



**Universidad de Valladolid**

**E.T.S Ingeniería Informática**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Grado en Ingeniería Informática**

**Desarrollo de una aplicación móvil para medida de la  
aceleración de la gravedad**

Autor:

**D. Ángel Gallego Jiménez**

Tutores:

**D. Manuel Ángel González Delgado**

**D. Jesús María Vegas Hernández**



## Agradecimientos:

A mis padres Benito y María Esperanza y a mi hermano Andrés,  
Por permitirme cumplir este sueño con todo su apoyo, ánimos y sufrimiento,  
Ya que sin ellos, todo esto hubiera sido imposible de superar.

A mis compañeros de promoción y de piso Juan y Francisco Javier,  
Compañeros y amigos que siempre han estado cuando los he necesitado,  
De los cuales he aprendido y disfrutado un montón en esta maravillosa etapa.

A mi tutor Manuel Ángel,  
Su impecable ayuda, esfuerzo y dedicación han hecho que todo fuera más fácil,  
Sin el este proyecto nunca hubiera salido adelante.

A mi novia Virginia, porque sin ella no habría llegado a donde estoy,  
Demostrándome de mis propias valías y siendo capaz de sacar todo lo mejor de mí,  
Sin ella todo hubiera sido más complicado, sufriendo y disfrutando de este proyecto como yo.

A todos ellos,  
Mil veces gracias.





# RESUMEN

El proyecto consiste en una aplicación móvil para sistemas operativos Android que sirva como complemento para las clases de física para el estudio y comprensión de la aceleración de la gravedad en distintos experimentos. Dicha aplicación móvil será usada en los laboratorios de física, a petición del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Valladolid.

La aplicación permitirá a los alumnos poder consultar fundamentos teóricos sobre la aceleración de la gravedad y los distintos experimentos que puede realizar, explicaciones previas de cómo realizar los experimentos y realizar los experimentos con nuestro Smartphone. Una vez realizado todos los experimentos podremos salvar nuestro resultado en un fichero .csv y podremos subir también nuestro resultado a una web donde podremos ver todos los experimentos realizados por otros Smartphone y el lugar exacto donde han sido realizado.

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 consists on a mobile application for devices running Android. This application can serve as a complement to the physics lectures for the study and understanding of the gravity acceleration by doing different experiments. This mobile application will be used in physics laboratories, and it has been developed at the requests of the Department of Applied Physics of the University of Valladolid.

The application will allow students to check theoretical concepts on the gravity acceleration and to do different experiments. The app includes explanations and instructions on how to do those experiments with the Smartphone. Once the user has done all experiments, he/she can save the results in a .csv file and upload the results to a website where the results of the experiments performed by other users are also shared. As the experiments are geotagged the website shows the results obtained at each location in a map.

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



# ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	17
VISIÓN GENERAL.....	19
OBJETIVOS .....	19
APLICACIONES SIMILARES .....	20
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	22
<i>ERROR EN LAS MEDIDAS</i> .....	22
<i>CALCULO DE ERRORES</i> .....	22
CONTEXTO DE DESARROLLO .....	25
<i>PLATAFORMA</i> .....	25
<i>ENTORNO DE DESARROLLO</i> .....	25
CAPÍTULO II: PLANIFICACIÓN.....	27
ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO .....	29
<i>ROLES Y RESPONSABILIDADES</i> .....	29
<i>ESTIMACIONES DE TIEMPOS</i> .....	29
<i>PLAN DE PROYECTO</i> .....	29
<i>CALENDARIO DEL PROYECTO</i> .....	31
<i>RECURSOS DEL PROYECTO</i> .....	32
<i>ANÁLISIS DE RIESGOS</i> .....	34
<i>PLANIFICACIÓN DE FASES</i> .....	38
<i>ESTIMACION DE COSTES</i> .....	42
CAPÍTULO III: ANÁLISIS .....	45
PARTICIPANTES EN EL PROYECTO .....	47
OBJETIVOS DEL SISTEMA .....	47
REQUISITOS DEL SISTEMA .....	51
<i>REQUISITOS FUNCIONALES</i> .....	51
<i>REQUISITOS NO FUNCIONALES</i> .....	56
<i>DEFINICIÓN DE ACTORES</i> .....	59
<i>DIAGRAMA DE CASOS DE USO</i> .....	59
<i>CASOS DE USO DEL SISTEMA</i> .....	60
MODELO DE DOMINIO .....	72
<i>DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DOMINIO</i> .....	73

