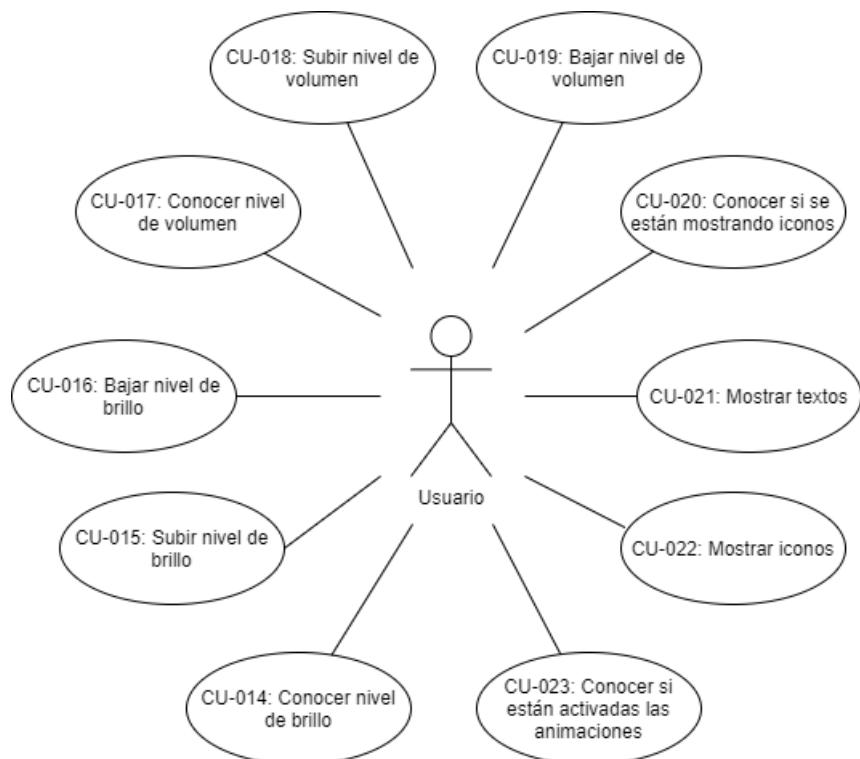


Figura 9.3: Diagrama de casos de uso, ámbito configuración, parte 1

### 9.3. MODELADO DE CASOS DE USO

---

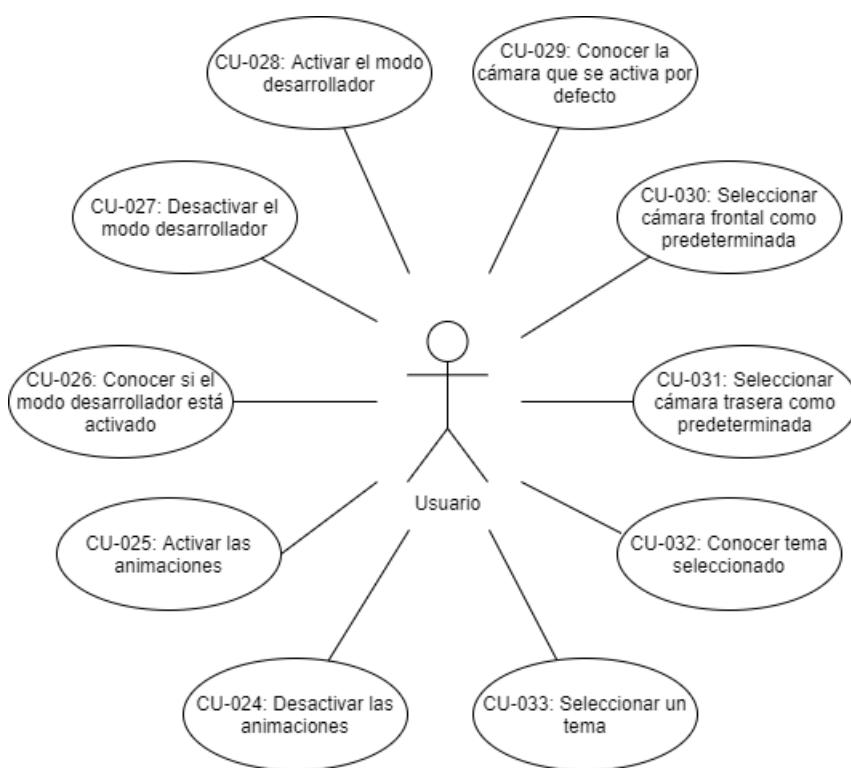


Figura 9.4: Diagrama de casos de uso, ámbito configuración, parte 2



# Capítulo 10

## Diseño

En este apartado se van a detallar todas las decisiones de diseño tomadas en orden cronológico. El índice de este capítulo es el siguiente:

1. **Interfaz gráfica** [10.1]. Primer apartado donde se define el aspecto visual de la aplicación.
2. **Comportamiento** [10.2]. Apartado donde se diseña el aspecto funcional de la aplicación por completo.
3. **Diseño de clases** [10.3]. Apartado donde se diseñan las clases que se implementarán y la forma de interconectarse.
4. **Recursos generados** [10.4]. Última sección del diseño, donde se decide una representación icónica para la aplicación.

## 10.1. Interfaz gráfica

El principal objetivo de una interfaz gráfica, o interfaz de usuario, es el optimizar la comunicación entre el usuario y un producto software, ofreciendo una capa de abstracción con la que manejar el comportamiento del producto en cuestión. En este proyecto prima un manejo del comportamiento de la aplicación efectivo, frente a una interfaz con elementos variados y flujos de desplazamiento entre ventanas atractivos.

### 10.1.1. Ventanas

Para la creación del diseño de las ventanas, se ha usado el mockup gratuito obtenido de la web de MockUpNest [29], la cual nos permite descargar distintos mockups de forma gratuita. Un *mockup* es un modelo visual del producto a construir, con el objetivo de presentarlo. En este caso se ha utilizado el mockup del Samsung Galaxy S9 [28].

Todas las ventanas se encuentran formadas por tres partes bien diferenciadas: una barra superior, una ventana central y una barra inferior, tal y como se muestra en la figura 10.1.

El aspecto visual de las distintas ventanas se detalla en las figuras 10.2 (“Acerca de”), 10.3 (“Reconocimiento”) y 10.4 (“Configuración”).

---

## 10.1. INTERFAZ GRÁFICA

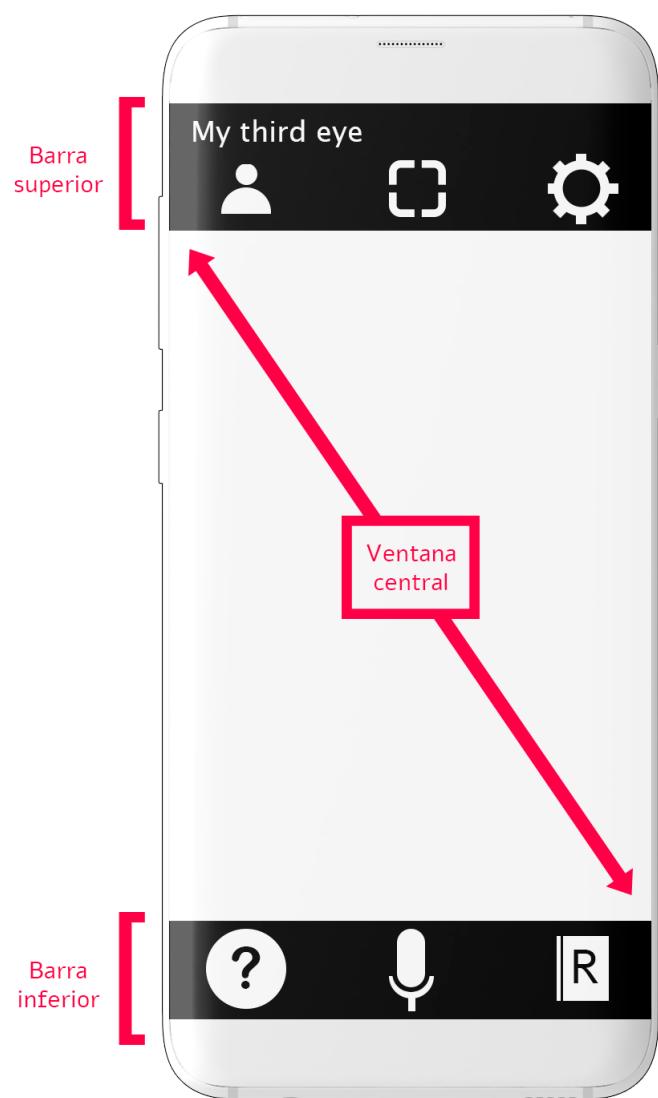


Figura 10.1: Distribución de elementos en pantalla

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---



Figura 10.2: Ventana: *Acerca de*

---

## 10.1. INTERFAZ GRÁFICA

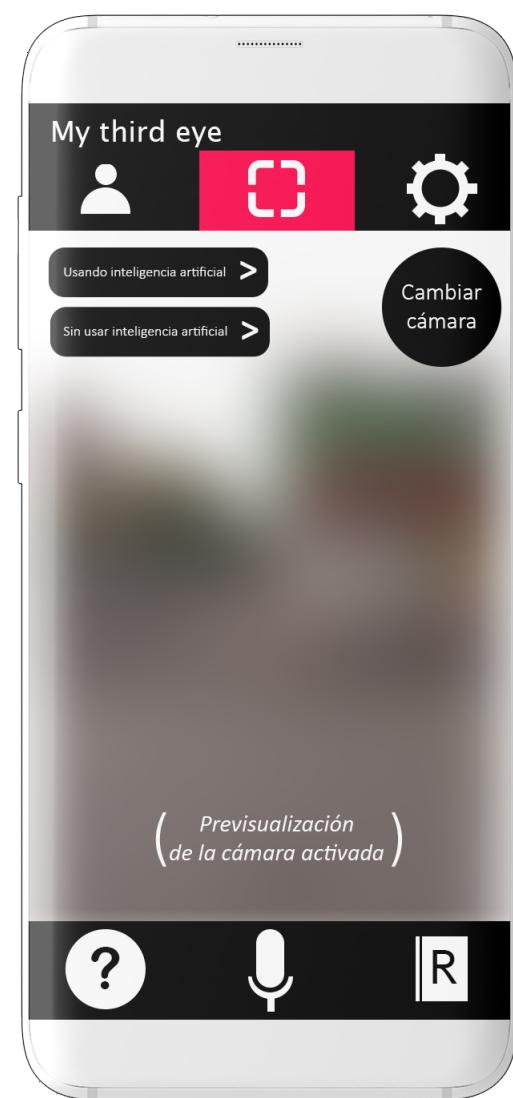


Figura 10.3: Ventana: *Reconocimiento*



Figura 10.4: Ventana: *Configuración*

### 10.1.2. Paletas de colores

Las paletas de colores deben estar formadas por cuatro colores, para poder asegurar una diferenciación entre los distintos elementos de la pantalla. Se encuentran descritos como colores primario, secundario, terciario y cuaternario. Se encuentran definidas teniendo en cuenta el nivel de contraste entre los distintos colores.

#### 10.1.2.1. Contraste

Los distintos colores de una misma paleta de color deben cumplir los estándares designados en WCAG 2 niveles AAA y AA. Accediendo al enlace web de *Webaim* [47], se observa que el nivel AAA establece que se requiere, para texto de tamaño normal, un nivel de contraste de al menos **7:1**, mientras que el nivel AA, requiere que el nivel de contraste en ese caso sea de **4.5:1**, como mínimo.

Se definen, por lo tanto, unas restricciones de contraste que relacionan los distintos elementos de una paleta de color. Se muestran en la tabla 10.1.

Tabla 10.1: Restricciones en paleta de color

| Relación entre elementos | Nivel de contraste |
|--------------------------|--------------------|
| Primario ↔ Secundario    | $\geq 7$           |
| Secundario ↔ Terciario   | $\geq 4.5$         |
| Secundario ↔ Cuaternario | $\geq 4.5$         |
| Terciario ↔ Cuaternario  | $\geq 4.5$         |

Para obtener el nivel de contraste entre dos colores y así construir las paletas de colores a usar, se ha usado la página web de *Contrast-ratio* [11].

### 10.1.2.2. Paletas de colores seleccionadas

Se generan tres paletas de colores distintas: clara, oscura y variada. Teniendo presente el objetivo de tener una capacidad de adaptación adecuada a las necesidades del usuario. Se detallan a continuación:

1. **Paleta de color: *Clara*.** Su composición se detalla en la tabla 10.2 y la justificación de los niveles de contraste se puede observar en la tabla 10.3.

Tabla 10.2: Paleta de color: *Clara*

|             | Color | Rgb           | Hex     | Hsl           |
|-------------|-------|---------------|---------|---------------|
| Primario    |       | (0,0,0)       | #000000 | (0,0 %,0 %)   |
| Secundario  |       | (255,255,255) | #FFFFFF | (0,0 %,100 %) |
| Terciario   |       | (4,4,4)       | #040404 | (0,0 %,2 %)   |
| Cuaternario |       | (118,118,118) | #767676 | (0,0 %,46 %)  |

Tabla 10.3: Justificación de contrastes, paleta de color: *clara*

|   |  | 1    | 2 | 3    | 4    |
|---|--|------|---|------|------|
| 1 |  | 1    |   | 1.02 | 4.62 |
| 2 |  |      | 1 |      | 4.54 |
| 3 |  | 1.02 |   | 1    |      |
| 4 |  | 4.62 |   |      | 1    |

## 10.1. INTERFAZ GRÁFICA

---

2. **Paleta de color: *Oscura*.** Su composición se detalla en la tabla 10.4 y la justificación de los niveles de contraste se puede observar en la tabla 10.5.

