



Universidad de Valladolid

E.T.S Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Informática

**Desarrollo de una aplicación móvil para el análisis
mediante vídeo del movimiento de un cuerpo en el
laboratorio de Física**

Autor:

D. Alfonso Benito Pastor

Tutores:

D. Manuel Ángel González Delgado

D. Miguel Ángel González Rebollo

Agradecimientos:

A mis padres Ildefonso y Celia, y a mi hermana Helvia, por permitirme llegar hasta aquí con todo su ayuda y apoyo, ya que sin ellos las dificultades hubieran sido insalvables.

A mi novia Anita, porque llegó justo al inicio de este proyecto, y ha estado conmigo en todo momento demostrándome que puedo compartir con ella todo lo que venga en el futuro.

A mi tutor Manuel Ángel, por su inestimable ayuda, ya que sin la cual el proyecto hubiera sido inviable.

A mis compañeros de promoción, sin los cuales no hubiera disfrutado y aprendido tanto en esta inolvidable etapa.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación móvil para Android que sirva como complemento de las clases de Física para el estudio del movimiento de un cuerpo mediante el análisis de vídeo. Se usará en los laboratorios de física, a petición del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Valladolid.

La aplicación permitirá a los alumnos consultar los fundamentos teóricos bajo los que se sustenta la aplicación, grabación y reproducción de vídeo de los cuerpos a analizar con medición manual de la trayectoria y la opción de calibrado de la cámara, exportación de los datos obtenidos a un fichero .csv y un manual de usuario para la utilización de la aplicación.

La aplicación es compatible con dispositivos móviles con el sistema operativo Android 4.0 o superior, y ha sido desarrollada asegurando la compatibilidad de dispositivos de diferentes características.

ABSTRACT

The project involves the development of a mobile application for Android to serve as a complement to the physics lessons to study the motion of an object by analyzing video. It will use in physics laboratories at the request of the Department of Applied Physics at the University of Valladolid.

The application will allow students to consult the theoretical foundations on which the application, recording and video playback bodies to analyze the trajectory through manual measurement and calibration option of the camera, export data to a .csv file and a user manual for using the application.

The application supports mobile devices with Android 4.0 or higher operating system, and has been developed to ensure the compatibility of devices with different characteristics.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
VISIÓN GENERAL.....	16
OBJETIVOS	16
APLICACIONES SIMILARES.....	17
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	18
<i>Error de las medidas</i>	<i>18</i>
<i>Calibrado de la cámara.....</i>	<i>19</i>
CONTEXTO DE DESARROLLO.....	20
<i>Plataforma.....</i>	<i>20</i>
<i>Entorno de desarrollo</i>	<i>20</i>
CAPÍTULO II: PLANIFICACIÓN.....	21
ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.....	22
<i>Roles y responsabilidades.....</i>	<i>22</i>
<i>Estimaciones de tiempos</i>	<i>22</i>
<i>Plan de proyecto.....</i>	<i>22</i>
<i>Calendario del proyecto.....</i>	<i>23</i>
<i>Recursos del proyecto.....</i>	<i>24</i>
<i>Análisis de riesgos.....</i>	<i>24</i>
<i>Planificación de fases</i>	<i>26</i>
<i>Estimación de costes.....</i>	<i>30</i>
CAPÍTULO III: ANÁLISIS	31
PARTICIPANTES EN EL PROYECTO	32
OBJETIVOS DEL SISTEMA	33
REQUISITOS DEL SISTEMA	34
<i>Requisitos funcionales</i>	<i>34</i>
<i>Requisitos no funcionales</i>	<i>37</i>
<i>Definición de actores</i>	<i>39</i>
<i>Diagramas de casos de uso</i>	<i>39</i>
<i>Casos de uso del sistema</i>	<i>41</i>
MODELO DE DOMINIO.....	49
<i>Descripción del modelo de dominio.....</i>	<i>50</i>
DIAGRAMAS DE SECUENCIA	51

<i>Consultar fundamentos teóricos</i>	51
<i>Consultar manual de usuario</i>	52
<i>Grabación de vídeo</i>	52
<i>Reproducción de vídeo</i>	53
<i>Realización de medidas</i>	54
<i>Calibración</i>	55
<i>Visualización de gráfica</i>	56
<i>Exportación de datos</i>	57
<i>Cambiar tipo de gráfica</i>	58
<i>Ver regla graduada</i>	58
CAPÍTULO IV: DISEÑO	59
DIAGRAMAS DE CLASES	60
<i>Pantalla principal</i>	60
<i>Fundamentos teóricos</i>	61
<i>Manual de usuario</i>	61
<i>Aplicación</i>	62
<i>Análisis</i>	62
<i>Medir</i>	63
<i>Calibrar</i>	63
<i>Gráfica</i>	64
<i>Ajustes</i>	64
<i>Diagrama de clases completo</i>	65
DIAGRAMAS DE SECUENCIA	74
<i>Pantalla principal</i>	74
<i>Fundamentos teóricos</i>	75
<i>Manual de usuario</i>	76
<i>Aplicación</i>	77
<i>Análisis</i>	78
<i>Medir</i>	79
<i>Calibrar</i>	80
<i>Gráfica</i>	81
<i>Ajustes</i>	82
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN	83
DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN	84
<i>Estilo visual</i>	84
<i>Grabación y reproducción de vídeo</i>	84

<i>Proceso de medición</i>	85
<i>Proceso de calibración</i>	85
<i>Visualización de datos</i>	87
LIBRERÍAS UTILIZADAS	89
CAPÍTULO VI: PRUEBAS	91
PRUEBAS DEL DOMINIO DE LA APLICACIÓN	92
PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA	98
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	107
CONCLUSIONES	108
MEJORAS FUTURAS	109
<i>Medición</i>	109
<i>Visualización de datos</i>	109
<i>Calibrado</i>	109
<i>Gráfica</i>	109
<i>Portado a otras plataformas</i>	109
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	111
BIBLIOGRAFÍA DE FÍSICA	112
BIBLIOGRAFÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS E INGENIERÍA DEL SOFTWARE	112
BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN ANDROID	113
BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN JAVA	113
CAPÍTULO IX: ANEXOS	115
MANUAL DE INSTALACIÓN	116
MANUAL DE USUARIO	116
<i>Pantalla principal</i>	117
<i>Teoría</i>	118
<i>Manual de usuario</i>	119
<i>Aplicación</i>	120
<i>Análisis</i>	121
<i>Medir</i>	122
<i>Calibrar</i>	124
<i>Gráfica</i>	126
<i>Ajustes</i>	129
CONTENIDO DEL CD	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Roles y responsabilidades	22
Tabla 2. Fases e iteraciones del proyecto.....	22
Tabla 3. Fases e hitos del proyecto	23
Tabla 4. Recursos necesarios del proyecto	24
Tabla 5. Características de ordenador de desarrollo.....	24
Tabla 6. Características de BQ Aquaris 4.5	24
Tabla 7. Riesgo-0001.....	25
Tabla 8. Riesgo-0002.....	25
Tabla 9. Riesgo-0003.....	25
Tabla 10. Riesgo-0004	25
Tabla 11. Riesgo-0005	26
Tabla 12. Organización-0001	32
Tabla 13. Participante-0001	32
Tabla 14. Participante-0002	32
Tabla 15. Participante-0003	32
Tabla 16. Objetivo-0001	33
Tabla 17. Objetivo-0002	33
Tabla 18. Objetivo-0003	33
Tabla 19. Requisito funcional-0001	34
Tabla 20. Requisito funcional-0002	34
Tabla 21. Requisito funcional-0003	35
Tabla 22. Requisito funcional-0004	35
Tabla 23. Requisito funcional-0005	35
Tabla 24. Requisito funcional-006	36
Tabla 25. Requisito funcional-0007	36
Tabla 26. Requisito funcional-0008	36
Tabla 27. Requisito funcional-0009	37
Tabla 28. Requisito no funcional-0001.....	37
Tabla 29. Requisito no funcional-0002.....	37
Tabla 30. Requisito no funcional-0003.....	38
Tabla 31. Requisito no funcional-0004.....	38
Tabla 32. Requisito no funcional-0005.....	38
Tabla 33. Actor-0001	39
Tabla 34. Caso de uso-0001.....	41
Tabla 35. Caso de uso-0002.....	41
Tabla 36. Caso de uso-0003.....	42
Tabla 37. Caso de uso-0004.....	43
Tabla 38. Caso de uso-0005.....	44
Tabla 39. Caso de uso-0006.....	45
Tabla 40. Caso de uso-0007.....	46
Tabla 41. Caso de uso-0008.....	47
Tabla 42. Caso de uso-0009.....	48

Tabla 43. Caso de uso-0010.....	48
Tabla 44. Prueba de dominio-0001	92
Tabla 45. Prueba de dominio-0002	92
Tabla 46. Prueba de dominio-0003	93
Tabla 47. Prueba de dominio-0004	93
Tabla 48. Prueba de dominio-0005	94
Tabla 49. Prueba de dominio-0006	94
Tabla 50. Prueba de dominio-0007	95
Tabla 51. Prueba de dominio-0008	95
Tabla 52. Prueba de dominio-0009	96
Tabla 53. Prueba de dominio-0010	96
Tabla 54. Prueba de dominio-0011	97
Tabla 55. Prueba de dominio-0012	97
Tabla 56. Prueba de la interfaz gráfica-0001.....	98
Tabla 57. Prueba de la interfaz gráfica-0002.....	98
Tabla 58. Prueba de la interfaz gráfica-0003.....	98
Tabla 59. Prueba de la interfaz gráfica-0004.....	98
Tabla 60. Prueba de la interfaz gráfica-0005.....	99
Tabla 61. Prueba de la interfaz gráfica-0006.....	99
Tabla 62. Prueba de la interfaz gráfica-0007.....	99
Tabla 63. Prueba de la interfaz gráfica-0008.....	99
Tabla 64. Prueba de la interfaz gráfica-0009.....	100
Tabla 65. Prueba de la interfaz gráfica-0010.....	100
Tabla 66. Prueba de la interfaz gráfica-0011.....	100
Tabla 67. Prueba de la interfaz gráfica-0012.....	100
Tabla 68. Prueba de la interfaz gráfica-0013.....	101
Tabla 69. Prueba de la interfaz gráfica-0014.....	101
Tabla 70. Prueba de la interfaz gráfica-0015.....	101
Tabla 71. Prueba de la interfaz gráfica-0016.....	101
Tabla 72. Prueba de la interfaz gráfica-0017.....	102
Tabla 73. Prueba de la interfaz gráfica-0018.....	102
Tabla 74. Prueba de la interfaz gráfica-0019.....	102
Tabla 75. Prueba de la interfaz gráfica-0020.....	102
Tabla 76. Prueba de la interfaz gráfica-0021.....	103
Tabla 77. Prueba de la interfaz gráfica-0022.....	103
Tabla 78. Prueba de la interfaz gráfica-0023.....	103
Tabla 79. Prueba de la interfaz gráfica-0024.....	103
Tabla 80. Prueba de la interfaz gráfica-0025.....	104
Tabla 81. Prueba de la interfaz gráfica-0026.....	104
Tabla 82. Prueba de la interfaz gráfica-0027.....	104
Tabla 83. Prueba de la interfaz gráfica-0028.....	104
Tabla 84. Prueba de la interfaz gráfica-0029.....	105
Tabla 85. Prueba de la interfaz gráfica-0030.....	105
Tabla 86. Prueba de la interfaz gráfica-0031.....	105
Tabla 87. Prueba de la interfaz gráfica-0032.....	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplo de uso de Logger Pro [5].....	17
Ilustración 2. Calendario del proyecto	23
Ilustración 3. Diagrama de Gantt del proyecto global.....	23
Ilustración 4. Calendario de fase de inicio - iteración 1	26
Ilustración 5. Diagrama de Gantt fase de inicio - iteración 1	27
Ilustración 6. Calendario de fase de elaboración - iteración 1	27
Ilustración 7. Diagrama de Gantt de fase de elaboración - iteración 1.....	27
Ilustración 8. Calendario de fase de elaboración - iteración 2	28
Ilustración 9. Diagrama de Gantt de fase de elaboración - iteración 2.....	28
Ilustración 10. Calendario de fase de construcción - iteración 1	28
Ilustración 11. Diagrama de Gantt de fase de construcción - iteración 1	29
Ilustración 12. Calendario de fase de construcción - iteración 2	29
Ilustración 13. Diagrama de Gantt de fase de construcción - iteración 2	29
Ilustración 14. Calendario de fase de transición - iteración 1	30
Ilustración 15. Diagrama de Gantt de fase de transición - iteración 1.....	30
Ilustración 16. Diagrama de casos de uso	40
Ilustración 17. Modelo de dominio	49
Ilustración 18. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos.....	51
Ilustración 19. Diagrama de secuencia Consultar manual de usuario	52
Ilustración 20. Diagrama de secuencia Grabación de vídeo.....	52
Ilustración 21. Diagrama de secuencia Reproducción de vídeo.....	53
Ilustración 22. Diagrama de secuencia Realización de Medidas.....	54
Ilustración 23. Diagrama de secuencia Calibración.....	55
Ilustración 24. Diagrama de secuencia Visualización de gráfica	56
Ilustración 25. Diagrama de secuencia Exportación de datos.....	57
Ilustración 26. Diagrama de secuencia Cambiar tipo de gráfica	58
Ilustración 27. Diagrama de secuencia Ver regla graduada	58
Ilustración 28. Diagrama de clases Pantalla Principal	60
Ilustración 29. Diagrama de clases Fundamentos teóricos	61
Ilustración 30. Diagrama de clases Manual de usuario	61
Ilustración 31. Diagrama de clases Aplicación.....	62
Ilustración 32. Diagrama de clases Análisis	62
Ilustración 33. Diagrama de clases Medir	63
Ilustración 34. Diagrama de clases Calibrar.....	63
Ilustración 35. Diagrama de clases Gráfica.....	64
Ilustración 36. Diagrama de clases Ajustes	64
Ilustración 37. Diagrama de clases completo.....	65
Ilustración 38. Clase AnalisisActivity	66
Ilustración 39. Clase AplicacionActivity	66
Ilustración 40. Clase AyudaAnalisisActivity	67
Ilustración 41. Clase AyudaCalibrarActivity.....	67
Ilustración 42. Clase AyudaGraficaActivity.....	67

Ilustración 43. Clase AyudaMedirActivity.....	67
Ilustración 44. Clase AyudaPrincipalActivity.....	68
Ilustración 45. Clase CalibrarActivity.....	68
Ilustración 46. Clase CalibrarPuntosActivity.....	68
Ilustración 47. Clase FileArrayAdapter.....	69
Ilustración 48. Clase FileChooserActivity.....	69
Ilustración 49. Clase FileUtils.....	69
Ilustración 50. Clase GraficaActivity.....	70
Ilustración 51. Clase InformacionActivity.....	70
Ilustración 52. Clase MainActivity.....	70
Ilustración 53. Clase ManualActivity.....	71
Ilustración 54. Clase MedirActivity.....	71
Ilustración 55. Clase Option.....	72
Ilustración 56. PreferenciasActivity.....	72
Ilustración 57. Clase Punto.....	72
Ilustración 58. Clase TeoriaActivity.....	73
Ilustración 59. Clase XYPlotZoomPan.....	73
Ilustración 60. Diagrama de secuencia Pantalla Principal.....	74
Ilustración 61. Diagrama de secuencia Fundamentos teóricos.....	75
Ilustración 62. Diagrama de secuencia Manual de usuario.....	76
Ilustración 63. Diagrama de secuencia Aplicación.....	77
Ilustración 64. Diagrama de secuencia Análisis.....	78
Ilustración 65. Diagrama de secuencia Medir.....	79
Ilustración 66. Diagrama de secuencia Calibrar.....	80
Ilustración 67. Diagrama de secuencia Gráfica.....	81
Ilustración 68. Diagrama de secuencia Ajustes.....	82
Ilustración 69. Estilo visual de la pantalla principal de la aplicación.....	84
Ilustración 70. Proceso de medición del movimiento de un cuerpo (moneda).....	85
Ilustración 71. Regla normal para el calibrado.....	86
Ilustración 72. Regla de tamaño grande para el calibrado.....	86
Ilustración 73. Desplazamiento del cuerpo sobre el eje x respecto al tiempo.....	87
Ilustración 74. Desplazamiento del cuerpo sobre el eje y respecto al tiempo.....	87
Ilustración 75. Desplazamiento del cuerpo sobre el eje y respecto al eje x.....	88
Ilustración 76. Ejemplo fichero .csv con medidas sin calibrar.....	88
Ilustración 77. Ejemplo fichero.csv con medidas calibradas.....	89
Ilustración 78. Orígenes desconocidos.....	116
Ilustración 79. Pantalla principal.....	117
Ilustración 80. Pantalla Teoría.....	118
Ilustración 81. Pantalla Manual de Usuario.....	119
Ilustración 82. Pantalla Aplicación.....	120
Ilustración 83. Pantalla Análisis.....	121
Ilustración 84. Pantalla Medir (1).....	122
Ilustración 85. Pantalla Medir (2).....	122
Ilustración 86. Pantalla Calibrar (1).....	124
Ilustración 87. Pantalla calibrar (2).....	125
Ilustración 88. Pantalla Gráfica (1).....	126
Ilustración 89. Pantalla Gráfica (2).....	126

Ilustración 90. Pantalla Gráfica (3)127
Ilustración 91. Ejemplo fichero .csv.....127
Ilustración 92. Pantalla Ajustes129

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

VISIÓN GENERAL

La expansión de internet y de los dispositivos inteligentes ha supuesto grandes cambios tecnológicos y en la sociedad, y por supuesto avances a nivel educativo. Las nuevas tecnologías se han abierto paso en la enseñanza, y en este ámbito se enmarca este proyecto: aprovechar las nuevas tecnologías para crear y proporcionar una herramienta que sirva como complemento y ayuda a los alumnos de la asignatura de Física.

Hoy en día la expansión de los Smartphone o teléfonos inteligentes han llegado a la mayoría de la población, y más en el sector estudiantil de la Ingeniería Informática, con lo que disponemos de una plataforma perfecta para desarrollar una aplicación de estas características.

El objetivo final de la aplicación es que el alumno disponga de una herramienta útil que le permita poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en clase, y comprender una situación práctica con utilización de datos reales.

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es realizar una aplicación móvil para la asignatura de Física para su utilización en el laboratorio. La aplicación será un complemento académico y permitirá al alumno estudiar y entender la trayectoria de los cuerpos en movimiento, mediante la grabación por vídeo, calibrado y medición de las posiciones del cuerpo en movimiento e interpretación de resultados y visionado de gráficas.

La aplicación se ha decidido realizar en el sistema operativo Android, ya que es el más extendido actualmente en el mercado (82,3% de uso de mercado [12]), permite un desarrollo y utilización de la aplicación de forma gratuita. Además, el acceso a documentación y resolución de problemas para el desarrollo de aplicaciones es muy extenso y completo, y es el sistema operativo en aplicaciones móviles en el que ya había sido formado anteriormente en la carrera.

Para la realización correcta y satisfactoria del proyecto se han de realizar las siguientes tareas:

- Aprender los fundamentos básicos del desarrollo de aplicaciones para Android: entorno de desarrollo, lenguajes utilizados, estructura de una aplicación, permisos, utilización de librerías, etc.
- Realizar una planificación temporal del proyecto, eligiendo una metodología de desarrollo y marcando las distintas tareas a realizar, estimando su coste y duración, junto a los distintos hitos y resultado que obtendremos en cada uno de ellos.
- Análisis de riesgos, para prever posibles problemas en el desarrollo de la aplicación y maximizar la probabilidad de éxito en el desarrollo del proyecto.
- Realizar un análisis de requisitos, identificando todos los requisitos funcionales y no funcionales que tendrá nuestra aplicación.
- Realizar un diseño inicial de la aplicación, de acuerdo a los requisitos anteriores.
- Implementar la aplicación.
- Probar, depurar y modificar la aplicación para su entrega y lanzamiento.
- Realizar la documentación necesaria.

APLICACIONES SIMILARES

Para la realización de la aplicación, se han tomado como referencia otras con objetivos similares, aunque en nuestro caso el nivel de desarrollo y complejidad es considerablemente menor, al ser realizada por una única persona en un marco reducido de tiempo.

Un ejemplo de ella es Logger Pro [5], una aplicación creada para PC, dónde se permite cargar un vídeo grabado, seleccionando el centro de la masa del cuerpo en movimiento a analizar. Tras ello, la aplicación te ofrece elaboradas gráficas a partir de las posiciones del cuerpo, analizando trayectorias, velocidad y aceleración del cuerpo.

Aunque nuestra aplicación a desarrollar tiene un nivel de complejidad mucho menor, en especial en el análisis de datos, presenta la ventaja de haber sido realizada para dispositivos móviles, lo que permite realizar el análisis de movimiento directamente desde el dispositivo que grabas. Además, en nuestra aplicación se consideran algunos de los posibles errores cometidos al realizar la grabación del vídeo, lo que nos abre un abanico de nuevas posibilidades con el calibrado.

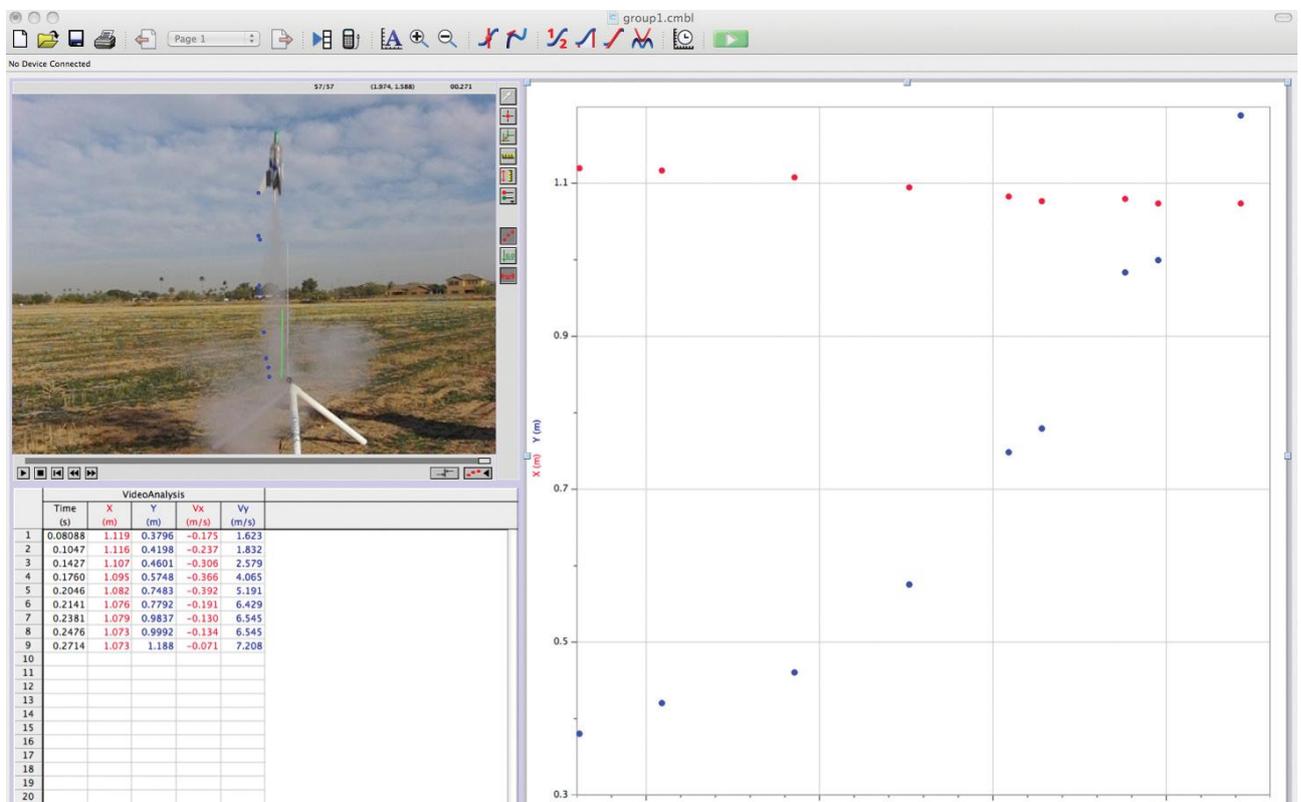


Ilustración 1. Ejemplo de uso de Logger Pro [5]

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

ERROR EN LAS MEDIDAS

Además, al realizar medidas mediante la grabación por la cámara del móvil, dichas medidas podrán tener errores en la medición. Analizaremos esos errores y el método para subsanarlos:

1º Perpendicularidad de la cámara respecto al plano del movimiento:

Si el usuario no coloca totalmente perpendicular la cámara respecto al plano donde el objeto está moviéndose, se produce una distorsión en las coordenadas. La ecuación que corrige tal distorsión se denomina Transformación Lineal Directa:

$$u = \frac{L_1x + L_2y + L_3}{L_7x + L_8y + 1}, \quad v = \frac{L_4x + L_5y + L_6}{L_7x + L_8y + 1}.$$

- L_i son parámetros que se conocen a partir del fotografiado de 4 puntos no alineados en los ejes conocidos,

- x e y son las coordenadas de las posiciones del objeto en el plano.

- u y v son las coordenadas resultantes de realizar la Transformación Lineal Directa.

2º Distorsión de la lente

Las cámaras de vídeo suelen tener una distorsión de la lente no despreciable. Esta distorsión puede ser cuantificada con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \Delta u &= u - u^* = u(k_1r^2 + k_2r^4) + p_1(r^2 + 2u^2) + p_2uv \\ \Delta v &= v - v^* = v(k_1r^2 + k_2r^4) + p_1uv + p_2(r^2 + 2v^2), \end{aligned}$$

- Los coeficientes k_1 y k_2 corresponden a la distorsión radial, que solo dependen de la distancia del punto al centro de la imagen.

- Los coeficientes p_1 y p_2 corresponden a distorsión de descentrado.

- u y v son las coordenadas de las posiciones del cuerpo obtenidas frente a u^* y v^* que son las coordenadas con la distorsión corregida.

- r es la distancia del punto (u, v) al centro de la imagen.

3º Horizontalidad de la cámara respecto al plano del suelo

Si el usuario no coloca totalmente paralela la cámara respecto al plano del suelo, al igual que ocurre con el primer tipo de error, se produce una distorsión en las coordenadas. Para corregirlo, se realiza un giro sobre el eje z para colocar horizontal la imagen, siendo Px y Py las coordenadas obtenidas antes de la corrección:

$$x = \cos(\theta) * Px + \sin(\theta) * Py$$

$$y = -\sin(\theta) * Px + \cos(\theta) * Py$$

-x e y son las coordenadas de las posiciones del objeto en el plano.

CALIBRADO DE LA CÁMARA

Correlación entre píxeles y unidades de longitud

Los tamaños de los píxeles dependen de la resolución de la cámara que toma las imágenes, por eso es necesario tomar una correlación entre la medida de longitud real, y los píxeles.

En nuestro proyecto, hemos corregido La horizontalidad y hemos considerado el calibrado de los píxeles. Para ello la aplicación suministra un archivo PDF con una regla graduada colocada en ambos ejes del plano, para que el usuario marque distintos puntos en ella, sin estar alineados, y se pueda hacer una transformación en unidades de longitud reales con el menor error posible.

CONTEXTO DE DESARROLLO

PLATAFORMA

El proyecto se va a desarrollar para la plataforma Android, dado que es de desarrollo abierto, es la plataforma móvil más extendida en número de dispositivos, cuenta con numerosa documentación y ejemplos y el coste de publicación de aplicaciones es muy inferior al de otras plataformas.

El terminal base sobre el que se va a realizar el desarrollo y pruebas es un BQ Aquaris 4.5. Se ha elegido este terminal por ser el que el alumno dispone de antemano, ya que la aplicación no exige excesiva potencia para su ejecución y dispone de una pantalla suficientemente grande para realizar las medidas, aparte de una versión Android suficientemente actualizada. Además, el profesor realizará las pruebas de la aplicación en un Samsung Galaxy S4, que cumple sobradamente con las especificaciones mínimas, y así se podrá comprobar el funcionamiento en distintas resoluciones.

La versión mínima de Android para el funcionamiento correcto de la aplicación es 4.0 KitKat. En caso del dispositivo disponer de tarjeta SD, ahí se almacenarán diversos archivos necesarios para el funcionamiento de la aplicación.

ENTORNO DE DESARROLLO

El entorno de desarrollo elegido es el oficial proporcionado por Google, Android SDK. Se trata de una versión de Eclipse que incluye todas las librerías y *plug-ins* necesarios para desarrollar, ejecutar y depurar aplicaciones Android.

Para la planificación del proyecto se ha utilizado Microsoft Project 2013. Esta elección viene dada por la familiaridad con la aplicación al haberla empleado anteriormente en otros proyectos, por las potentes herramientas que contiene y por tener acceso a ella de forma gratuita.

Para la parte de análisis y diseño se ha elegido el programa Astah Professional, ya que tras haber utilizado varios programas UML durante la carrera, es el con el que más a fondo se ha utilizado todas sus posibilidades, además de poseer una licencia previamente a iniciar el proyecto, y su posibilidad de utilización en los ordenadores de la escuela.

Para la creación de toda la documentación se ha empleado Microsoft Office Word 2007, con motivos similares a los expuestos en la herramienta anterior: familiaridad y experiencia de uso de la aplicación, versatilidad y disponibilidad de la herramienta de forma gratuita.

CAPÍTULO II: PLANIFICACIÓN

ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto va a ser desarrollado por una única persona, el alumno del proyecto, por lo que se encargará de todos los roles existentes desde el comienzo hasta el fin del proyecto. Cuenta con la ayuda y guía de sus tutores Don Manuel y Don Miguel, profesores del Departamento de Física Aplicada y del Departamento de Física de la Materia Condensada.

ROLES Y RESPONSABILIDADES

Rol	Responsabilidades	Persona encargada
Gestor del proyecto	Planificar, organizar, gestionar, dirigir y controlar.	Alfonso Benito Pastor
Planificador	Planificar y organizar las fases del proyecto.	Alfonso Benito Pastor
Analista	Analizar un problema, identificar los requisitos, y proporcionar una solución.	Alfonso Benito Pastor
Diseñador	Desarrollador y probador de la aplicación.	Alfonso Benito Pastor

Tabla 1. Roles y responsabilidades

ESTIMACIONES DE TIEMPOS

La estimación de tiempos se realizará a partir a partir de la experiencia obtenida con otros proyectos durante las distintas asignaturas del grado en la Universidad, así como las tareas realizadas en las prácticas de empresa.

PLAN DE PROYECTO

La planificación del proyecto se va a realizar de acuerdo al método del Proceso Unificado, por lo que sus fases serán las presentes en éste:

Fase	Número de iteraciones	Duración
Fase de inicio	1 iteración	2 semanas
Fase de elaboración	2 iteraciones	6 semanas
Fase de construcción	2 iteraciones	10 semanas
Fase de transición	1 iteración	2 semanas

Tabla 2. Fases e iteraciones del proyecto

El final de cada etapa estará marcado por un hito:

Fase	Hito
Fase de inicio	Se ha estudiado el problema propuesto y se han identificado los requisitos generales. Se ha elegido una arquitectura de entre las estudiadas, y se ha creado un plan de fases y una identificación previa de riesgos.
Fase de elaboración	Se han obtenido todos los requisitos de la aplicación y reconocidos todos los casos de uso. Se ha comenzado con las primeras fases de desarrollo y elaborado un prototipo inicial.
Fase de construcción	Todos los casos de uso han sido implementados. Se realiza la batería de pruebas de caja negra y blanca sobre las versiones de la aplicación para detectar y corregir fallos. Se obtiene la versión final de la aplicación.
Fase de transición	Se despliega la versión final de la aplicación en dispositivos de distintas especificaciones hardware para comprobar su funcionamiento. Se finaliza el manual de usuario y se le entrega al usuario junto con la aplicación.