DIAGRAMAS DE SECUENCIA .....	74
CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	74
CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS ACELERÓMETRO.....	75
CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS PÉNDULO SIMPLE.....	75
CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS BOTES PELOTA.....	76
CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS CAÍDA LIBRE. ....	76
OBTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS DEL ACELERÓMETRO.....	77
MEDICIÓN DEL PÉNDULO SIMPLE MEDIANTE BALANCEO. ....	77
MEDICIÓN DE LA CAÍDA LIBRE MEDIANTE CAÍDA DEL SMARTPHONE. ....	78
MEDICIÓN DE BOTES DE PELOTA.....	78
EXPORTACIÓN DE DATOS A UN FICHERO .CSV. ....	79
EXPORTACIÓN DE DATOS A SERVIDOR WEB. ....	79
VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS EN APLICACIÓN MÓVIL.....	80
VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS PÁGINA WEB. ....	80
CAPÍTULO IV: DISEÑO .....	81
DIAGRAMAS DE CLASES .....	83
DIAGRAMA DE CLASES COMPLETO .....	83
DIAGRAMAS DE SECUENCIA .....	90
PANTALLA PRINCIPAL .....	91
TEORIA .....	91
TEORIA ACELERÓMETRO .....	92
TEORÍA PÉNDULO SIMPLE .....	92
TEORÍA CAÍDA LIBRE .....	93
TEORÍA BOTES BOLA.....	93
INFORMACIÓN.....	94
COMPARACIÓN DE MÉTODOS.....	94
EXPERIMENTO .....	95
MÉTODOS .....	95
GUARDAR CSV .....	96
MÉTODO ACELERÓMETRO .....	97
MÉTODO PÉNDULO SIMPLE .....	98
MÉTODO CAÍDA LIBRE .....	99
MÉTODO BOTES BOLA.....	100
PANTALLA AJUSTE GRÁFICA .....	101
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN .....	103

DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN .....	105
<i>ESTILO VISUAL</i> .....	105
<i>GRÁFICAS DE DATOS</i> .....	106
<i>PROCESO DE MEDICIÓN</i> .....	107
<i>VISUALIZACIÓN DE DATOS</i> .....	109
LIBRERÍAS UTILIZADAS .....	110
CAPÍTULO VI: PRUEBAS.....	111
PRUEBAS DEL DOMINIO DE LA APLICACIÓN .....	113
PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA .....	116
CAPÍTULO VII: SERVIDOR WEB.....	131
LA PÁGINA WEB.....	133
EL MAPA .....	133
INFORMACIÓN.....	135
PIE DE PÁGINA .....	135
CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARSE.....	136
<i>INSTALACIÓN</i> .....	136
<i>PROYECTO ANDROID</i> .....	137
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES .....	139
CONCLUSIONES .....	141
MEJORAS FUTURAS .....	142
CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA .....	145
BIBLIOGRAFÍA DE FÍSICA.....	147
BIBLIOGRAFÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS E INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	148
BIBLIOGRAFÍA DE USO Y PROGRAMACIÓN EN ANDROID .....	148
BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN JAVA.....	150
BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN WEB.....	150
CAPÍTULO X: ANEXOS .....	153
MANUAL DE INSTALACIÓN .....	155
MANUAL DE USUARIO .....	155
<i>PANTALLA PRINCIPAL</i> .....	156
<i>TEORÍA</i> .....	157
<i>MÉTODOS</i> .....	158
<i>TEORIA ACELERÓMETRO.</i> .....	159
<i>MÉTODO ACELERÓMETRO.</i> .....	159
<i>TEORÍA PÉNDULO SIMPLE.</i> .....	160