Tabla 10.4: Paleta de color: *Oscura*

|             | Color   | Rgb           | Hex     | Hsl           |
|-------------|---|---------------|---------|---------------|
| Primario    |   | (255,255,255) | #FFFFFF | (0,0 %,100 %) |
| Secundario  |  | (0,0,0)       | #000000 | (0,0 %,0 %)   |
| Terciario   |   | (254,254,254) | #FEFEFE | (0,0 %,100 %) |
| Cuaternario |  | (118,118,118) | #767676 | (0,0 %,46 %)  |

Tabla 10.5: Justificación de contrastes, paleta de color: *oscura*

|   | 1         | 2            | 3            | 4           |
|---|-----------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 1         | <b>21</b>    | 1            | 4.54        |
| 2 | <b>21</b> | 1            | <b>20.82</b> | <b>4.62</b> |
| 3 | 1         | <b>20.82</b> | 1            | <b>4.5</b>  |
| 4 | 4.54      | <b>4.62</b>  | <b>4.5</b>   | 1           |

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

3. **Paleta de color: *Variada*.** Su composición se detalla en la tabla 10.6 y la justificación de los niveles de contraste se puede observar en la tabla 10.7.

Tabla 10.6: Paleta de color: *Variada*

|             | Color | Rgb           | Hex     | Hsl              |
|-------------|-------|---------------|---------|------------------|
| Primario    |       | (144,12,63)   | #900C3F | (337,85 %,31 %)  |
| Secundario  |       | (255,253,239) | #FFFDEF | (53,100 %,97 %)  |
| Terciario   |       | (4,0,0)       | #040000 | (0,100 %,1 %)    |
| Cuaternario |       | (203,0,216)   | #CB00D8 | (296,100 %,42 %) |

Tabla 10.7: Justificación de contrastes, paleta de color: *variada*

|   | 1    | 2     | 3     | 4    |
|---|------|-------|-------|------|
| 1 |      |       |       |      |
| 2 | 1    | 8.89  | 2.29  | 1.96 |
| 3 | 8.89 | 1     | 20.44 | 4.53 |
| 4 | 2.29 | 20.44 | 1     | 4.5  |
|   | 1.96 | 4.53  | 4.5   | 1    |

## 10.2. Comportamiento

El comportamiento de la aplicación se puede describir en los siguientes elementos:

- Mapa de navegación [10.2.1].
- Barra superior [10.2.2].
- Barra inferior [10.2.3].
- Ventana: *Acerca de* [10.2.4].
- Ventana: *Reconocimiento* [10.2.5].
- Ventana: *Configuración* [10.2.6].
- Mensajes *toast* [10.2.7].
- Pantalla de carga entre elementos [10.2.8].
- Comandos de voz [10.2.9].

### 10.2.1. Mapa de navegación

El mapa de navegación debe ser sencillo y simétrico, para que no se convierta en una dificultad añadida a los usuarios. La única forma posible de moverse entre ventanas es usando la barra superior [10.2.2], o mediante el uso de comandos de voz [10.2.3].

Quedándose definido el mapa de navegación tal y como se muestra en la figura 10.5. Permitiendo al usuario desplazarse a cualquier ventana, en cualquier momento y de la misma forma.

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

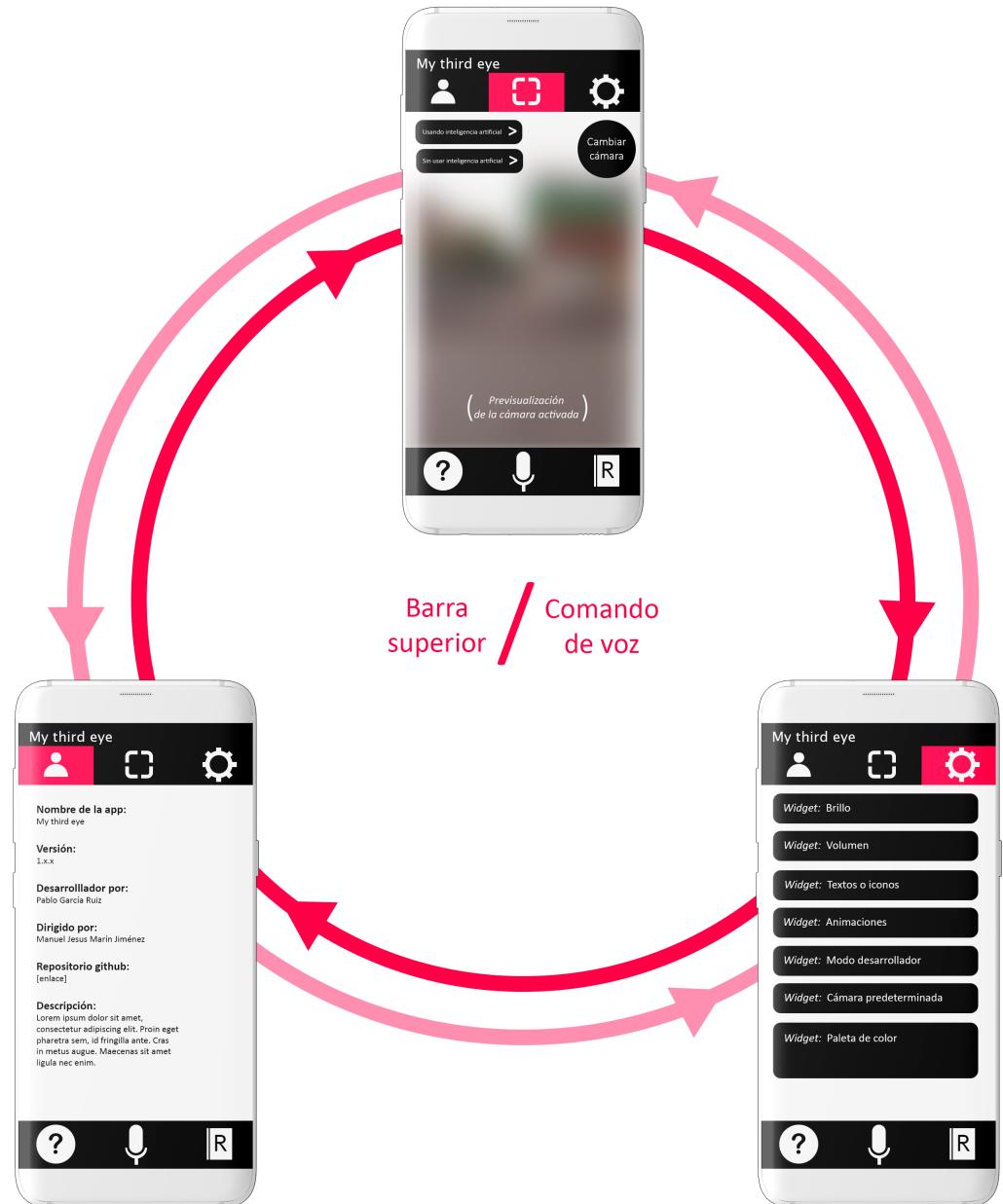


Figura 10.5: Mapa de navegación

### 10.2.2. Barra superior

La barra superior debe ser usada de forma exclusiva para el desplazamiento entre ventanas. Se conforma como una agrupación de tres botones, quedándose asignado cada uno al desplazamiento de una ventana en concreto. Debe quedar reflejado, de alguna forma visual, en que ventana se encuentra el usuario en todo momento.

Una descripción gráfica de este elemento de la pantalla se puede observar en la figura 10.6.

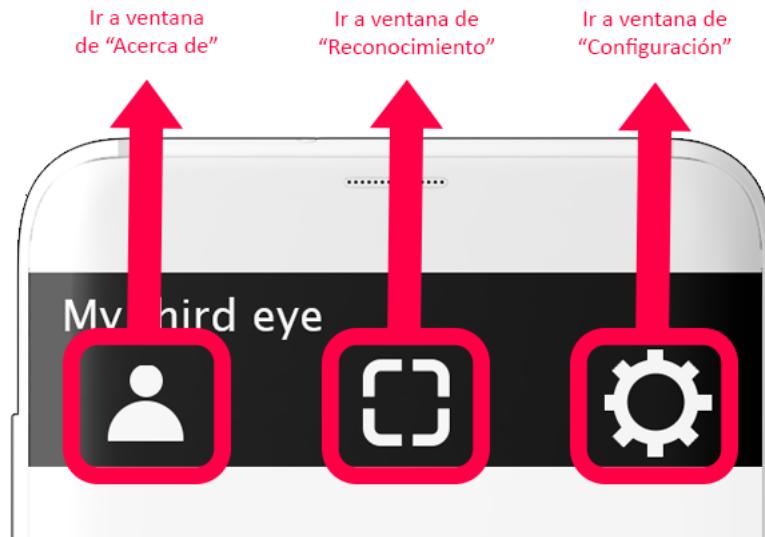


Figura 10.6: Diseño, Barra superior

### 10.2.3. Barra inferior

La barra inferior debe quedar destinada al uso de funciones de soporte y de la función de micrófono. Por requisito de accesibilidad, se deja situada la función de micrófono en el centro, y con un ancho superior al de las funciones de soporte.

Además, todas las funciones asociadas agrupados en la barra inferior, deberán

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

ser pulsados una única vez. En el caso de la ayuda y el lector de pantalla, al ser pulsados transmitirán mediante el uso del sonido toda la información correspondiente. En el caso del micrófono, cuando éste sea accionado, se iniciará un proceso de escucha que finalizará automáticamente ateniéndose a dos condiciones:

- Despues de un breve periodo de tiempo de no escuchar nada.
- Al haber dejado de reconocer nada después de haber reconocido por algo de tiempo.

Los comandos de voz reconocidos por esta funcionalidad se muestran en el apartado [10.2.9](#), después de haber definido el comportamiento del resto de los elementos.

Una descripción gráfica de la barra inferior se puede observar en la figura [10.7](#).

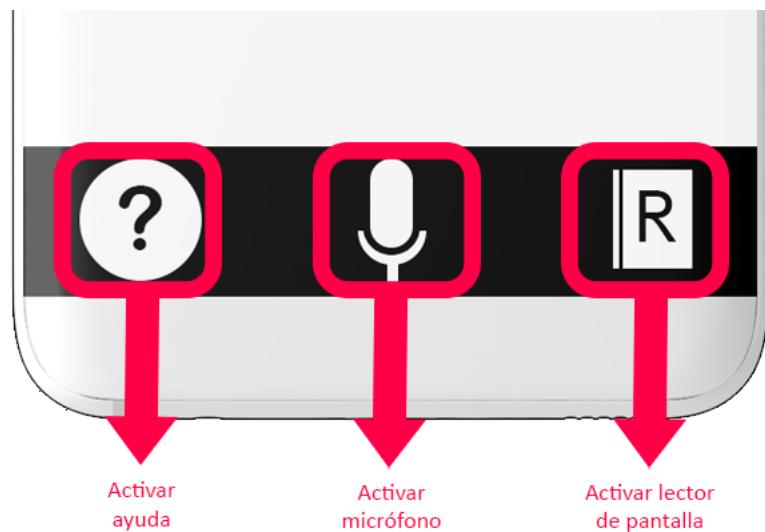


Figura 10.7: Diseño, Barra inferior

### 10.2.4. Ventana: *Acerca de*

La ventana de “Acerca de” no tiene ningún comportamiento particular, además de contener la información descrita en la figura 10.2.4 anteriormente mostrada. El único aspecto distintivo sería que se va a permitir leer la información desplazándose en el eje vertical, aportando una característica de diseño responsivo o *responsive design*.

### 10.2.5. Ventana: *Reconocimiento*

La ventana de reconocimiento debe albergar la posibilidad de:

- Previsualizar el contenido recogido usando la cámara.
- Cambiar de cámara.
- Activar el reconocimiento del número de personas.
- Activar la descripción de escena.
- Activar la ayuda en semáforo.
- Activar el reconocimiento de texto.
- Activar el reconocimiento de color.
- Activar el reconocimiento del nivel de luz.

Para ello, se deja la previsualización en el plano de fondo y siempre visible y constante. Y el resto de funcionalidades se encontrarán asociadas a un botón cada una de ellas. Debido al espacio que ocuparía en pantalla todos los botones juntos, se asocian en dos grupos distintos:

- Usando inteligencia artificial.
- Sin usar inteligencia artificial.

Cada grupo irá asociado a un botón que permite desplegar y plegar una lista con los botones de las funcionalidades asociadas a dicho grupo. Lo

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

que se observaría al desplegar al pulsar sobre el botón del grupo “Usando inteligencia artificial” se describe en la figura 10.8. Por el contrario, lo que se observaría al pulsar sobre el botón del grupo “Sin usar inteligencia artificial” se describe en la figura 10.9.



Figura 10.8: Desplegable *Usando inteligencia artificial*

## 10.2. COMPORTAMIENTO

---

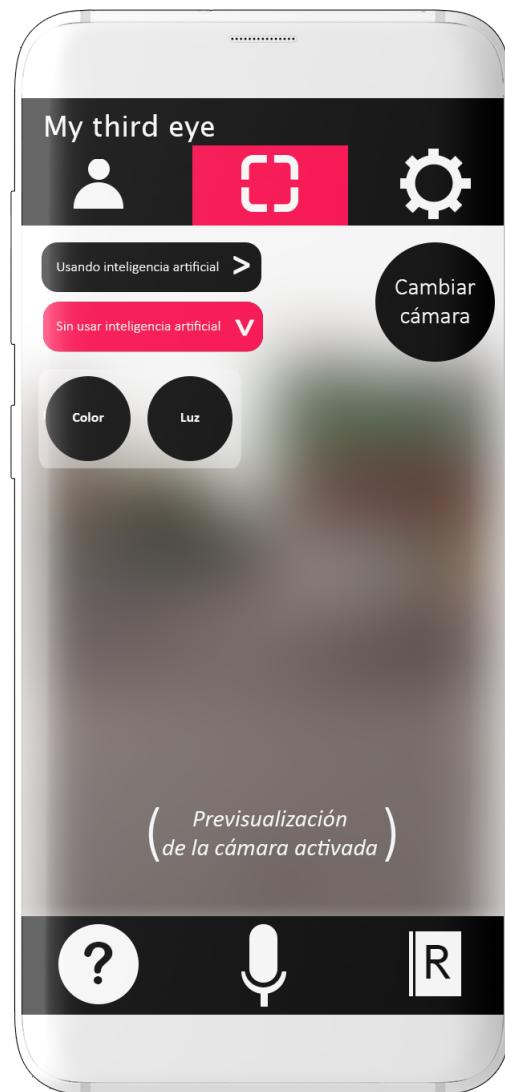


Figura 10.9: Desplegable *Sin usar inteligencia artificial*

A continuación se describe el comportamiento deseado para cada funcionalidad por separado.