Tabla 3. Fases e hitos del proyecto

CALENDARIO DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	lun 02/02/15	lun 02/02/15		Alfonso Benito Pastor
▾ Fase de inicio	14 días	lun 02/02/15	dom 15/02/15	1	
Iteración 1	14 días	lun 02/02/15	dom 15/02/15	1	Alfonso Benito Pastor
▾ Fase de Elaboración	42 días	lun 16/02/15	dom 29/03/15	2	
Iteración 1	21 días	lun 16/02/15	dom 08/03/15	3	Alfonso Benito Pastor
Iteración 2	21 días	lun 09/03/15	dom 29/03/15	5	Alfonso Benito Pastor
▾ Fase de Construcción	70 días	lun 30/03/15	dom 07/06/15	4	
Iteración 1	35 días	lun 30/03/15	dom 03/05/15	6	Alfonso Benito Pastor
Iteración 2	35 días	lun 04/05/15	dom 07/06/15	8	Alfonso Benito Pastor
▾ Fase de Transición	14 días	lun 08/06/15	dom 21/06/15	7	
Iteración 1	14 días	lun 08/06/15	dom 21/06/15	9	Alfonso Benito Pastor
Fin del proyecto	0 días	dom 21/06/15	dom 21/06/15	11;10	

Ilustración 2. Calendario del proyecto

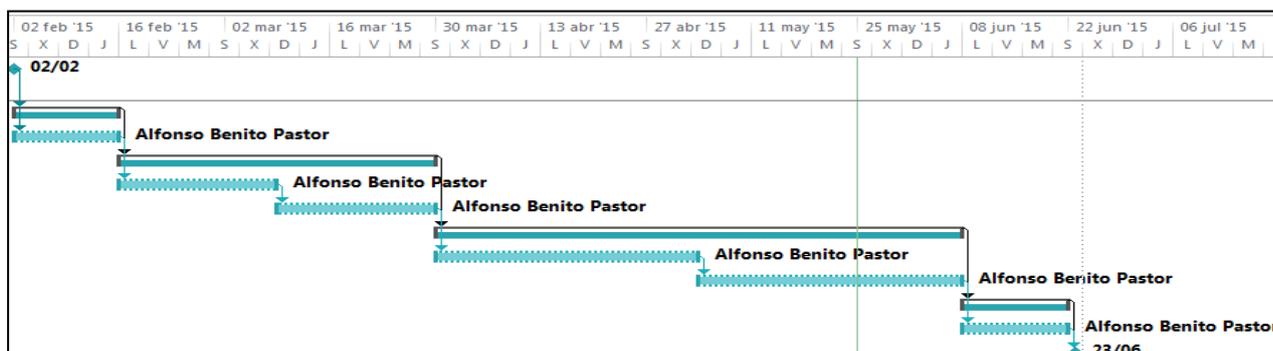


Ilustración 3. Diagrama de Gantt del proyecto global

RECURSOS DEL PROYECTO

	Recursos humanos	Recursos hardware	Recursos software
Inicio	Alfonso Benito Pastor	Ordenador de desarrollo.	Microsoft Office 2007, REM 1.2.2.
Elaboración	Alfonso Benito Pastor	Ordenador de desarrollo.	Microsoft Office 2007, REM 1.2.2, Astah Professional, Eclipse con Android SDK.
Construcción	Alfonso Benito Pastor	Ordenador de desarrollo, BQ Aquaris 4.5.	Microsoft Office 2007, REM 1.2.2, Astah Professional, Eclipse con Android SDK.
Transición	Alfonso Benito Pastor	Ordenador de desarrollo, Bq Aquaris 4.5, Samsung Galaxy S4.	Microsoft Office 2007, REM 1.2.2, Astah Professional, Eclipse con Android SDK.

Tabla 4. Recursos necesarios del proyecto

Ordenador de desarrollo	
CPU	AMD Phenom™ II X3 710 Processor 2.60GHz
GPU	ATI Radeon HD 4770
RAM	4 GB DDR2
HDD	150 GB
OS	Windows 7 Ultimate SP1

Tabla 5. Características de ordenador de desarrollo

Ordenador de desarrollo	
CPU	Dual Core Cortex A9
GPU	PowerVR Serie5 SGX
RAM	1GB DDR3
HDD	4 GB
OS	Android 4.1.1 KitKat
Display	4.5" 540x960 pixels

Tabla 6. Características de BQ Aquaris 4.5

ANÁLISIS DE RIESGOS

Identificar y analizar los posibles riesgos a los que se puede enfrentar el proyecto es una tarea importante mediante la que incrementar las posibilidades de éxito y calidad del resultado final.

En las se detallan algunos de los riesgos considerados en la realización del proyecto, así como su posible corrección.

Riesgo-0001	Planificación no realista
Descripción	La planificación inicial no es asumible, con lo que los plazos estimados son inasumibles.
Efecto	Retraso en la realización de las tareas del proyecto.
Frecuencia	Alta.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Reestructuración de la planificación inicial, aumentando márgenes en cada fase, especialmente en las más exigentes que se corresponden a las fases de elaboración y construcción.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para cumplir los plazos estimados en caso de detección de incumplimiento de la planificación.

Tabla 7. Riesgo-0001

Riesgo-0002	Pérdida de datos
Descripción	Pérdida total o parcial de algún elemento del proyecto (documentación, código, etc.).
Efecto	Retraso en la realización de las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Se realizaran copias de seguridad diarias, tanto en alojamiento local como en la nube.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para recuperar la información perdida.

Tabla 8. Riesgo-0002

Riesgo-0003	Modificación de requisitos
Descripción	Cambios en los requisitos iniciales del proyecto.
Efecto	Retraso en la realización de las tareas del proyecto.
Frecuencia	Media.
Gravedad	Media.
Detección	Alta.
Acción correctora	Establecer márgenes de tiempo en cada fase de la planificación suficientemente grandes para afrontar este suceso.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para que el proyecto se ajuste a los nuevos requisitos.

Tabla 9. Riesgo-0003

Riesgo-0004	Enfermedad o ausentamiento obligatorio
Descripción	Imposibilidad de trabajar en el proyecto por causas de fuerza mayor.
Efecto	Retraso en la realización de las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Media.
Detección	Alta.
Acción correctora	Establecer márgenes de tiempo en cada fase de la planificación suficientemente grandes para afrontar este suceso.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para recuperar el tiempo de trabajo perdido.

Tabla 10. Riesgo-0004

Riesgo-0005	Pérdida o avería de los dispositivos de desarrollo
Descripción	Los dispositivos físicos sobre los que se realiza el proyecto se extravían o se averían.
Efecto	Retraso en la realización de las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Contar con dispositivos alternativos y proteger convenientemente estos dispositivos de posibles averías.
Plan de contingencia	Obtener dispositivos alternativos y utilización de emuladores.

Tabla 11. Riesgo-0005

PLANIFICACIÓN DE FASES

En las siguientes ilustraciones se detalla y representa la planificación de las distintas fases de las que consta el proyecto, con sus respectivas iteraciones en cada fase:

-Fase de inicio – iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▲ Fase de inicio	14 días	lun 02/02/15	dom 15/02/15		
▲ Iteración 1	14 días	lun 02/02/15	dom 15/02/15		
Toma de decisiones	1 día	lun 02/02/15	lun 02/02/15		Alfonso Benito Pastor
Organización del proyecto	2 días	mar 03/02/15	mié 04/02/15	3	Alfonso Benito Pastor
Creación de calendario de fases	2 días	jue 05/02/15	vie 06/02/15	4	Alfonso Benito Pastor
Planificación de fase de inicio - iteración 1	1 día	sáb 07/02/15	sáb 07/02/15	5	Alfonso Benito Pastor
Creación de plan de proyecto	2 días	dom 08/02/15	lun 09/02/15	6	Alfonso Benito Pastor
Creación de plan de riesgos	1 día	mar 10/02/15	mar 10/02/15	7	Alfonso Benito Pastor
Identificación de requisitos	2 días	mié 11/02/15	jue 12/02/15	8	Alfonso Benito Pastor
Identificación de casos de uso	1 día	vie 13/02/15	vie 13/02/15	9	Alfonso Benito Pastor
Planificación de fase de elaboración - iteración 1	2 días	sáb 14/02/15	dom 15/02/15	10	Alfonso Benito Pastor

Ilustración 4. Calendario de fase de inicio - iteración 1

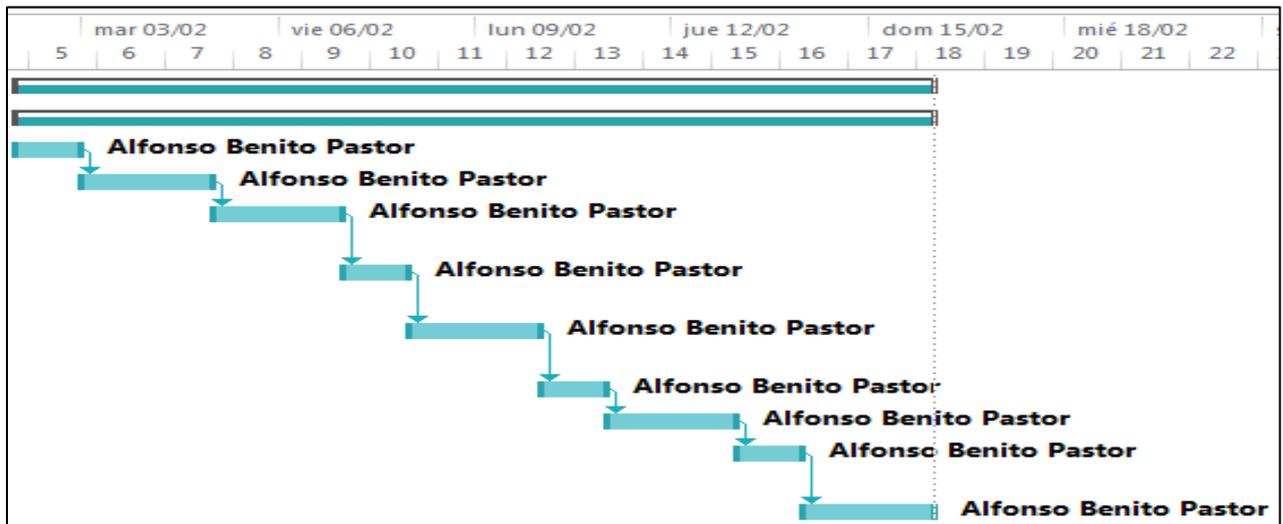


Ilustración 5. Diagrama de Gantt fase de inicio - iteración 1

-Fase de elaboración – iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▾ Fase de elaboración	21 días	lun 16/02/15	dom 08/03/15		
▾ Iteración 1	21 días	lun 16/02/15	dom 08/03/15		
Creación de documento de análisis	5 días	lun 16/02/15	vie 20/02/15		Alfonso Benito Pastor
Creación de casos de uso	5 días	sáb 21/02/15	mié 25/02/15	3	Alfonso Benito Pastor
Creación de diagramas de secuencia	7 días	jue 26/02/15	mié 04/03/15	4	Alfonso Benito Pastor
Creación de la descripción del hardware y del software	2 días	jue 05/03/15	vie 06/03/15	5	Alfonso Benito Pastor
Planificación de fase de elaboración - iteración 2	2 días	sáb 07/03/15	dom 08/03/15	6	Alfonso Benito Pastor

Ilustración 6. Calendario de fase de elaboración - iteración 1



Ilustración 7. Diagrama de Gantt de fase de elaboración - iteración 1

-Fase de elaboración – iteración 2:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▸ Fase de elaboración	21 días	lun 09/03/15	dom 29/03/15		
▸ Iteración 2	21 días	lun 09/03/15	dom 29/03/15		
Revisión de documento de análisis	5 días	lun 09/03/15	vie 13/03/15		Alfonso Benito Pastor
Revisión de casos de uso	5 días	sáb 14/03/15	mié 18/03/15	3	Alfonso Benito Pastor
Revisión de diagramas de secuencia	7 días	jue 19/03/15	mié 25/03/15	4	Alfonso Benito Pastor
Revisión de la descripción del hardware y del software	2 días	jue 26/03/15	vie 27/03/15	5	Alfonso Benito Pastor
Planificación de fase de construcción - iteración 1	2 días	sáb 28/03/15	dom 29/03/15	6	Alfonso Benito Pastor

Ilustración 8. Calendario de fase de elaboración - iteración 2



Ilustración 9. Diagrama de Gantt de fase de elaboración - iteración 2

-Fase de construcción – iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▸ Fase de construcción	35 días	lun 30/03/15	dom 03/05/15		
▸ Iteración 1	35 días	lun 30/03/15	dom 03/05/15		
Creación de diagramas de clases	6 días	lun 30/03/15	sáb 04/04/15		Alfonso Benito Pastor
Creación de diagramas de secuencia	5 días	dom 05/04/15	jue 09/04/15	3	Alfonso Benito Pastor[50%]
Creación de diagrama de arquitectura	5 días	dom 05/04/15	jue 09/04/15	3	Alfonso Benito Pastor[50%]
Programación de la aplicación	23 días	vie 10/04/15	sáb 02/05/15	4;5	Alfonso Benito Pastor
Planificación de fase de construcción - iteración 2	1 día	dom 03/05/15	dom 03/05/15	6	Alfonso Benito Pastor

Ilustración 10. Calendario de fase de construcción - iteración 1

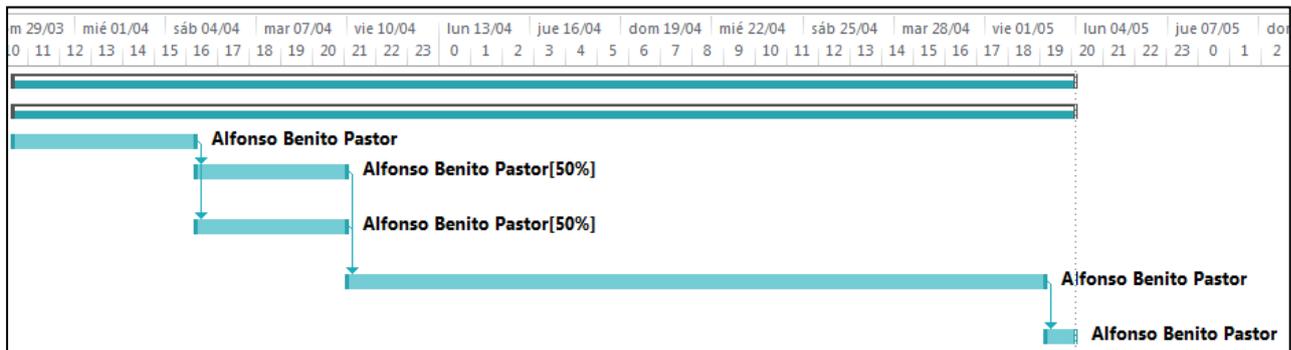


Ilustración 11. Diagrama de Gantt de fase de construcción - iteración 1

-Fase de construcción – iteración 2:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▲ Fase de construcción	35 días	lun 04/05/15	dom 07/06/15		
▲ Iteración 2	35 días	lun 04/05/15	dom 07/06/15		
Programación de la aplicación	28 días	lun 04/05/15	dom 31/05/15		Alfonso Benito Pastor[80%]
Creación de manual de usuario	5 días	mié 27/05/15	dom 31/05/15		Alfonso Benito Pastor[20%]
Revisión de diagramas de clases	2 días	lun 01/06/15	mar 02/06/15	4;3	Alfonso Benito Pastor
Revisión de diagramas de secuencia	2 días	mié 03/06/15	jue 04/06/15	5	Alfonso Benito Pastor
Revisión de diagrama de arquitectura	1 día	vie 05/06/15	vie 05/06/15	5	Alfonso Benito Pastor
Planificación de fase de transición - iteración 1	2 días	sáb 06/06/15	dom 07/06/15	6;7	Alfonso Benito Pastor

Ilustración 12. Calendario de fase de construcción - iteración 2

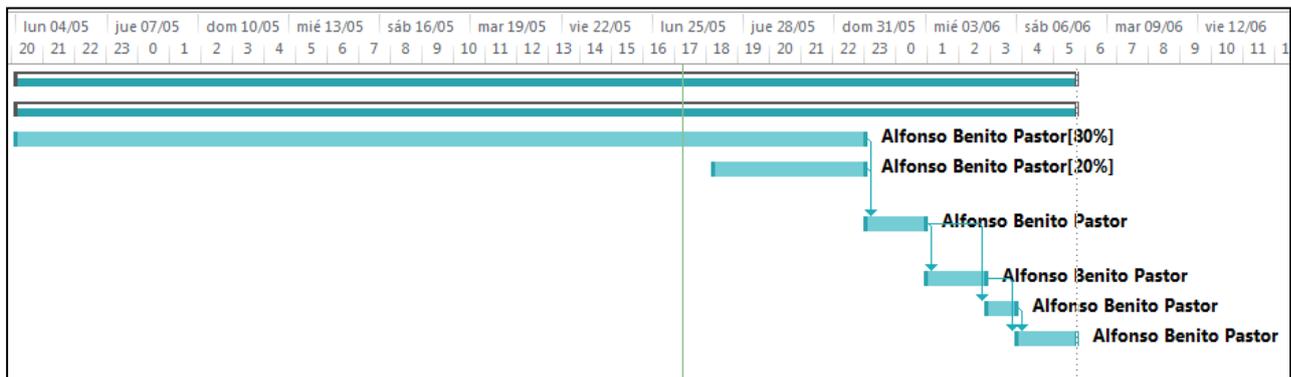


Ilustración 13. Diagrama de Gantt de fase de construcción - iteración 2

-Fase de transición – iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▾ Fase de transición	14 días	lun 08/06/15	dom 21/06/15		
▾ Iteración 1	14 días	lun 08/06/15	dom 21/06/15		
Depuración y pruebas	6 días	mar 09/06/15	dom 14/06/15		Alfonso Benito Pastor
Corrección de errores	5 días	lun 15/06/15	vie 19/06/15	3	Alfonso Benito Pastor
Revisión de la documentación	2 días	sáb 20/06/15	dom 21/06/15	4	Alfonso Benito Pastor

Ilustración 14. Calendario de fase de transición - iteración 1

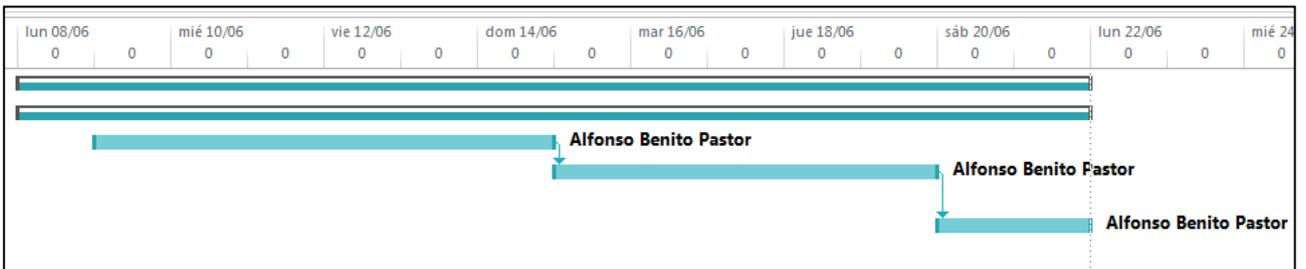


Ilustración 15. Diagrama de Gantt de fase de transición - iteración 1

ESTIMACION DE COSTES

El coste monetario del proyecto se desglosa en:

-130 € Smartphone BQ Aquaris 4.5.

-300 € PC para el desarrollo compatible con Eclipse Adt.

-25 € licencia de desarrollador de Google Play.

-200 horas de trabajo de desarrollo. Estableciendo un sueldo de 10€/hora de programación= 2000€ de costes de mano de obra. La estimación del sueldo se ha realizado en función de ofertas recibidas actualmente por el alumno por diversas empresas.

Entre publicidad y precio de utilización de la app, se deberían recaudar 2455 € para amortizar los gastos del proyecto.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS

PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Los participantes del proyecto que han hecho posible su desarrollo, con sus datos y su rol dentro del proyecto vienen definidos en las siguientes tablas:

Organización-0001	Alumnado de arte
Dirección	No consta.
Rol	Diseñador Gráfico
Teléfono	No consta.
Fax	No consta.

Tabla 12. Organización-0001

Participante-0001	Alfonso Benito Pastor
Organización	Departamento de Informática.
Rol	Jefe de proyecto, analista y desarrollador.
Es desarrollador	Sí.
Es cliente	No.
Es usuario	No.

Tabla 13. Participante-0001

Participante-0002	Manuel Ángel González Delgado
Organización	Departamento de Física Aplicada.
Rol	Tutor del TFG.
Es desarrollador	No.
Es cliente	Sí.
Es usuario	Sí.

Tabla 14. Participante-0002

Participante-0003	Miguel Ángel González Rebollo
Organización	Departamento de Física de la Materia Condensada.
Rol	Cotutor del TFG.
Es desarrollador	No.
Es cliente	Sí.
Es usuario	Sí.

Tabla 15. Participante-0003

OBJETIVOS DEL SISTEMA

En las siguientes tablas se detallan cuales son los objetivos del sistema a desarrollar en el proyecto, explicando en qué consisten y qué relevancia tienen:

Objetivo-0001	Análisis en el plano del movimiento de un cuerpo
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario el análisis en el plano de las distintas posiciones de un cuerpo mediante vídeo.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 16. Objetivo-0001

Objetivo-0002	Aprendizaje sobre cálculos en el movimiento de un cuerpo
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario el aprendizaje de fundamentos teóricos sobre el movimiento de un cuerpo.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 17. Objetivo-0002

Objetivo-0003	Exportación de los resultados
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario exportar los datos obtenidos a un fichero.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 18. Objetivo-0003

REQUISITOS DEL SISTEMA

REQUISITOS FUNCIONALES

En las siguientes tablas se explican cuáles son los requisitos del sistema en relación al funcionamiento del mismo:

FRQ-0001	Consultar fundamentos teóricos
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario consultar los fundamentos teóricos relativos al movimiento de un cuerpo.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 19. Requisito funcional-0001

FRQ-0002	Consultar manual de usuario
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá proporcionar al usuario un manual de uso de las diferentes opciones que presenta la aplicación.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 20. Requisito funcional-0002

FRQ-0003	Grabación y almacenamiento de vídeo
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario grabar con el dispositivo el movimiento de un cuerpo.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 21. Requisito funcional-0003

FRQ-0004	Realización de fotos
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario la realización de fotos para el calibrado de las medidas.
Dependencias	No.
Importancia	Importante.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 22. Requisito funcional-0004

FRQ-0005	Reproducción de vídeo
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario la visualización de los vídeos realizados con la aplicación.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 23. Requisito funcional-0005

FRQ-0006	Medición manual de las posiciones del cuerpo durante el vídeo
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario marcar manualmente las distintas posiciones del cuerpo en la pantalla.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 24. Requisito funcional-006

FRQ-0007	Exportación de datos a un fichero .csv
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario exportar los datos obtenidos en el análisis a un fichero .csv.
Dependencias	No.
Importancia	Importante.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 25. Requisito funcional-0007

FRQ-0008	Calibrado mediante regla
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá proporcionar al usuario un fichero con una regla graduada para el calibrado.
Dependencias	No.
Importancia	Importante.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 26. Requisito funcional-0008

FRQ-0009	Visualización de los resultados en una gráfica
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario ver los resultados del análisis del movimiento del cuerpo en una gráfica.
Dependencias	No.
Importancia	Importante.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 27. Requisito funcional-0009

REQUISITOS NO FUNCIONALES

Ahora pasamos a detallar aquellos requisitos del sistema referidos a las propiedades del sistema no relacionadas con su funcionamiento:

NFR-0001	Almacenamiento de los datos de la aplicación en tarjeta externa
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá almacenar los vídeos, ficheros y fotos en la tarjeta de almacenamiento externo del dispositivo.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 28. Requisito no funcional-0001

NFR-0002	Borrado de todos los datos en la desinstalación de la aplicación
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá eliminar todos los ficheros de la aplicación en caso de su desinstalación.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 29. Requisito no funcional-0002

NFR-0003	Compatibilidad con dispositivos diversos
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá poder funcionar correctamente en dispositivos con características hardware diversas siempre que dispongan de los requisitos mínimos exigidos por la aplicación.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 30. Requisito no funcional-0003

NFR-0004	Facilidad de uso
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá poder ser usado de forma sencilla e intuitiva y contar con un pequeño manual de usuario.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 31. Requisito no funcional-0004

NFR-0005	Interfaz de la aplicación de acuerdo a unas directrices dadas
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado.
Descripción	El sistema deberá estar diseñado con una interfaz acorde al diseño que han establecido los alumnos de arte que han colaborado con el proyecto.
Dependencias	No.
Importancia	Vital.
Urgencia	Inmediatamente.
Estado	En construcción.
Estabilidad	Baja.

Tabla 32. Requisito no funcional-0005

DEFINICIÓN DE ACTORES

En la siguiente tabla se presenta que actores estarán presentes para el desarrollo de los diferentes casos de uso identificados en la utilización de la aplicación:

ACT-0001	Usuario
Versión	1.0 (11/02/2015).
Autores	Alfonso Benito Pastor.
Descripción	El actor Usuario representa a cualquier usuario de la aplicación.

Tabla 33. Actor-0001

DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Acorde a los requisitos identificados en el punto anterior, a continuación se muestra el diagrama de casos de uso del sistema, donde se listan los principales procesos a los que se enfrentará el usuario en la utilización de la aplicación.

Aunque los casos de uso en el diagrama no tienen un orden jerárquico, se puede decir que están colocados un orden de profundidad: los casos de uso referidos a las primeras pantallas son los que están situadas más arriba, mientras que los que se acceden pasando por más pantallas antes de llegar al caso de uso son los que están en la parte inferior.

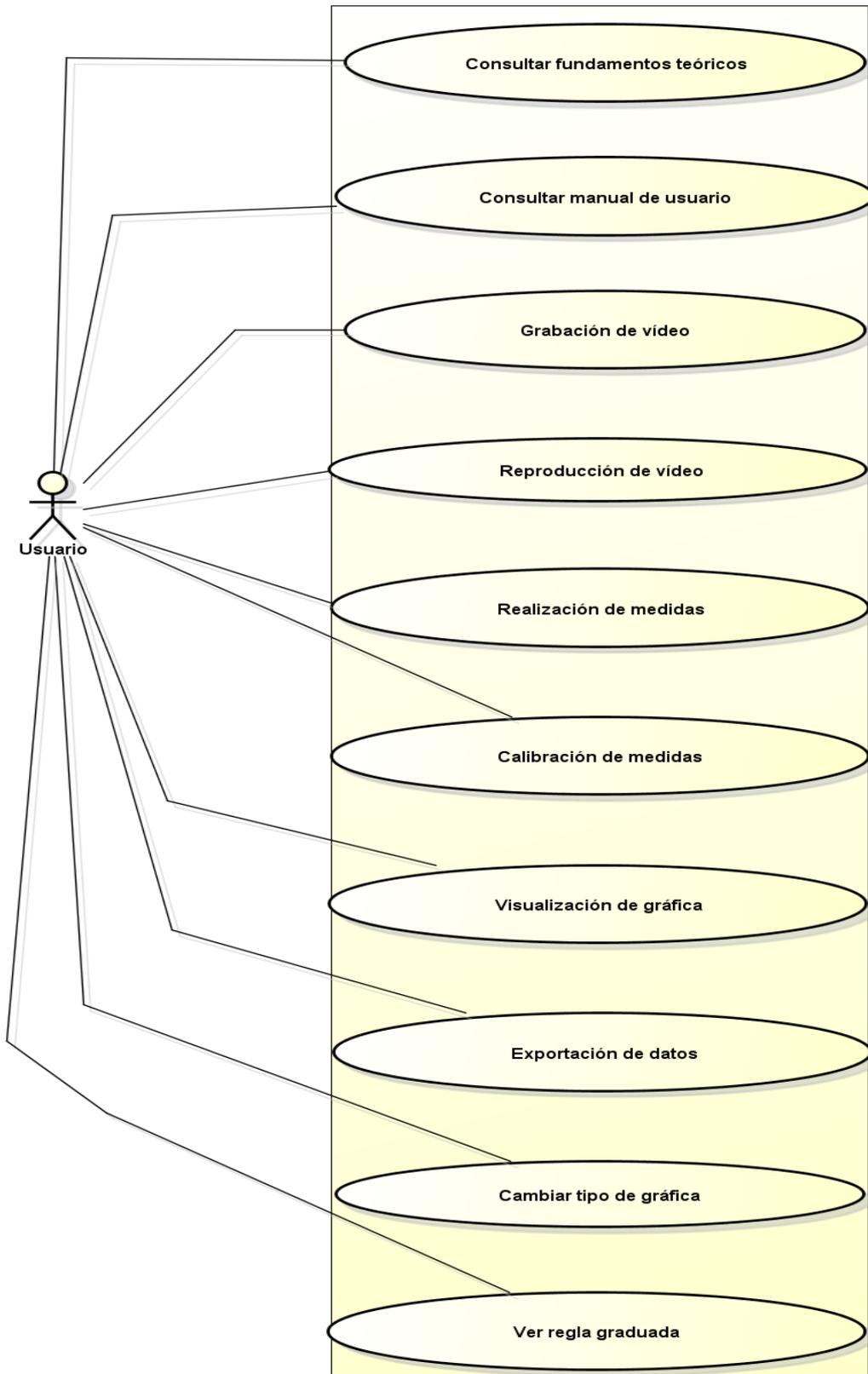


Ilustración 16. Diagrama de casos de uso

CASOS DE USO DEL SISTEMA

En las siguientes tablas describo los casos de uso listados en el diagrama anterior, explicando la secuencia de pasos que debe seguir el usuario interactuando con el sistema para completar el proceso con éxito:

UC-0001		Consultar fundamentos teóricos	
Versión	1.0 (13/02/2015).		
Autores	Alfonso Benito Pastor.		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere consultar los fundamentos teóricos.		
Precondición	Ninguna.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Teoría en la pantalla principal.	
	2	El sistema muestra la pantalla de Teoría.	
Excepciones	No.		
Importancia	Vital.		
Urgencia	Inmediatamente.		
Estado	Completado.		
Estabilidad	Alta.		

Tabla 34. Caso de uso-0001

UC-0002		Consultar manual de usuario	
Versión	1.0 (13/02/2015).		
Autores	Alfonso Benito Pastor.		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario desee consultar el manual de usuario.		
Precondición	Ninguna.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Manual de usuario en la pantalla principal.	
	2	El sistema muestra la pantalla de Manual de usuario.	
Excepciones	No.		
Importancia	Vital.		
Urgencia	Inmediatamente.		
Estado	Completado.		
Estabilidad	Alta.		

Tabla 35. Caso de uso-0002

UC-0003	Grabación de vídeo	
Versión	1.0 (13/02/2015).	
Autores	Alfonso Benito Pastor.	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere grabar en vídeo el movimiento e un cuerpo.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Aplicación en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de pre-visualización del espacio enfocado por el usuario, con las opciones activadas de Grabar y Cargar Vídeo.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Grabar en la pantalla de aplicación.
	4	El sistema comienza a grabar lo enfocado desde el dispositivo, mostrando la duración del vídeo que se está grabando. Se activa el botón de Grabar y se desactivan los de Grabar y Cargar vídeo.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Parar cuando haya grabado el movimiento del cuerpo deseado.
	6	El sistema almacena el vídeo grabado en la tarjeta SD, y vuelve a mostrar los botones de Grabar y cargar vídeo activados, además de la pre-visualización del espacio que el usuario enfoque con el dispositivo.
Excepciones	No.	
Importancia	Vital.	
Urgencia	Inmediatamente.	
Estado	Completado.	
Estabilidad	Alta.	

Tabla 36. Caso de uso-0003

UC-0004	Reproducción de vídeo	
Versión	1.0 (13/02/2015).	
Autores	Alfonso Benito Pastor.	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere ver un vídeo grabado anteriormente con la aplicación.	
Precondición	El actor Usuario (ACT-0001) ha grabado anteriormente un vídeo con la aplicación.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Aplicación en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de pre-visualización del espacio enfocado por el usuario, con las opciones activadas de Grabar y Cargar Vídeo.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cargar vídeo en la pantalla de aplicación.
	4	El sistema muestra la pantalla con los vídeos grabados con la aplicación, nombrados con la fecha y la hora del momento en que se grabaron.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona el vídeo que desee cargar.
	6	El sistema carga el vídeo seleccionado, reproduciéndolo directamente. Muestra las opciones de volver a reproducirlo, pausarlo, u opciones de medición y calibrado.
	Paso	Acción
Excepciones	4	El actor Usuario (ACT-0001) no ha grabado ningún vídeo anteriormente. No se muestra ningún vídeo y el usuario solo puede volver a la pantalla de Aplicación.
Importancia	Vital.	
Urgencia	Inmediatamente.	
Estado	Completado.	
Estabilidad	Alta.	

Tabla 37. Caso de uso-0004

UC-0005		Realización de medidas	
Versión	1.0 (13/02/2015).		
Autores	Alfonso Benito Pastor.		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar las medidas de un vídeo grabado del movimiento de un cuerpo.		
Precondición	El actor Usuario (ACT-0001) ha grabado anteriormente un vídeo con la aplicación.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Aplicación en la pantalla principal.	
	2	El sistema muestra la pantalla de pre-visualización del espacio enfocado por el usuario, con las opciones activadas de Grabar y Cargar Vídeo.	
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cargar vídeo en la pantalla de aplicación.	
	4	El sistema muestra la pantalla con los vídeos grabados con la aplicación, nombrados con la fecha y la hora del momento en que se grabaron.	
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona el vídeo que desee cargar.	
	6	El sistema carga el vídeo seleccionado, reproduciéndolo directamente. Muestra las opciones de volver a reproducirlo, pausarlo, u opciones de medición y calibrado.	
	7	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de Opciones, y selecciona la opción Medir.	
	8	El sistema pide al usuario cada cuanto tiempo quiere recuperar los frames del vídeo.	
	9	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el tiempo deseado.	
	10	El sistema muestra el primer frames del vídeo, con información de los frames totales y duración del vídeo.	
	11	El actor Usuario (ACT-0001) marca con el dedo dónde se encuentra el objeto en el frame y pulsa el botón Siguiente, que se activa cada vez que el usuario marca un punto, junto al botón de Deshacer y Gráfica.	
	12	El sistema muestra el siguiente frame, mostrando los puntos anteriormente marcados, y se repite el proceso.	
	Excepciones	Paso	Acción
4		El actor Usuario (ACT-0001) no ha grabado ningún vídeo anteriormente. No se muestra ningún vídeo y el usuario solo puede volver a la pantalla de Aplicación.	
	11	El actor Usuario (ACT-0001) da al botón deshacer, se elimina el último punto marcado y se va al frame anterior, pudiéndose repetir el proceso hasta llegar al primer frame.	
Importancia	Vital.		
Urgencia	Inmediatamente.		
Estado	Completado.		
Estabilidad	Alta.		