<i>MÉTODO PÉNDULO SIMPLE.</i> .....	161
<i>TEORÍA BOTES DE PELOTA.</i> .....	162
<i>MÉTODO BOTES DE PELOTA.</i> .....	163
<i>TEORIA CAÍDA LIBRE.</i> .....	165
<i>MÉTODO CAÍDA LIBRE.</i> .....	166
<i>GUARDAR CSV.</i> .....	167
<i>ANÁLISIS DE MÉTODOS.</i> .....	168
<i>EXPERIMENTO.</i> .....	169
<i>INFORMACIÓN.</i> .....	170
<i>AJUSTES DE GRÁFICAS.</i> .....	170
<i>PÁGINA WEB.</i> .....	171
<i>CONTENIDO DEL CD.</i> .....	172

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Roles y responsabilidades .....	29
Tabla 2. Fases e iteraciones del proyecto.....	30
Tabla 3. Fases e hitos del proyecto .....	31
Tabla 4. Recursos necesarios del proyecto .....	32
Tabla 5. Características de ordenador de desarrollo.....	32
Tabla 6. Características Smartphone de desarrollo.....	33
Tabla 7. Características Smartphone de prueba (1). .....	33
Tabla 8. Características Smartphone de prueba (2). .....	33
Tabla 9. Riesgo-0001.....	34
Tabla 10. Riesgo-0002 .....	35
Tabla 11. Riesgo-0003 .....	36
Tabla 12. Riesgo-0004 .....	36
Tabla 13. Riesgo-0005 .....	37
Tabla 14. Riesgo-0006 .....	37
Tabla 15. Riesgo-0007 .....	38
Tabla 16. Coste hardware.....	43
Tabla 17. Coste software .....	43
Tabla 18. Coste recursos humanos.....	44
Tabla 19. Coste Total Proyecto.....	44
Tabla 20. Participante -0001.....	47
Tabla 21. Participante -0002.....	47
Tabla 22. Participante -0003. ....	47
Tabla 23. Objetivo-0001. ....	48
Tabla 24. Objetivo-0002. ....	48
Tabla 25. Objetivo-0003. ....	49
Tabla 26. Objetivo-0004. ....	49
Tabla 27. Objetivo-0005. ....	49
Tabla 28. Objetivo-0006. ....	50
Tabla 29. Objetivo-0007. ....	50
Tabla 30. Objetivo-0008. ....	50
Tabla 31. Requisito funcional-0001. ....	51
Tabla 32. Requisito funcional-0002. ....	51
Tabla 33. Requisito funcional-0003. ....	52
Tabla 34. Requisito funcional-0004. ....	52
Tabla 35. Requisito funcional-0005. ....	53
Tabla 36. Requisito funcional-0006. ....	53
Tabla 37. Requisito funcional-0007. ....	53
Tabla 38. Requisito funcional-0008. ....	54
Tabla 39. Requisito funcional-0009. ....	54
Tabla 40. Requisito funcional-0010. ....	54
Tabla 41. Requisito funcional-0011. ....	55
Tabla 42. Requisito funcional-0012. ....	55
Tabla 43. Requisito funcional-0013. ....	56