### 10.2.5.1. Cambiar cámara

Cambiará la cámara que se está usando en ese momento, provocando que la previsualización se traslade al de la nueva cámara activada.

#### 10.2.5.2. Número de personas

Para esta funcionalidad se desea que se reconozca rápidamente el número de personas que aparecen en la escena, promoviendo las personas detectadas correctas, o dicho de otro modo, los reconocimientos *true positives*. Para eso se desea utilizar un detector de rostros que tenga una alta fiabilidad en ese aspecto. Se retornará el resultado usando una cadena de texto transformada en sonido, junto con su contenido textual dentro de un mensaje de tipo *toast*. Si se tiene activado el modo desarrollador, se trazarán las *bounding boxes* de los rostros conocidos en pantalla durante un pequeño periodo de tiempo. Además, se mostrarán detalles extras en el mensaje de tipo *toast* utilizado.

#### 10.2.5.3. Descripción de escena

Para esta funcionalidad se desea que se reconozca una cantidad variada de objetos dentro de la escena. Para ello se quiere utilizar, si es posible, el modelo `ssd_mobilenet_v3_small_coco` [39]. Como resultado se debe indicar con sonido los objetos detectados, y de forma visual se debe realizar uso de un mensaje de tipo *toast* que indique los objetos detectados. Los tipos de objetos que puede detectar dicho modelo se describen en la tabla 10.8. Además, es deseable que se pueda discretizar entre dos valores de *threshold* distintos, debido a que habrá casos donde sea beneficioso especificar si es más o menos probable que se haya detectado un objeto.

Por último, si se tiene activado el modo desarrollador, se deben trazar las *bounding boxes* de los objetos reconocidos, junto con un aumento de la información textual contenida dentro del mensaje de tipo *toast* mostrado.

#### 10.2.5.4. Ayuda en semáforo

En este caso se desea poder reconocer los pasos de cebra junto con los semáforos. Estableciendo tres pasos jerarquizados de la siguiente forma:

## 10.2. COMPORTAMIENTO

---

Tabla 10.8: Objetos contemplados en descripción de escena

| Objetos contemplados  |
|---|
| Persona, bicicleta, coche, motocicleta, avión, autobús, tren, camión, barco, semáforo, boca de incendios, señal de stop, parquímetro, banco, pájaro, gato, perro, caballo, oveja, vaca, elefante, oso, zebra, jirafa, mochila, paraguas, bolso, corbata, traje, frisbee, esquí, snowboard, balón deportivo, cometa, bate de béisbol, guante de béisbol, monopatín, tabla de surf, raqueta de tennis, botella, copa de vino, gorra, tenedor, cuchillo, cuchara, cuenco, plátano, manzana, sandwich, naranja, brócoli, zanahora, Perrito caliente, pizza, donut, tarta, silla, sofá, planta de maceta, cama, mesa de comedor, retrete, televisión, portátil, ratón, remoto, teclado, teléfono móvil, microondas, horno, tostadora, fregadero, frigorífico, libro, reloj, jarrón, tijeras, osito de peluche, secador de pelo y cepillo de dientes. |

[Paso\_1] Primero, se intenta reconocer si existe algún paso de cebra.

1.a) Si se ha reconocido un paso de cebra, se prosigue con el reconocimiento.

[Paso\_2] Una vez encontrado un paso de cebra. Se busca si existe algún semáforo en la escena.

2.a) Si se ha encontrado un semáforo se prosigue con el reconocimiento.

[Paso\_3] Se busca el estado del semáforo.

3.a) Si el semáforo se encuentra en verde, se le indica al usuario que puede proseguir.

3.b) En caso contrario, se le indica que no puede pasar.

- 2.b) Si no, se le indica al usuario que se ha encontrado un paso de cebra pero ningún semáforo, terminando aquí el reconocimiento.
- 1.b) Si no, se le indica al usuario que no se ha reconocido ningún paso de cebra, terminando aquí el reconocimiento.

Para los pasos número 1 y 3 se desea usar un modelo de inteligencia artificial que posibilite el reconocimiento. En caso de no encontrarse uno válido, se creará. Por el contrario, para el paso número 2, se va a usar el mismo modelo utilizado en la descripción de escena.

Como resultado se le indicará al usuario lo reconocido por sonido y de forma visual mediante un mensaje de tipo *toast*.

Si se tiene activado el modo desarrollador, se mostrará información extra dentro del mensaje de tipo *toast*.

#### **10.2.5.5. Reconocimiento de texto**

Siendo un caso similar a la funcionalidad del reconocimiento del número de personas, se desea una detección rápida pero fiable en valores del tipo *true positives*. Para ello se usará un detector de texto que lo posibilite. Se deseará además, reconocer todo el texto que pueda captar la cámara, sin seleccionar una zona concreta de la pantalla.

Como resultado se le indicará al usuario el texto reconocido mediante el uso del sonido junto con su representación textual dentro de un mensaje de tipo *toast*.

Si se tiene activado el modo desarrollador, se mostrará información extra dentro del mensaje de tipo *toast* utilizado.

### 10.2.5.6. Reconocimiento de color

Para reconocer el color, se desea reconocer el color predominante de la zona central de la pantalla, tal y como se observa en la figura 10.10.



Figura 10.10: Zona de reconocimiento del color predominante

Para determinar cual es el color reconocido se usará el código HSV discretizando entre sus valores H, S y V. Una representación del código HSV se encuentra descrito en la figura 10.11.

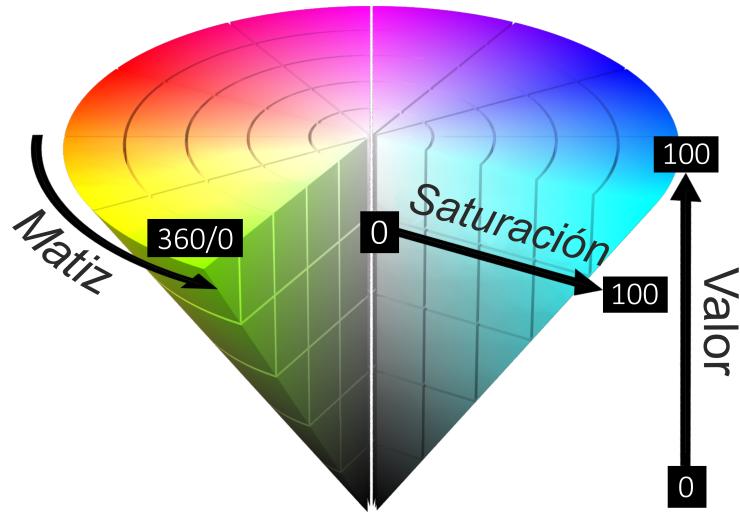


Figura 10.11: Código HSV. Modificación de la imagen obtenida en la fuente [\[48\]](#)

Una vez se tengan los valores H, S y V, se discretizaría siguiendo los rangos definidos en las tablas 10.9 y 10.10.

## 10.2. COMPORTAMIENTO

---

Tabla 10.9: Discretización del color, parte 1

| $S < 25$           |                 |
|--------------------|-----------------|
| $0 \leq V < 25$    | Negro           |
| $25 \leq V < 50$   | Gris oscuro     |
| $50 \leq V < 75$   | Gris claro      |
| $V \geq 75$        | Blanco          |
| $S \geq 25$        |                 |
| $0 \leq H < 30$    |                 |
| $V < threshold_v$  | Rojo oscuro     |
| $S < threshold_s$  | Rojo claro      |
| Otro caso          | Rojo            |
| $30 \leq H < 90$   |                 |
| $V < threshold_v$  | Amarillo oscuro |
| $S < threshold_s$  | Amarillo claro  |
| Otro caso          | Amarillo        |
| $90 \leq H < 150$  |                 |
| $V < threshold_v$  | Verde oscuro    |
| $S < threshold_s$  | Verde claro     |
| Otro caso          | Verde           |
| $150 \leq H < 210$ |                 |
| $V < threshold_v$  | Cian oscuro     |
| $S < threshold_s$  | Cian claro      |
| Otro caso          | Cian            |

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

Tabla 10.10: Discretización del color, parte 2

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| $S \geq 25$        |               |
| $210 \leq H < 270$ |               |
| $V < threshold_v$  | Azul oscuro   |
| $S < threshold_s$  | Azul claro    |
| Otro caso          | Azul          |
| $270 \leq H < 300$ |               |
| $V < threshold_v$  | Morado oscuro |
| $S < threshold_s$  | Morado claro  |
| Otro caso          | Morado        |
| $300 \leq H < 330$ |               |
| $V < threshold_v$  | Rosa oscuro   |
| $S < threshold_s$  | Rosa claro    |
| Otro caso          | Rosa          |
| $330 \leq H < 360$ |               |
| $V < threshold_v$  | Rojo oscuro   |
| $S < threshold_s$  | Rojo claro    |
| Otro caso          | Rojo          |

Una vez obtenido el color, se informaría al usuario mediante el sonido y un mensaje tipo *toast*. Si se encuentra activado el modo desarrollador, se mostrará información adicional dentro del mensaje tipo *toast* junto con un recuadro que marque la zona central de la pantalla, durante un pequeño periodo de tiempo.

### 10.2.5.7. Reconocimiento del nivel de luz

En el caso concreto del nivel de luz, se desea usar el sensor de luz del dispositivo. Una vez obtenido el valor de *lux* correspondiente, se discretizaría haciendo uso de distintos rangos. Permitiendo así, distinguir entre distintas zonas, tal y como se indica en la tabla 10.11.

Tabla 10.11: Discretización del valor de *lux*

| Valor de lux              | Estancia                          |
|---------------------------|-----------------------------------|
| $lux == 0$                | Estancia en plena oscuridad       |
| $0 < lux < 25$            | Estancia muy poco iluminada       |
| $25 \leqslant lux < 50$   | Estancia poco iluminada           |
| $50 \leqslant lux < 150$  | Estancia iluminada                |
| $150 \leqslant lux < 350$ | Estancia muy iluminada            |
| $lux > 350$               | Estancia extremadamente iluminada |

En caso de no detectarse dicho sensor en el dispositivo, se le indicaría al usuario el correspondiente mensaje de error.

Como resultado de esta funcionalidad, se le indicaría al usuario, de forma sonora y mediante un mensaje de tipo *toast*, la iluminosidad de la estancia en la que se encuentra.

Si se encuentra activado el modo desarrollador, se mostraría información adicional dentro del mensaje de tipo *toast*.

### 10.2.6. Ventana: *Configuración*

La ventana de configuración va a tener, además de sus funcionalidades de configuración, la característica responsiva que tenía la ventana de “Acerca de”, que permitía una navegación sobre el eje vertical si así se requiriese para poder mostrar todos los elementos en un rango más amplio de dispositivos.

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

Las funcionalidades, que afectan a la configuración de la aplicación, se van a disponer en formato de lista, donde cada elemento va a permitir configurar un aspecto concreto.

Dependiendo del elemento a configurar se va a usar un *widget* distinto:

- Para configurar el brillo se va a hacer uso de un deslizador o *slider*.
- Para configurar el volumen se va a hacer uso de un deslizador o *slider*.
- Para configurar si se desea mostrar iconos o no, se va a hacer uso de un interruptor o *switch*.
- Para configurar si se desea activar las animaciones o desactivarlas, se va a hacer uso de un interruptor o *switch*.
- Para configurar si se desea activar o desactivar el modo desarrollador, se va a hacer uso de un interruptor o *switch*.
- Para configurar que cámara usar de forma predeterminada, se va a hacer uso de un interruptor o *switch*.
- Para configurar la paleta de color seleccionada, se va a hacer uso de una lista donde solo se puede seleccionar un elemento a la vez.

Como último aspecto a destacar, es que toda configuración se va a almacenar dentro del dispositivo para futuras sesiones de uso de la aplicación. Cargándose la configuración de la anterior sesión como preferencias al iniciarse la aplicación.

### 10.2.7. Mensajes *toast*

Los mensajes de tipo *toast* son mensajes que se muestran, generalmente, en un plano superior al resto de elementos, y durante un tiempo breve.

Si las animaciones se encuentran activadas debe tener algún tipo de animación al aparecer y/o desaparecer.

## 10.2. COMPORTAMIENTO

---

El tiempo en pantalla de estos mensajes deberá ir determinado por el número de palabras que se leen de media por minuto en español. Según el artículo [19] que investiga sobre el número de palabras leídas por un adulto en un minuto, se detalla que en español, la media de palabras leídas por minuto es de 278. Debido a que se quiere tener una aplicación accesible, se supondrá que se leen menos de la mitad de esa cifra. Quedándose en una cifra de 125 palabras por minuto.

### 10.2.8. Pantalla de carga entre elementos

Para la pantalla de carga de elementos particulares, se debe tener una pantalla común. Se debe tener en cuenta dos opciones:

- Una opción animada si se tienen las animaciones activadas.
- En caso contrario, una modalidad estática donde se muestre textualmente que se está cargando un elemento.