Tabla 38. Caso de uso-0005

UC-0006		Calibración	
Versión	1.0 (13/02/2015).		
Autores	Alfonso Benito Pastor.		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere corregir el error en las medidas que realizará posteriormente a un vídeo.		
Precondición	El actor Usuario (ACT-0001) ha grabado anteriormente un vídeo con la aplicación.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Aplicación en la pantalla principal.	
	2	El sistema muestra la pantalla de pre-visualización del espacio enfocado por el usuario, con las opciones activadas de Grabar y Cargar Vídeo.	
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cargar vídeo en la pantalla de aplicación.	
	4	El sistema muestra la pantalla con los vídeos grabados con la aplicación, nombrados con la fecha y la hora del momento en que se grabaron.	
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona el vídeo que desee cargar.	
	6	El sistema carga el vídeo seleccionado, reproduciéndolo directamente. Muestra las opciones de volver a reproducirlo, pausarlo, u opciones de medición y calibrado.	
	7	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de Opciones, y selecciona la opción Calibrar.	
	8	El sistema explica al usuario como hacer la calibración y les muestra el botón Calibrar.	
	9	El actor Usuario (ACT-0001) activa el botón Calibrar.	
	10	El sistema activa la cámara para realizar una foto a la regla graduada proporcionada en los ajustes de la aplicación.	
	11	El actor Usuario (ACT-0001) enfoca y realiza la foto.	
	12	El sistema muestra la foto, y se muestra la misma pantalla que en la medición para que el usuario marque 3 puntos en la regla.	
	13	El actor Usuario (ACT-0001) marca punto a punto y pulsa al botón siguiente, hasta que se desactiva y se activa el botón Guardar Puntos.	
	14	El sistema pide las coordenadas de los puntos marcados al usuario.	
	15	El actor Usuario (ACT-0001) introduce las coordenadas.	
	16	El sistema muestra la pantalla de medición.	
Excepciones	Paso	Acción	
	4	El actor Usuario (ACT-0001) no ha grabado ningún vídeo anteriormente. No se muestra ningún vídeo y el usuario solo puede volver a la pantalla de Aplicación.	
	13	El usuario da al botón deshacer, se elimina el último punto marcado.	
Importancia	Vital.		
Urgencia	Inmediatamente.		
Estado	Completado.		
Estabilidad	Alta.		

Tabla 39. Caso de uso-0006

UC-0007		Visualización de gráfica
Versión	1.0 (13/02/2015).	
Autores	Alfonso Benito Pastor.	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere visualizar las medidas realizadas a un vídeo.	
Precondición	El actor Usuario (ACT-0001) ha grabado anteriormente un vídeo con la aplicación.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Aplicación en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de pre-visualización del espacio enfocado por el usuario, con las opciones activadas de Grabar y Cargar Vídeo.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cargar vídeo en la pantalla de aplicación.
	4	El sistema muestra la pantalla con los vídeos grabados con la aplicación, nombrados con la fecha y la hora del momento en que se grabaron.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona el vídeo que desee cargar.
	6	El sistema carga el vídeo seleccionado, reproduciéndolo directamente. Muestra las opciones de volver a reproducirlo, pausarlo, u opciones de medición y calibrado.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de Opciones, y selecciona la opción Medir.
	8	El sistema pide al usuario cada cuanto tiempo quiere recuperar los frames del vídeo.
	9	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el tiempo deseado.
	10	El sistema muestra el primer frames del vídeo, con información de los frames totales y duración del vídeo.
	11	El actor Usuario (ACT-0001) marca con el dedo dónde se encuentra el objeto en el frame y pulsa el botón Siguiente, que se activa cada vez que el usuario marca un punto, junto al botón de Deshacer y Gráfica.
	12	El sistema muestra el siguiente frame, mostrando los puntos anteriormente marcados, y se repite el proceso.
	13	El actor Usuario (ACT-0001) activa el botón Gráfica.
	14	El sistema muestra al usuario la gráfica con los puntos marcados.
Excepciones	Paso	Acción
	4	El actor Usuario (ACT-0001) no ha grabado ningún vídeo anteriormente. No se muestra ningún vídeo y el usuario solo puede volver a la pantalla de Aplicación.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) activa el botón Calibrar. Se realizará la calibración y se continúa en el paso 8.
	11	El actor Usuario (ACT-0001) da al botón deshacer, se elimina el último punto marcado y se va al frame anterior.
Importancia	Vital.	
Urgencia	Inmediatamente.	
Estado	Completado.	
Estabilidad	Alta.	

Tabla 40. Caso de uso-0007

UC-0008	Exportación de datos	
Versión	1.0 (13/02/2015).	
Autores	Alfonso Benito Pastor.	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere exportar los datos obtenidos.	
Precondición	El actor Usuario (ACT-0001) ha grabado anteriormente un vídeo con la aplicación.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Aplicación en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de pre-visualización del espacio enfocado por el usuario, con las opciones activadas de Grabar y Cargar Vídeo.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cargar vídeo en la pantalla de aplicación.
	4	El sistema muestra la pantalla con los vídeos grabados con la aplicación, nombrados con la fecha y la hora del momento en que se grabaron.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona el vídeo que desee cargar.
	6	El sistema carga el vídeo seleccionado, reproduciéndolo directamente. Muestra las opciones de volver a reproducirlo, pausarlo, u opciones de medición y calibrado.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de Opciones, y selecciona la opción Medir.
	8	El sistema pide al usuario cada cuanto tiempo quiere recuperar los frames del vídeo.
	9	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el tiempo deseado.
	10	El sistema muestra el primer frames del vídeo, con información de los frames totales y duración del vídeo.
	11	El actor Usuario (ACT-0001) marca con el dedo dónde se encuentra el objeto en el frame y pulsa el botón Siguiente.
	12	El sistema muestra el siguiente frame, mostrando los puntos anteriormente marcados, y se repite el proceso.
	13	El actor Usuario (ACT-0001) activa el botón Gráfica.
	14	El sistema muestra al usuario la gráfica con los puntos marcados.
	15	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa al botón de opciones del dispositivo, y activa la opción exportar datos.
	16	El sistema genera el fichero, y un mensaje de información al usuario.
Excepciones	Paso	Acción
	4	El actor Usuario (ACT-0001) no ha grabado ningún vídeo anteriormente. No se muestra ningún vídeo y el usuario solo puede volver a la pantalla de Aplicación.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) activa el botón Calibrar. Se realizará la calibración y se continúa en el paso 8.
	11	El actor Usuario (ACT-0001) da al botón deshacer, se elimina el último punto marcado y se va al frame anterior.
Importancia	Vital.	
Urgencia	Inmediatamente.	
Estado	Completado.	
Estabilidad	Alta.	

Tabla 41. Caso de uso-0008

UC-0009		Cambiar tipo de gráfica	
Versión	1.0 (13/02/2015).		
Autores	Alfonso Benito Pastor.		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario desee cambiar el tipo de gráfica que desee visualizar: Coordenadas “x” del plano sobre el tiempo “t”, coordenadas “y” del plano sobre tiempo “t” o coordenadas “x” del plano sobre coordenadas “y” del plano.		
Precondición	Ninguna.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de opciones del dispositivo en la pantalla principal, o en alguna de las posteriores a la de grabación de vídeo, y escoge la opción ajustes.	
	2	El sistema muestra las opciones de ajustes.	
	3	El usuario selecciona la opción Tipo de Gráfica, y elige una de entre $y(x)$, $x(t)$ e $y(t)$.	
	4	El sistema guarda la opción elegida y mostrará el tipo de gráfica correspondiente en el caso de uso de “visualizar gráfica”, volviendo tras ello a la pantalla de ajustes.	
Excepciones	No.		
Importancia	Vital.		
Urgencia	Inmediatamente.		
Estado	Completado.		
Estabilidad	Alta.		

Tabla 42. Caso de uso-0009

UC-0010		Ver regla graduada	
Versión	1.0 (13/02/2015).		
Autores	Alfonso Benito Pastor.		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario desee ver la regla calibrada que el usuario deberá imprimir para realizar el calibrado.		
Precondición	Ninguna.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de opciones del dispositivo, y escoge la opción ajustes.	
	2	El sistema muestra las opciones de ajustes.	
	3	El usuario selecciona la opción Regla para el calibrado.	
	4	El sistema abrirá el fichero PDF con la regla para el calibrado.	
Excepciones	Paso	Acción	
	4	El sistema no tiene un programa para abrir el fichero PDF. Se vuelve a la pantalla de ajustes.	
Importancia	Vital.		
Urgencia	Inmediatamente.		
Estado	Completado.		
Estabilidad	Alta.		

Tabla 43. Caso de uso-0010

MODELO DE DOMINIO

Una vez descritos los casos de uso del sistema, se presenta en la siguiente ilustración el modelo de dominio del sistema, donde se identifican las principales identidades del sistema, con sus relaciones y atributos:

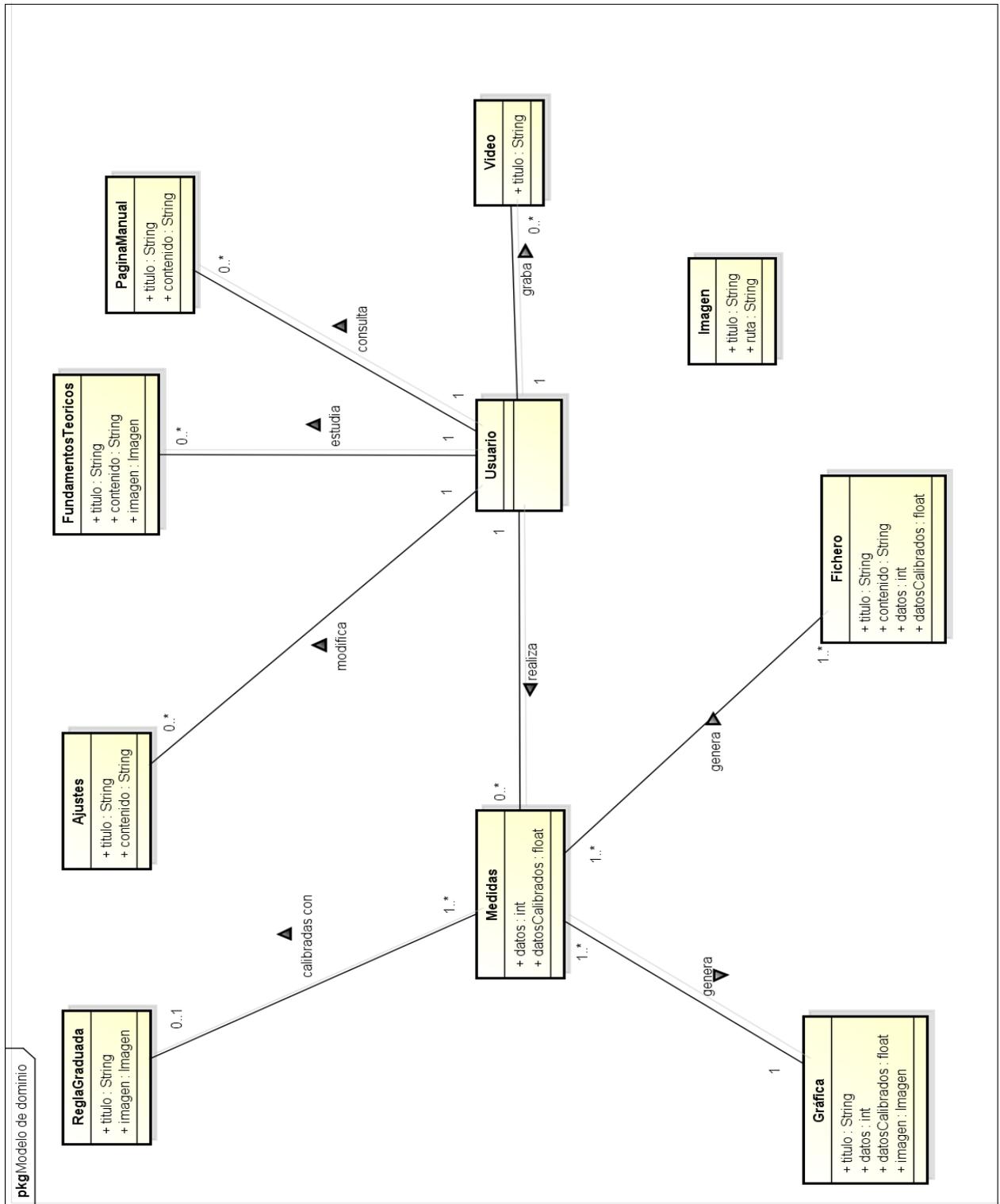


Ilustración 17. Modelo de dominio

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DOMINIO

-Usuario: representa a un usuario de la aplicación.

-FundamentosTeóricos: representa una pantalla con los fundamentos teóricos de la aplicación. Contiene un título, unos contenidos en formato texto e imágenes.

-PaginaManual: representa una página del manual de usuario. Contiene un título y un contenido en formato texto.

-Ajustes: representa una pantalla con los ajustes de la aplicación: Contiene un título y unos contenidos en formato texto.

-Video: representa el vídeo grabado por la aplicación para realizar las medidas. Contiene un título.

-Imagen: representa a las imágenes que contiene la aplicación. Contiene un título y una ruta donde están ubicadas.

-Medidas: representa a los datos obtenidos del usuario al medir las posiciones del cuerpo en movimiento grabado en vídeo. Contiene unos datos en números enteros, y unos datos calibrados tras realizar la calibración en formato float.

-ReglaGraduada: representa al documento que contiene la regla para realizar la calibración. Contiene un título y una imagen de la regla.

-Gráfica: representa la gráfica que representa las medidas realizadas. Contiene un título, los datos sin calibrar en formato entero, los datos calibrados en formato float y la imagen que muestra la gráfica.

-Fichero: representa el fichero generado por el usuario tras la realización de las medidas. Contiene un título, un contenido en formato texto, los datos sin calibrar en formato entero y los datos calibrados en formato float.

DIAGRAMAS DE SECUENCIA

En ese apartado se van a mostrar los diagramas de secuencia que detallan en profundidad la interacción de las entidades del sistema del modelo de dominio, en los casos de uso detallados anteriormente.

CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario desea acceder a los fundamentos teóricos de la aplicación:

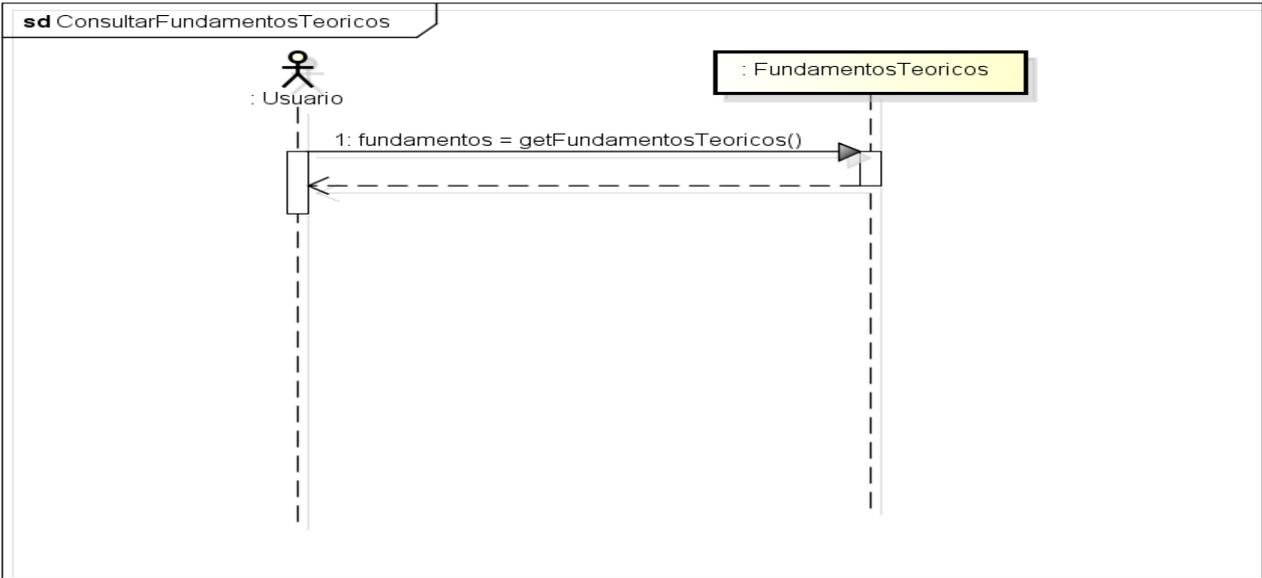


Ilustración 18. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos

CONSULTAR MANUAL DE USUARIO

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario desea acceder al manual de la aplicación:

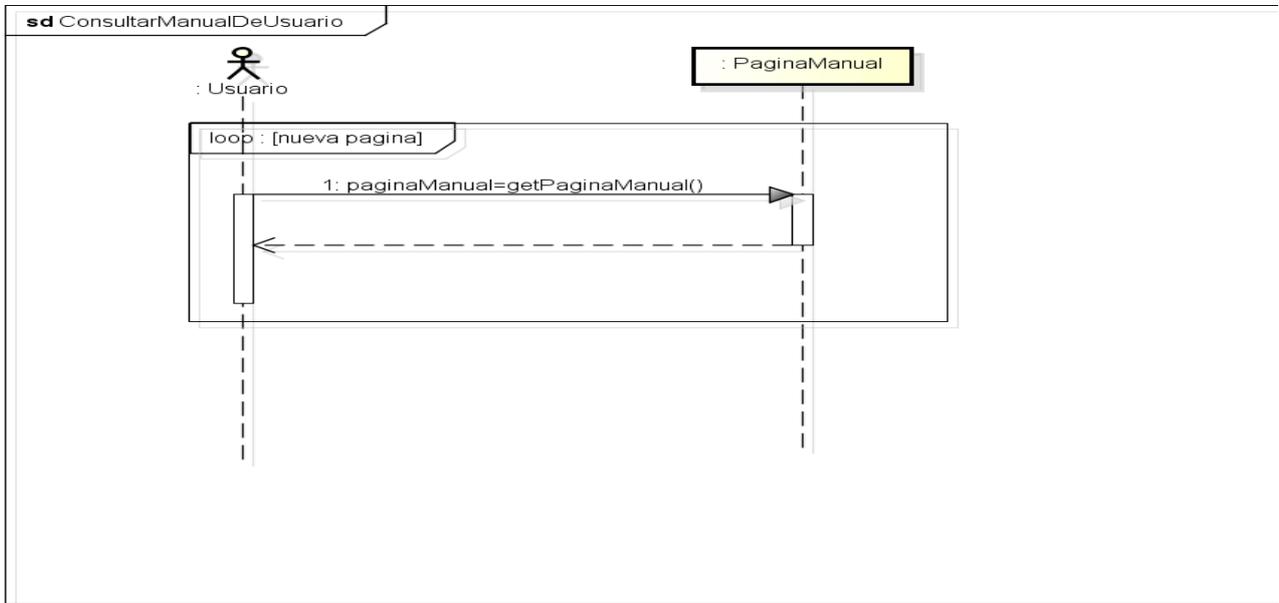


Ilustración 19. Diagrama de secuencia Consultar manual de usuario

GRABACIÓN DE VÍDEO

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario graba un vídeo desde la cámara del dispositivo a través de la aplicación:

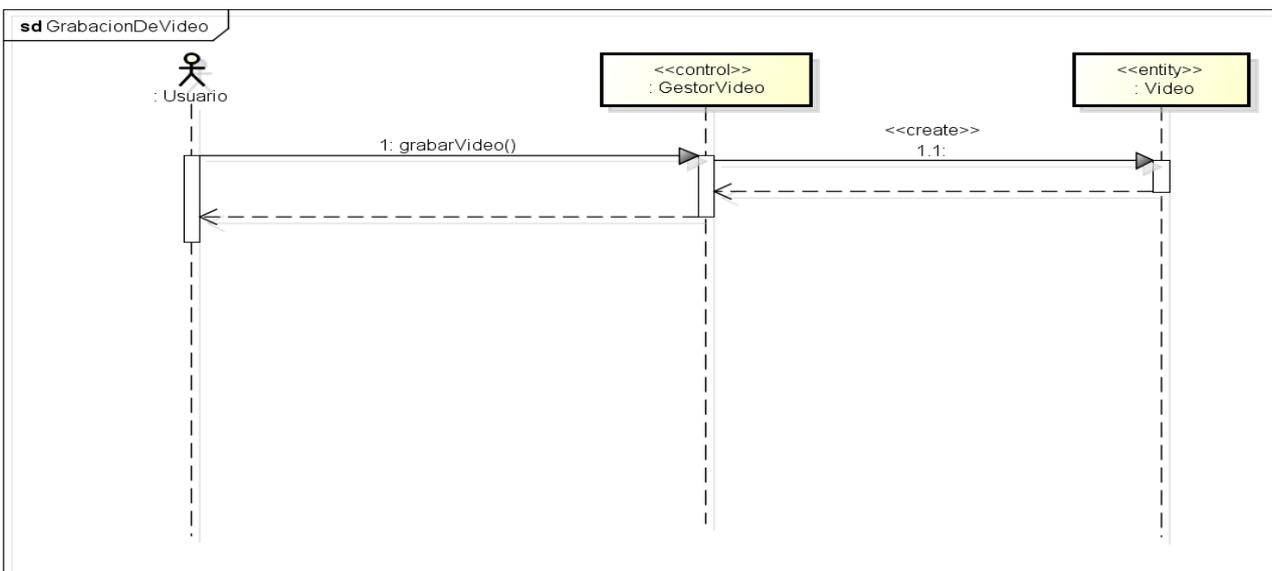


Ilustración 20. Diagrama de secuencia Grabación de vídeo

REPRODUCCIÓN DE VÍDEO

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario reproduce un vídeo grabado anteriormente desde la aplicación:

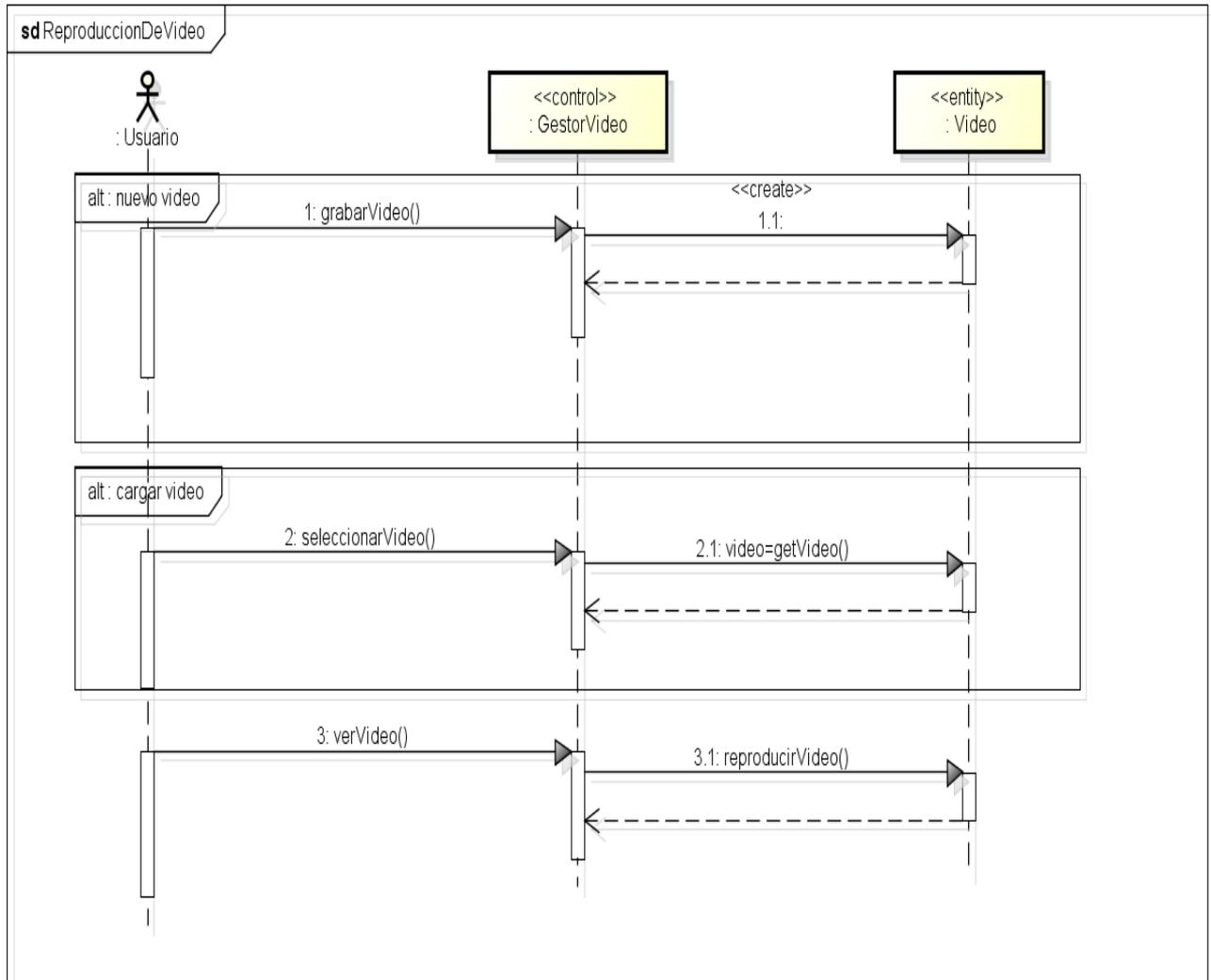


Ilustración 21. Diagrama de secuencia Reproducción de vídeo

REALIZACIÓN DE MEDIDAS

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario realiza las medidas sobre los frames de un vídeo grabado anteriormente desde la aplicación:

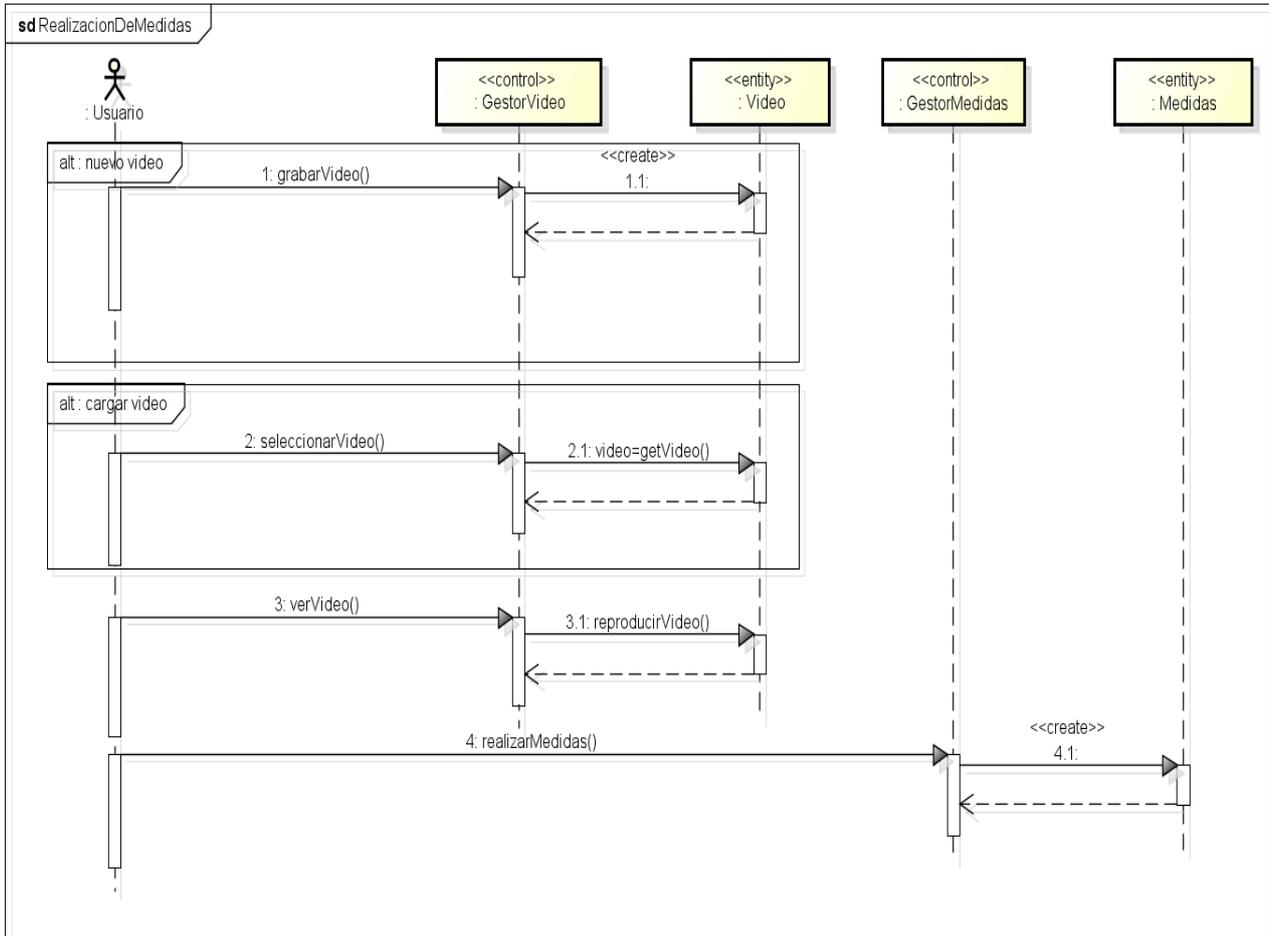


Ilustración 22. Diagrama de secuencia Realización de Medidas

CALIBRACIÓN

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario realiza el proceso de calibración para corregir los posibles errores en las medidas que realizará posteriormente:

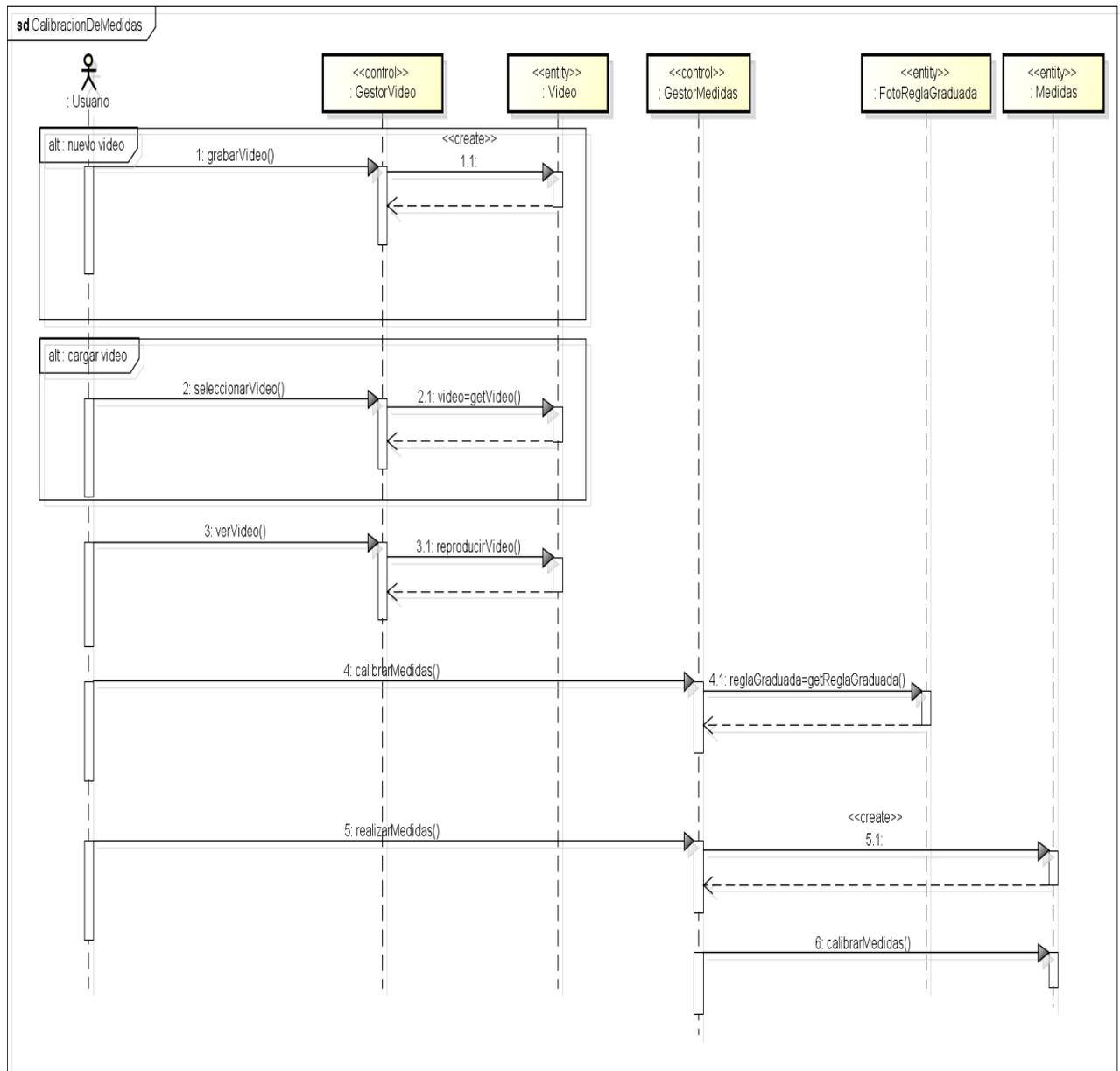


Ilustración 23. Diagrama de secuencia Calibración

VISUALIZACIÓN DE GRÁFICA

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario visualiza en un gráfica los resultados del proceso de medición realizado anteriormente:

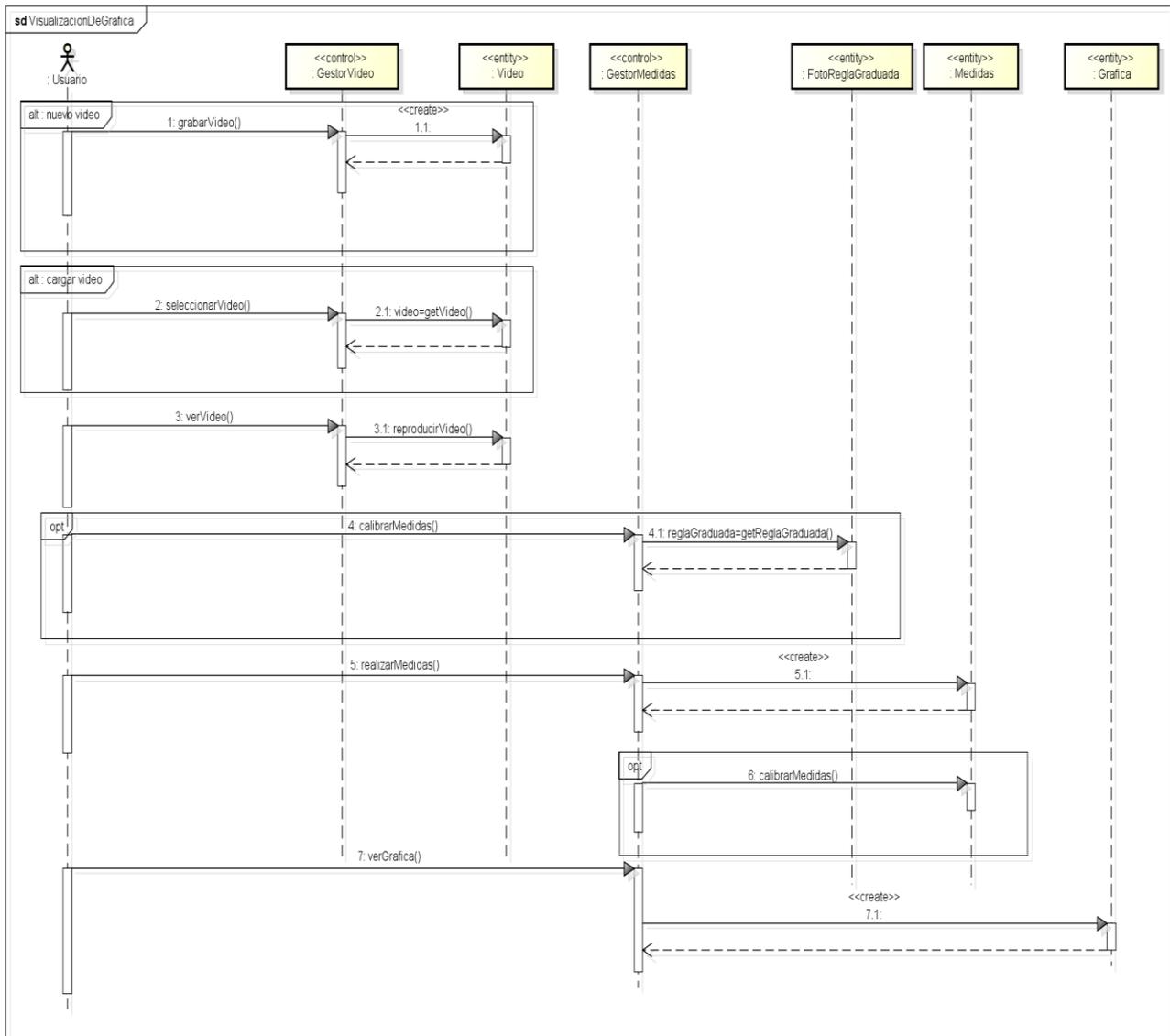


Ilustración 24. Diagrama de secuencia Visualización de gráfica

EXPORTACIÓN DE DATOS

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario exporta los datos obtenidos en la realización de medidas a un fichero externo:

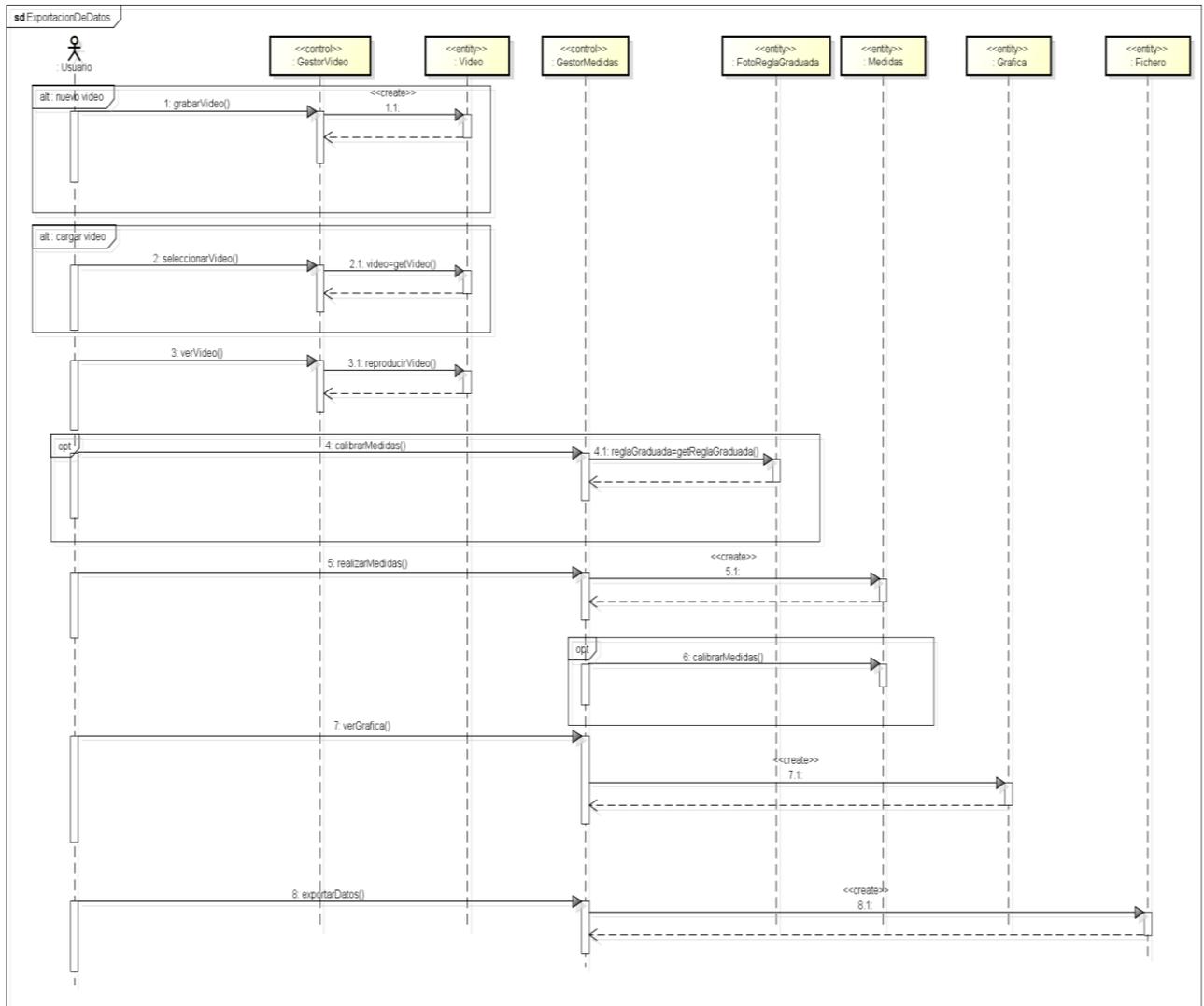


Ilustración 25. Diagrama de secuencia Exportación de datos

CAMBIAR TIPO DE GRÁFICA

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario cambia en los ajustes de la aplicación el tipo de gráfica a mostrar en el caso de uso “Visualización de gráfica”:

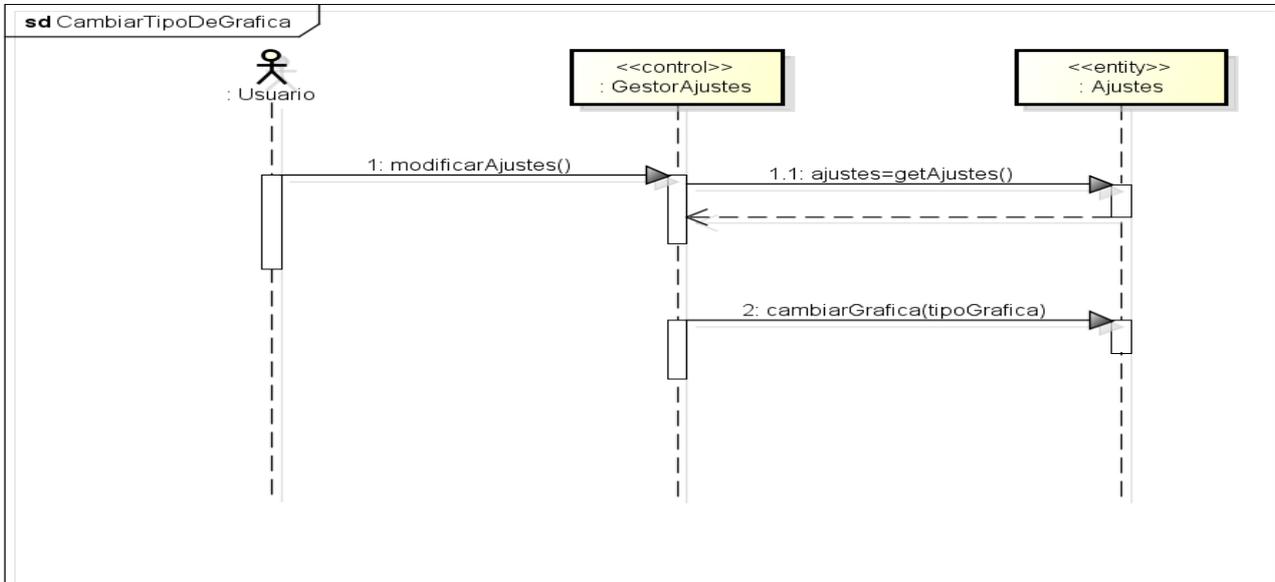


Ilustración 26. Diagrama de secuencia Cambiar tipo de gráfica

VER REGLA GRADUADA

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario accede al documento donde se encuentra la regla graduada, necesaria para el caso de uso “Calibración”:

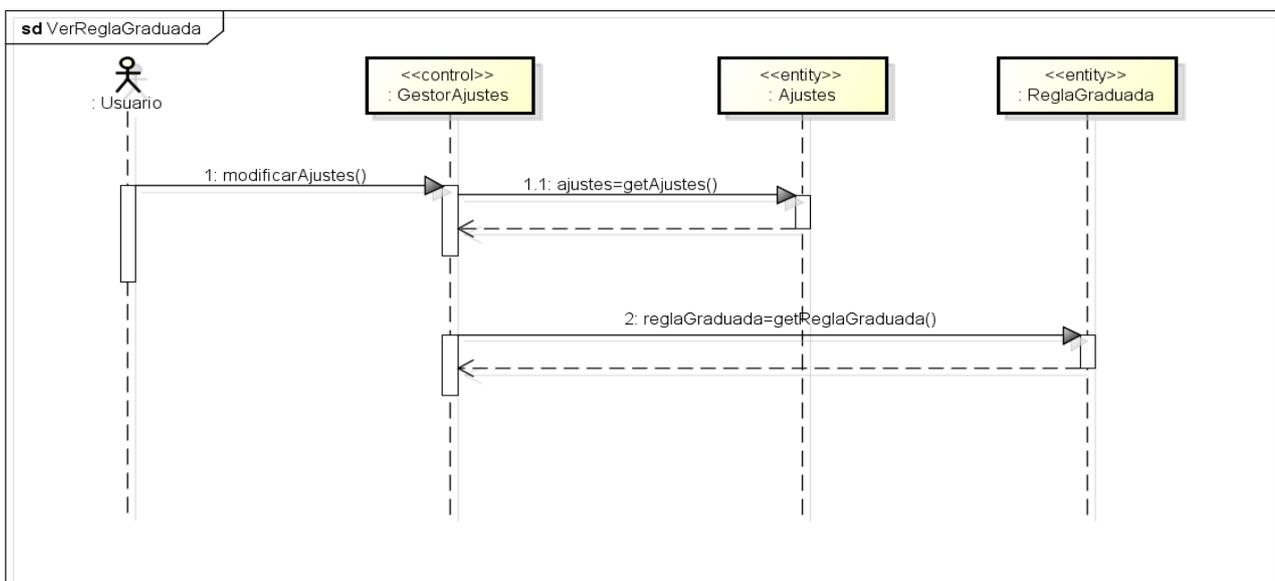


Ilustración 27. Diagrama de secuencia Ver regla graduada

CAPÍTULO IV: DISEÑO

DIAGRAMAS DE CLASES

Una vez terminada la etapa de análisis, procedemos a pasar con el diseño de la aplicación. En los siguientes diagramas veremos las clases que construyen la aplicación, estudiando sus relaciones entre sí en las distintas pantallas que puede acceder el usuario en la aplicación.

De todas las que se van a detallar a continuación, destacamos dos pantallas en concreto:

-Aplicación, pantalla donde el usuario puede realizar la grabación del vídeo o cargar uno realizado anteriormente. AplicacionActivity representa a dicha pantalla, relacionada con FileChooserActivity que muestra el cuadro de diálogo para seleccionar un vídeo grabado, y con AnalisisActivity que representa la pantalla que reproducirá el vídeo seleccionado. Las demás clases se relacionan o son heredadas para completar funcionalidad de las otras 3 mencionadas.

-Medir, pantalla donde el usuario puede realizar las medidas. MedirActivity representa a dicha pantalla y se relaciona con GraficaActivity (clase que muestra la pantalla de la gráfica), AyudaMedirActivity (clase que muestra la pantalla de ayuda relacionada con la pantalla Medir) y PreferenciasActivity (clase que representa la pantalla de Ajustes).

Por último se muestra el diagrama de clases final de la aplicación, donde se representan todas las clases que forman la aplicación con sus respectivas relaciones.

PANTALLA PRINCIPAL

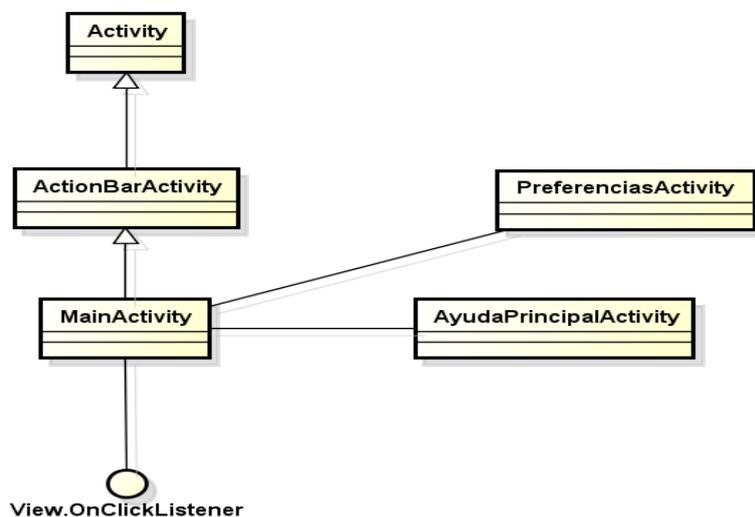


Ilustración 28. Diagrama de clases Pantalla Principal

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

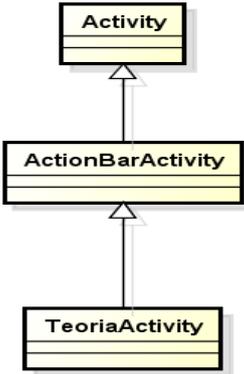


Ilustración 29. Diagrama de clases Fundamentos teóricos

MANUAL DE USUARIO

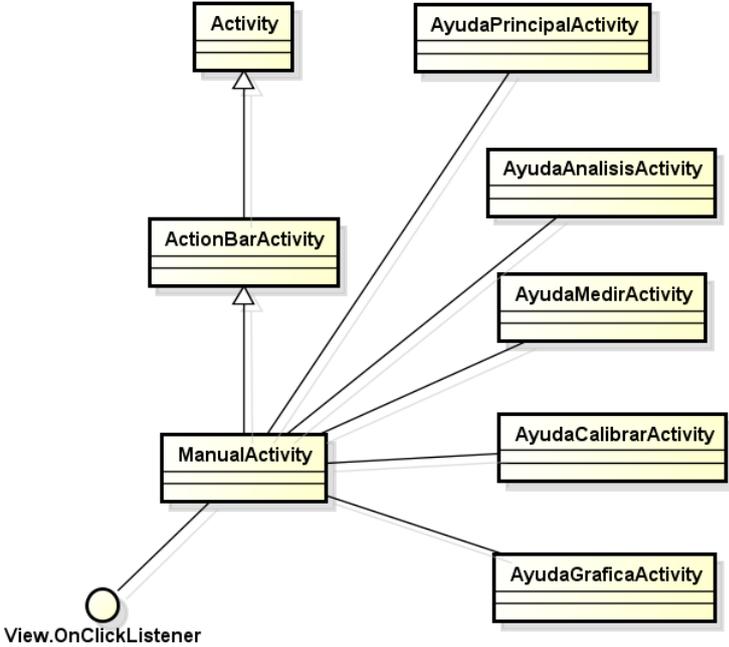


Ilustración 30. Diagrama de clases Manual de usuario

APLICACIÓN

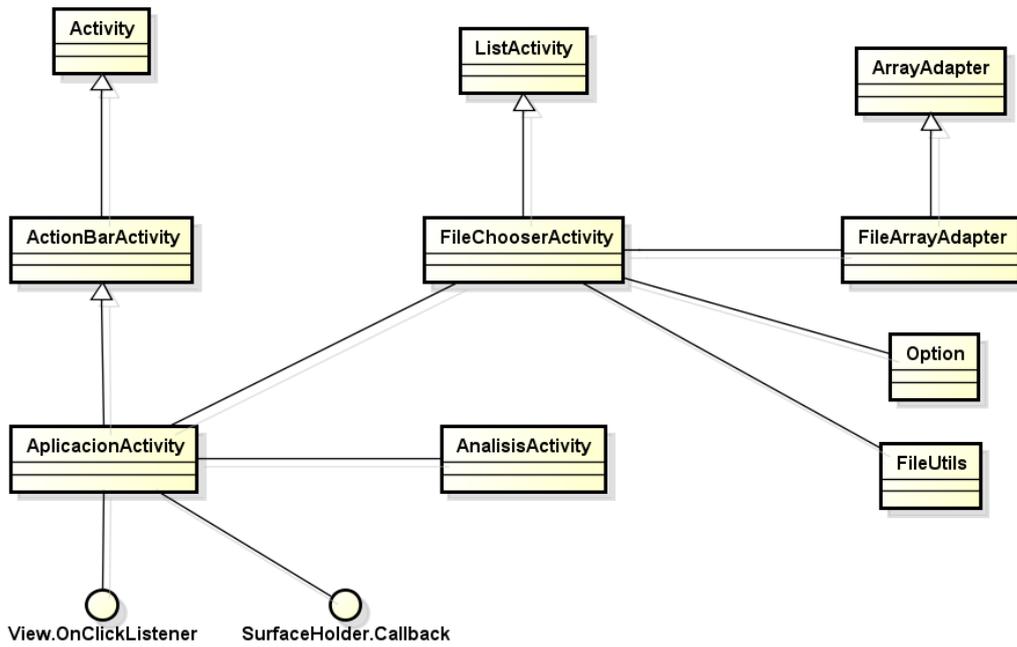


Ilustración 31. Diagrama de clases Aplicación

ANÁLISIS

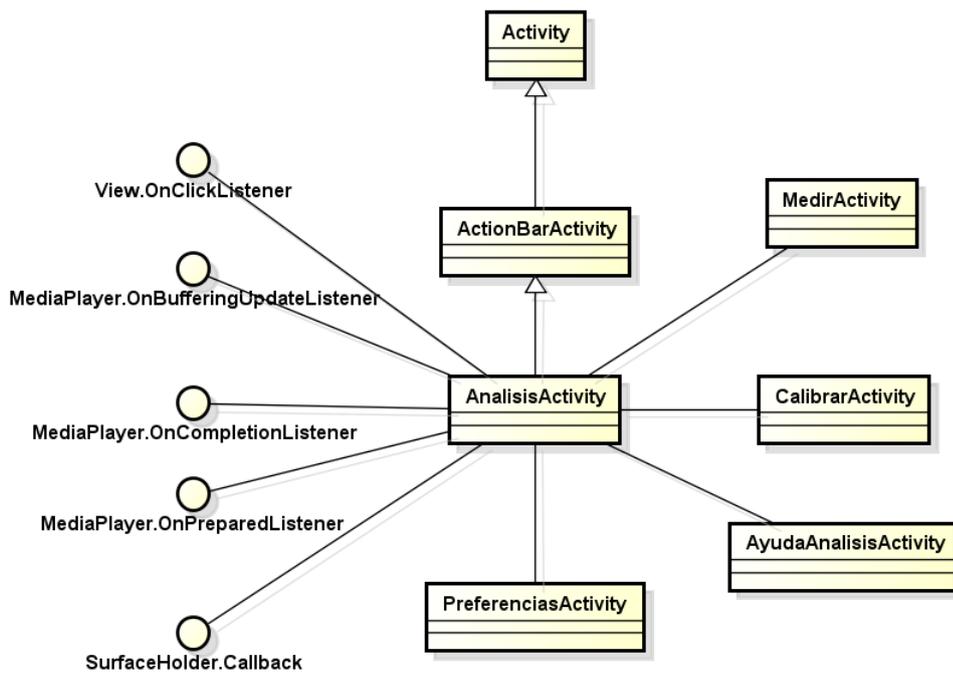


Ilustración 32. Diagrama de clases Análisis

MEDIR

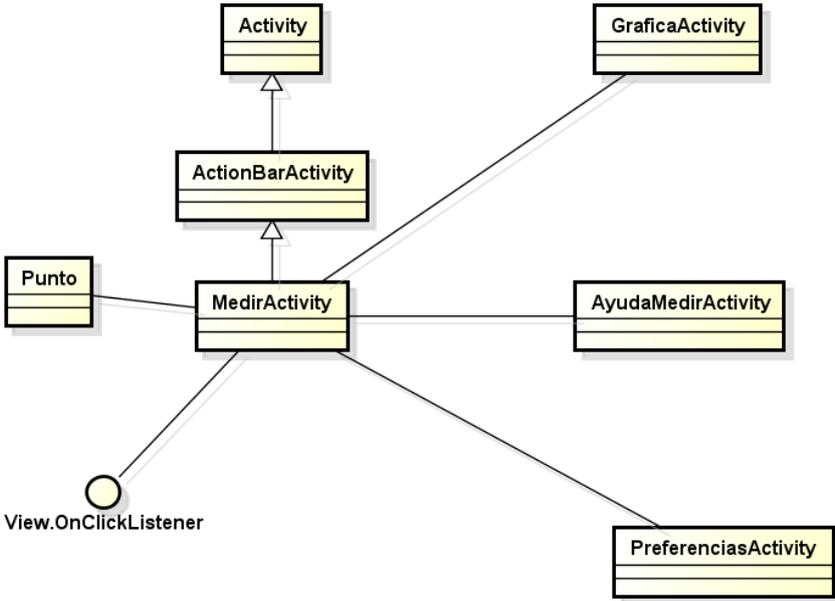


Ilustración 33. Diagrama de clases Medir

CALIBRAR

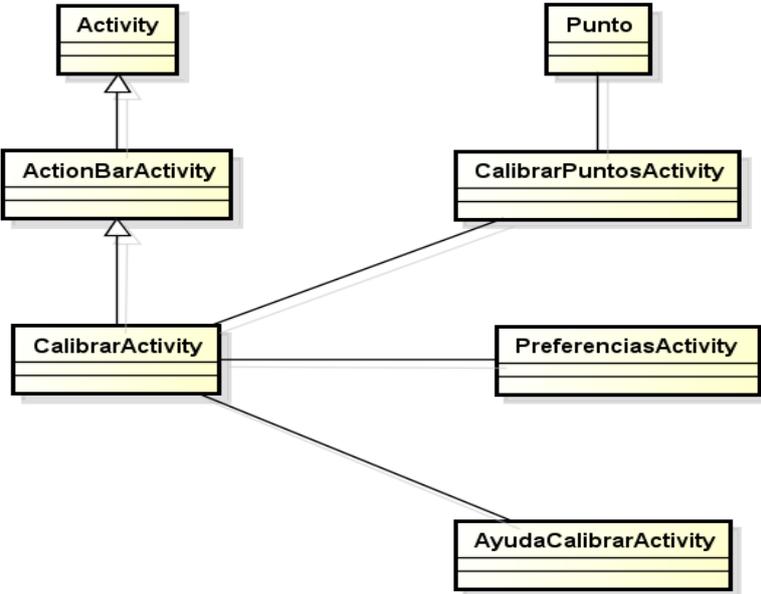


Ilustración 34. Diagrama de clases Calibrar

GRÁFICA

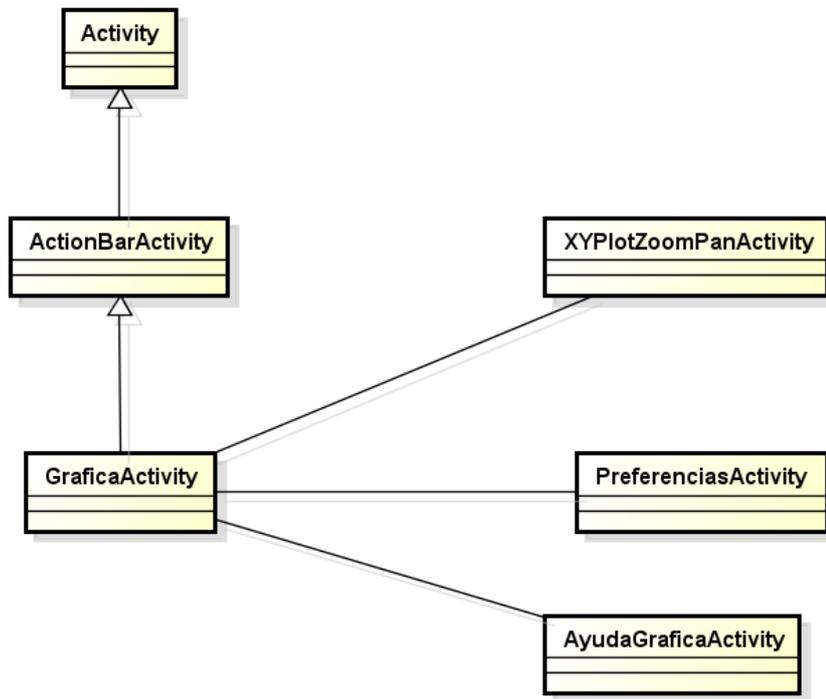


Ilustración 35. Diagrama de clases Gráfica

AJUSTES

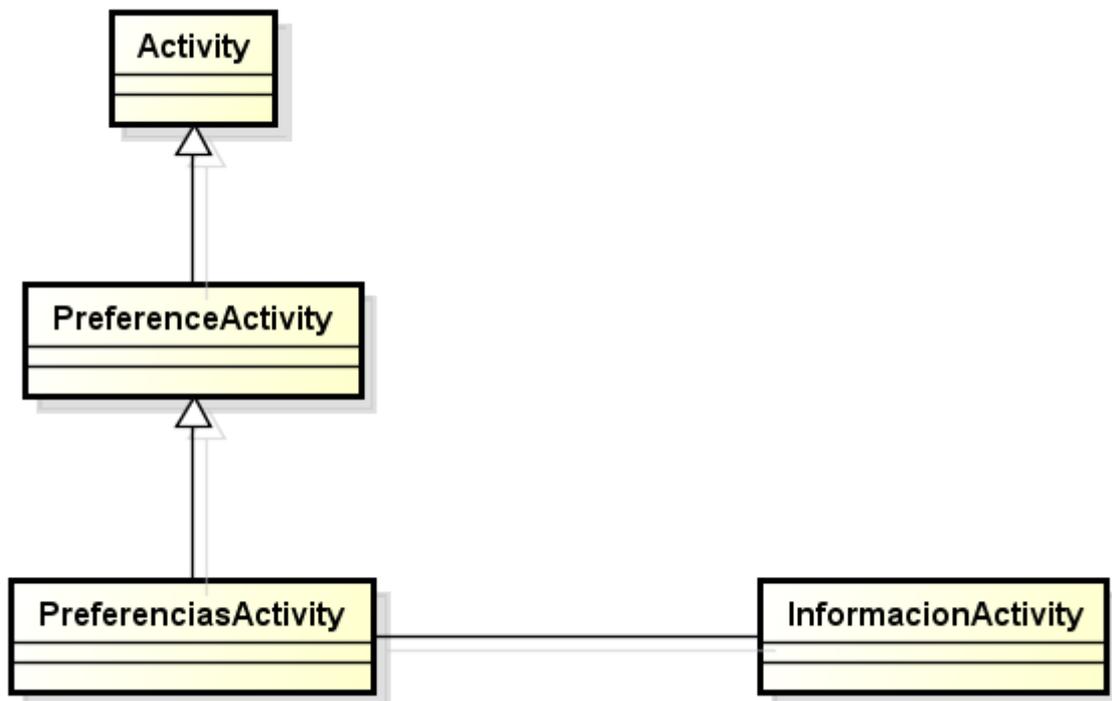


Ilustración 36. Diagrama de clases Ajustes

DIAGRAMA DE CLASES COMPLETO

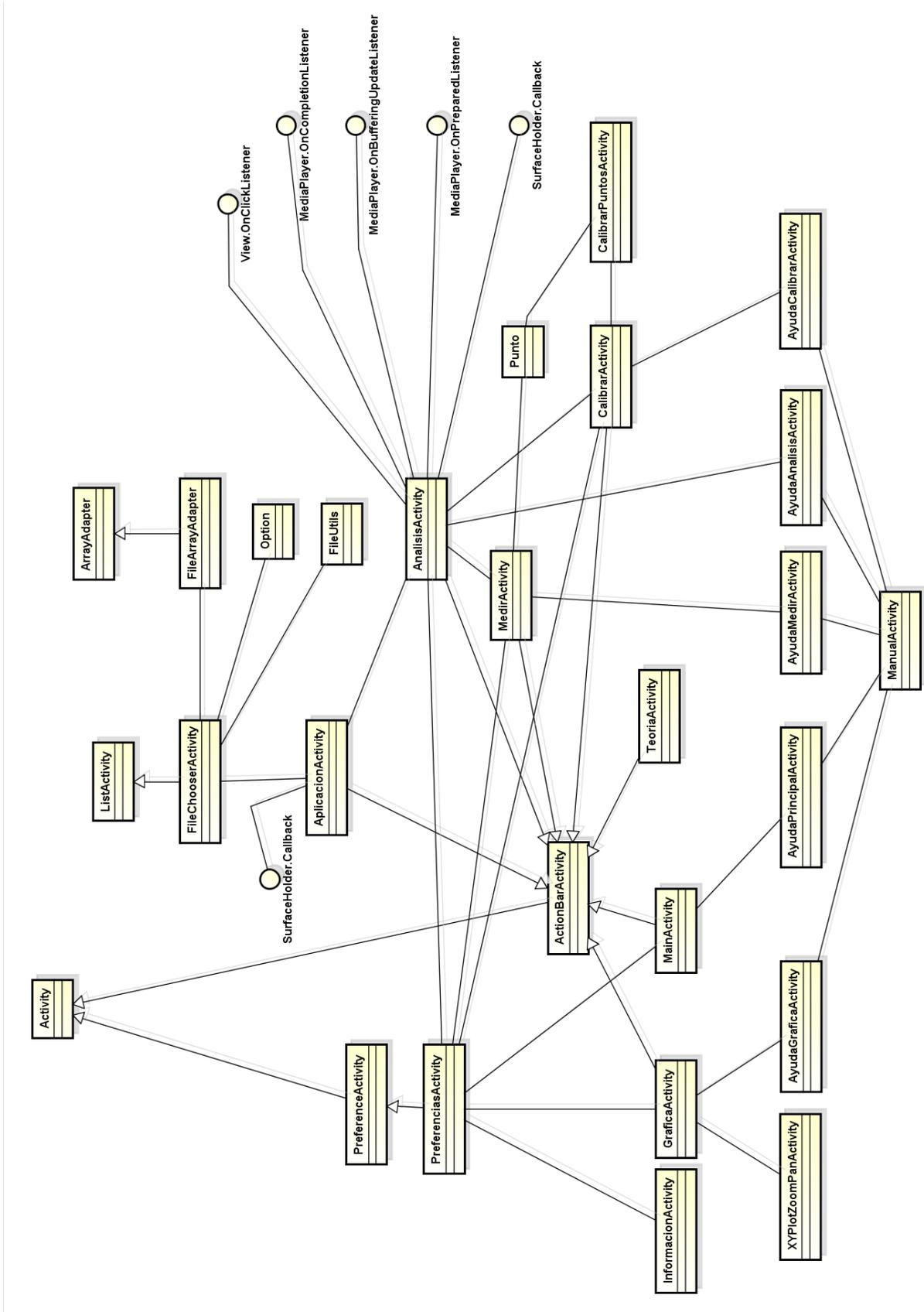


Ilustración 37. Diagrama de clases completo

Por tema de espacio las operaciones y atributos de las clases van a ser detalladas a continuación, junto a una explicación de la funcionalidad de cada clase.

AnalisisActivity: clase que representa a la actividad donde se reproduce el vídeo seleccionado entre los grabados con la aplicación.