Tabla 44. Requisito no funcional-0001. ....	56
Tabla 45. Requisito no funcional-0002. ....	57
Tabla 46. Requisito no funcional-0003. ....	57
Tabla 47. Requisito no funcional-0004. ....	57
Tabla 48. Requisito no funcional-0005. ....	58
Tabla 49. Requisito no funcional-0006. ....	58
Tabla 50. Requisito no funcional-0007. ....	58
Tabla 51. Actor-0001. ....	59
Tabla 52. Caso de uso-0001. ....	61
Tabla 53. Caso de uso-0002. ....	62
Tabla 54. Caso de uso-0003. ....	62
Tabla 55. Caso de uso-0004. ....	63
Tabla 56. Caso de uso-0005. ....	64
Tabla 57. Caso de uso-0006. ....	65
Tabla 58. Caso de uso-0007. ....	66
Tabla 59. Caso de uso-0008. ....	68
Tabla 60. Caso de uso-0009. ....	69
Tabla 61. Caso de uso-0010. ....	70
Tabla 62. Caso de uso-0011. ....	71
Tabla 63. Caso de uso-0011. ....	72
Tabla 64. Caso de uso-0011. ....	72
Tabla 65. Prueba de domino-0001. ....	113
Tabla 66. Prueba de domino-0002. ....	114
Tabla 67. Prueba de domino-0003. ....	114
Tabla 68. Prueba de domino-0004. ....	114
Tabla 69. Prueba de domino-0005. ....	115
Tabla 70. Prueba de domino-0006. ....	115
Tabla 71. Prueba de la interfaz gráfica-0001. ....	116
Tabla 72. Prueba de la interfaz gráfica-0002. ....	116
Tabla 73. Prueba de la interfaz gráfica-0003. ....	116
Tabla 74. Prueba de la interfaz gráfica-0004. ....	116
Tabla 75. Prueba de la interfaz gráfica-0005. ....	117
Tabla 76. Prueba de la interfaz gráfica-0006. ....	117
Tabla 77. Prueba de la interfaz gráfica-0007. ....	117
Tabla 78. Prueba de la interfaz gráfica-0008. ....	117
Tabla 79. Prueba de la interfaz gráfica-0009. ....	118
Tabla 80. Prueba de la interfaz gráfica-0010. ....	118
Tabla 81. Prueba de la interfaz gráfica-0011. ....	118
Tabla 82. Prueba de la interfaz gráfica-0012. ....	118
Tabla 83. Prueba de la interfaz gráfica-0013. ....	118
Tabla 84. Prueba de la interfaz gráfica-0014. ....	119
Tabla 85. Prueba de la interfaz gráfica-0015. ....	119
Tabla 86. Prueba de la interfaz gráfica-0016. ....	119
Tabla 87. Prueba de la interfaz gráfica-0017. ....	119
Tabla 88. Prueba de la interfaz gráfica-0018. ....	120
Tabla 89. Prueba de la interfaz gráfica-0019. ....	120



Tabla 90. Prueba de la interfaz gráfica-0020.....	120
Tabla 91. Prueba de la interfaz gráfica-0021.....	120
Tabla 92. Prueba de la interfaz gráfica-0022.....	121
Tabla 93. Prueba de la interfaz gráfica-0023.....	121
Tabla 94. Prueba de la interfaz gráfica-0024.....	121
Tabla 95. Prueba de la interfaz gráfica-0025.....	121
Tabla 96. Prueba de la interfaz gráfica-0026.....	122
Tabla 97. Prueba de la interfaz gráfica-0027.....	122
Tabla 98. Prueba de la interfaz gráfica-0028.....	122
Tabla 99. Prueba de la interfaz gráfica-0029.....	122
Tabla 100. Prueba de la interfaz gráfica-0030.....	123
Tabla 101. Prueba de la interfaz gráfica-0031.....	123
Tabla 102. Prueba de la interfaz gráfica-0032.....	123
Tabla 103. Prueba de la interfaz gráfica-0033.....	123
Tabla 104. Prueba de la interfaz gráfica-0034.....	124
Tabla 105. Prueba de la interfaz gráfica-0035.....	124
Tabla 106. Prueba de la interfaz gráfica-0036.....	124
Tabla 107. Prueba de la interfaz gráfica-0037.....	124
Tabla 108. Prueba de la interfaz gráfica-0038.....	124
Tabla 109. Prueba de la interfaz gráfica-0039.....	125
Tabla 110. Prueba de la interfaz gráfica-0040.....	125
Tabla 111. Prueba de la interfaz gráfica-0041.....	125
Tabla 112. Prueba de la interfaz gráfica-0042.....	125
Tabla 113. Prueba de la interfaz gráfica-0043.....	126
Tabla 114. Prueba de la interfaz gráfica-0044.....	126
Tabla 115. Prueba de la interfaz gráfica-0045.....	126
Tabla 116. Prueba de la interfaz gráfica-0046.....	126
Tabla 117. Prueba de la interfaz gráfica-0047.....	127
Tabla 118. Prueba de la interfaz gráfica-0048.....	127
Tabla 119. Prueba de la interfaz gráfica-0049.....	127
Tabla 120. Prueba de la interfaz gráfica-0050.....	127
Tabla 121. Prueba de la interfaz gráfica-0051.....	128
Tabla 122. Prueba de la interfaz gráfica-0052.....	128
Tabla 123. Prueba de la interfaz gráfica-0053.....	128
Tabla 124. Prueba de la interfaz gráfica-0054.....	128
Tabla 125. Prueba de la interfaz gráfica-0055.....	129
Tabla 126. Prueba de la interfaz gráfica-0056.....	129
Tabla 127. Prueba de la interfaz gráfica-0057.....	129
Tabla 128. Prueba de la interfaz gráfica-0058.....	129
Tabla 129. Prueba de la interfaz gráfica-0059.....	129
Tabla 130. Prueba de la interfaz gráfica-0060.....	130
Tabla 131. Prueba de la interfaz gráfica-0061.....	130
Tabla 132. Prueba de la interfaz gráfica-0062.....	130