Según las pruebas realizadas, se necesitará, como mínimo, a la hora de inicializar la cámara.

### 10.2.9. Comandos de voz

Los comandos de voz que deben ser creados, deben contener todas las acciones que un usuario puede realizar dentro de la aplicación.

Se dividen así, en cuatro categorías:

1. Comandos de voz que se puedan ejecutar en cualquier ventana.
2. Comandos de voz ejecutables de forma exclusiva desde la ventana de reconocimiento.
3. Comandos de voz ejecutables de forma exclusiva desde la ventana de configuración.

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

Tabla 10.12: Comandos de voz, parte 1

| Comandos globales                        |   |
|--|---|
| Ir a acerca de                           | Desplazarse a la ventana de acerca de           |
| Ir a página principal                    | Desplazarse a la ventana de reconocimiento      |
| Ir a configuración                       | Desplazarse a la ventana de configuración       |
| Ayuda                                    | Ejecutar la ayuda                               |
| Lector de pantalla                       | Ejecutar el lector de pantalla                  |
| Comandos de la ventana de reconocimiento |   |
| Cambiar cámara                           | Cambia la cámara que se va a usar               |
| Número de personas                       | Activa el reconocimiento del número de personas |
| Descripción de escena                    | Activa el reconocimiento de distintos objetos   |
| Reconocer semáforo                       | Ofrece la ayuda en semáforo                     |
| Reconocer texto                          | Activa el reconocimiento de texto               |
| Reconocer color                          | Activa el reconocimiento de color               |
| Reconocer luz                            | Activa el reconocimiento del nivel de luz       |

No se tendrán comandos exclusivos para la ventana de “Acerca de”, debido a que ésta no tiene ninguna funcionalidad accionable específica.

La lista con todos los comandos de voz se detalla en las tablas [10.12](#) y [10.13](#).

## 10.2. COMPORTAMIENTO

---

Tabla 10.13: Comandos de voz, parte 2

| Comandos de la ventana de configuración |   |
|---|---|
| Nivel de brillo                         | Detalla el nivel de brillo configurado                  |
| Subir brillo                            | Sube el nivel de brillo un 10 %                         |
| Bajar brillo                            | Reduce el nivel de brillo un 10 %                       |
| Nivel de volumen                        | Detalla el nivel de volumen configurado                 |
| Subir volumen                           | Sube el nivel de volumen en una unidad                  |
| Bajar volumen                           | Reduce el nivel de volumen en una unidad                |
| Valor de textos o iconos                | Describe si los iconos se encuentran activados o no     |
| Ver textos                              | Sustituye los iconos por su etiqueta textual            |
| Ver iconos                              | Activa la visualización de los iconos                   |
| Valor de animaciones                    | Detalla si las animaciones se encuentran activadas o no |
| Desactivar animaciones                  | Desactiva las animaciones                               |
| Activar animaciones                     | Activa las animaciones                                  |
| Valor de modo desarrollador             | Describe si se encuentra activado el modo desarrollador |
| Desactivar modo desarrollador           | Desactiva el modo desarrollador                         |
| Activar el modo desarrollador           | Activa el modo desarrollador                            |
| Valor de la cámara predeterminada       | Describe que cámara se activa por defecto               |
| Cámara frontal como predeterminada      | Configura la cámara frontal como cámara por defecto     |
| Cámara trasera como predeterminada      | Configura la cámara trasera como cámara por defecto     |
| Conocer tema seleccionado               | Describe que tema se encuentra seleccionado             |
| Seleccionar tema oscuro                 | Selecciona el tema oscuro                               |
| Seleccionar tema claro                  | Selecciona el tema claro                                |
| Seleccionar tema variado                | Selecciona el tema variado                              |

### 10.3. Diseño de clases

Se desean crear dos clases para manejar el esqueleto de la aplicación. Dichas clases serían **MyThirdEye**, como principal dentro de la aplicación, y **recognitionScreen**, como secundaria. Debido a que se desea que se mantenga constante tanto la barra superior como la barra inferior, a lo largo de toda la aplicación, éstas se situarán dentro de la clase *MyThirdEye*.

Para la ventana “Acerca de”, debido a su simpleza, se integrará, de nuevo, dentro de la clase *MyThirdEye*. Para la ventana de “Configuración”, debido a que se encarga de modificar toda la aplicación, de nuevo se decide integrarla dentro de la clase *MyThirdEye*. Por el contrario, para la ventana de “Reconocimiento” debido a ser muy compleja, se decide situarla dentro de una clase secundaria *recognitionScreen*. A excepción de la funcionalidad de cambio de cámara, que para mantener el cambio constante durante toda la sesión de uso, es mejor colocarla dentro de la clase principal. Quedándose la distribución de las ventanas como se observa en la figura 10.12.

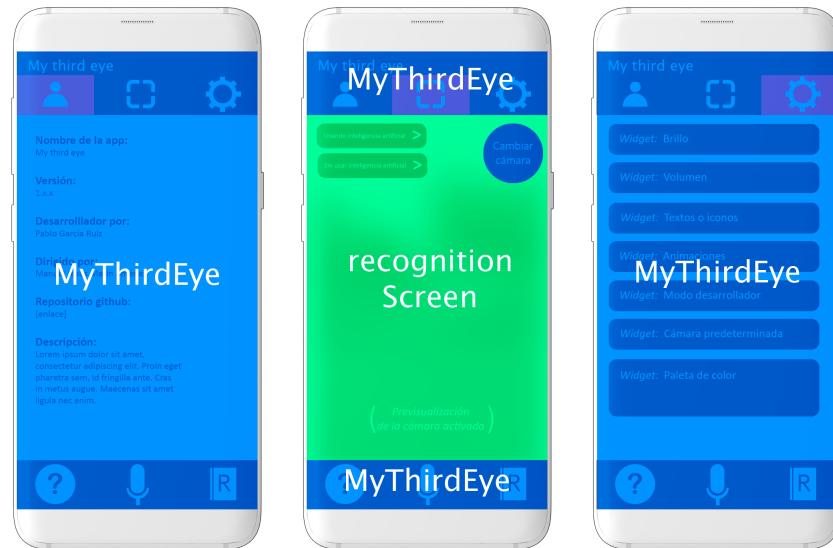


Figura 10.12: Distribución de las ventanas y esqueleto en clases

### **10.3. DISEÑO DE CLASES**

---

Estas clases deben heredar de *StatefulWidget*, una clase de Flutter que permite crear aplicaciones preparadas para hacer un refresco de la misma durante su ejecución. Debido a esto, ambas deberán sobreescribir los métodos *init()*, *dispose()* y *build()*.

Se deben crear, siempre que se vea conveniente, clases que sirvan de apoyo a las principales, mejorando la escalabilidad y sostenibilidad del software que se va a crear. Se establecen las siguientes como obligatorias de creación y uso:

- **ColourPalette.** Tiene el objetivo de manejar la información relativa a una paleta de color y a su representación virtual. El esquema definido se muestra en la tabla 10.14. Como aspecto a destacar cabe decir que el uso del método *getContainer()* sería devolver una representación visual de la paleta de color en cuestión.
- **Colour.** Clase diseñada para contener la información relativa a un color. Su estructura se muestra en la tabla 10.15.
- **BoxesPainter.** Clase destinada al dibujado de las *bounding boxes* en pantalla. Debe heredar de la clase *CustomPainter*, propia de Flutter, para crear una clase encargada de dibujar elementos de una forma más sencilla. Debido a esta herencia, deberá sobreescribir los métodos *paint()* y *shouldRepaint()*.
- **voiceControl.** Clase destinada al manejo de los mensajes de voz a reproducir por parte de la aplicación. Su estructura queda definida en la tabla 10.16. Cabe decir que gracias a la investigación que se hizo al comienzo del proyecto, se puede establecer que se va a hacer uso de una instancia de la clase *VoiceController*, propia de la librería de Flutter *flutter\_text\_to\_speech*, para reproducir los mensajes de voz.

## CAPÍTULO 10. DISEÑO

---

Tabla 10.14: Clase: ColourPalette

| ColourPalette  |
|--|
| Atributos  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <code>_name: String</code></li><li>- <code>_primary: Colour</code></li><li>- <code>_secondary: Colour</code></li><li>- <code>_terciary: Colour</code></li><li>- <code>_quaternary: Colour</code></li></ul>   |
| Métodos  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>+ <code>ColourPalette(): Constructor</code></li><li>+ <code>getPaletteName(): String</code></li><li>+ <code>getContainer(): Container</code></li><li>+ <code>getPrimaryColor(): Color</code></li><li>+ <code>getSecondaryColor(): Color</code></li><li>+ <code>getTertiaryColor(): Color</code></li><li>+ <code>getQuaternaryColor(): Color</code></li></ul> |

Tabla 10.15: Clase: Colour

| Colour  |
|---|
| Atributos   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <code>_color_code: Color</code></li></ul>   |
| Métodos   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>+ <code>ColourPalette(): Constructor</code></li><li>+ <code>getContainer(): Container</code></li><li>+ <code>getColor(): Color</code></li></ul> |

---

### 10.3. DISEÑO DE CLASES

---

Tabla 10.16: Clase: VoiceControl

| <b>VoiceControl</b> |  |
|---------------------|--|
| Atributos           |  |
| -                   | _voiceController: <i>VoiceController</i> |
| -                   | _state: <i>String</i>                    |
| Métodos             |  |
| +                   | VoiceControl(): <i>Constructor</i>       |
| +                   | playPhrase(): <i>void</i>                |
| +                   | stop(): <i>void</i>                      |
| +                   | getState(): <i>String</i>                |
| +                   | dispose(): <i>void</i>                   |

## 10.4. Recursos generados

Debido a que se desea que la aplicación tenga un ícono y una *splash screen*, o pantalla de carga, particulares que la diferencien de otras aplicaciones, se han creado desde cero. Se tiene en mente que tienen una prioridad baja, respecto al resto de características de la aplicación, por lo que deben ser suficientemente sencillos como para no suponer un coste temporal importante.

Se describe en los próximos subapartados su creación.

### 10.4.1. Ícono

El ícono de la aplicación debía identificar la aplicación, por lo tanto, se han tenido en cuenta los siguientes elementos:

- El número 3, debido a que la aplicación se llama “My third eye”, es decir, “Mi tercer ojo”.
- Debe contener un ojo, debido a que el propósito de la aplicación es ofrecer una ayuda para aquellas personas que tengan algún tipo de discapacidad visual.
- Por último, debe verse que se usa la cámara como pilar sobre el que se sustenta la ayuda que se ofrece.

El ícono creado se puede observar en la figura 10.13.



Figura 10.13: Icono de la aplicación

Para generar todos los iconos de diferentes resoluciones, necesarios para poder visualizar correctamente el ícono de la aplicación, se ha hecho uso de la web *MakeAppIcon* [26].

### 10.4.2. *Splash screen*

Se le llama *splash screen* a la pantalla de carga mostrada al iniciar la aplicación. Se ha generado una pantalla de carga simple que muestra el ícono de la aplicación en la parte central de la pantalla. Se puede observar en la figura 10.14.



Figura 10.14: Splash screen

# Capítulo 11

## Implementación

Una vez completada la fase de diseño, llega el momento de implementar la aplicación. En este capítulo se describe y detalla todo ese proceso. La implementación se puede describir en los siguientes apartados:

1. Estructura del código [11.1].
2. Archivos principales [11.2].
3. Importaciones internas [11.3].
4. Importaciones externas [11.4].

### 11.1. Estructura del código

El código se encuentra estructurado con tres grandes grupos, siendo únicamente dos de ellos, los implementados. Quedando el tercero como la agrupación de todas las librerías utilizadas.

Un esquema, que permita visualizar la jerarquía, queda detallado en la figura 11.1.

## CAPÍTULO 11. IMPLEMENTACIÓN

---

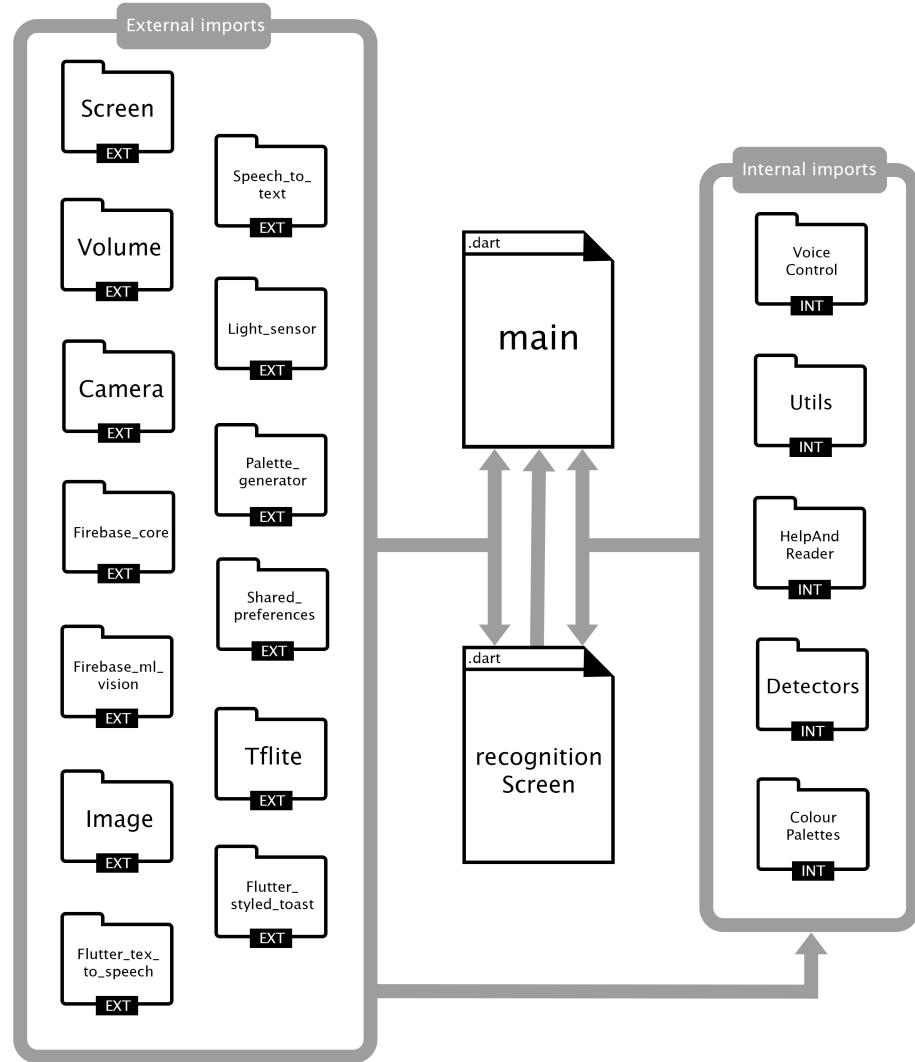


Figura 11.1: Estructura del código

La parte central conformarían los archivos principales, sobre los que se codifica el esqueleto de la aplicación y el grueso de las funcionalidades que se encuentran implementadas en la misma. El grupo de importaciones internas son todos los subdirectorios, y sus consecuentes archivos de código, que han sido desarrollados para apoyar a los archivos principales. Por último, las importaciones externas conforman todas las librerías, previamente existentes,

que han sido utilizadas por los otros dos grupos.