AnalisisActivity
<pre> - TAG : String = "ANALISIS" - pause : boolean - path : String - savePos : int = 0 </pre>
<pre> + onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onCreateOptionsMenu(menu : Menu) : boolean + onOptionsItemSelected(item : MenuItem) : boolean + onCreateContextMenu(menu : ContextMenu, v : View, menuInfo : ContextMenuInfo) : void + onContextItemSelected(item : MenuItem) : boolean + funcionIniciarContextMenu(v : View) : void + onClick(v : View) : void - playVideo() : void + onBufferingUpdate(arg0 : MediaPlayer, percent : int) : void + onCompletion(arg0 : MediaPlayer) : void + onPrepared(mediaplayer : MediaPlayer) : void + surfaceCreated(holder : SurfaceHolder) : void + surfaceChanged(surfaceholder : SurfaceHolder, i : int, j : int, k : int) : void + surfaceDestroyed(surfaceholder : SurfaceHolder) : void # onDestroy() : void + onPause() : void + onResume() : void # onSaveInstanceState(guardarEstado : Bundle) : void # onRestoreInstanceState(recEstado : Bundle) : void </pre>

Ilustración 38. Clase AnalisisActivity

AplicacionActivity: clase que representa la actividad encargada de grabar y cargar los vídeos de la aplicación. Incluye métodos para el contador de tiempo de vídeo, que se ejecutan en un hilo aparte.

AplicacionActivity
<pre> - TAG : String = "APLICACION" - recording : boolean = false - path : String - nCounter : int = 0 - seg : int - previewRunning : boolean - FILE_CHOOSER : int = 11 </pre>
<pre> + onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onClick(v : View) : void + surfaceCreated(holder : SurfaceHolder) : void + surfaceDestroyed(holder : SurfaceHolder) : void + doTimerTask() : void + stopTask() : void + onActivityResult(requestCode : int, resultCode : int, data : Intent) : void </pre>

Ilustración 39. Clase AplicacionActivity

AyudaAnalysisActivity: clase que representa a la actividad de la pantalla de ayuda relacionada con la actividad AnalysisActivity.



Ilustración 40. Clase AyudaAnalysisActivity

AyudaCalibrarActivity: clase que representa a la actividad de la pantalla de ayuda relacionada con la actividad CalibrarActivity.



Ilustración 41. Clase AyudaCalibrarActivity

AyudaGraficaActivity: clase que representa a la actividad de la pantalla de ayuda relacionada con la actividad GraficaActivity.



Ilustración 42. Clase AyudaGraficaActivity

AyudaMedirActivity: clase que representa a la actividad de la pantalla de ayuda relacionada con la actividad MedirActivity.



Ilustración 43. Clase AyudaMedirActivity

AyudaPrincipalActivity: clase que representa a la actividad de la pantalla de ayuda relacionada con la actividad MainActivity.



Ilustración 44. Clase AyudaPrincipalActivity

CalibrarActivity: clase que representa a la actividad encargada de permitir al usuario hacer la foto de la regla graduada para la calibración, aparte de mostrar información de cómo realizar el proceso.

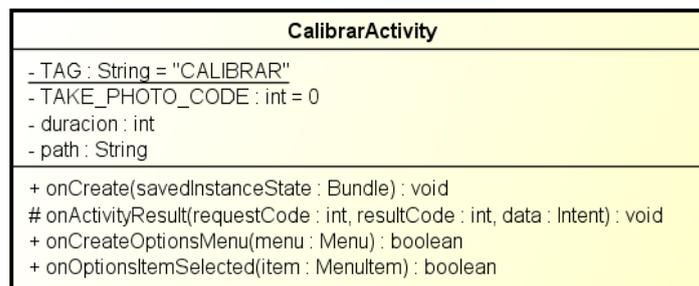


Ilustración 45. Clase CalibrarActivity

CalibrarPuntosActivity: clase que representa a la actividad encargada de permitir al usuario marcar los puntos en la foto de la regla para la calibración.

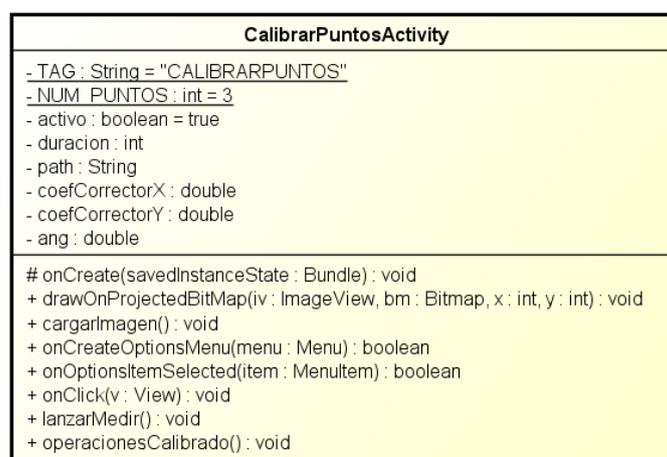


Ilustración 46. Clase CalibrarPuntosActivity

FileArrayAdapter: clase que se encarga de almacenar la información de la lista de vídeos contenidos por la aplicación para su utilización en FileChooserActivity.

FileArrayAdapter
- id : int
+ FileArrayAdapter(context : Context, textViewResourceId : int, objects : List<Option>) + getItem(i : int) : Option + getView(position : int, convertView : View, parent : ViewGroup) : View

Ilustración 47. Clase FileArrayAdapter

FileChooserActivity: clase que representa la actividad encargada de mostrar al usuario los vídeos grabados por la aplicación, permitiéndole elegir uno.

FileChooserActivity
- extensions : ArrayList<String>
+ onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onKeyDown(keyCode : int, event : KeyEvent) : boolean - fill(f : File) : void # onItemClick(l : ListView, v : View, position : int, id : long) : void

Ilustración 48. Clase FileChooserActivity

FileUtils: clase que se encarga de devolver la ruta de los vídeos almacenados para su utilización en FileChooserActivity.

FileUtils
+ getPath(context : Context, uri : Uri) : String

Ilustración 49. Clase FileUtils

GraficaActivity: clase que representa a la actividad encargada de mostrar al usuario la gráfica con las posiciones que marcó en MedirActivity. Tiene dos métodos diferenciados: crearGrafica(), para mostrar la representación si el usuario no ha realizado la calibración, y crearGraficaCal(), en caso contrario. Además, desde el menú de opciones de esta pantalla el usuario puede exportar los datos obtenidos en un fichero .csv.

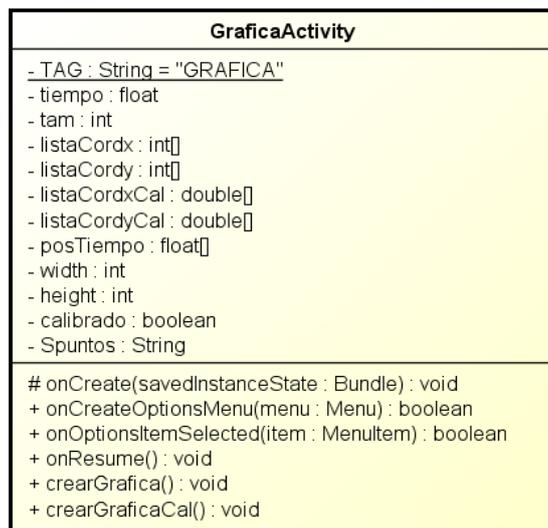


Ilustración 50. Clase GraficaActivity

InformacionActivity: clase que representa a la actividad encargada de mostrar la información de la aplicación (nombre del autor del proyecto, tutores y nombre de la aplicación).



Ilustración 51. Clase InformacionActivity

MainActivity: clase que representa a la actividad encargada de mostrar al usuario la pantalla principal. Desde aquí el usuario puede ver los fundamentos teóricos, el manual de usuario o comenzar con el proceso de análisis de vídeo.

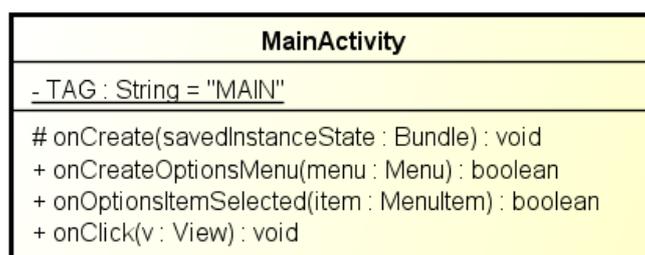


Ilustración 52. Clase MainActivity

ManualActivity: clase que representa a la actividad encargada de mostrar el manual de usuario. Para cada página de ayuda llama a las actividades AyudaAnálisisActivity, AyudaCalibrarActivity, AyudaGraficaActivity, AyudaMedirActivity y AyudaPrincipalActivity descritas anteriormente.

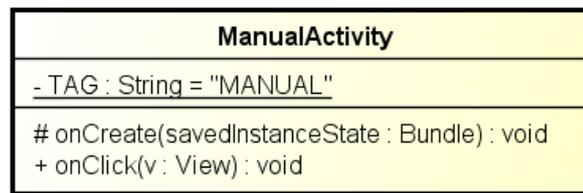


Ilustración 53. Clase ManualActivity

MedirActivity: clase que representa a la actividad encargada de permitir al usuario marcar las posiciones del objeto en los distintos frames del vídeo. El número de frames extraídos viene determinado por el tiempo que seleccione el usuario entre frame y frame. Se guarda n los atributos del calibrado en caso de que el usuario haya realizado la calibración.

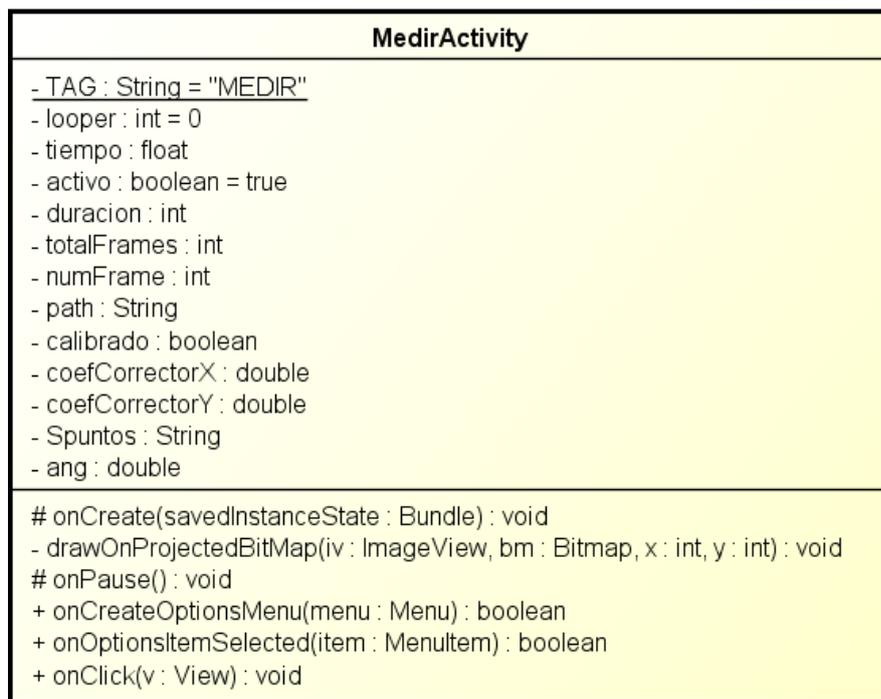


Ilustración 54. Clase MedirActivity

Option: clase encargada de devolver y modificar la información en relación a los archivos que muestra FileChooserActivity. Contiene el método isFolder(), para diferenciar archivos de carpetas, y compareTo() para ordenar los ficheros por orden alfabético, en nuestro caso los videos son nombrados con fechas, por lo que se mostrarán por orden cronológico.

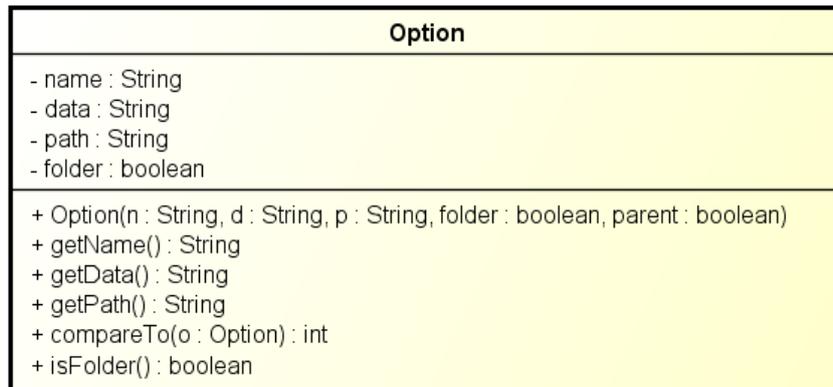


Ilustración 55. Clase Option

PreferenciasActivity: clase que representa a la actividad encargada de mostrar los ajustes de la aplicación al usuario. Permite al usuario cambiar entre los tipos de gráfica a mostrar, abrir el fichero PDF que contiene la regla graduada, y ver la información de la aplicación.

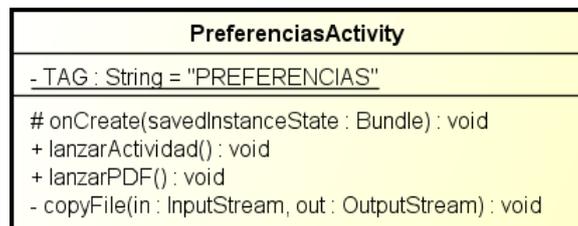


Ilustración 56. PreferenciasActivity

Punto: clase que representa las coordenadas de los puntos marcados por el usuario en la pantalla.

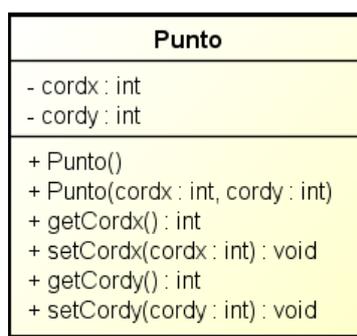


Ilustración 57. Clase Punto

TeoriaActivity: clase que representa a la actividad encargada de mostrar los fundamentos teóricos de la aplicación al usuario.



Ilustración 58. Clase TeoriaActivity

XYPlotZoomPan: clase utilizada por GraficaActivity, que permite al usuario hacer zoom en la grafica, y expandirla o contraerla según desee el usuario con la utilización de los dedos.

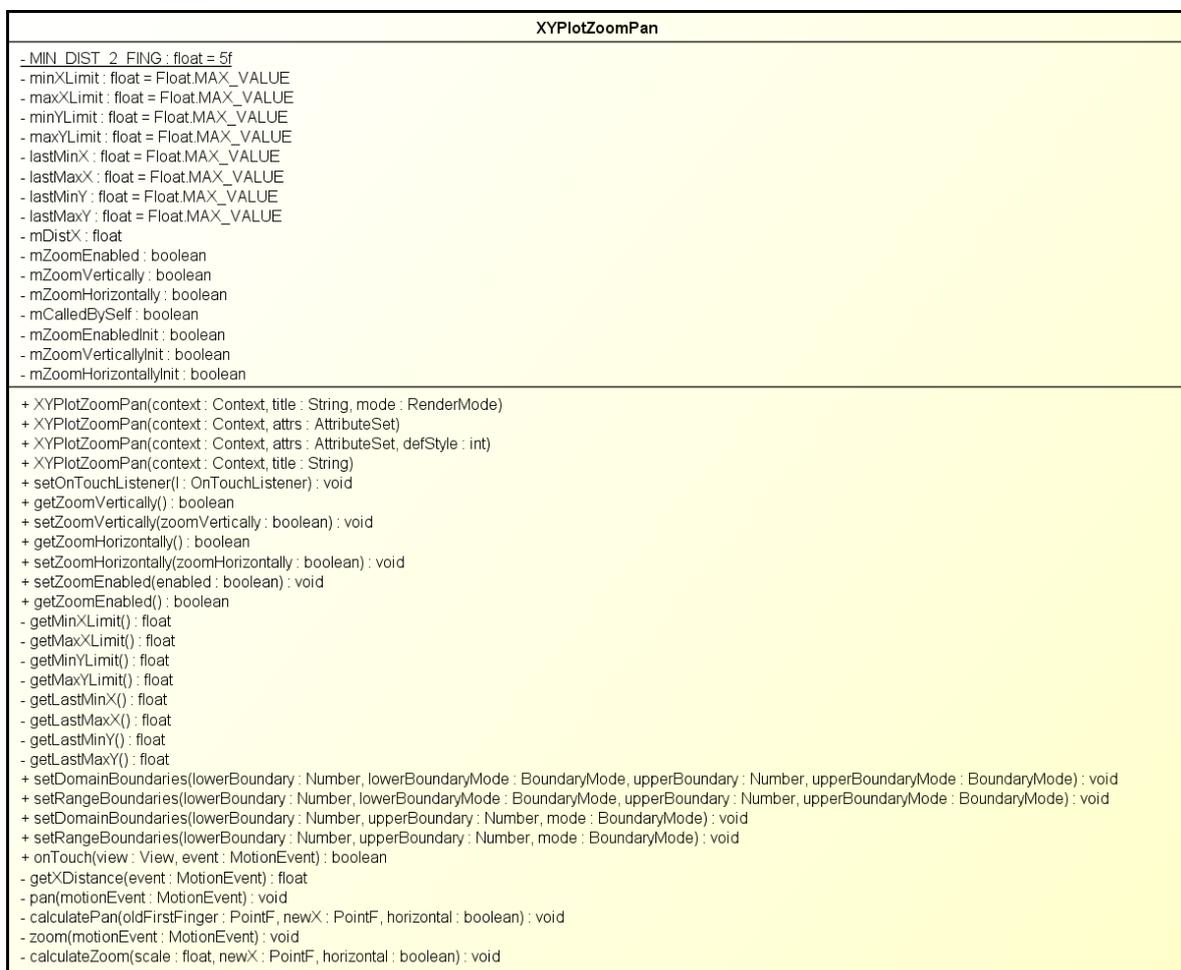


Ilustración 59. Clase XYPlotZoomPan

DIAGRAMAS DE SECUENCIA

A continuación se muestran los diagramas de secuencia de cada pantalla de la aplicación. Nótese que han sido sintetizados y resumidos para su mejor comprensión; si se desea conocer el comportamiento en profundidad de la aplicación se puede recurrir al código fuente proporcionado en el CD junto a la memoria.

PANTALLA PRINCIPAL

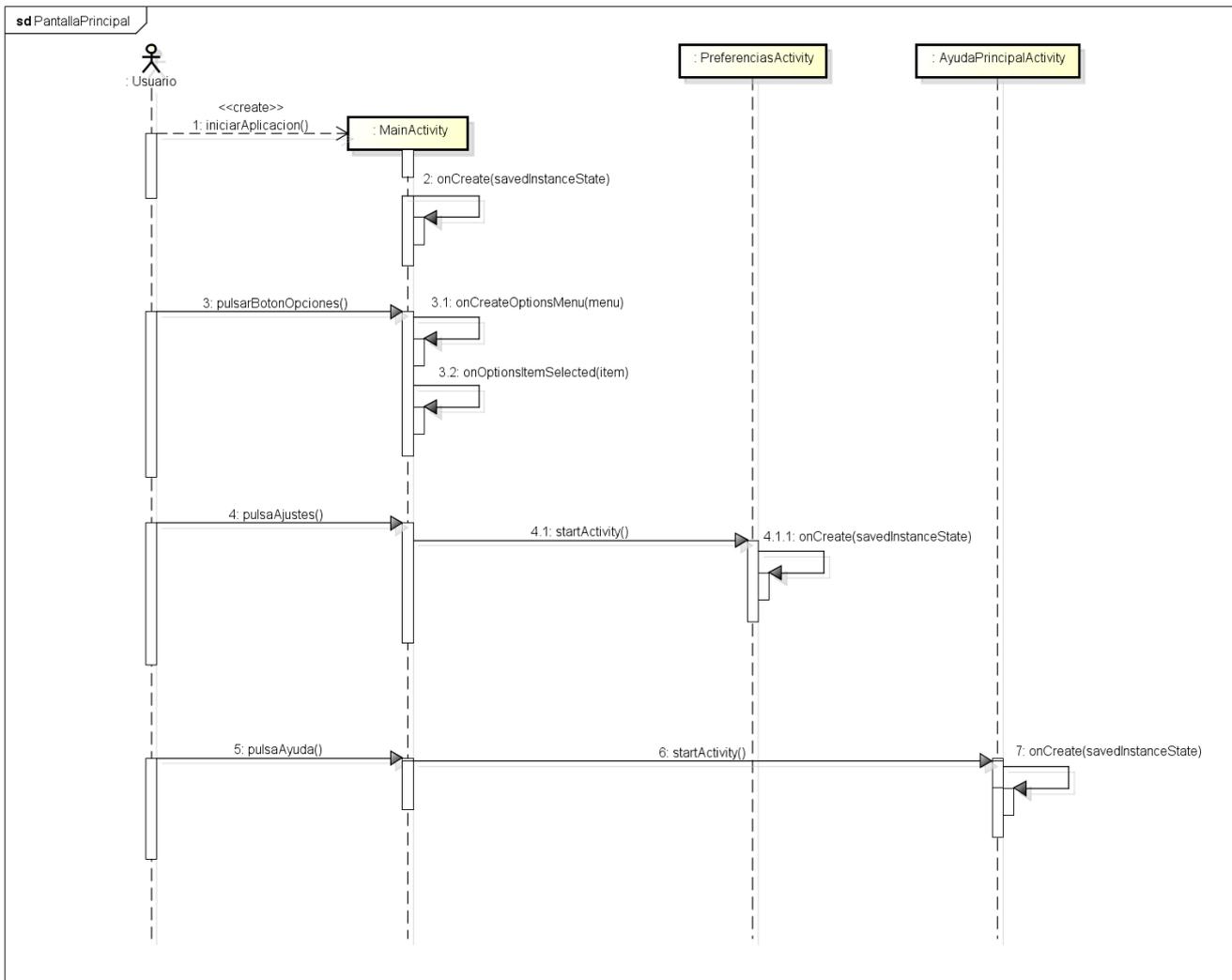


Ilustración 60. Diagrama de secuencia Pantalla Principal

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

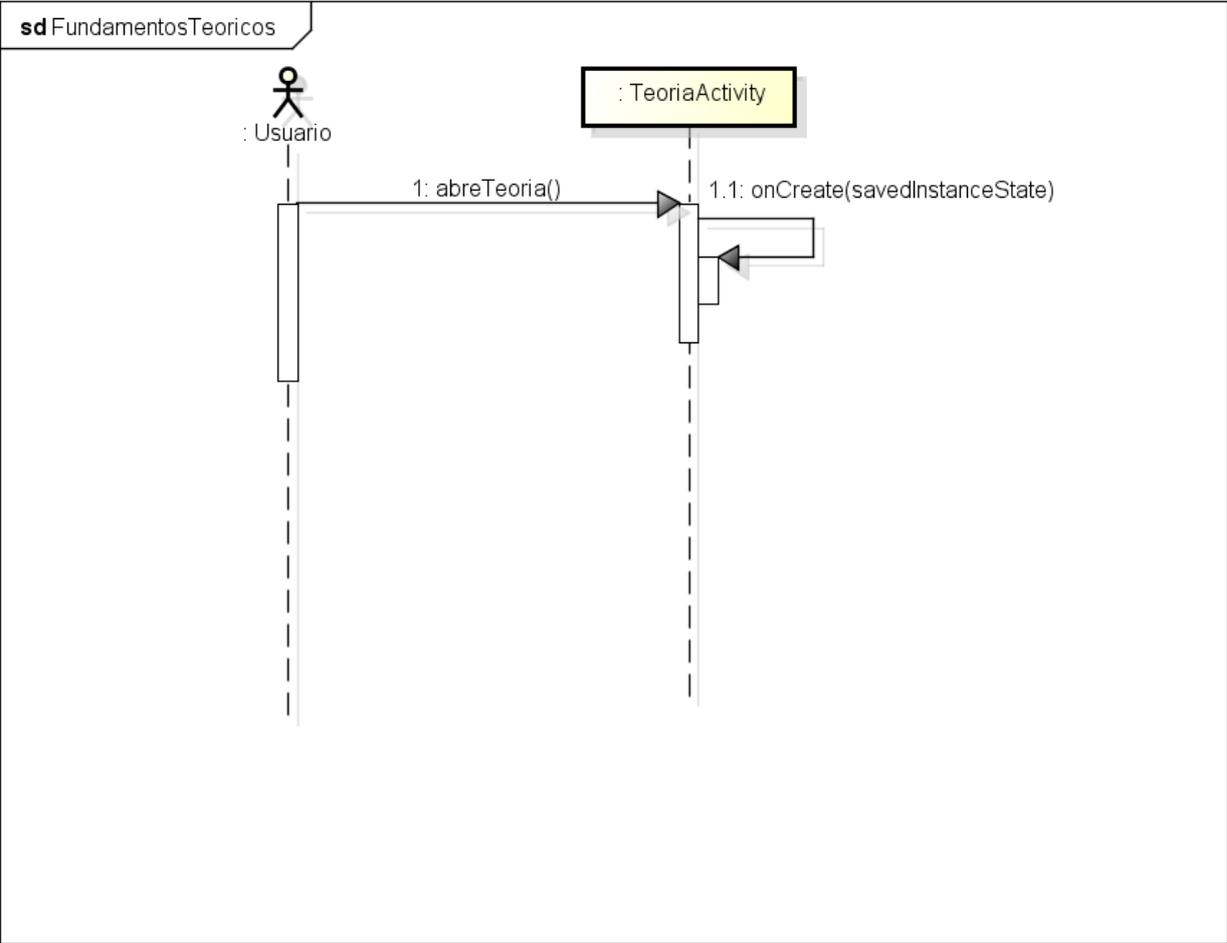


Ilustración 61. Diagrama de secuencia Fundamentos teóricos

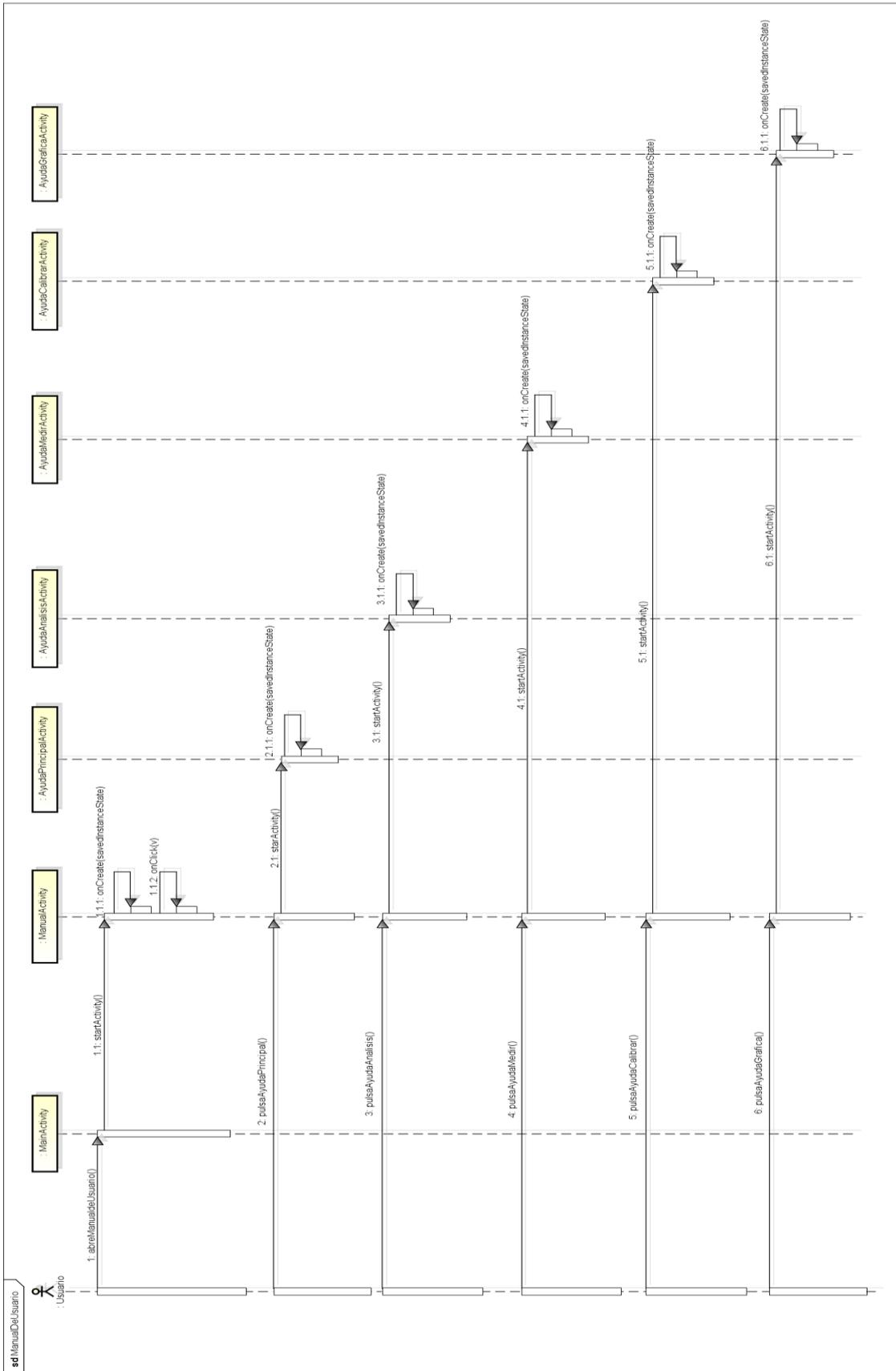


Ilustración 62. Diagrama de secuencia Manual de usuario

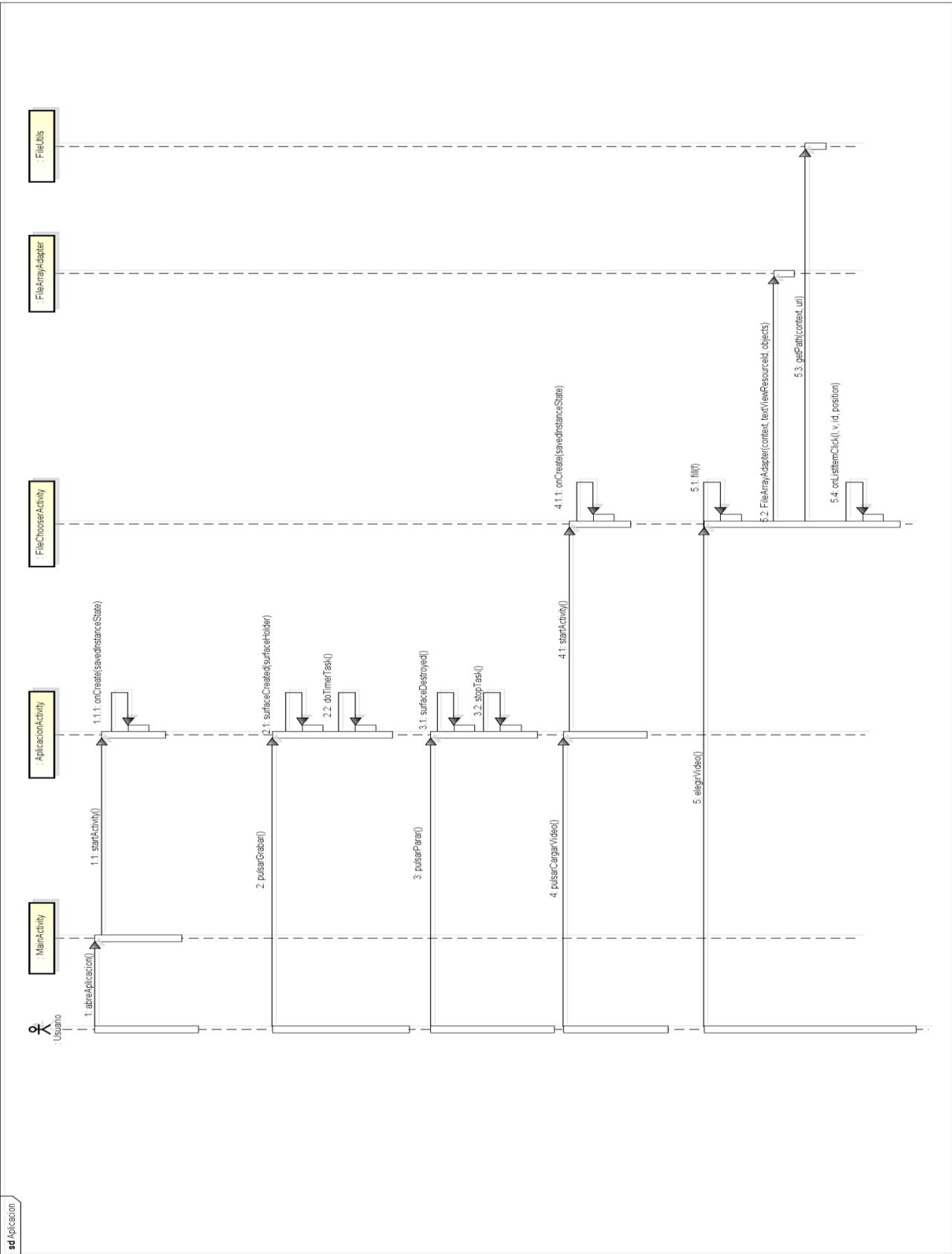


Ilustración 63. Diagrama de secuencia Aplicación

ANÁLISIS

Si se desea ver la imagen más grande, se encuentra en la carpeta de la memoria con el nombre Analisis.png.