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplo de uso de Acelerómetro .....	21
Ilustración 2. Ejemplo de uso de Physics Toolbox Acelerómetro.....	21
Ilustración 3. Ejemplo de uso de Ciencia Mobile - Pendulum .....	22
Ilustración 4. Calendario del proyecto.....	31
Ilustración 5. Diagrama de Gantt del proyecto global.....	31
Ilustración 6. Calendario de fase de inicio - iteración 1 .....	39
Ilustración 7. Diagrama de Gantt fase de inicio - iteración 1 .....	39
Ilustración 8. Calendario de fase de elaboración. ....	40
Ilustración 9. Diagrama de Gantt de fase de elaboración. ....	40
Ilustración 10. Calendario de fase de construcción.....	41
Ilustración 11. Diagrama de Gantt de fase de construcción. ....	41
Ilustración 12. Calendario de fase de transición - iteración 1 .....	42
Ilustración 13. Diagrama de Gantt de fase de transición - iteración 1 .....	42
Ilustración 14. Diagrama de casos de uso .....	60
Ilustración 15. Modelo de dominio .....	73
Ilustración 16. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos .....	74
Ilustración 17. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos acelerómetro. ....	75
Ilustración 18. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos péndulo simple. ....	75
Ilustración 19. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos botes de pelota.....	76
Ilustración 20. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos caída libre. ....	76
Ilustración 21. Diagrama de secuencia obtención y almacenamiento de datos del acelerómetro. ....	77
Ilustración 22. Diagrama de secuencia medición de péndulo simple mediante balanceo. ....	77
Ilustración 23. Diagrama de secuencia medición de la caída libre mediante la caída del Smartphone. ....	78
Ilustración 24. Diagrama de secuencia medición de botes de pelota.....	78
Ilustración 25. Diagrama de secuencia exportación de datos a un fichero .csv.....	79
Ilustración 26. Diagrama de secuencia exportación de datos a servidor web. ....	79
Ilustración 27. Diagrama de secuencia visualización de los resultados en la aplicación móvil.....	80
Ilustración 28. Diagrama de secuencia visualización de los resultados página web.....	80
Ilustración 29. Diagrama de clases completo .....	83
Ilustración 30. Clase PantallaPrincipal.....	84
Ilustración 31. Clase Teoria.....	84
Ilustración 32. Clase ActivityComparacionMetodos.....	84
Ilustración 33. Clase ActivityExperimento .....	85
Ilustración 34. Clase ActivityInformacion .....	85
Ilustración 35. Clase Activity_CSV.....	85
Ilustración 36. Clase Metodos .....	86
Ilustración 37. Clase ActivityTeoriaAcelerometro .....	86
Ilustración 38. Clase ActivityTeoriaCaidaLibre.....	86
Ilustración 39. Clase ActivityTeoriaBotesBola .....	87
Ilustración 40. Clase ActivityTeoriaPendulo. ....	87
Ilustración 41. Clase ActivityAcelerometro. ....	87