### 11.2. Archivos principales

El contenido de los archivos principales se muestra a continuación.

#### 11.2.1. main

Dando una vista general, este fichero contiene la función *main()*, que ejecuta el resto del código, y dos clases. La primera de ellas llamada *MyThirdEye* la cual es un *StatefulWidget* de Flutter, es decir, un widget con estado. La segunda de ellas es el state de la primera, *MyThirdEyeState*. Ambas conforman el proceso común para crear cualquier *stateful widget*. Se ha usado este tipo de *widget* como padre, porque permite el refresco de los valores de las variables en tiempo real, con su correspondiente consecuencia donde éstas se usen. Dándole un vistazo muy general, los aspectos más destacables de este fichero son los siguientes:

- Para poder crear la barra superior y el desplazamiento entre ventanas se hace uso del widget *TabBarView*.
- Para poder crear la ventana de “Acerca de” se ha hecho uso de un widget *Column*, conformado por diferentes widgets *Text* y *Divider*. Para establecer que se le pueda hacer un *scroll* vertical, si ésta no puede aparecer por completo dentro de la pantalla, se ha hecho uso del widget *SingleChildScrollView*.
- Para poder crear la ventana de “Configuración” se ha creado de forma muy similar a la ventana de “Acerca de”, variando en su esqueleto, siendo éste mucho más complejo, usando varios niveles de jerarquía anidada conformados por los widgets de *Row*, *Column* y *Container*. Y para poder crear las funcionalidades de configuración, agregando

widgets de los tipos *Slider*, *Switch* y *Radio*.

Por último, para poder guardar las preferencias dentro del dispositivo, se ha hecho uso de la librería externa *Shared\_preferences*, cargándose éstas al inicializar la aplicación dentro de la función *init()* de la clase *MyThirdEyeState*.

- Para poder crear la barra inferior, se ha hecho uso de un widget de tipo *Row*, conformado por tres widgets *Expanded*. Esta hecho así, para poder especificar que porcentaje del ancho de la fila, es ocupado por cada botón, pudiéndole asignar más fácilmente un ancho superior al botón central del micrófono. Cada expanded tiene asociado un botón, asociado a su vez, a cada funcionalidad de la barra inferior.
- Para acceder a la funcionalidad de ayuda, se llama a una de las funciones creadas dentro del subdirectorio creado *HelpAndReader*.
- Para el lector de pantalla se hace lo mismo que se hacía con ayuda, pero variando la función.
- Para la función de micrófono, se hace uso de una función que va a permitir la lectura continua de las palabras que introduzca el usuario, comprobando en todo momento si se ha reconocido las palabras correctas. Una vez reconocido un comando, se ejecuta el código correspondiente a la acción a ejecutar.
- Por último, para poder integrar la ventana de “Reconocimiento”, se sitúa el constructor de ésta dentro de la función *build* de la clase *MyThirdEyeState*.

### 11.2.2. recognitionScreen

Este fichero, de forma similar al archivo *main*, se encuentra formado por dos clases, para poder gestionar un widget *stateful*. Las dos clases son *recognitionScreen*

*tionScreen* y *recognitionScreenState*. Dando una vista general, los aspectos más característicos de este fichero son los siguientes:

- El esqueleto de la ventana es mucho más escueto y sencillo que en el archivo *main*. Quedando conformado por un widget principal *Stack*, para poder expandir la previsualización de la cámara a toda la pantalla. Dicho widget englobará, en un plano inferior, la previsualización de la cámara activada, y en un plano superior, los dos botones que despliegan las listas con las funcionalidades respectivas.
- Para el pliegue y despliegue de las listas de funcionalidades, se hace uso de un widget *Container* vacío, que las sustituye cuando éstas no se deban encontrar activadas.
- Para la funcionalidad del reconocimiento de número de personas, se va a hacer uso de una instancia *FaceDetector*, importada desde el paquete *firebase\_ml\_vision*.
- Para la funcionalidad de descripción de escena, se ha hecho uso del modelo *ssd\_mobilenet\_v3\_small\_coco*, descargándolo y situándolo como *asset* dentro del directorio del proyecto. Se ha hecho uso de ese modelo, ya que ofrece la posibilidad de reconocer, a un coste asequible, alrededor de 90 tipos de objetos diferentes.
- Para la funcionalidad de ayuda en semáforo, se usan tres modelos distintos. Todos ellos se deben insertar como *assets*, dentro de los archivos del proyecto, junto con su fichero de etiquetas de clase. Para poder cargarlos en flutter, se hará uso de la librería *tflite*. Siguiendo los pasos que quedaron descritos en la sección de diseño, se ha utilizado el modelo *ssd\_mobilenet\_v3\_small\_coco* para el reconocimiento de los semáforos. Pero, para el reconocimiento del paso de cebra y del estado del semáforo, no se ha encontrado ningún modelo de formato *.tflite* válido, por lo que se han creados dichos modelos. La creación de éstos

se describe en el apartado [11.5](#).

Debido a que no era una prioridad crear los modelos, el tiempo dedicado en la creación de los datasets con los que se formaron fue bastante reducido. A pesar de ser, la ayuda en semáforo, funcional y útil en algunas ocasiones, deja de serlo en otras. Por ese motivo, se marca esta funcionalidad con la etiqueta “en desarrollo” dentro de la aplicación, informándose de ésto al usuario, cada vez que la accione.

- Para el reconocimiento de texto, se ha usado uso de la clase *textRecognizer*, propia del paquete *firebase\_vision\_ml*, de la misma forma que se hizo el reconocimiento del número de personas.
- Para el reconocimiento del color, se ha hecho uso del paquete *palette\_generator*, ya que nos permite extraer la paleta de colores predominantes dada una imagen.
- Para el reconocimiento del nivel de luz se ha hecho uso del paquete *light\_sensor*, para poder acceder al sensor del dispositivo.

### 11.3. Importaciones internas

Los ficheros que han sido creados con el objetivo de dar apoyo a los principales, se han organizado en cinco subdirectorios.

#### 11.3.1. VoiceControl

Subdirectorio que contiene un único fichero llamado *VoiceControl.dart*, que contiene la clase *voiceControl*. Su objetivo es poder abstraerse a la hora de querer convertir una cadena de caracteres en un audio y reproducirlo automáticamente.

#### 11.3.2. Utils

Subdirectorio que contiene dos ficheros:

- *BoxesPainter*: Fichero que contiene la clase *BoxesPainter*, heredando de la clase *CustomPainter*. Su objetivo es poder dibujar los recuadros que se deseen. Permite unificar la llamada entre todas las funcionalidades que requieren dibujar *bounding boxes*.
- *LoadingScreen*: Fichero que contiene la función *getLoadingScreen*, la cual devuelve un widget que contiene la pantalla de carga requerida. Teniendo en cuenta que paleta de color usar y si se desea animada o no.

#### 11.3.3. HelpAndReader

Este subdirectorio tiene como objetivo almacenar todo el código necesario para poder reproducir las funcionalidades de ayuda y lector de pantalla. Se encuentra formado por dos ficheros:

- *help*: Fichero que contiene dos funciones. La primera de ellas, *commonCommands*, reproduce los comandos de voz comunes en una cadena de texto. La segunda de ella es la principal, *getHelp*, la cual devuelve todo el contenido a reproducir por parte de la funcionalidad de ayuda.
- *screenReader*: Fichero que contiene tres funciones.
  - *getDescSuperMenu*: Función que devuelve la descripción de los elementos de la barra superior de la pantalla.
  - *getDescInferMenu*: Función que devuelve la descripción de los elementos de la barra inferior de la pantalla.
  - *getScreenReader*: Función principal, la cual devuelve la descripción de la pantalla en la que se encuentre el usuario, teniendo en

cuenta el valor de los widgets dentro de la misma.

#### 11.3.4. Detectors

Subdirectorio que contiene los ficheros de código usados para poder procesar la información usando los detectores del paquete *firebase\_ml\_vision*. Contiene dos ficheros:

- *PeopleDetector*: Fichero que contiene la clase *PeopleDetector*, la cual se encarga de obtener los resultados de procesar una imagen usando una instancia *FaceDetector* de la librería paquete *firebase\_ml\_vision*.
- *TextDetector*: Fichero que contiene la clase *TextDetector*, encargada de obtener los resultados de procesar una imagen usando una instancia *TextRecognizer* de la librería *firebase\_ml\_vision*.

#### 11.3.5. ColourPalettes

Subdirectorio generado para poder mostrar y almacenar la información relativa a las paletas de colores usadas en la aplicación. Contiene dos ficheros:

- *Colour*: Fichero que contiene la clase *Colour*, destinada al manejo de la información relativa a un color concreto.
- *ColourPalette*: Fichero que contiene la clase *ColourPalette*, creada para manejar toda la información relativa a una paleta de color, apoyándose en la clase *Colour*.

### 11.4. Importaciones externas

El listado con las descripciones de las librerías externas utilizadas se encuentra formado por las tablas 11.1, ..., 11.13.

---

## 11.4. IMPORTACIONES EXTERNAS

---

Tabla 11.1: Librería *Screen*

| <i>Screen</i> |  |
|---------------|--|
| Enlace        | <a href="#">Screen</a> .   |
| Uso           | Usada para poder controlar el brillo de la pantalla dentro de la aplicación. |

Tabla 11.2: Librería *Volume*

| <i>Volume</i> |  |
|---------------|--|
| Enlace        | <a href="#">Volume</a> .   |
| Uso           | Usada para poder controlar el volumen usado para transmitir los mensajes de voz. |

Tabla 11.3: Librería *Camera*

| <i>Camera</i> |  |
|---------------|--|
| Enlace        | <a href="#">Camera</a> .   |
| Uso           | Usada para poder manejar las cámaras de los dispositivos, extrayendo los frames detectados permitiendo visualizarlos de forma continua y usarlos para los reconocimientos. |

## CAPÍTULO 11. IMPLEMENTACIÓN

---

Tabla 11.4: Librería *Firebase\_core*

| <i>Firebase_core</i> |  |
|----------------------|--|
| Enlace               | <a href="#">Firebase_core.</a>   |
| Uso                  | Usada para poder conectar la aplicación de Flutter a un proyecto de Firebase, siendo necesario para usar la librería <i>firebase_ml_vision</i> . |

Tabla 11.5: Librería *Firebase\_ml\_vision*

| <i>Firebase_ml_vision</i> |  |
|---------------------------|--|
| Enlace                    | <a href="#">Firebase_ml_vision.</a>                                      |
| Uso                       | Usada para poder utilizar el detector de rostros y de texto de Firebase. |

Tabla 11.6: Librería *Image*

| <i>Image</i> |   |
|--------------|---|
| Enlace       | <a href="#">Image.</a>  |
| Uso          | Usada para poder manejar las imágenes en diferentes formatos. |

## 11.4. IMPORTACIONES EXTERNAS

---

Tabla 11.7: Librería *Flutter\_text\_to\_speech*

| <i>Flutter_text_to_speech</i> |  |
|-------------------------------|--|
| Enlace                        | <a href="#">Flutter_text_to_speech</a> .                               |
| Uso                           | Usada para poder transformar una cadena de texto en un mensaje de voz. |

Tabla 11.8: Librería *Speech\_to\_text*

| <i>Speech_to_text</i> |   |
|-----------------------|---|
| Enlace                | <a href="#">Speech_to_text</a> .                            |
| Uso                   | Usada para poder reconocer los comandos de voz del usuario. |

Tabla 11.9: Librería *Light\_sensor*

| <i>Light_sensor</i> |  |
|---------------------|--|
| Enlace              | <a href="#">Light_sensor</a> .                             |
| Uso                 | Usada para poder acceder al sensor de luz del dispositivo. |

Tabla 11.10: Librería *Palette\_generator*

| <i>Palette_generator</i> |  |
|--------------------------|--|
| Enlace                   | <a href="#">Palette_generator</a> .  |
| Uso                      | Usada para poder generar la paleta de colores predominantes asociada a una imagen. |

## CAPÍTULO 11. IMPLEMENTACIÓN

---

Tabla 11.11: Librería *Shared\_preferences*

| <i>Shared_preferences</i> |   |
|---------------------------|---|
| Enlace                    | <a href="#">Shared_preferences</a> .  |
| Uso                       | Usada para poder guardar las opciones configuradas para sesiones de uso posteriores de la aplicación. |

Tabla 11.12: Librería *Tflite*

| <i>Tflite</i> |  |
|---------------|--|
| Enlace        | <a href="#">Tflite</a> .   |
| Uso           | Usada para poder utilizar modelos <i>tflite</i> dentro de la aplicación. |

Tabla 11.13: Librería *Flutter\_styled\_toast*

| <i>Flutter_styled_toast</i> |   |
|-----------------------------|---|
| Enlace                      | <a href="#">Flutter_styled_toast</a> .                                |
| Uso                         | Usada para poder mostrar mensajes de tipo <i>toast</i> configurables. |

### 11.5. Modelos creados

Se ha visto necesario crear dos modelos de inteligencia artificial. Son los modelos *Crosswalk* y *Traffic\_light*.