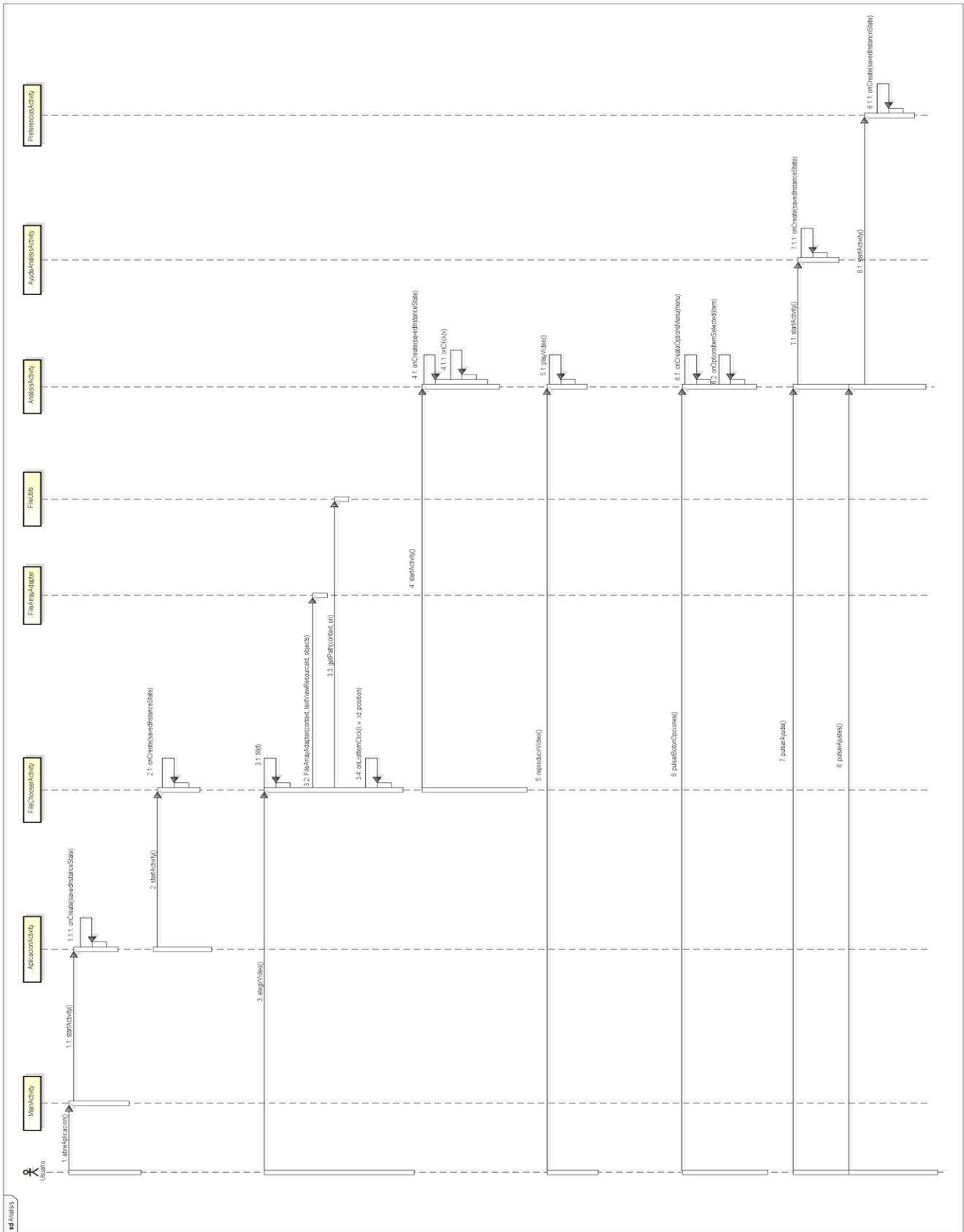


Ilustración 64. Diagrama de secuencia Análisis

MEDIR

Si se desea ver la imagen más grande, se encuentra en la carpeta de la memoria con el nombre Medir.png.

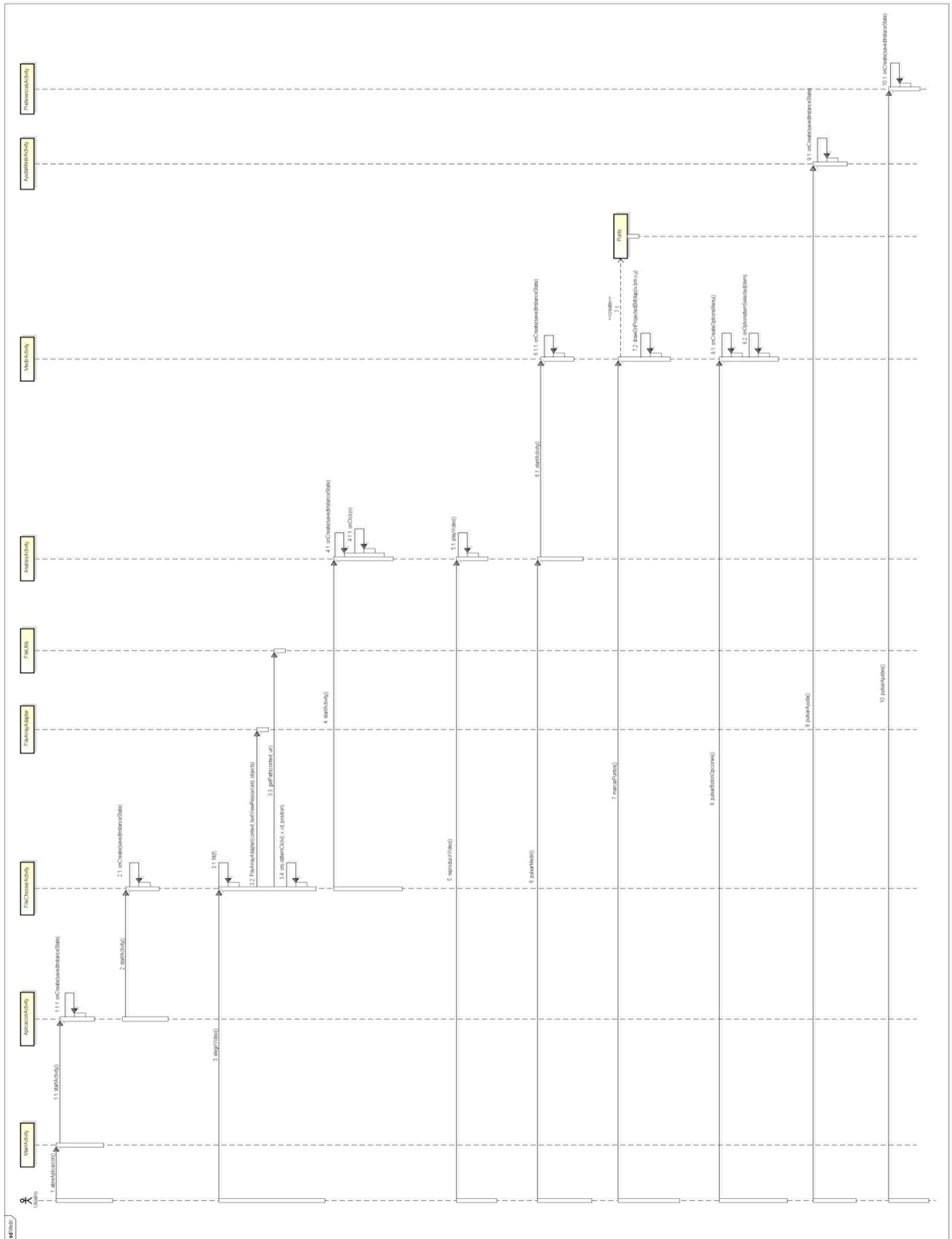


Ilustración 65. Diagrama de secuencia Medir

AJUSTES

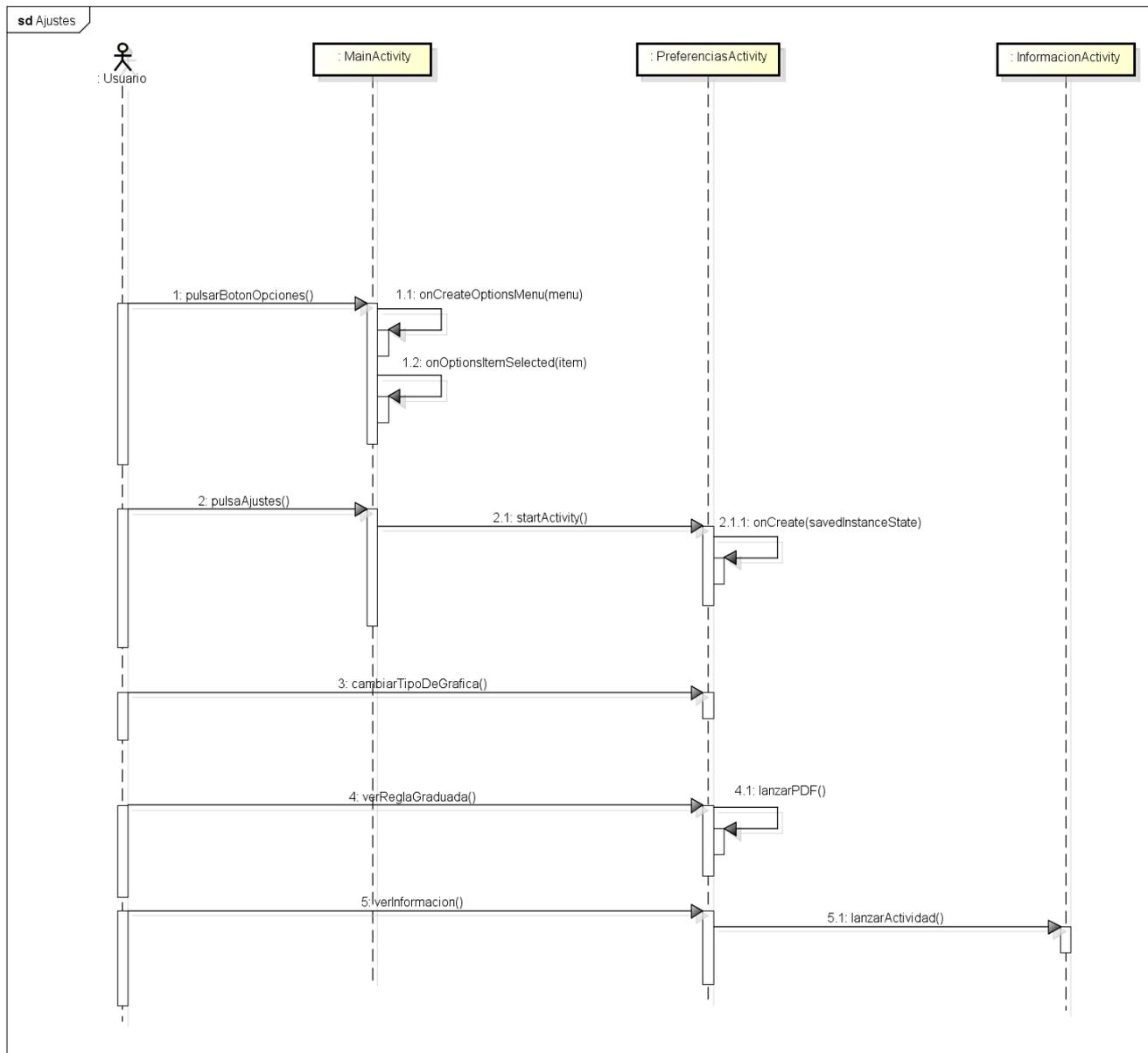


Ilustración 68. Diagrama de secuencia Ajustes

CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN

DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN

ESTILO VISUAL

El estilo visual empleado por la aplicación ha sido elegido para adecuarse a las ideas de minimalismo, sencillez y facilidad de uso que guían hoy en día los patrones de diseño de las interfaces de usuario. Parte de los colores y estilos elegidos fueron elegidos por el grupo de alumnos de arte que colaboran con el diseño de las apps del Departamento de Física, en un trabajo aproximado de 120 horas.

Además, se ha elegido que la orientación de la aplicación sea horizontal en todas sus pantallas, debido a que se utiliza la captura y reproducción de vídeo y se ha creído que esta disposición aprovecha mejor las dimensiones de los dispositivos.



Ilustración 69. Estilo visual de la pantalla principal de la aplicación

GRABACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE VÍDEO

Para la captura de los vídeos se ha decidido utilizar las clases existentes en Android como son MediaRecorder y MediaPlayer. Se ha realizado así porque es de la manera en la que más ejemplos se han encontrado y mejor adaptados a nuestros objetivos.

Se ha utilizado un hilo con la clase Handler para el contador de tiempo en la grabación del vídeo.

Los vídeos se han almacenado en la carpeta de la aplicación que se crea en la tarjeta SD en su instalación, para asegurar un funcionamiento correcto y evitar que se queden archivos residuales en caso de desinstalación de la app, aunque esto obliga al usuario a disponer de dicha tarjeta SD en el dispositivo para poder utilizar la aplicación. Además se han nombrado los vídeos con la fecha y hora del momento de su realización, para facilidad de uso del usuario.

PROCESO DE MEDICIÓN

Inicialmente, tomando como referencia aplicaciones similares, se pensó que el usuario marcará las posiciones del cuerpo en movimiento mientras se mostraba la reproducción del vídeo. Pero tras búsqueda de información, se desechó esta opción por su dificultad en el desarrollo, su complejidad en la utilización para el usuario y los problemas reportados por otros desarrolladores.

Por ello, se decidió que el usuario marcará sobre frames estáticos rescatados del vídeo la posición del objeto en ese momento. Para el marcado de puntos se utilizó la conocida clase Canvas, y para la recuperación de frames la estructura MetadataRetriever, utilizando el tiempo insertado por el usuario para recuperar las imágenes en intervalos fijados.

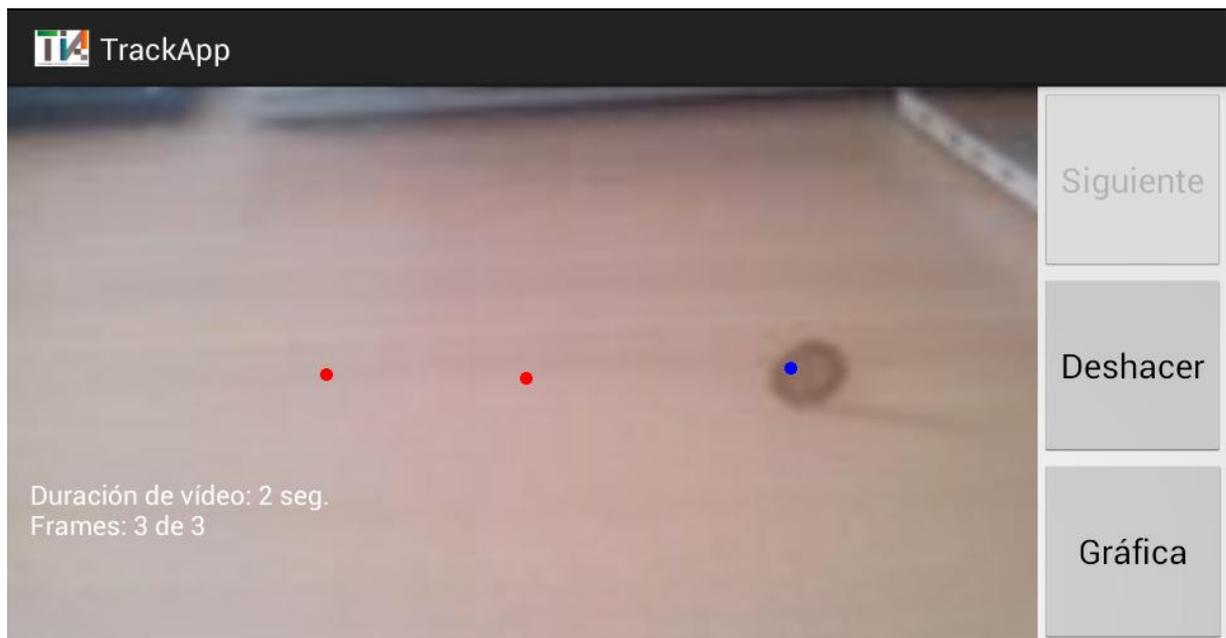


Ilustración 70. Proceso de medición del movimiento de un cuerpo (moneda)

PROCESO DE CALIBRACIÓN

Tras la lectura de diferentes artículos [4, 5, 6], se analizaron los diferentes errores que se podían producir en la grabación de vídeo a través de los dispositivos. Tal y cómo se ha explicado en la sección de fundamentos teóricos de este documento, se decidió corregir el error de horizontalidad en caso de que el usuario no coloque el dispositivo totalmente horizontal, y calibrado de los píxeles de la pantalla con las unidades de longitud recorridas por el cuerpo analizado.

Para el proceso se pone a disposición del usuario dos reglas graduadas, una con grandes marcas para objetos grabados a mayor distancia, y otra para objetos más pequeños grabados desde más cerca permitiéndose así una mayor precisión. El usuario realiza una foto a esa regla y marca 3 puntos no alineados elegidos arbitrariamente sobre la misma. El sistema realiza la correlación, corrigiendo la horizontalidad del dispositivo, así como el calibrado de las distancias.

Regla para el calibrado:

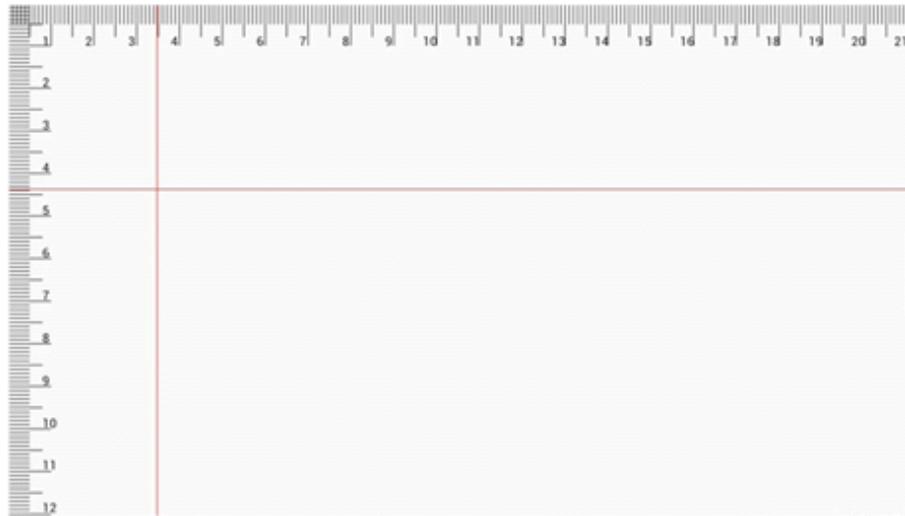


Ilustración 71. Regla normal para el calibrado

Regla grande para el calibrado:

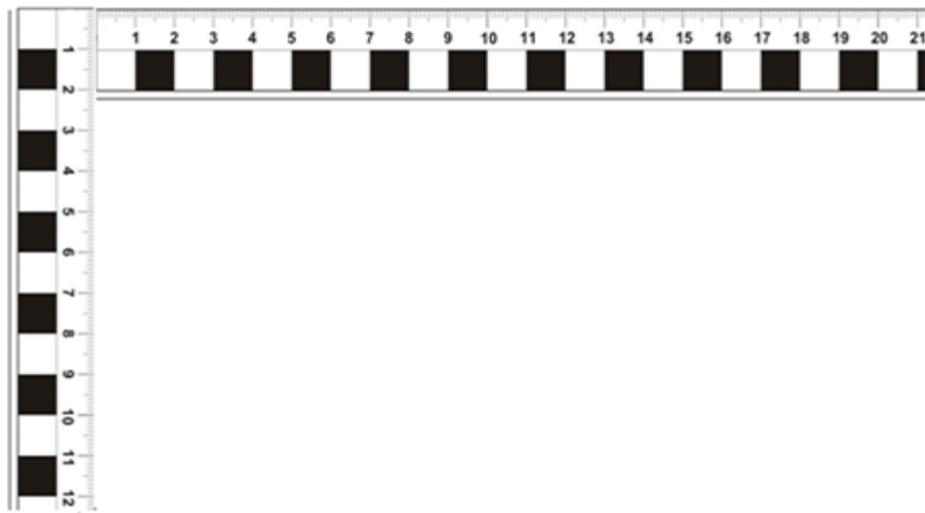


Ilustración 72. Regla de tamaño grande para el calibrado

VISUALIZACIÓN DE DATOS

Para la visualización de los datos obtenidos, se decidió la utilización de una gráfica para un análisis rápido de la trayectoria del cuerpo. Se han establecido 3 tipos de gráfica:

-Desplazamiento del cuerpo sobre el eje x respecto al tiempo.

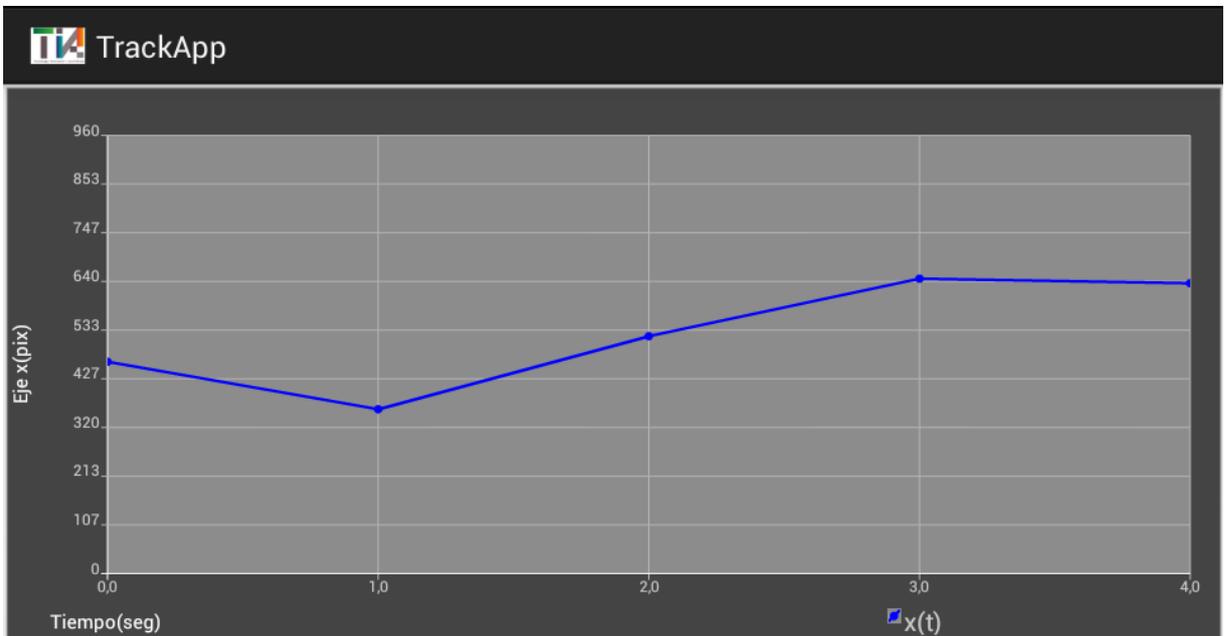


Ilustración 73. Desplazamiento del cuerpo sobre el eje x respecto al tiempo

-Desplazamiento del cuerpo sobre el eje y respecto al tiempo.

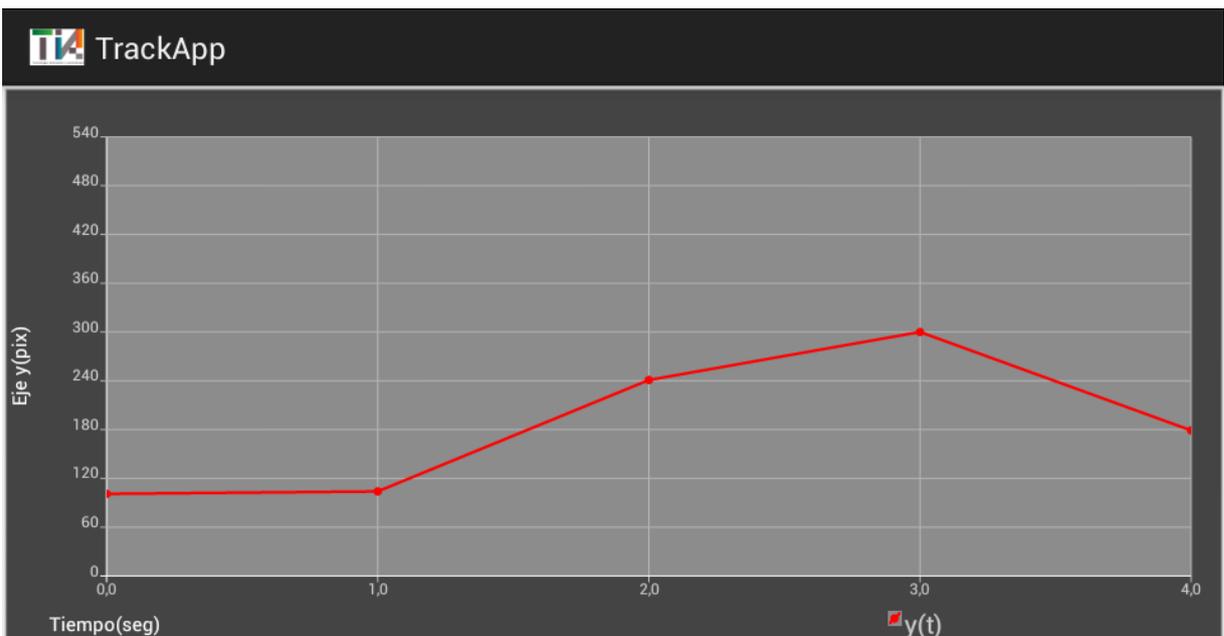


Ilustración 74. Desplazamiento del cuerpo sobre el eje y respecto al tiempo

-Desplazamiento del cuerpo sobre el eje y respecto al eje x, es decir, trayectoria del movimiento.

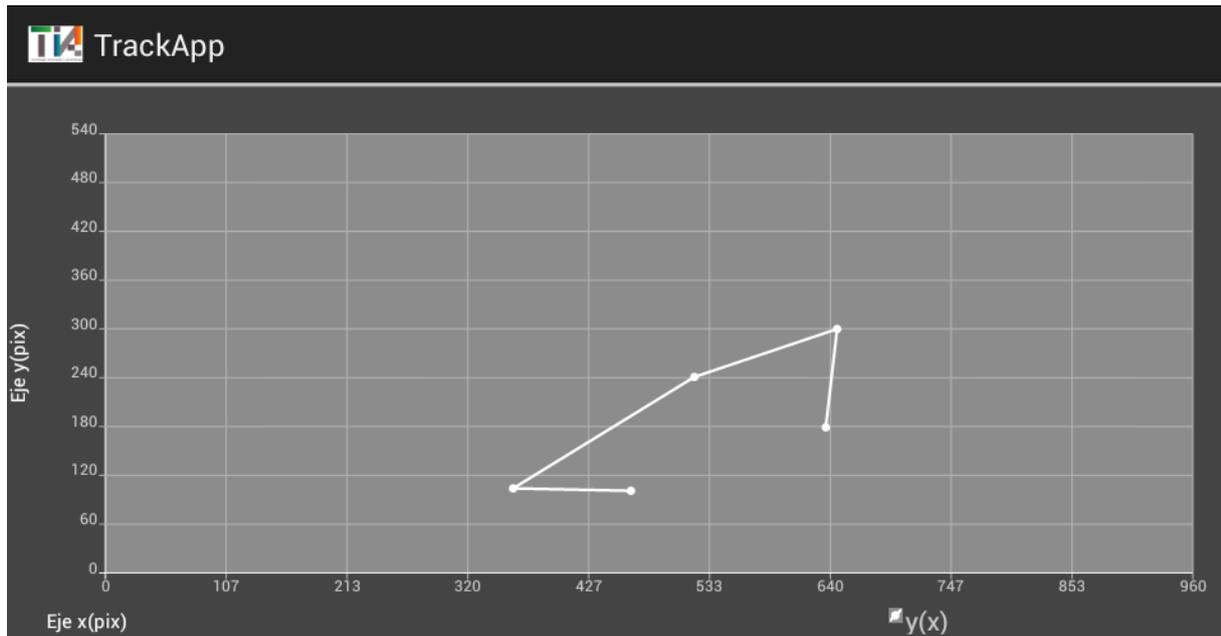


Ilustración 75. Desplazamiento del cuerpo sobre el eje y respecto al eje x

Además, cumpliendo uno de los objetivos principales de la aplicación, estos datos se exportan en ficheros .csv dentro de la carpeta de la app junto el resto de archivos generados. Si el usuario ha realizado el proceso de calibración, se exportan dos ficheros:

-El primero, anterior al reajuste los datos, nombrado con la fecha y la hora del momento que se exportó. Las unidades de las medidas se presentan en píxeles.

The screenshot shows a file icon with 'CSV' and the filename '02-07-15 12-05-15.csv'. Below it is a table titled '"Datos exportados"'. The table has four columns: 'No.', 'X', 'Y', and 'T'. The data rows are as follows:

No.	"X"	"Y"	"T"
1	"359 pix"	"202 pix"	"0.0 seg"
2	"499 pix"	"340 pix"	"1.0 seg"
3	"601 pix"	"146 pix"	"2.0 seg"

Ilustración 76. Ejemplo fichero .csv con medidas sin calibrar

-Un segundo fichero, con la aplicación del reajuste del proceso de calibración, nombrado con la fecha y la hora del momento que se exportó más la terminación "-Cal". Las unidades de las medidas se presentan en metros.



02-07-15 12-05-15-Cal.csv

"Datos exportados"

""Los puntos elegidos son (px->cm):(151,60)->(1,2) (14,246)->(3,4) (391,76)->(0,6) ""

No.	"X"	"Y"	"T"
1	"5.24 *10 ⁻² m"	"2.17 *10 ⁻² m"	"0.0 seg"
2	"7.29 *10 ⁻² m"	"3.65 *10 ⁻² m"	"1.0 seg"
3	"8.78 *10 ⁻² m"	"1.56 *10 ⁻² m"	"2.0 seg"

Ilustración 77. Ejemplo fichero.csv con medidas calibradas

LIBRERIAS UTILIZADAS

A parte de las propias librerías de Android (android-support-v7.jar), se ha necesitado utilizar en el desarrollo de la aplicación:

-androidplot-core.jar: librería utilizada para la visualización de la gráfica.

-opencsv.jar: librería utilizada para la escritura de los ficheros .csv.

CAPÍTULO VI: PRUEBAS

Una vez terminada la implementación de la aplicación, es momento de realizar las pruebas pertinentes para comprobar su correcto funcionamiento en las distintas situaciones que se le pueden presentar al usuario.

PRUEBAS DEL DOMINIO DE LA APLICACIÓN

Las pruebas de dominio consisten en comprobar las distintas respuestas que puede dar a la aplicación ante información o acciones realizadas por el usuario:

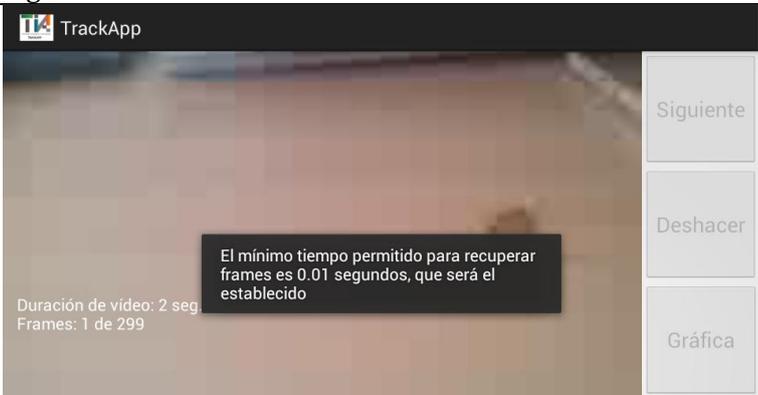
PDOM-0001	
Descripción	En la pantalla medir, se intenta introducir un tiempo menor a 0.01 segundos.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de aviso y se establece 0.01 segundos el intervalo de tiempo pedido al usuario.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 44. Prueba de dominio-0001

El tiempo mínimo establecido para recuperar frames se ha marcado en 0,01 segundos porque por debajo de este intervalo de tiempo no existen dispositivos en el mercado que puedan recuperar nuevos frames.