### 11.5.1. Modelo *Crosswalk*

Modelo creado usando el dataset obtenido de la web de Kaggle [24]. Se ha usado el subdirectorio “Original” del mismo.

Debido a que se requiere un modelo que pueda clasificar una imagen, diferenciando entre paso de cebra o no paso de cebra, el dataset usado se ajusta a la perfección. Se tienen por lo tanto dos clases:

1. **crosswalk** → Clasificado como paso de cebra. Una imagen de esta clase se puede observar en la figura 11.2.



Figura 11.2: Dataset *Crosswalk*, ejemplo imagen de la clase *crosswalk*

2. **no\_crosswalk** → Clasificado como no paso de cebra. Una imagen de esta clase se puede observar en la figura 11.3.



Figura 11.3: Dataset *Crosswalk*, ejemplo imagen de la clase *no\_crosswalk*

Para crear el modelo de extensión *tflite* usando ese dataset, se ha usado la web de Teachable Machine [44], debido a que permite crear modelos rápidamente, posibilitando además la exportación de estos a modelos *tflite* de punto flotante.

Los parámetros usados para entrenar el modelo son los siguientes:

- **Épocas:** 50.
- **Tamaño del lote:** 16.
- **Ritmo de aprendizaje:** 0.0001.

### 11.5.2. Modelo *Traffic\_light*

Modelo creado para la clasificación de una imagen con el objetivo de detectar si el semáforo está con la luz verde o no. Se usan dos clases para hacer la clasificación:

1. **go** → Clasificado como semáforo con luz verde.
2. **stop** → Clasificado como semáforo con luz roja.

Se han usado dos datasets, creados desde cero, diferentes:

- Para el primer dataset, se han usado imágenes obtenidas de la web *UnSplash* [45], ya que nos permite descargar bastantes imágenes de forma gratuita. Un par de patrones de ejemplo se muestran en la figura [11.4](#).

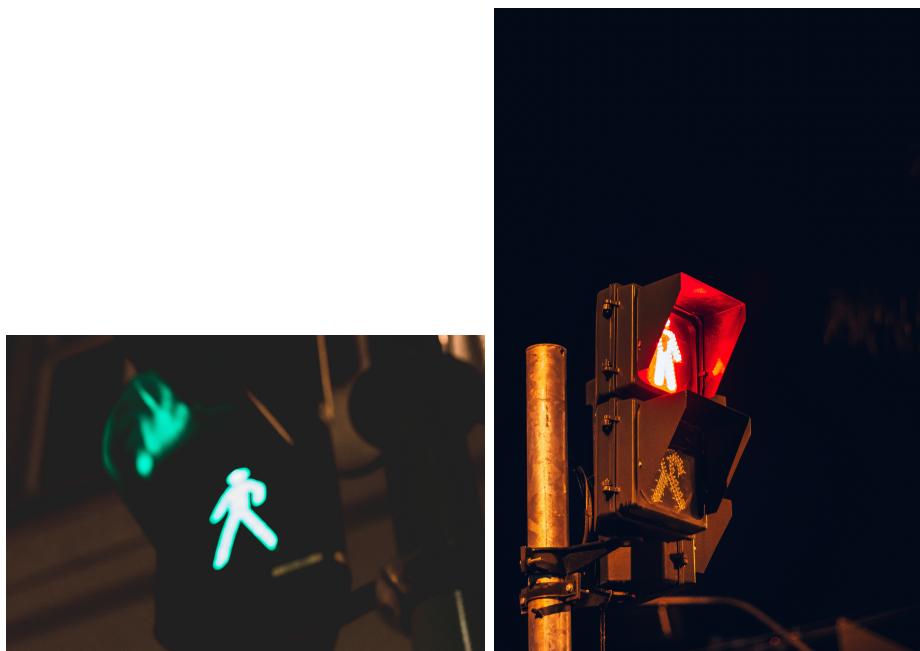


Figura 11.4: Dataset *Traffic\_light* nº1, imágenes de ejemplo de las clases *go* y *stop*.

- Para el segundo dataset, se han usado imágenes tomadas de algunos pasos de cebra y semáforos de Córdoba. Antes de utilizar las fotos tomadas, se han censurado todos los rostros y matrículas presentes en la mismas. Una imagen de la clase *go* de este dataset, se puede ver en la figura [11.5](#). Mientras que una de la clase *stop* se puede observar en la figura [11.6](#).



Figura 11.5: Dataset *Traffic\_light* nº2, imagen de ejemplo de la clase *go*

## 11.5. MODELOS CREADOS

---



Figura 11.6: Dataset *Traffic\_light* nº2, imagen de ejemplo de la clase *stop*

Para crear el modelo de extensión *tflite* usando los datasets comentados, se ha hecho de la misma web que con el modelo *Crosswalk* [11.5.1].

Los parámetros usados para entrenar el modelo son los siguientes:

- **Épocas:** 50.
- **Tamaño del lote:** 16.
- **Ritmo de aprendizaje:** 0.0001.



## Capítulo 12

# Pruebas y experimentación

Para realizar las pruebas se ha decidido definir un test conformado por dos partes bien diferenciadas. La primera queda conformada por un grupo de preguntas generales sobre usabilidad de la aplicación. Mientras que la segunda agrupa cuestiones sobre todas las funcionalidades de la aplicación.

La primera parte se encuentra basada en una traducción en el test *System Usability Scale* [43].

Se van a tener en cuenta dos grupos de usuarios de prueba. El primero de ellos se encuentra formado por 3 usuarios expertos en el campo de la informática. Por el contrario, el segundo grupo de usuarios de prueba consta de 3 usuarios no expertos.

Para realizar el test, se le va a enviar a cada usuario de prueba un documento pdf, que introduzca la aplicación, las cuestiones y el enlace para responder las preguntas. Para una mayor facilidad de los usuarios de prueba, las cuestiones se han distribuido haciendo uso de un formulario de Google. Se comenzará con una única iteración de pruebas, aumentando en número si se viese necesario.

## CAPÍTULO 12. PRUEBAS Y EXPERIMENTACIÓN

---

Las respuestas vienen dadas en el rango cerrado de números enteros [1,5], siendo 1 completamente en desacuerdo y 5, completamente de acuerdo. Por último, las cuestiones a tratar se muestran dentro del documento introducirio, el cual se muestra a continuación.

# Test de la aplicación *My third eye*

## 1. ¿Qué es *My third eye*?

*My third eye* es una aplicación destinada a ofrecer ayuda a las personas que tengan algún tipo de discapacidad visual. Ofreciendo así, distintas funcionalidades y una interfaz simple, usable y completamente manejable a través del tacto y de la voz.

La aplicación consta de 3 ventanas:

- a) Ventana de **acerca de**, donde se describe en pequeños apartados la aplicación.
- b) Ventana de **reconocimiento**, donde se puede acceder a la cámara y a todas las funcionalidades de reconocimiento que conforman la ayuda que se le ofrece al usuario.
- c) Ventana de **configuración**, donde se puede configurar el aspecto visual y funcional de la aplicación.

Además, se tiene en todo momento acceso a tres funcionalidades especiales, siempre visibles en la barra inferior de la aplicación:

- **Ayuda:** ejecuta un mensaje de voz que describe en qué ventana se encuentra el usuario junto con el conjunto de comandos de voz que puede ejecutar en ese momento.
- **Micrófono:** permite la escucha de un comando de voz por parte de la aplicación. A esta funcionalidad se puede acceder, de forma alternativa, pulsando dos veces rápidas en cualquier ventana.
- **Lector de pantalla:** ejecuta un mensaje de voz describiendo los elementos que aparecen en la pantalla en la que se encuentra el usuario.

La lista de comandos que se pueden ejecutar se detallan en la tabla 1.

Si se desea conocer cuáles son los objetos que se encuentran contemplados en la descripción de escena, observar la tabla 3.

## 2. Preguntas de las que consta el test

Las cuestiones se detallan en la tabla 2. Exceptuando la última, que es de respuesta libre, el resto se responden eligiendo un valor entero del rango cerrado [1,5]. Representando 1 en total desacuerdo y 5 en total acuerdo.

## 3. Acceso al formulario con las cuestiones

Enlace de acceso al formulario para llenar el test: [Formulario de Google](#)

**Cuadro 1**  
*Comandos de voz*

| Comandos globales                        |   |
|--|---|
| Ir a acerca de                           | Desplazarse a la ventana de acerca de                   |
| Ir a página principal                    | Desplazarse a la ventana de reconocimiento              |
| Ir a configuración                       | Desplazarse a la ventana de configuración               |
| Ayuda                                    | Ejecutar la ayuda                                       |
| Lector de pantalla                       | Ejecutar el lector de pantalla                          |
| Comandos de la ventana de reconocimiento |   |
| Cambiar cámara                           | Cambia la cámara que se va a usar                       |
| Número de personas                       | Activa el reconocimiento del número de personas         |
| Descripción de escena                    | Activa el reconocimiento de distintos objetos           |
| Reconocer semáforo                       | Ofrece la ayuda en semáforo                             |
| Reconocer texto                          | Activa el reconocimiento de texto                       |
| Reconocer color                          | Activa el reconocimiento de color                       |
| Reconocer luz                            | Activa el reconocimiento del nivel de luz               |
| Comandos de la ventana de configuración  |   |
| Nivel de brillo                          | Detalla el nivel de brillo configurado                  |
| Subir brillo                             | Sube el nivel de brillo un 10 %                         |
| Bajar brillo                             | Reduce el nivel de brillo un 10 %                       |
| Nivel de volumen                         | Detalla el nivel de volumen configurado                 |
| Subir volumen                            | Sube el nivel de volumen en una unidad                  |
| Bajar volumen                            | Reduce el nivel de volumen en una unidad                |
| Valor de textos o iconos                 | Describe si los iconos se encuentran activados o no     |
| Ver textos                               | Sustituye los iconos por su etiqueta textual            |
| Ver iconos                               | Activa la visualización de los iconos                   |
| Valor de animaciones                     | Detalla si las animaciones se encuentran activadas o no |
| Desactivar animaciones                   | Desactiva las animaciones                               |
| Activar animaciones                      | Activa las animaciones                                  |
| Valor de modo desarrollador              | Describe si se encuentra activado el modo desarrollador |
| Desactivar modo desarrollador            | Desactiva el modo desarrollador                         |
| Activar el modo desarrollador            | Activa el modo desarrollador                            |
| Valor de la cámara predeterminada        | Describe que cámara se activa por defecto               |
| Cámara frontal como predeterminada       | Configura la cámara frontal como cámara por defecto     |
| Cámara trasera como predeterminada       | Configura la cámara trasera como cámara por defecto     |
| Conocer tema seleccionado                | Describe que tema se encuentra seleccionado             |
| Seleccionar tema oscuro                  | Selecciona el tema oscuro                               |
| Seleccionar tema claro                   | Selecciona el tema claro                                |
| Seleccionar tema variado                 | Selecciona el tema variado                              |

Cuadro 2  
*Cuestiones que componen el test*

| Cuestiones generales                   |  |
|--|--|
| 01                                     | Pienso que me gustaría usar este sistema frecuentemente                                |
| 02                                     | No encontré el sistema innecesariamente complejo                                       |
| 03                                     | Encontré el sistema fácil de usar  |
| 04                                     | No pienso que necesitaría apoyo de un técnico para ser capaz de usar este sistema      |
| 05                                     | Encontré que varias funciones en este sistema fueron bien integradas                   |
| 06                                     | No pensé que había demasiada inconsistencia en el sistema                              |
| 07                                     | Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema muy rápidamente |
| 08                                     | El sistema no me pareció muy engoroso de utilizar                                      |
| 09                                     | Me sentí muy seguro al utilizar el sistema   |
| 10                                     | No tuve que aprender muchas cosas antes de poder ponerme en marcha con este sistema    |
| Cuestiones específicas de este sistema |  |
| 01                                     | La funcionalidad de ayuda me ha parecido correcta                                      |
| 02                                     | La funcionalidad de reconocimiento de comandos de voz me ha parecido correcta          |
| 03                                     | La funcionalidad de lector de pantalla me ha parecido correcta                         |
| 04                                     | El cambio entre cámaras me ha parecido correcto  |
| 05                                     | La funcionalidad de reconocimiento del número de personas me ha parecido correcta      |
| 06                                     | La funcionalidad de descripción de escena me ha parecido correcta                      |
| 07                                     | La funcionalidad de ayuda en semáforo me ha parecido correcta                          |
| 08                                     | La funcionalidad de reconocer texto me ha parecido correcta                            |
| 09                                     | La funcionalidad de reconocer color me ha parecido correcta                            |
| 10                                     | La funcionalidad de reconocer nivel de luz me ha parecido correcta                     |
| 11                                     | La ventana de acerca de me ha parecido correcta  |
| 12                                     | La ventana de reconocimiento me ha parecido correcta                                   |
| 13                                     | La ventana de configuración me ha parecido correcta                                    |
| 14                                     | (Opcional) Comentarios adicionales   |

Cuadro 3  
*Objetos contemplados en descripción de escena*

| Objetos contemplados   |
|--|
| Persona, bicicleta, coche, motocicleta, avión, autobús, tren, camión, barco, semáforo, boca de incendios, señal de stop, parquímetro, banco, pájaro, gato, perro, caballo, oveja, vaca, elefante, oso, zebra, jirafa, mochila, paraguas, bolso, corbata, traje, frisbee, esquí, snowboard, balón deportivo, cometa, bate de béisbol, guante de béisbol, monopatín, tabla de surf, raqueta de tennis, botella, copa de vino, gorra, tenedor, cuchillo, cuchara, cuenco, plátano, manzana, sandwich, naranja, brócoli, zanahoria, Perrito caliente, pizza, donut, tarta, silla, sofá, planta de maceta, cama, mesa de comedor, retrete, televisión, portátil, ratón, remoto, teclado, teléfono móvil, microondas, horno, tostadora, fregadero, frigorífico, libro, reloj, jarrón, tijeras, osito de peluche, secador de pelo y cepillo de dientes. |

## 12.1. Iteración de pruebas

### 12.1.1. Obtención de resultados

Los resultados obtenidos al ejecutar las pruebas se pueden observar en las tablas 12.1, ..., 12.8.