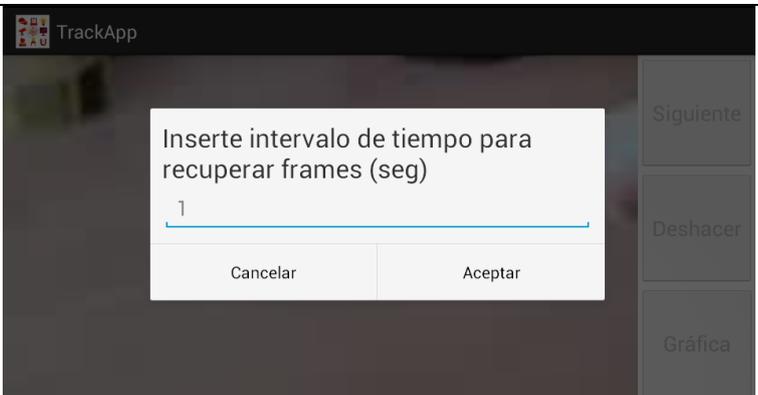
PDOM-0002	
Descripción	En la pantalla medir, no se introduce nada en el tiempo de intervalo entre frames.
Entrada	
Resultado esperado	El cuadro de diálogo viene rellenado con un 1 por defecto.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 45. Prueba de dominio-0002

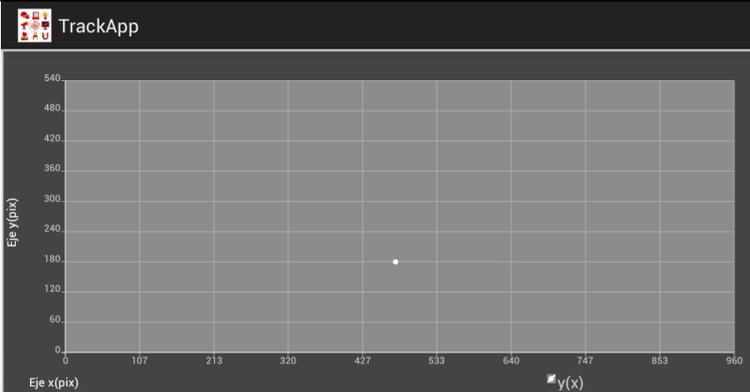
PDOM-0003	
Descripción	En la pantalla gráfica, se da al botón Gráfica sin pasar por todos los frames.
Entrada	 <p>The screenshot shows the TrackApp interface with a graph. The y-axis is labeled 'Eje y (pix)' and ranges from 0 to 540 in increments of 60. The x-axis is labeled 'Eje x (pix)' and ranges from 0 to 960 in increments of 107. A single data point is plotted at approximately (427, 180).</p>
Resultado esperado	Se muestra la gráfica con los puntos marcados hasta el momento.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 46. Prueba de dominio-0003

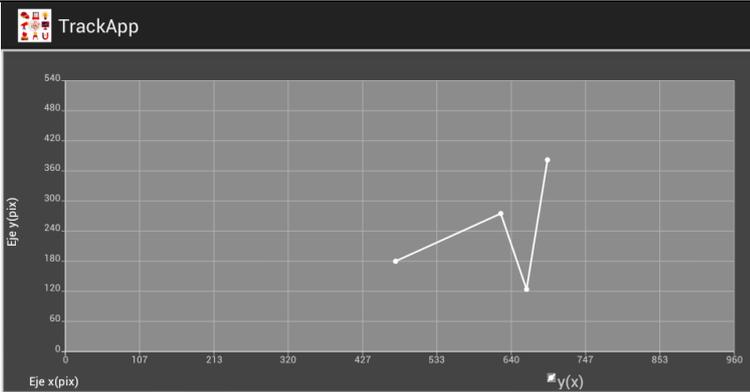
PDOM-0004	
Descripción	En la pantalla gráfica, se da al botón Gráfica pasando por todos los frames.
Entrada	 <p>The screenshot shows the TrackApp interface with a graph. The y-axis is labeled 'Eje y (pix)' and ranges from 0 to 540 in increments of 60. The x-axis is labeled 'Eje x (pix)' and ranges from 0 to 960 in increments of 107. Three data points are plotted and connected by lines. The points are approximately at (427, 180), (640, 240), and (640, 360).</p>
Resultado esperado	Se muestra la gráfica con todos los puntos marcados.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 47. Prueba de dominio-0004

PDOM-0005	
Descripción	En la pantalla ajustes, marcar en tipo de gráfica $x(t)$.
Entrada	
Resultado esperado	Mostrar gráfica con el valor de las variables x respecto a t .
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 48. Prueba de dominio-0005

PDOM-0006	
Descripción	En la pantalla ajustes, marcar en tipo de gráfica $y(t)$.
Entrada	
Resultado esperado	Mostrar gráfica con el valor de las variables y respecto a t .
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 49. Prueba de dominio-0006

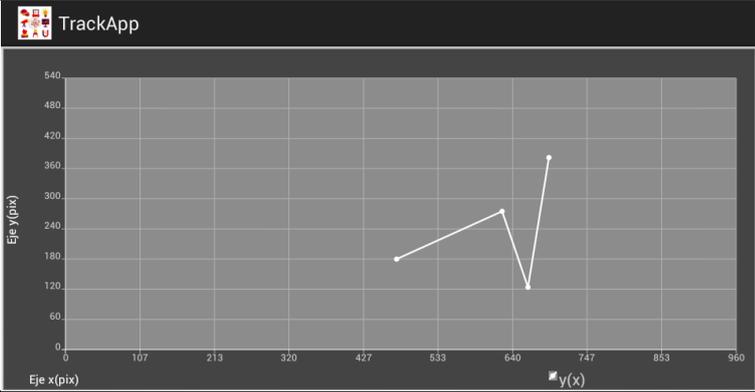
PDOM-0007	
Descripción	En la pantalla ajustes, marcar en tipo de gráfica y(x).
Entrada	
Resultado esperado	Mostrar gráfica con el valor de las variables y respecto a x.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 50. Prueba de dominio-0007

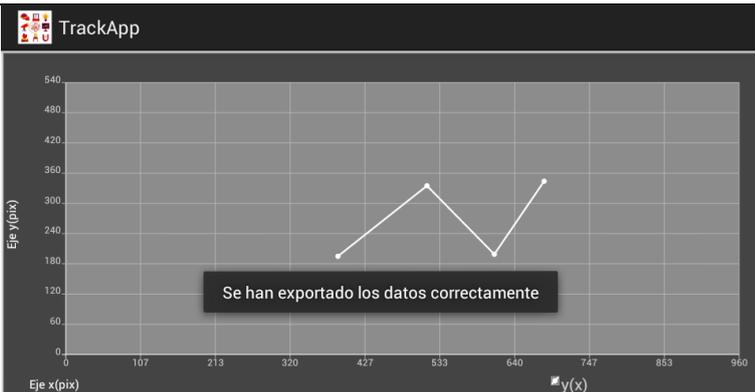
PDOM-0008	
Descripción	En la pantalla gráfica, se exportan los datos obtenidos.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de confirmación.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 51. Prueba de dominio-0008

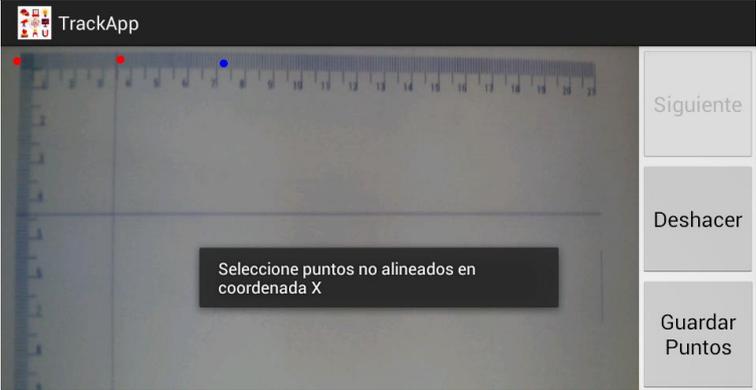
PDOM-0009	
Descripción	En la pantalla calibrar, se marcan 3 puntos alineados en la coordenada x. El sistema lo detecta cuando se pulsa a Guardar Puntos y se introduce el mismo número en las coordenadas x de los 3 puntos.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 52. Prueba de dominio-0009

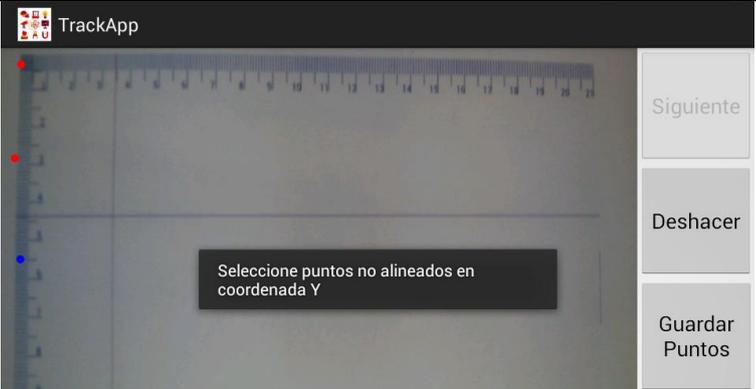
PDOM-0010	
Descripción	En la pantalla calibrar, se marcan 3 puntos alineados en la coordenada y. El sistema lo detecta cuando se pulsa a Guardar Puntos y se introduce el mismo número en las coordenadas y de los 3 puntos.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 53. Prueba de dominio-0010

PDOM-0011	
Descripción	En la pantalla calibrar, se marcan 3 puntos no alineados.
Entrada	
Resultado esperado	Se muestra la pantalla medir.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 54. Prueba de dominio-0011

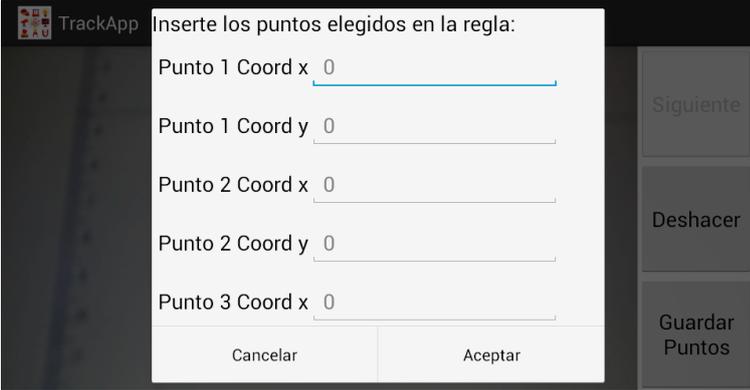
PDOM-0012	
Descripción	En la pantalla calibrar, no se rellena alguna de las coordenadas de los puntos.
Entrada	
Resultado esperado	El cuadro de diálogo viene relleno con 0 por defecto.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 55. Prueba de dominio-0012

PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA

Tras las pruebas de dominio, pasamos a las pruebas relacionadas con la interfaz gráfica de la aplicación, como es el caso de los comportamientos de los botones o la navegación entre pantallas:

PGUI-0001	
Descripción	Se pulsa el botón Teoría de la pantalla principal.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se muestran los fundamentos teóricos.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 56. Prueba de la interfaz gráfica-0001

PGUI-0002	
Descripción	Se pulsa el botón Manual de usuario de la pantalla principal.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se muestra el manual de usuario.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 57. Prueba de la interfaz gráfica-0002

PGUI-0003	
Descripción	Se pulsa en las diferentes entradas de texto en la pantalla de manual de usuario.
Entrada	Pulsación de entrada de texto.
Resultado esperado	Se muestra la página correspondiente del manual de usuario.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 58. Prueba de la interfaz gráfica-0003

PGUI-0004	
Descripción	Se pulsa el botón Aplicación de la pantalla principal.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de Aplicación para comenzar a grabar, viéndose una pre-visualización de lo que se está enfocando con el dispositivo en ese momento.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 59. Prueba de la interfaz gráfica-0004

PGUI-0005	
Descripción	Se pulsa el botón Grabar de la pantalla aplicación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se comienza a grabar un vídeo de aquello que se enfoque con la cámara del dispositivo, apareciendo un contador del tiempo de grabación. El botón de Parar se activa y los botones de Grabar y Cargar vídeo se desactivan.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 60. Prueba de la interfaz gráfica-0005

PGUI-0006	
Descripción	Se pulsa el botón Parar de la pantalla aplicación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se finaliza la grabación del vídeo que se está grabando, poniéndose a 0 el contador y volviendo a mostrar la pre-visualización sin realizar grabación. El botón Parar se desactiva y se vuelven a activar los botones de Grabar y Cargar vídeo.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 61. Prueba de la interfaz gráfica-0006

PGUI-0007	
Descripción	Se pulsa el botón Cargar vídeo de la pantalla aplicación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se carga una pantalla mostrando los vídeos grabados por la aplicación, nombrados con la fecha y la hora a la que se realizaron.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 62. Prueba de la interfaz gráfica-0007

PGUI-0008	
Descripción	Se pulsa sobre un vídeo de la pantalla de aplicación.
Entrada	Pulsación sobre entrada de texto.
Resultado esperado	Se carga la pantalla de análisis donde se reproduce el vídeo automáticamente.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 63. Prueba de la interfaz gráfica-0008

PGUI-0009	
Descripción	Se pulsa el botón con el símbolo de reproducción de vídeo de la pantalla análisis.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se vuelve a reproducir el vídeo si no se está reproduciendo. En caso contrario, no ocurre nada.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 64. Prueba de la interfaz gráfica-0009

PGUI-0010	
Descripción	Se pulsa el botón con el símbolo de pausar vídeo de la pantalla de análisis.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se pausa el vídeo si en ese momento se está reproduciendo. En caso contrario, no ocurre nada.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 65. Prueba de la interfaz gráfica-0010

PGUI-0011	
Descripción	Se pulsa el botón Opciones de la pantalla de análisis.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se muestra un menú contextual con dos opciones, Medir y Calibrar.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 66. Prueba de la interfaz gráfica-0011

PGUI-0012	
Descripción	Se pulsa el botón Medir de la pantalla de análisis.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se carga la pantalla medir, con un cuadro de diálogo pidiendo al usuario el tiempo de intervalo entre frames.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 67. Prueba de la interfaz gráfica-0012

PGUI-0013	
Descripción	Se pulsa el botón Calibrar de la pantalla de análisis.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se carga la pantalla calibrar, con las instrucciones de cómo realizar el proceso de calibrado.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 68. Prueba de la interfaz gráfica-0013

PGUI-0014	
Descripción	Se pulsa el botón Aceptar del cuadro de diálogo de la pantalla medir.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se carga el primer frame del vídeo, mostrando abajo la información sobre el vídeo y cantidad de frames recuperados en la medición.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 69. Prueba de la interfaz gráfica-0014

PGUI-0015	
Descripción	Se pulsa el botón Cancelar del cuadro de diálogo de la pantalla medir.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se vuelve a mostrar la pantalla análisis reproduciendo el vídeo grabado.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 70. Prueba de la interfaz gráfica-0015

PGUI-0016	
Descripción	Se pulsa sobre el frame en la pantalla medir.
Entrada	Pulsación sobre imagen.
Resultado esperado	Si todavía no se ha marcado punto en el frame, se dibuja un punto azul en el lugar donde el usuario ha marcado. Tras ello, se activan los botones Siguiente, Deshacer y Gráfica. Si ya hay punto marcado en ese frame, no ocurre nada.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 71. Prueba de la interfaz gráfica-0016

PGUI-0017	
Descripción	Se pulsa el botón Siguiente de la pantalla medir.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se carga el siguiente frame del vídeo, el punto marcado en el anterior frame cambia a color rojo y se desactiva el botón Siguiente.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 72. Prueba de la interfaz gráfica-0017

PGUI-0018	
Descripción	Se pulsa el botón Deshacer de la pantalla medir.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se elimina el último punto marcado por el usuario, volviendo a mostrar el frame donde se marcó dicho punto. En caso de no haber más puntos, se desactivan los botones Siguiente, Deshacer y Gráfica.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 73. Prueba de la interfaz gráfica-0018

PGUI-0019	
Descripción	Se pulsa el botón Gráfica de la pantalla medir.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla gráfica con la gráfica que esté elegida en ajustes (por defecto x(y)) y los datos marcados en la medición.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 74. Prueba de la interfaz gráfica-0019

PGUI-0020	
Descripción	Se pulsa el botón Calibrar de la pantalla calibrar.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se carga la aplicación de la cámara del dispositivo para realizar una foto a la regla graduada.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 75. Prueba de la interfaz gráfica-0020

PGUI-0021	
Descripción	Se pulsa sobre la foto de la pantalla calibrar puntos.
Entrada	Pulsación sobre imagen.
Resultado esperado	Se marca un punto rojo sobre el lugar pulsado por el usuario, y se activan los botones Siguiente y Deshacer. Si es el tercer punto marcado, en vez del botón Siguiente se activa el botón Guardar puntos.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 76. Prueba de la interfaz gráfica-0021

PGUI-0022	
Descripción	Se pulsa el botón Siguiente de la pantalla calibrar.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se cambia el color del punto marcado anteriormente a rojo, se activa el botón Deshacer y se desactiva el botón Siguiente.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 77. Prueba de la interfaz gráfica-0022

PGUI-0023	
Descripción	Se pulsa el botón Deshacer de la pantalla calibrar.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se elimina el último punto marcado por el usuario, desactivándose el botón deshacer en caso de no haber ya ningún punto marcado.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 78. Prueba de la interfaz gráfica-0023

PGUI-0024	
Descripción	Se pulsa el botón Guardar puntos de la pantalla calibrar.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se abre un cuadro de diálogo para que el usuario inserte las coordenadas en centímetros de los puntos marcados sobre la regla graduada.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 79. Prueba de la interfaz gráfica-0024

PGUI-0025	
Descripción	Se pulsa el botón Cancelar del cuadro de diálogo de la pantalla calibrar puntos.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se cierra el cuadro de diálogo y se mantiene en la pantalla de calibrar puntos con los 3 puntos marcados anteriormente.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 80. Prueba de la interfaz gráfica-0025

PGUI-0026	
Descripción	Se pulsa el botón Aceptar del cuadro de diálogo de la pantalla calibrar puntos.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se cierra el cuadro de diálogo y se muestra la pantalla medir con el cuadro de diálogo para insertar el intervalo de tiempo de recuperación de frames.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 81. Prueba de la interfaz gráfica-0026

PGUI-0027	
Descripción	Se pulsa el botón opciones del dispositivo en las pantallas: principal medir, análisis y calibrar.
Entrada	Pulsación de botón del dispositivo.
Resultado esperado	Se muestra un menú con la opción de Ajustes y de ayuda correspondiente a esa pantalla (misma página de ayuda que está enlazada en las entradas del manual de usuario).
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 82. Prueba de la interfaz gráfica-0027

PGUI-0028	
Descripción	Se pulsa el botón opciones del dispositivo en las pantallas: teoría, manual de usuario y aplicación.
Entrada	Pulsación de botón del dispositivo.
Resultado esperado	No ocurre nada.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 83. Prueba de la interfaz gráfica-0028

PGUI-0029	
Descripción	Se pulsa el botón opciones del dispositivo en la pantalla gráfica.
Entrada	Pulsación de botón del dispositivo.
Resultado esperado	Se muestra un menú con la opción de Ajustes, de ayuda correspondiente a esa pantalla (misma página de ayuda que está enlazada en las entradas del manual de usuario), y de Exportar datos para generar el fichero .csv con los datos obtenidos.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 84. Prueba de la interfaz gráfica-0029

PGUI-0030	
Descripción	Se pulsa en la entrada Gráfica a elegir en la pantalla preferencias.
Entrada	Pulsación sobre lista de preferencias.
Resultado esperado	Se muestra las opciones de los distintos tipos de gráficas a elegir, pudiendo marcar cualquiera.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 85. Prueba de la interfaz gráfica-0030

PGUI-0031	
Descripción	Se pulsa en la entrada Regla para el calibrado en la pantalla preferencias.
Entrada	Pulsación sobre preferencia.
Resultado esperado	Se abre el documento PDF con la regla graduada con el programa que el usuario tenga determinado para el procesamiento de este tipo de archivos.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 86. Prueba de la interfaz gráfica-0031

PGUI-0032	
Descripción	Se pulsa en la entrada Información de la aplicación en la pantalla de ajustes.
Entrada	Pulsación sobre preferencia.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla Información de la aplicación.
Resultado prueba	Correcta.

Tabla 87. Prueba de la interfaz gráfica-0032

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Finalizado el proyecto, se puede afirmar que se han cumplido los principales requisitos de la aplicación, donde el usuario puede comprender los fundamentos teóricos incorporados, realizar prácticas con la grabación del movimiento de un cuerpo y analizar las distintas posiciones por las que pasa el objeto, permitiendo tanto visualizar los datos obtenidos en una gráfica como exportarlos a un fichero en formato .csv, tal y como se planteó al inicio del proyecto. Además, se han estudiado los errores producidos al realizar grabación y mediciones con dispositivos móviles y se han corregido dos de los cuatro tipos existentes.

Respecto a la parte más complicada del proyecto, esta fue sin duda al inicio, ya que tomando como referencia otras aplicaciones con objetivos similares a la nuestra, en el análisis de requisitos se planteó la posibilidad de que el usuario debía realizar las marcas en la pantalla de los distintos puntos donde se desplaza el cuerpo directamente sobre el vídeo en reproducción. Tras documentarse y leer los muchos problemas que habían tenido otros desarrolladores con planteamientos similares, se decidió realizar el proceso sobre imágenes estáticas recuperadas del vídeo, y ese punto fue clave para tener claro el diseño final de la aplicación.

Aparte de este punto, la manipulación de vídeo, recuperación de frames estáticos y la posibilidad de que el usuario dibujara puntos sobre dichos frames eran tareas desconocidas de antemano, pero gracias a la extensa documentación y de calidad que hay en los distintos libros y en Internet la tarea se pudo llevar a cabo, sobre todo a través de la consulta de problemas de otros usuarios en foros, como es el caso del conocido StackOverflow.

Por suerte, la planificación temporal fue realizada considerando posibles imprevistos, tal y como se indica en el análisis de riesgos, por lo que los plazos estimados no se vieron afectados (a costa, eso sí, de incrementar el ritmo y tiempo de trabajo en algún caso).

A nivel personal, el proyecto me ha servido de experiencia en donde poder aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación académica. He lidiado con procesos propios de la ingeniería del software, como el análisis de requisitos, la identificación de casos de uso o el diseño de la solución software. También he hecho frente a tareas relacionadas con la propia gestión de proyectos, como la realización de un plan de proyecto, una planificación temporal o un análisis de riesgos. Aunque ya había cursado una asignatura de Android, he ampliado considerablemente mis conocimientos en esta tecnología, sobre todo en la parte de manipulación de vídeo y utilización de la cámara del dispositivo. Y sobre todo, considero muy importante la experiencia de abordar un proyecto de un tamaño razonable de forma individual, apoyándome en las directrices de mis tutores, que sin duda me permitirá abordar con más seguridad y conocimientos futuros proyectos en el mundo laboral.

MEJORAS FUTURAS

Debido al tiempo reducido de la elaboración del proyecto, se limitaron los objetivos a lograr en su planteamiento, pero sus posibilidades mejora son muy amplias y a partir de lo realizado es posible continuar el trabajo para la creación de una app más compleja:

MEDICIÓN

En la app desarrollada en este proyecto, la medición de los distintos puntos por los que se desplaza el cuerpo se realiza de forma manual, donde el usuario interacciona y realiza marcas en la pantalla. Tras el estudio de aplicaciones similares, un objetivo importante a lograr sería que la propia aplicación fuera capaz de detectar las distintas posiciones del cuerpo en movimiento, sin interacción con el usuario. Simplemente el usuario debería marcar donde se encuentra el cuerpo al inicio del vídeo y algún otro punto de referencia para determinar una escala, y la aplicación automáticamente detectaría las distintas posiciones recorridas y analizaría su trayectoria.

Coste estimado: de 200 a 400 horas-hombre.

CALIBRADO

Cómo ya se ha explicado anteriormente, hay 4 tipos posibles de errores achacables a las medidas a realizar por el usuario. Se han subsanado dos, así que otra posible mejora de la app sería sin duda corregir los otros tipos de error nombrados anteriormente en este proyecto: corregir la perpendicularidad del dispositivo en la grabación respecto al plano y la distorsión propia de la lente de la cámara del dispositivo.

Coste estimado: 100 horas-hombre.

GRÁFICA

A partir de un análisis más profundo del movimiento del objeto, se podrían mostrar nuevos tipos de gráfica, cómo podría ser alguna que mostrara la variación de la velocidad o de la aceleración del cuerpo respecto al tiempo. Además, se podría introducir la opción de la creación de gráficas a partir de la carga de ficheros .csv creados previamente.

Coste estimado: 100 horas-hombre.

PORTADO A OTRAS PLATAFORMAS

La aplicación ha sido desarrollada para Android por los motivos ya expuestos entre los que se encuentra el hecho de ser la plataforma o sistema operativo móvil más extendido, pudiendo abarcar a un gran número de usuarios. Sin embargo, los usuarios del resto de sistemas, como iOS o Windows Phone, no podrán hacer uso de la aplicación al haber sido desarrollada con el propio SDK de Android. Una mejora futura podría ser el portar la aplicación a otras plataformas.

Coste estimado: de 200 horas-hombre.

CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA DE FÍSICA

Empleada en la realización del apartado de fundamentos teóricos, tanto en la aplicación como en esta memoria, y para la calibración de errores.

[1] TIPLER, Paul A. y MOSCA, Gene, *Física para la Ciencia y la Tecnología, Volumen 1A: Mecánica. 5ª edición.* (ed. Reverte). 2007. ISBN: 978-84-291-4401-7. Fecha de última consulta: 20 de Junio de 2015.

[2] Wikipedia, *Aceleración*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Aceleraci%C3%B3n>. Fecha de última consulta: 6 de Junio de 2015.

[3] Wikipedia, *Velocidad*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad>. Fecha de última consulta: 8 de Junio de 2015.

[4] BROWN, Douglas y COX, Anne J., *Innovative Uses of Video Analysis (The Physics Teacher)*. Fecha de última consulta: 22 de junio de 2015.

[5] DESBIEN, Dwain M., *High-Speed Video Analysis in a Conceptual Physics Class (The Physics Teacher)*. Fecha de última consulta: 22 de junio de 2015.

[6] PAGE, MORENO, CANDELAS, y BELMAR, *The accuracy of webcams in 2D motion analysis: sources of error and their control (European Journal of Physics)*. Fecha de última consulta: 22 de junio de 2015.

BIBLIOGRAFIA DE GESTION DE PROYECTOS E INGENIERIA DE SOFTWARE

Utilizada para la realización de la planificación y gestión del proyecto y en las tareas relacionadas con la ingeniería del software (análisis, diseño, etc.).

[8] BOURQUE, Pierre y FAIRLEY, Richard E., *SWEBOK v3.0. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge.* (IEEE Computer Society). 2014. ISBN: 978-0-7695-5166-1. Fecha de última consulta: 9 de Junio de 2015.

[8] SOMMERVILLE, Ian, *Ingeniería del software. 7ª edición.* (ed. Pearson Educacion). 2005. ISBN: 84-7829-074-5. Fecha de última consulta: 1 de Junio de 2015.

[9] LARMAN, Craig, *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. 2ª edición.* (ed. Pearson Educacion). 2003. ISBN: 84-205-3438-2. Fecha de última consulta: 19 de Junio de 2015.

[10] Change Vision, Inc., *Astah. Reference Manual. Ver. 6.7.* (Change Vision, Inc). 2006-2013. Fecha de última consulta: 15 de Junio de 2015.

[11]Wikipedia, *Unified Modeling Language*. http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language. Fecha de última consulta: 27 de Mayo de 2015.

BIBLIOGRAFIA DE USO Y PROGRAMACION EN ANDROID

Se ha empleado en el diseño y programación de la aplicación, como base teórica del desarrollo en Android y para solucionar aspectos como grabación y reproducción vídeo, manipulación de frames, etc.

[12]Portal Statista. <http://www.statista.com/chart/3014/smartphone-market-share-forecast/>. Fecha de última consulta: 22 de Mayo de 2015.

[13]Android Open Source Project, *API guides*. <http://developer.android.com/guide/index.html>. Fecha de última consulta: 16 de Junio de 2015.

[14] Universidad Politécnica de Valencia, *Tutoriales Android: Fundamentos*. <http://www.androidcurso.com/index.php/tutoriales-android-fundamentos>. Fecha de última consulta: 20 de Abril de 2015.

[15]Universidad Politécnica de Valencia, *Tutoriales Android: Avanzado*. <http://www.androidcurso.com/index.php/tutoriales-android-avanzado>. Fecha de última consulta: 1 de Mayo de 2015.

[16]Universidad Politécnica de Valencia, *Un reproductor multimedia paso a paso*. http://www.androidcurso.com/index.php/tutoriales-android/37-unidad-6-multimedia-y-ciclo-de-vida/167-un-reproductor-multimedia-paso-a-paso#_ftn1. Fecha de última consulta: 9 de Mayo de 2015.

[17]Stack Overflow, *Get screen dimensions in pixels*. <http://stackoverflow.com/questions/1016896/get-screen-dimensions-in-pixels>. Fecha de última consulta: 2 de Junio de 2015.

[18]Stack Overflow, *How to draw a Line in ImageView on Android?* <http://stackoverflow.com/questions/6178896/how-to-draw-a-line-in-imageview-on-android>. Fecha de última consulta: 7 de Junio de 2015.

[19]Stack Overflow, *Getting Frames from Videos on Android*. <http://stackoverflow.com/questions/10102242/getting-frames-from-videos-android>. Fecha de última consulta: 11 de Junio de 2015.

[20]Stack Overflow, *Show ImageView from file path on Android?* <http://stackoverflow.com/questions/4181774/show-image-view-from-file-path-in-android>. Fecha de última consulta: 13 de Junio de 2015.

[21]Stack Overflow, *Android open pdf file* <http://stackoverflow.com/questions/17453105/android-open-pdf-file>. Fecha de última consulta: 15 de Junio de 2015.

BIBLIOGRAFIA DE PROGRAMACION EN JAVA

Consultada de forma genérica, especialmente en el desarrollo de las aplicaciones complementarias.

[22]Oracle, *Java™ Platform, Standard Edition 7. API Specification*. <http://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/>. Fecha de última consulta: 6 de Junio de 2015.

CAPÍTULO IX: ANEXOS

MANUAL DE INSTALACIÓN

La aplicación móvil puede instalarse mediante el fichero .apk correspondiente, dentro de la carpeta Instalable incluida en el CD proporcionado. Los requisitos de la aplicación son poseer un dispositivo con la versión 4.0 KitKat de Android al menos y activar la opción “Orígenes desconocidos” dentro de ⇒Seguridad ⇒Administración del dispositivo:

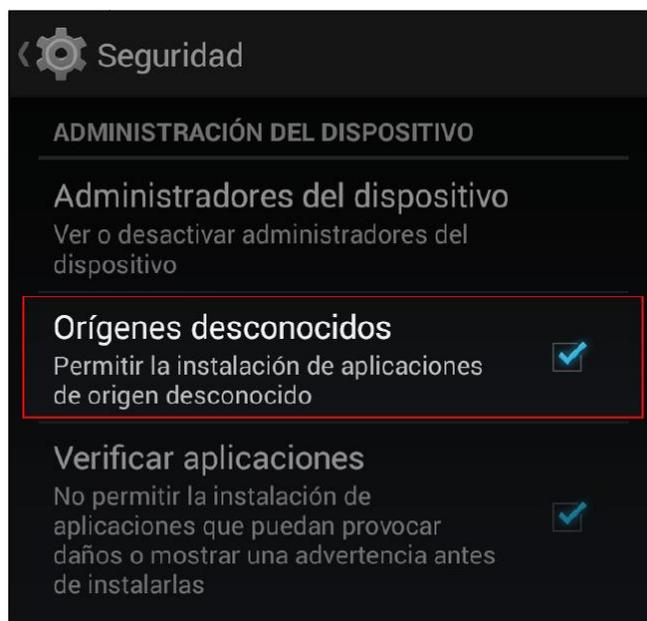


Ilustración 78. Orígenes desconocidos

MANUAL DE USUARIO

La aplicación TrackApp es el resultado de un Trabajo de Fin de Grado realizado para el Departamento de Física Aplicada de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Valladolid. Tiene como objetivo ayudar al aprendizaje de los conceptos relacionados con el análisis del movimiento de un cuerpo mediante vídeo.

En el apartado teórico de la aplicación, permite consultar los fundamentos teóricos, con fórmulas y esquemas para el estudio y comprensión del alumno. En el apartado práctico, la aplicación ofrece la posibilidad de grabar y reproducir vídeo, realizar medidas de las distintas posiciones por las que se desplaza el cuerpo analizado, calibrar los posibles errores relativos a la toma de medidas, visualizar los resultados en una gráfica y exportarlos a un fichero en formato .csv.

Una versión reducida y adaptada de este manual puede consultarse en la propia aplicación en el apartado Manual de usuario.

PANTALLA PRINCIPAL

Pantalla inicial que aparece al ejecutar la aplicación, y sirve de acceso al resto de apartados:



Ilustración 79. Pantalla principal

-Teoría: abre la pantalla donde se encuentran los fundamentos teóricos de la aplicación.

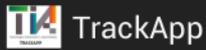
-Manual de usuario: abre la pantalla donde se encuentra una versión adaptada y reducida de este manual.

-Aplicación: abre la pantalla donde comienza toda la parte práctica de la aplicación. Permite al usuario grabar un vídeo o cargar una ya grabado anteriormente para comenzar el análisis deseado.

Esta pantalla tiene activado el botón Opciones del dispositivo para mostrar el menú, donde se da opción al usuario de entrar en los ajustes de la aplicación, o en la pantalla de ayuda. Si el usuario pulsa el botón Atrás del dispositivo, se cierra la aplicación.

TEORÍA

Pantalla que contiene los fundamentos teóricos de la aplicación, el usuario puede ir deslizándose abajo por la pantalla hasta leer todo el contenido:



2. Obtener vector velocidad a partir de vector posición r

A partir de dos puntos (x_0, y_0) y (x_1, y_1) :

$$v_x = \frac{x_1 - x_0}{\Delta t} \quad v_y = \frac{y_1 - y_0}{\Delta t}$$

3. Obtener vector aceleración a partir de vector posición r

Utilizamos 3 puntos en momentos t_0 , t_1 y t_2 :

$$\Delta \vec{v} = \vec{r}(t_2) - 2\vec{r}(t_1) + \vec{r}(t_0)$$

Ilustración 80. Pantalla Teoría

El botón Opciones del dispositivo no está activado en esta pantalla, y si se pulsa el botón Atrás del dispositivo se vuelve a la pantalla principal.