Tabla 12.1: Resultados usuario n°1

Id: 1, *Experto*

---

#### Cuestiones generales

---

| Pregunta | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | 5         | 2        | 5         |
| 3        | 5         | 4        | 5         |
| 5        | 5         | 6        | 4         |
| 7        | 5         | 8        | 4         |
| 9        | 5         | 10       | 5         |

---

#### Cuestiones específicas

---

| Pregunta | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | 4         | 2        | 5         |
| 3        | 4         | 4        | 5         |
| 5        | 5         | 6        | 5         |
| 7        | 5         | 8        | 5         |
| 9        | 5         | 10       | 5         |
| 11       | 4         | 12       | 5         |
| 13       | 5         |          |           |

---

#### Comentarios

---

Aplicación bastante intuitiva y útil. Como aspecto a mejorar, no dispone de alguna función que pause o termine una tarea (puede ser algo tedioso en determinadas situaciones).

---

## 12.1. ITERACIÓN DE PRUEBAS

---

Tabla 12.2: Resultados usuario n°2

Id: 2, *Experto*

| Cuestiones generales |           |          |           |
|----------------------|-----------|----------|-----------|
| Pregunta             | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
| 1                    | 3         | 2        | 5         |
| 3                    | 5         | 4        | 5         |
| 5                    | 5         | 6        | 5         |
| 7                    | 4         | 8        | 5         |
| 9                    | 3         | 10       | 5         |

| Cuestiones específicas |           |          |           |
|------------------------|-----------|----------|-----------|
| Pregunta               | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
| 1                      | 5         | 2        | 5         |
| 3                      | 5         | 4        | 5         |
| 5                      | 5         | 6        | 4         |
| 7                      | 4         | 8        | 5         |
| 9                      | 5         | 10       | 5         |
| 11                     | 5         | 12       | 5         |
| 13                     | 5         |          |           |

| Comentarios |  |  |  |
|-------------|--|--|--|
| -           |  |  |  |

## CAPÍTULO 12. PRUEBAS Y EXPERIMENTACIÓN

---

Tabla 12.3: Resultados usuario n°3, parte 1

Id: 3, *Experto*

---

### Cuestiones generales

---

| Pregunta | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | 2         | 2        | 5         |
| 3        | 5         | 4        | 5         |
| 5        | 5         | 6        | 4         |
| 7        | 4         | 8        | 4         |
| 9        | 4         | 10       | 5         |

---

### Cuestiones específicas

---

| Pregunta | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | 4         | 2        | 4         |
| 3        | 4         | 4        | 5         |
| 5        | 5         | 6        | 5         |
| 7        | 4         | 8        | 5         |
| 9        | 4         | 10       | 5         |
| 11       | 4         | 12       | 4         |
| 13       | 4         |          |           |

---

### Comentarios

---

Ver tablas [12.4](#) y [12.5](#).

---

## 12.1. ITERACIÓN DE PRUEBAS

---

Tabla 12.4: Resultados usuario nº3, parte 2

| Comentarios, parte 1  |
|---|
| Comentarios adicionales La aplicación está muy bien. Lo que pondré a continuación son cosas que, a mi parecer, podrían hacer la aplicación aún más excelente. Sin embargo, repito, no son cambios que considere especialmente relevantes, ya que, el trabajo realizado es sobresaliente.  |
| - El aspecto más importante que quiero comentar está relacionado con el botón de micrófono. En mi caso, tenía el móvil en silencio, por lo que no recibía ningún tipo de feedback por parte de la aplicación de que estaba escuchándome. He tardado bastante en darme cuenta de esto. Es por ello que considero que estaría bien que al pulsar el botón la aplicación te muestre algo que te haga ver que te está escuchando. Esto puede ser desde una ventana flotante que diga “Escuchando” (por poner un ejemplo) hasta simplemente que el propio botón que pulsamos cambie de color mientras nos está escuchando.   |
| - Por otro lado, considero que estaría bien que hubiera una opción para cancelar las ayudas de escucha (Ayuda y Lector de pantalla) cuando queramos. Esto es debido a que son textos bastante largos, y puede ocurrir que un usuario no lo necesite escuchar hasta el final, o incluso que pulse alguno de los botones sin querer. Podría ser algo tan simple como que al volver a pulsar el mismo botón se cancele la escucha.   |
| - También me he fijado en que estas ayudas de voz se van acumulando a medida que pulsamos los botones. Esto implica que, por ejemplo, si pulsamos el botón de ayuda tres veces seguidas, el texto se escuchará las tres veces una detrás de otra. Esto podría solucionarse al mismo tiempo que el aspecto anterior, ya que si se pulsa el mismo botón dos veces, lo que haría sería cancelarse en vez de reproducirse dos veces. En el caso de que se pulsaran dos botones diferentes, o el mismo botón pero en una vista distinta (es decir, va a decir un texto diferente) lo que podría ocurrir es que el nuevo texto tenga preferencia sobre el antiguo, de forma que el primero se cancele y se reproduzca el segundo. |

## CAPÍTULO 12. PRUEBAS Y EXPERIMENTACIÓN

---

Tabla 12.5: Resultados usuario nº3, parte 3

---

### Comentarios, parte 2

---

- Hablando ya de aspectos puramente de diseño, me he fijado en que los switches de la pantalla de configuración, cuando usamos el tema “Variado”, se ponen de color negro cuando están “activados” (hacia la derecha) y en color cuando están “desactivados” (hacia la izquierda). Me ha resultado raro, ya que mi lógica me dice que debería ser al contrario. Diría que lo mismo ocurre con los slides de brillo y volumen.
  - Por otro lado, en la pantalla de “Acerca de”, la descripción no me aparece bien colocada. Empieza bien con “My third eye es una aplicación destinada de forma”, pero cuando llega la palabra “exclusiva” hace un salto de línea que comienza en el borde de la pantalla, y justo después vuelve a hacer un salto de línea. Lo mismo ocurre con la palabra “funcionalidades” más tarde.
  - También, al usar la opción de textos en vez de iconos, la palabra “Configuración” no sale entera en la misma línea cuando estamos en este apartado (ya que se agranda). Lo mismo ocurre con “Lector de pantalla”, que aparece como “Lector (*salto de línea*) de (*salto de línea*) pantall (*salto de línea*) a”.
  - Por último, esto probablemente no sea posible cambiarlo, pero me he fijado en que cuando cambias de sección deslizando la pantalla la aplicación tarda un segundo en detectar que estás en otra pantalla. Esto hace que si deslizas y pulsas, por ejemplo, el botón de ayuda rápidamente, se activará la ayuda de la pantalla en la que estabas antes. No creo que sea ningún problema gordo, y menos si se implementa la opción de cancelar ayuda.  
Y creo que esto es todo. En cuanto a las funcionalidades de detección, el único problema que he tenido ha sido que el detector de semáforos me detectaba un paso de cebra en mi habitación, pero nada más. Quizás algún color raro, pero probablemente por la iluminación.
- ¡Buen trabajo!
-

## 12.1. ITERACIÓN DE PRUEBAS

---

Tabla 12.6: Resultados usuario nº4

Id: 4, *No experto*

| Cuestiones generales |           |          |           |
|----------------------|-----------|----------|-----------|
| Pregunta             | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
| 1                    | 4         | 2        | 3         |
| 3                    | 4         | 4        | 3         |
| 5                    | 4         | 6        | 3         |
| 7                    | 4         | 8        | 4         |
| 9                    | 3         | 10       | 3         |

| Cuestiones específicas |           |          |           |
|------------------------|-----------|----------|-----------|
| Pregunta               | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
| 1                      | 4         | 2        | 4         |
| 3                      | 3         | 4        | 4         |
| 5                      | 4         | 6        | 4         |
| 7                      | 4         | 8        | 4         |
| 9                      | 4         | 10       | 4         |
| 11                     | 3         | 12       | 4         |
| 13                     | 4         |          |           |

| Comentarios  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| He detectado que en ocasiones al activar el reconocimiento de texto y este empiece a hacerlo, si quiero finalizar o retroceder antes de que haya terminado de leerme el documento, la voz sigue reproduciéndose. |  |  |  |

## CAPÍTULO 12. PRUEBAS Y EXPERIMENTACIÓN

---

Tabla 12.7: Resultados usuario n°5

Id: 5, *No experto*

---

### Cuestiones generales

---

| Pregunta | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | 3         | 2        | 5         |
| 3        | 5         | 4        | 5         |
| 5        | 4         | 6        | 4         |
| 7        | 4         | 8        | 5         |
| 9        | 5         | 10       | 5         |

---

### Cuestiones específicas

---

| Pregunta | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | 4         | 2        | 5         |
| 3        | 4         | 4        | 5         |
| 5        | 5         | 6        | 5         |
| 7        | 4         | 8        | 5         |
| 9        | 5         | 10       | 5         |
| 11       | 5         | 12       | 5         |
| 13       | 5         |          |           |

---

### Comentarios

---

Se podría introducir un botón para cesar el comando de ayuda.

---

## 12.1. ITERACIÓN DE PRUEBAS

---

Tabla 12.8: Resultados usuario nº6

Id: 6, *No experto*

| Cuestiones generales |           |          |           |
|----------------------|-----------|----------|-----------|
| Pregunta             | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
| 1                    | 2         | 2        | 4         |
| 3                    | 4         | 4        | 5         |
| 5                    | 5         | 6        | 5         |
| 7                    | 5         | 8        | 5         |
| 9                    | 4         | 10       | 4         |

| Cuestiones específicas |           |          |           |
|------------------------|-----------|----------|-----------|
| Pregunta               | Respuesta | Pregunta | Respuesta |
| 1                      | 4         | 2        | 5         |
| 3                      | 2         | 4        | 5         |
| 5                      | 4         | 6        | 5         |
| 7                      | 4         | 8        | 3         |
| 9                      | 5         | 10       | 5         |
| 11                     | 4         | 12       | 5         |
| 13                     | 5         |          |           |

| Comentarios  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Debería de haber una función para pausar el audio una vez que hayas escuchado la información que necesitabas. En la función de reconocer texto debería de haber una forma de que no leyese todo lo que hay en pantalla, no estoy seguro de como solucionar esto, pero es algo molesto que lea textos que aparecen a medias ya que no eran los que necesitabas que se leyeron y no los estabas enfocando conscientemente. En general, me ha parecido una aplicación útil y fácil de usar, aunque creo que una persona invidente necesitaría ayuda para entenderla al principio. |  |  |  |

## CAPÍTULO 12. PRUEBAS Y EXPERIMENTACIÓN

---

### 12.1.2. Análisis de resultados

Si realizamos una media de las respuestas, distinguiendo entre los dos grupos de usuarios, podemos obtener lo que se observa en la gráfica 12.1.

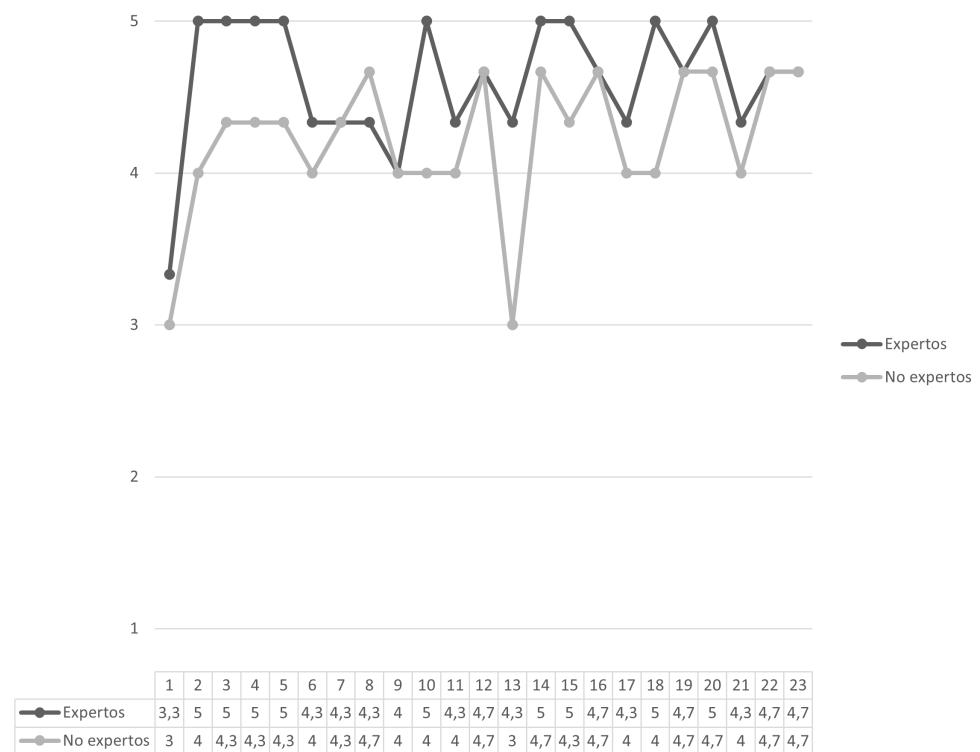


Figura 12.1: Resultados del test, agrupados por grupo de usuarios

Desde una perspectiva general, se puede ver con facilidad que los usuarios expertos han valorado, generalmente, de una forma más positiva que el grupo formado por los usuarios no expertos. Esto puede indicar una falta de objetividad, por parte del primer grupo, al pensar, mientras testeaban la aplicación, en cómo ha sido implementada la aplicación, empatizando con el desarrollador.