MANUAL DE USUARIO

Pantalla que contiene una versión reducida y adaptada de este manual:



Ilustración 81. Pantalla Manual de Usuario

Pulsando en cada frase subrayada se acude a una página distinta del manual:

- Pantalla Principal:** explicación de cómo comenzar a usar la aplicación.
- Pantalla Análisis:** explicación de cómo ver y comenzar a analizar el vídeo grabado por el usuario.
- Pantalla Medir:** explicación de cómo realizar las medidas.
- Pantalla Gráfica:** explicación de cómo ver los resultados obtenidos en una gráfica y exportarlos a un fichero en formato .csv.
- Pantalla Calibrar:** explicación de cómo calibrar los posibles errores cometidos al tomar las medidas.

El botón Opciones del dispositivo no está activado en esta pantalla, y si se pulsa al botón Atrás del dispositivo se vuelve a la pantalla principal.

APLICACIÓN

Pantalla que permite al usuario grabar el vídeo del objeto en movimiento y/o cargar un vídeo grabado anteriormente con la aplicación:

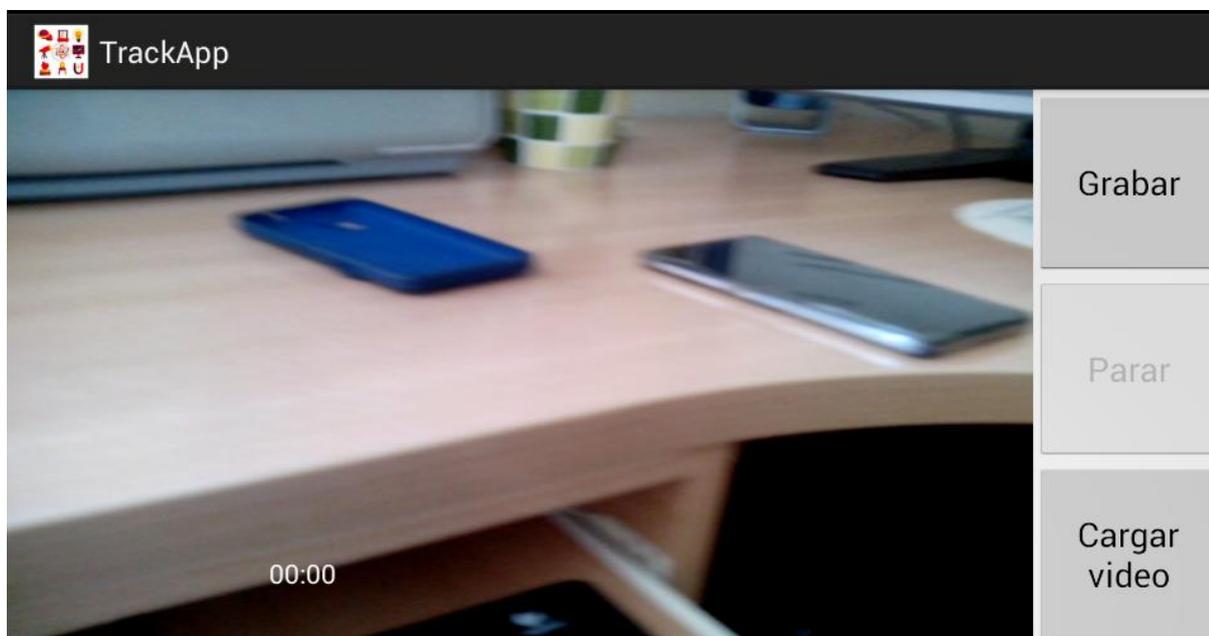


Ilustración 82. Pantalla Aplicación

Se muestra una pre-visualización de lo que se enfoca en ese momento con la cámara del dispositivo, y se muestran 3 botones:

-Grabar: Para comenzar la grabación del vídeo. Se iniciará el contador que en la pantalla está parado en 00:00.

-Parar: Se activará al pulsar el botón Grabar y servirá para finalizar la grabación. Una vez presionado dicho botón el vídeo se almacenará automáticamente.

-Cargar Vídeo: Solo activo mientras no se esté grabando, servirá para cargar el vídeo recientemente grabado o cualquier otro grabado con anterioridad desde la aplicación. No se pueden cargar vídeos que no hayan sido grabados desde dentro de la aplicación. Los vídeos se mostrarán nombrados y ordenados con la fecha y hora a la que se realizaron.

El botón Opciones del dispositivo no está activado en esta pantalla, y si se pulsa al botón Atrás del dispositivo se vuelve a la pantalla principal.

ANÁLISIS

Pantalla que permite al usuario reproducir y decidir qué acciones realizar sobre el vídeo cargado:

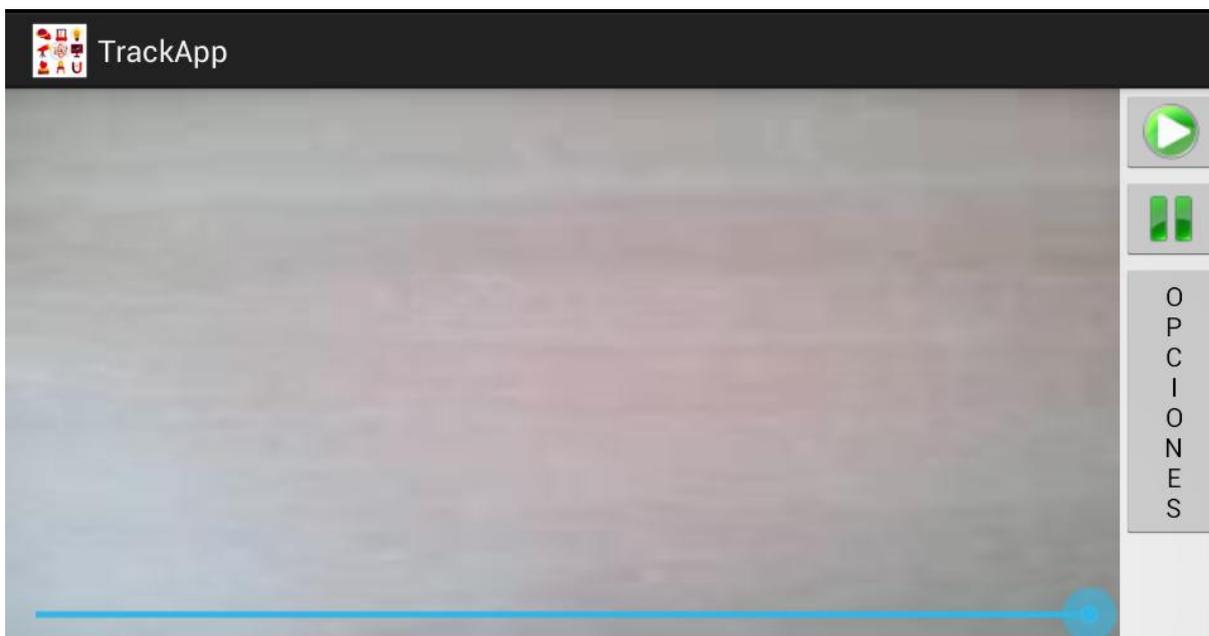


Ilustración 83. Pantalla Análisis

El vídeo se reproduce automáticamente al iniciar la pantalla hasta su finalización o acción del usuario, y se muestran 3 botones:

 Para volver a reproducir/reanudar el vídeo.

 Para pausar el vídeo

-Opciones: Para que el usuario realice las tareas de tomar medidas sobre el vídeo, o realizar una calibración de las medidas que va a tomar posteriormente.

Esta pantalla tiene activado el botón Opciones del dispositivo para mostrar el menú, donde se da opción al usuario de entrar en los ajustes de la aplicación, o en la pantalla de ayuda relacionada con esta pantalla. Si el usuario pulsa el botón Atrás del dispositivo, se vuelve a la pantalla principal.

MEDIR

Pantalla que permite al usuario realizar las medidas sobre los frames extraídos del vídeo a analizar, estableciendo el intervalo de tiempo entre cada frame recuperado:

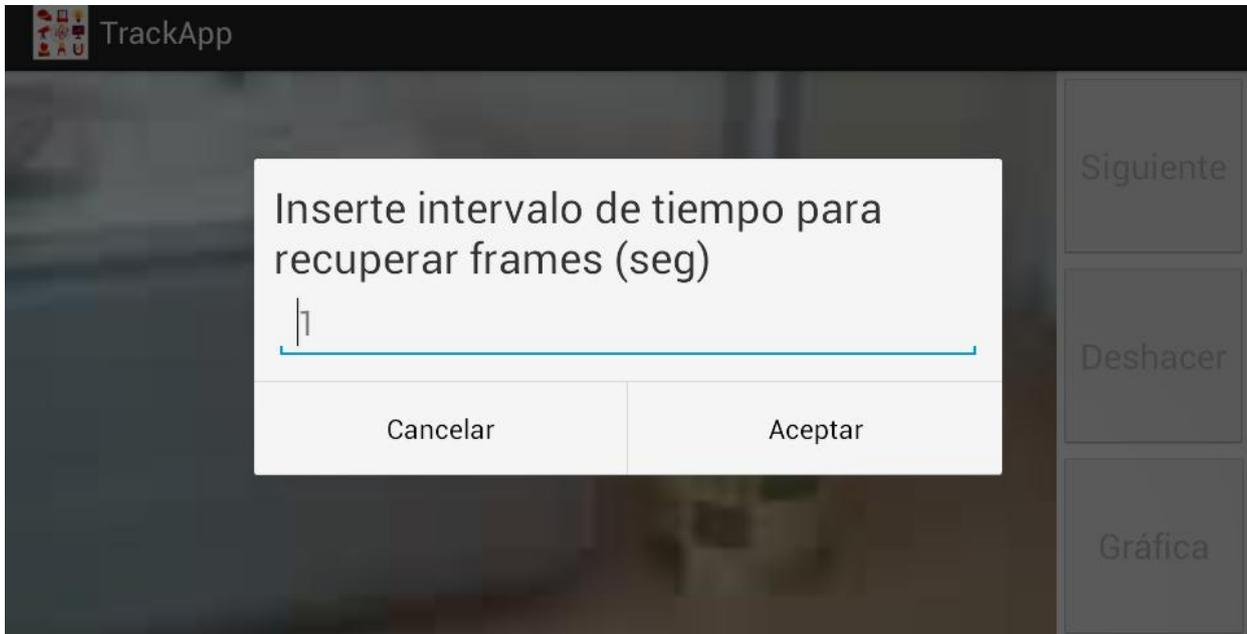


Ilustración 84. Pantalla Medir (1)

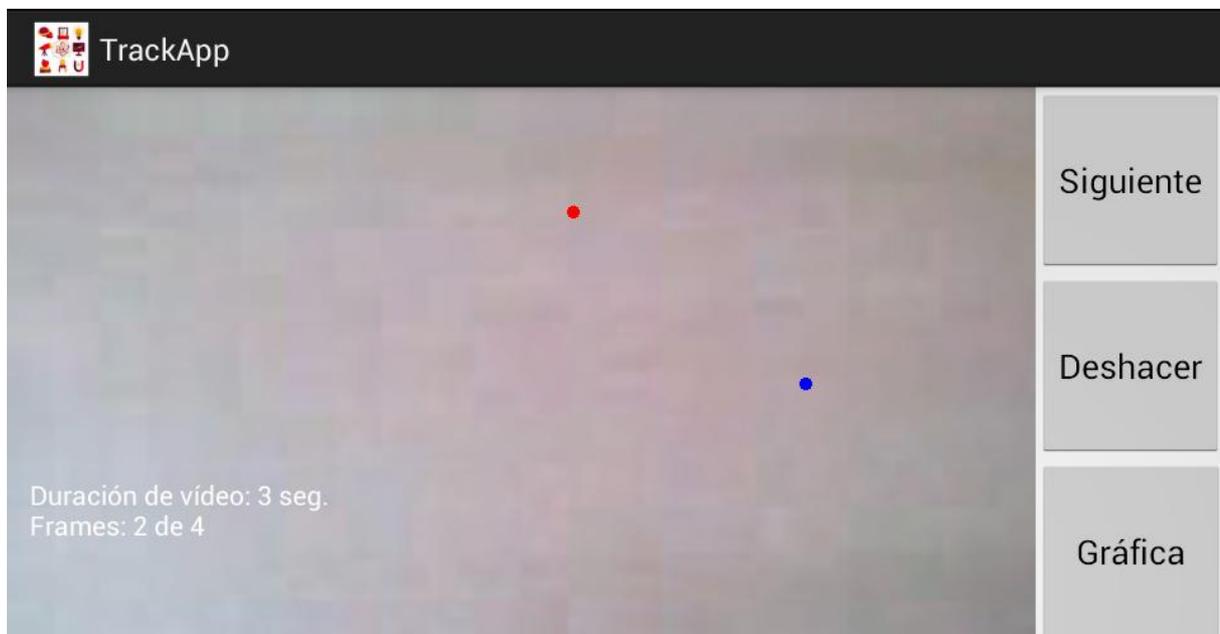


Ilustración 85. Pantalla Medir (2)

El usuario marca en la pantalla dónde se encuentra el objeto en movimiento en cada frame dibujándose un punto azul donde el usuario haya marcado, y se dispone de 3 botones:

-Siguiente: Pasa al siguiente frame, solo disponible una vez que se haya marcado la posición del cuerpo en el frame actual. Los puntos marcados en frames anteriores pasaran a estar de color rojo.

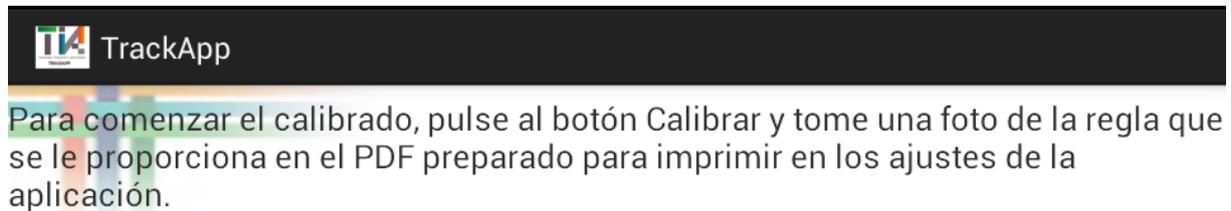
-Deshacer: Para eliminar el último punto marcado por el usuario. Al deshacer un punto, se retrocederá al frame donde fue marcado, permitiendo al usuario marcar un punto de nuevo en ese frame o volver a deshacer puntos anteriores.

-Gráfica: Para abrir la pantalla dónde se muestra la gráfica con los puntos marcados. Se puede cargar dicha pantalla en el momento que el usuario haya marcado al menos un punto, sin necesidad de pasar por todos los frames recuperados del vídeo.

Esta pantalla tiene activado el botón Opciones del dispositivo para mostrar el menú, donde se da opción al usuario de entrar en los ajustes de la aplicación, o en la pantalla de ayuda relacionada con esta pantalla. Si el usuario pulsa el botón Atrás del dispositivo, se vuelve a la pantalla Análisis, al igual que si se pulsa al botón cancelar en el cuadro de diálogo mostrado en la ilustración 74.

CALIBRAR

Pantalla que permite al usuario transformar las medidas de píxeles a unidades de longitud reales, para su visualización tanto en la gráfica como en el fichero .csv exportado, corrigiendo el posible error de horizontalidad cometido al tomar las medidas: si el usuario no coloca el dispositivo totalmente horizontal respecto al plano grabado, se produce una pequeña distorsión en las medidas que es corregida mediante este proceso:



Una vez tomada la foto, el usuario debe marcar 3 puntos no alineados para la calibración de la cámara, es decir, que no tengan los 3 las mismas coordenadas en alguno de los dos ejes del plano, e insertar manualmente en el botón Guardar puntos, qué puntos exactos de la regla han sido seleccionados.

Una vez realizado este proceso, se puede comenzar a tomar las medidas.

Calibrar

Ilustración 86. Pantalla Calibrar (1)

Cómo se ve en la ilustración, se explica el proceso para realizar el calibrado. Para ello, es necesario tener impresa la regla proporcionada en un documento PDF dentro de los ajustes de la aplicación. Una vez impresa, el usuario puede activar el botón Calibrar, y se iniciara la aplicación propia de la cámara propia del móvil, para realizar una foto a la regla.

Se recomienda realizar la foto a cierta distancia por motivos de enfoque y de reajuste del tamaño de la foto, ya que dependiendo de las dimensiones de la pantalla del dispositivo, puede que la foto se recorte al cargarse para comenzar el proceso de calibrado.

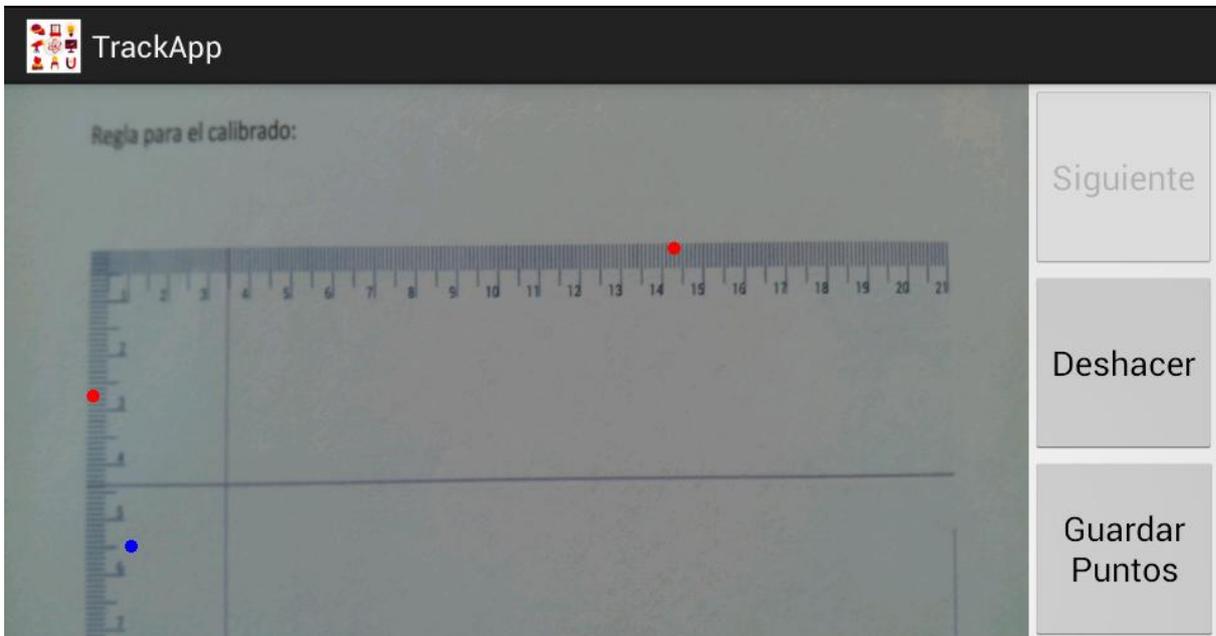


Ilustración 87. Pantalla calibrar (2)

Una vez que el usuario ha realizado la foto, se carga una pantalla muy similar a la pantalla Medir. El usuario tendrá que marcar 3 puntos no alineados en la pantalla, teniendo las siguientes opciones:

-Siguiete: Después de haber marcado un punto, para confirmarlo y pasar a marcar el siguiente, hasta que el usuario haya marcado 3 puntos. El último punto marcado aparecerá de color azul, mientras que los anteriores estarán coloreados de color rojo.

-Deshacer: Para eliminar el último punto marcado, tantas veces como desee el usuario hasta que no haya ningún punto.

-Guardar puntos: Solo activado una vez que el usuario haya marcado los 3 puntos, para indicar en qué coordenadas x, y de la regla ha sido situado cada uno de los 3 puntos. El usuario no podrá introducir los 3 puntos alineados, apareciendo un mensaje de aviso en ese caso, y deberá introducir las coordenadas de los puntos en el orden que han sido marcados(es decir, el punto 1 es el primer punto que marcó, y así sucesivamente).

Esta pantalla tiene activado el botón Opciones del dispositivo para mostrar el menú, donde se da opción al usuario de entrar en los ajustes de la aplicación, o en la pantalla de ayuda relacionada con esta pantalla. Si el usuario pulsa el botón Atrás del dispositivo, se vuelve a la pantalla Análisis.

PANTALLA GRÁFICA

Pantalla que permite al usuario ver las medidas realizadas sobre una gráfica:

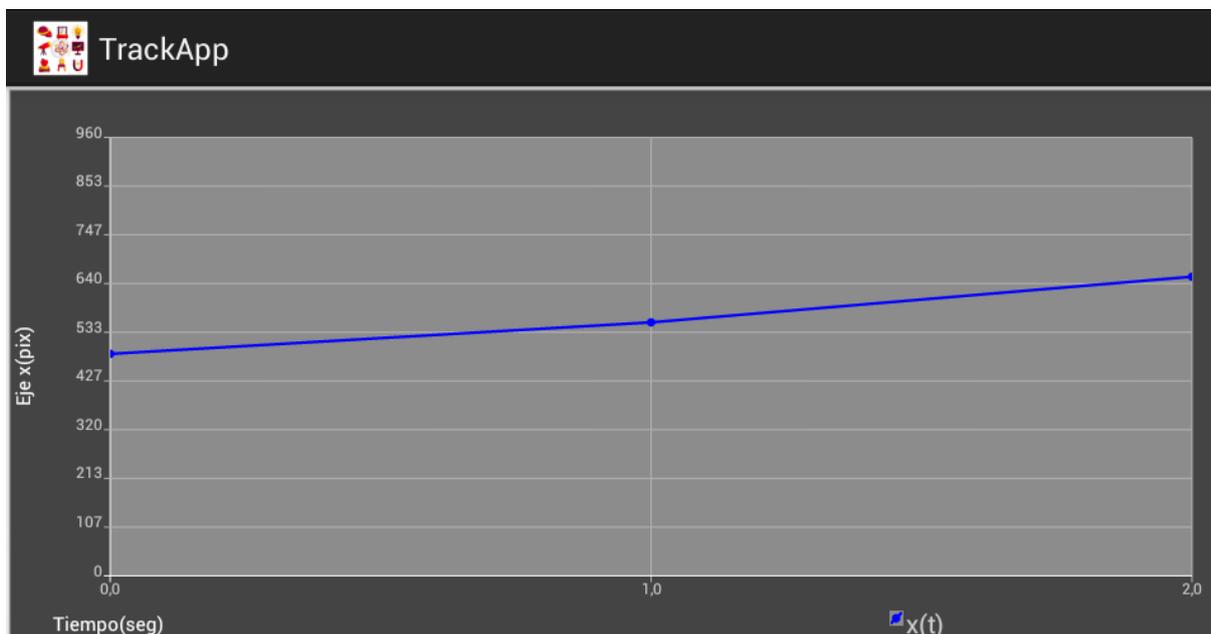


Ilustración 88. Pantalla Gráfica (1)

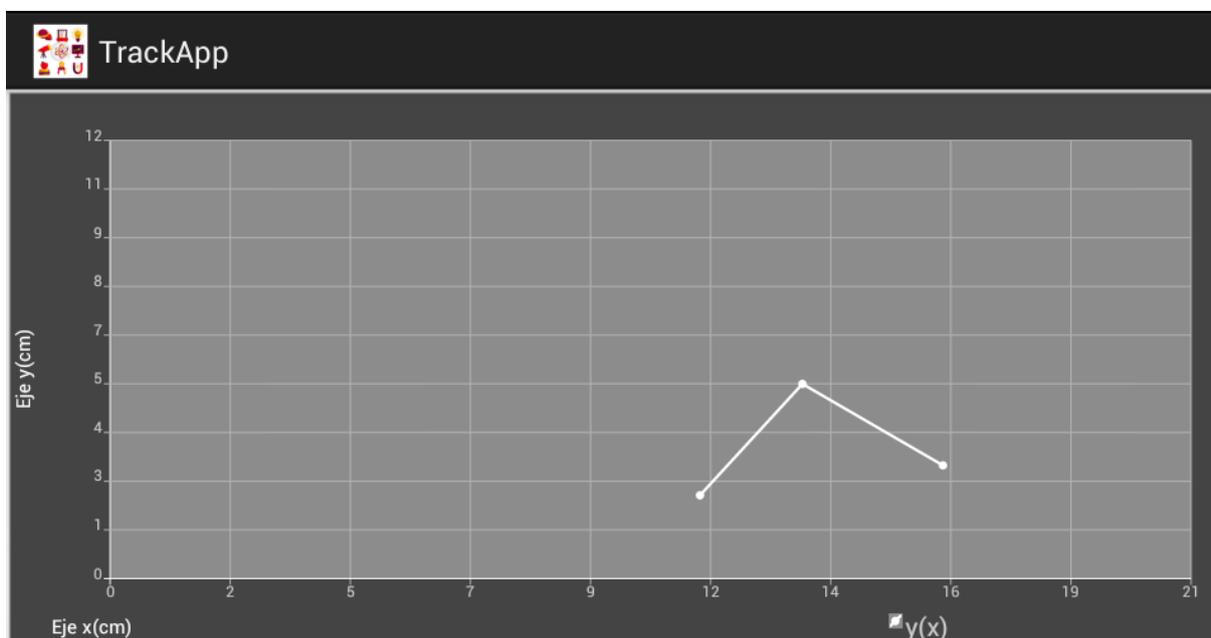


Ilustración 89. Pantalla Gráfica (2)

Hay 3 tipos de gráfica disponibles a mostrar, pudiendo elegir cuál mostrar desde los ajustes de la aplicación:

- Coordenadas y respecto a x, es decir, la trayectoria del movimiento.
- Coordenadas x respecto al tiempo.
- Coordenadas y respecto al tiempo.

Si el usuario ha realizado el proceso de calibrado, se mostrarán en la gráfica las medidas en unidades de longitud. En caso contrario, las unidades serán píxeles. El tiempo siempre es mostrado en segundos. En la leyenda se visualiza que tipo de gráfica se está mostrando.

Además de visualizar los datos en la gráfica, la aplicación ofrece la posibilidad de exportar los datos a un fichero en formato .csv, que se generará en la carpeta de la aplicación, dentro de la tarjeta SD, asegurándose de esta forma que no queda ningún fichero residual en caso de que el usuario decida desinstalar la aplicación de su dispositivo. El fichero se puede generar desde el botón Opciones del dispositivo ⇒ Exportar datos:

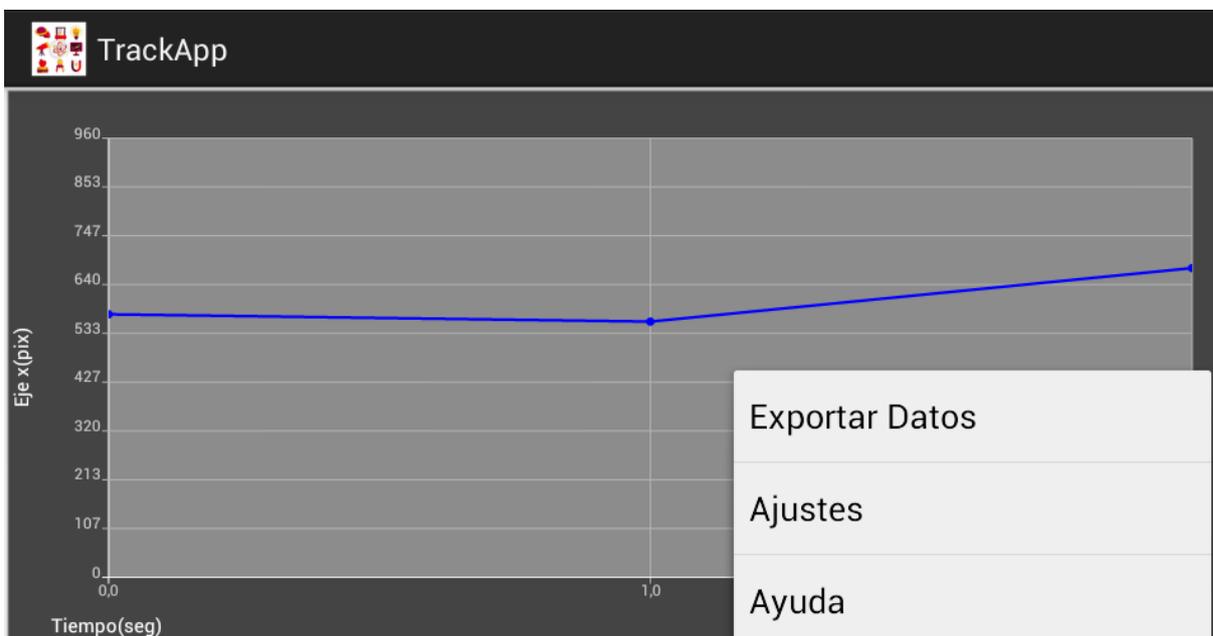


Ilustración 90. Pantalla Gráfica (3)

The screenshot shows a file named '02-07-15 12-05-15.csv' with a CSV icon. Below the filename is a table titled '"Datos exportados"'. The table has four columns: 'No.', 'X', 'Y', and 'T'. It contains three rows of data.

No.	"X"	"Y"	"T"
1	"359 pix"	"202 pix"	"0.0 seg"
2	"499 pix"	"340 pix"	"1.0 seg"
3	"601 pix"	"146 pix"	"2.0 seg"

Ilustración 91. Ejemplo fichero .csv.

Además de la opción de Exportar datos, el usuario puede ver acceder desde aquí a los ajustes de la aplicación y a la ayuda relacionada con esta pantalla. Si el usuario pulsa el botón Atrás del dispositivo, vuelve a la pantalla Medir.

AJUSTES

Como se ha mencionado en este manual en varias ocasiones, desde determinadas pantallas el botón Opciones del dispositivo está activado, permitiéndose acceder tanto a la ayuda de la pantalla en la que se encuentra el usuario, como a los ajustes de la aplicación:

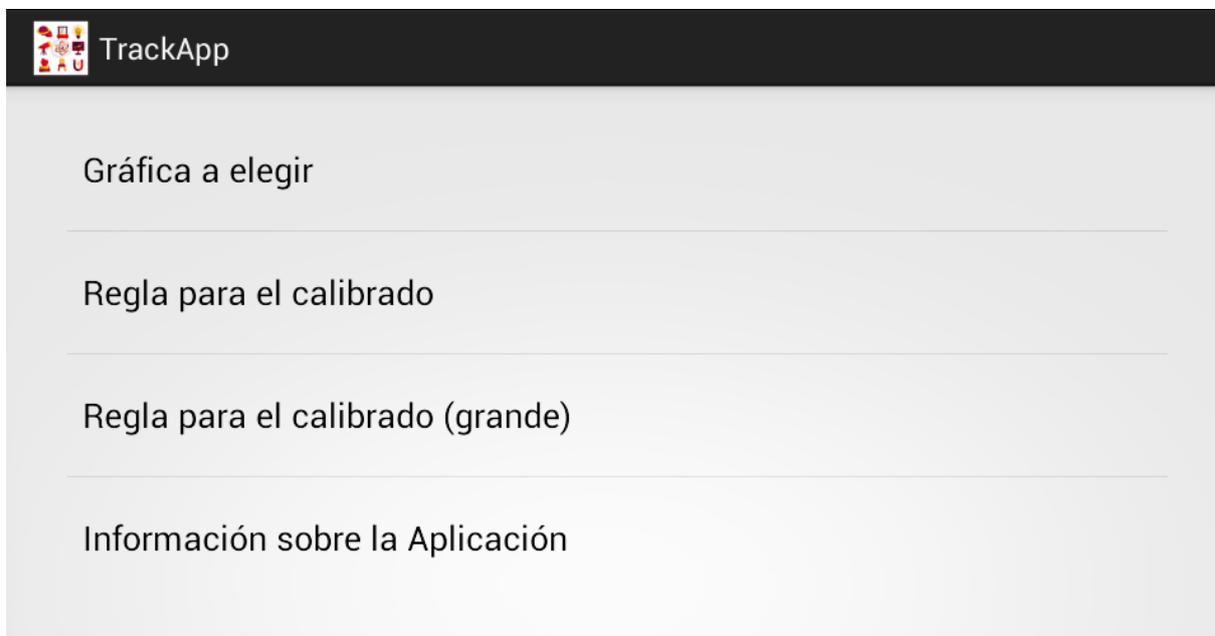


Ilustración 92. Pantalla Ajustes

Se muestran 4 opciones en los ajustes de la aplicación:

-Gráfica a elegir: para cambiar el tipo de gráfica a mostrar en la pantalla Gráfica. Como ya se ha mencionado anteriormente. Por defecto está seleccionada la opción $y(x)$.

-Regla para el calibrado: al seleccionar esta opción se abre el documento PDF que contiene la regla graduada que el usuario deberá imprimir para realizar el proceso de calibrado.

-Regla para calibrado (grande): mismo caso que el anterior, pero con una regla con marcas más grandes para los casos en los que el vídeo del objeto sea grabado a mayor distancia.

-Información sobre la aplicación: muestra los datos del desarrollador de la aplicación, así como los tutores que le han guiado durante todo su trabajo.

Para finalizar este manual, agradecer a la Universidad de Valladolid todas las herramientas puestas a disposición del desarrollador para hacer posible esta aplicación. TrackApp es una aplicación totalmente gratuita creada para el beneficio de los estudiantes y no tiene ánimo de lucro.

CONTENIDO DEL CD

El CD contiene los siguientes directorios:

-**Código fuente:** contiene la carpeta con los ficheros fuente del proyecto, importable desde Eclipse con el SDK Android. En el el directorio /Código Fuente/TrackApp/doc se encuentra el javadoc generado. Para ver el javadoc en html solo hay que ejecutar el archivo index.html.

-**Instalable:** contiene el binario instalable de la aplicación en formato .apk.

-**Memoria:** contiene una copia en formato digital de esta memoria. Además se han incluido imágenes de algunos diagramas de secuencia que por su excesivo tamaño es posible que no se lean correctamente en este documento.