Haciendo una revisión de los resultados y de los comentarios dejados por los usuarios de prueba, podemos obtener una serie de conclusiones:

## 12.1. ITERACIÓN DE PRUEBAS

---

- Una molestia general ha sido el no poder detener los mensajes de voz resultantes de ejecutar la funcionalidades de ayuda y lector de pantalla. Siendo la valoración media de la funcionalidad del lector de pantalla, especialmente baja, debido probablemente al problema comentado.
- Por otro lado, al ser utilizado el volumen de las notificaciones del dispositivo al dar el *feedback* sonoro, cuando se activa la funcionalidad de micrófono, se ha detectado que para aquellos usuarios que tengan las notificaciones desactivadas, no tienen forma de saber si se le están escuchando o no.
- Otro aspecto a destacar de la gráfica generada, es que en la primera cuestión, la que preguntaba sobre si gustaría usar este sistema frecuentemente, ha obtenido una puntuación especialmente baja. Esto se puede deber a que no les ha resultado, a los usuarios de prueba, especialmente útil la aplicación de momento.

Pero, al haber obtenido una puntuación media bastante elevada en el resto de cuestiones, incluyendo las que puntuaban la funcionalidad de la aplicación, se puede obtener como conclusión que no se les ha indicado correctamente a los usuarios desde que punto de vista valorar la aplicación. Ninguno de los usuarios de prueba tenía discapacidad visual de ningún tipo, por lo que quizás, han respondido a la cuestión asumiendo que no tienen problemas de visión.

Para poder realizar un análisis profundo de los, errores o posibles mejores de la aplicación, habría que diseñar un proceso de pruebas mucho mas detallado y extenso.

### 12.1.3. Cambios efectuados

Los cambios realizados, para solucionar o reducir las dificultades encontradas, son los siguientes:

## CAPÍTULO 12. PRUEBAS Y EXPERIMENTACIÓN

---

1. Habilitada la posibilidad de finalizar, en cualquier momento, los mensajes que se reproducen por parte de la aplicación. Para realizarlo, se ha hecho uso del gesto *double tap*, previamente únicamente utilizado para activar la funcionalidad de micrófono. Ahora, si se está reproduciendo un mensaje de voz, esta acción sirve para detenerlo. En caso contrario, activará la funcionalidad del micrófono.
2. Por último, se ha agregado una breve retroalimentación visual, además del sonoro que ya existía, a la hora de activar la funcionalidad de micrófono.

# Capítulo 13

## Conclusiones

En el capítulo de Objetivos [3] se definen los puntos a cumplir en este proyecto, donde el objetivo principal era el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que sirve de ayuda a personas con discapacidad visual con su día a día; ofreciendo información basada en aprendizaje profundo del entorno público del usuario. Se han cumplido todos los objetivos específicos y didácticos marcados.

De una forma más detallada, y ateniéndose a los requisitos funcionales y no funcionales especificados en el capítulo de Diseño [10], se confirma el desarrollo exitoso, aunque mejorable, de cada uno de ellos. Ateniéndonos a la parte puramente funcional, se puede afirmar que la aplicación desarrollada permite:

- Reconocer el número de personas en la escena.
- Obtener una descripción de escena.
- Reconocer texto.
- Reconocer el color predominante.
- Reconocer el nivel de luz ambiental.

## CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES

---

- Manejarse completamente mediante la voz y el tacto.
- Obtener una ayuda a la hora de querer cruzar la calle.

Sin embargo, debido a que se ha hecho uso de un paradigma de desarrollo en espiral, los requisitos se han podido ajustar mejor a las necesidades, capacidades y mejoras, desarrolladas en cada iteración de las fases de desarrollo.

Gracias al desarrollo de este proyecto se ha conseguido, y además de los de los objetivos didácticos detallados, una visión mucho más completa del desarrollo de software para un ámbito móvil. Conociendo el estado del panorama actual, en cuanto a capacidades y facilidades disponibles para su desarrollo.

## Capítulo 14

# Futuras mejoras

Se detalla a continuación un listado con posibles mejoras aplicables al software desarrollado:

- Desarrollo de más funcionalidades de reconocimiento que requieran de una ejecución secuencial de distintos modelos de inteligencia artificial. Se ha confirmado que su uso secuencial puede resultar de mucha ayuda, para cuando no se tiene disposición de modelos que cumplimenten el reconocimiento requerido al completo. Pudiendo analizar situaciones que resulten especialmente complejas. Una situación que pudiera resultar compleja para un único modelo, sería la detección de una escalera, su localización desde el punto de visto del usuario, si es mecánica o no, y en caso de serlo, si está en funcionamiento o no. Describiendo así una situación completa con una única funcionalidad.
- Implementar el reconocimiento de personas en concreto. Haciendo configurables los rostros conocidos, por parte del usuario, en tiempo real.
- Implementar el reconocimiento de nuevas clases de objetos definiéndolas, en tiempo de ejecución, por parte del usuario.

## CAPÍTULO 14. FUTURAS MEJORAS

---

- Habilitar el uso de la aplicación cuando el dispositivo se encuentre orientado de forma horizontal.
- Habilitar multi-idioma.
- Desarrollar la aplicación para el sistema operativo *iOS*.

# Bibliografía

- [1] 10 heurísticas de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario.  
<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>.  
Última vista: 10/Jun/2021.
- [2] Accesibilidad, material.io. <https://material.io/design/usability/accessibility.html>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [3] Android studio. <https://developer.android.com/studio?hl=es>.  
Última vista: 10/Jun/2021.
- [4] Artículo de wikipedia sobre android. <https://es.wikipedia.org/wiki/Android>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [5] Artículo de wikipedia sobre blackberry os. [https://es.wikipedia.org/wiki/BlackBerry\\_OS](https://es.wikipedia.org/wiki/BlackBerry_OS). Última vista: 10/Jun/2021.
- [6] Artículo de wikipedia sobre ios. <https://es.wikipedia.org/wiki/IOS>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [7] Artículo de wikipedia sobre windows phone. [https://es.wikipedia.org/wiki/Windows\\_10\\_Mobile](https://es.wikipedia.org/wiki/Windows_10_Mobile). Última vista: 10/Jun/2021.
- [8] Añadiendo funciones de accesibilidad a las aplicaciones para usuarios ciegos o con problemas de visión. <https://www.youtube.com/watch?v=1by5J7c5Vz4&t=2s>. Última vista: 10/Jun/2021.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [9] Ceapat accesibilidad. <http://www.ceapat.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/appsaccesibles.pdf>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [10] Comienza a usar android con talkback. <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677?hl=es-419>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [11] Contrast-ratio. <https://contrast-ratio.com/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [12] Cuota de mercado mundial de smartphones por sistema operativo. <https://es.statista.com/grafico/18920/cuota-de-mercado-mundial-de-smartphones-por-sistema-operativo/#:~:text=Android%20e%20iOS%20dominan%20el%20mercado%20de%20los%20smartphones,,-Autor%20M%C3%B3nica%20Mena&text=Seg%C3%A9n%20datos%20de%20la%20consultora,Apple%20casi%20el%2014%25%20restante.S>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [13] Cómo mejorar la accesibilidad de las apps. <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/apps>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [14] Desarrollo de aplicaciones móviles en java. <https://developer.android.com/codelabs/build-your-first-android-app#0>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [15] Desarrollo móvil - kotlin vs java vs flutter vs react native - ¿cuándo elegir qué? <https://heptagon.in/2021/01/10/mobile-app-development-kotlin-vs-java-vs-flutter-vs-react-native/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [16] Detector de luz once. <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.once.detectorluz>. Última vista: 10/Jun/2021.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [17] Eclipse. [https://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse\\_\(software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(software)). Última vista: 10/Jun/2021.
- [18] Emacs. <https://es.wikipedia.org/wiki/Emacs>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [19] Entrada de blog: ¿cuántas palabras por minuto lee un adulto? <https://clbe.wordpress.com/2019/07/09/cuantas-palabras-por-minuto-lee-un-adulto/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [20] Envision ai. [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.letsevision.envisionai&hl=en\\_US&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.letsevision.envisionai&hl=en_US&gl=US). Última vista: 10/Jun/2021.
- [21] Guía de usuario de android studio. [https://developer.android.com/studio/intro/?gclid=CjwKCAjw07qDBhBxEiwA6pPbHvRXHIZ2ToHu\\_VTm-Wylzn3P4ALq-29DWlBZYfeSZ2kFRQXrkLY6xoCZIIQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://developer.android.com/studio/intro/?gclid=CjwKCAjw07qDBhBxEiwA6pPbHvRXHIZ2ToHu_VTm-Wylzn3P4ALq-29DWlBZYfeSZ2kFRQXrkLY6xoCZIIQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds). Última vista: 10/Jun/2021.
- [22] Identificador de colores once. <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.once.detectorcolor>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [23] IntelliJ idea. [https://es.wikipedia.org/wiki/IntelliJ\\_IDEA](https://es.wikipedia.org/wiki/IntelliJ_IDEA). Última vista: 10/Jun/2021.
- [24] Kaggle, crosswalk dataset. <https://www.kaggle.com/davidsilvam/crosswalkdataset>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [25] La historia de android studio. <https://androidstudiofaqs.com/conceptos/android-studio-historia>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [26] Makeappicon. <https://makeappicon.com/>. Última vista: 10/Jun/2021.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [27] Ml kit tutorial para ios: Reconociendo texto en imágenes. <https://www.raywenderlich.com/6565-ml-kit-tutorial-for-ios-recognizing-text-in-images>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [28] Mockup samsung galaxy s9. <https://mockupnest.com/downloads/free-minimal-samsung-galaxy-s9-mockups/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [29] Mockupnest. <https://mockupnest.com/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [30] Novedades de android studio 2.0. <https://www.armadilloamarillo.com/blog/novedades-de-android-studio-2-0/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [31] Preparando un editor para flutter. <https://flutter.dev/docs/get-started/editor>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [32] Primeros pasos con flutter. <https://www.raulferrergarcia.com/primeros-pasos-con-flutter/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [33] Principios para mejorar la accesibilidad de la app. <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/principles>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [34] Página principal dart. <https://dart.dev/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [35] Página principal de flutter. <https://flutter.dev/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [36] Página principal de kotlin. <https://developer.android.com/kotlin?hl=es>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [37] Página principal react native. <https://reactnative.dev/>. Última vista: 10/Jun/2021.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [38] Seeing ai. <https://apps.apple.com/us/app/seeing-ai-talking-camera-for-the-blind/id999062298>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [39] Ssd mobilenet v3 small coco. [https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object\\_detection/g3doc/tf1\\_detection\\_zoo.md#mobile-models](https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object_detection/g3doc/tf1_detection_zoo.md#mobile-models). Última vista: 10/Jun/2021.
- [40] Sullivan +. [https://play.google.com/store/apps/details?id=tuat.kr.sullivan&hl=es\\_419&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=tuat.kr.sullivan&hl=es_419&gl=US). Última vista: 10/Jun/2021.
- [41] Supersense, android. [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mediate.supersense&hl=es\\_AR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mediate.supersense&hl=es_AR). Última vista: 10/Jun/2021.
- [42] Supersense, ios. <https://apps.apple.com/ca/app/supersense-ai-for-blind/id1484547836>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [43] System usability scale test. <https://measuringu.com/sus/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [44] Teachable machine. <https://teachablemachine.withgoogle.com/train/image>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [45] Unsplash. <https://unsplash.com/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [46] Visual studio code. [https://www.ecured.cu/Visual\\_Studio\\_Code](https://www.ecured.cu/Visual_Studio_Code). Última vista: 10/Jun/2021.
- [47] Webaim, wcag. <https://webaim.org/resources/contrastchecker/>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [48] Wikipedia, modelo de color hsv. [https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_de\\_color\\_HSV](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_color_HSV). Última vista: 10/Jun/2021.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [49] Rimjhim Bhadani Anubhav Singh. *Mobile Deep Learning with TensorFlow Lite, ML Kit and Flutter*. Packt Publishing Ltd., Birmingham, Mumbai, 2020.
- [50] Alessandro Biessek. *Flutter for Beginners*. Packt Publishing Ltd., Birmingham, Mumbai, 2019.
- [51] Wikipedia contributors. Visión artificial. [https://es.wikipedia.org/wiki/Visi%C3%B3n\\_artificial](https://es.wikipedia.org/wiki/Visi%C3%B3n_artificial). Última vista: 10/Jun/2021.
- [52] Aurélien Géron. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow*. O'Reilly Media, Inc., Gravenstein Highway North, Sebastopol, 2019.
- [53] ONCE. Ceguera y deficiencia visual. <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual/concepto-de-ceguera-y-deficiencia-visual>. Última vista: 10/Jun/2021.
- [54] PuntoDis. Discapacidad visual. [https://puntodis.com/featured\\_item/discapacidad-visual](https://puntodis.com/featured_item/discapacidad-visual). Última vista: 10/Jun/2021.