Ilustración 42. Clase ActivityCaidaLibre.....	88
Ilustración 43. Clase ActivityBotesBola .....	88
Ilustración 44. Clase ActivityPendulo. ....	89
Ilustración 45. Clase results_caidaLibre. ....	89
Ilustración 46. Clase ConfigurationApp. ....	89
Ilustración 47. Clase Needle. ....	90
Ilustración 48. Clase SeismicDataPoint.....	90
Ilustración 49. Diagrama de secuencia Pantalla Principal .....	91
Ilustración 50. Diagrama de secuencia Fundamentos teóricos.....	91
Ilustración 51. Diagrama de secuencia Teoría acelerómetro.....	92
Ilustración 52. Diagrama de secuencia Teoría péndulo simple.....	92
Ilustración 53. Diagrama de secuencia Teoría caída libre. ....	93
Ilustración 54. Diagrama de secuencia Teoría botes bola.....	93
Ilustración 55. Diagrama de secuencia Información .....	94
Ilustración 56. Diagrama de secuencia Comparación de métodos. ....	94
Ilustración 57. Diagrama de secuencia Experimento. ....	95
Ilustración 58. Diagrama de secuencia Métodos .....	95
Ilustración 59. Diagrama de secuencia guardar csv. ....	96
Ilustración 60. Diagrama de secuencia Método Acelerómetro.....	97
Ilustración 61. Diagrama de secuencia Método Péndulo Simple.....	98
Ilustración 62. Diagrama de secuencia Método Caída Libre. ....	99
Ilustración 63. Diagrama de secuencia Método Botes Bola.....	100
Ilustración 64. Diagrama de secuencia Ajuste Gráfica. ....	101
Ilustración 65. Estilo visual de la pantalla principal de la aplicación modo vertical.....	105
Ilustración 66. Estilo visual de método acelerómetro modo horizontal. ....	106
Ilustración 67. Gráficas librería Telerik.....	106
Ilustración 68. Gráficas librería Graph view. ....	107
Ilustración 69. Proceso de medición de datos mediante sensor acelerómetro.....	108
Ilustración 70. Proceso de medición de datos mediante botones.....	108
Ilustración 71. Tablas de comparación de métodos.....	109
Ilustración 72. Ejemplo fichero .csv.....	110
Ilustración 73. Página web.....	133
Ilustración 74. Mapa web.....	134
Ilustración 75. Marcadores mapa web.....	134
Ilustración 76. Información de la web.....	135
Ilustración 77. Pie de página de la web.....	135
Ilustración 78. Claves de registro parse.com.....	136
Ilustración 79. Página parse.com.....	138
Ilustración 80. Aplicación en Play Store .....	155
Ilustración 81. Pantalla principal .....	156
Ilustración 82. Pantalla Teoría .....	157
Ilustración 83. Pantalla Manual de Usuario .....	158
Ilustración 84. Pantalla Teoría Acelerómetro.....	159
Ilustración 85. Pantalla Método acelerómetro. ....	160
Ilustración 86. Pantalla Teoría Péndulo Simple.....	161
Ilustración 87. Pantalla Método péndulo simple. ....	162

Ilustración 88. Pantalla Teoría Botes de Pelota.....	163
Ilustración 89. Pantalla Método botes de pelota. ....	164
Ilustración 90. Pantalla Tabla Método botes de pelota.....	164
Ilustración 91. Pantalla Teoría Botes de Caída libre.....	165
Ilustración 92. Pantalla Método Caída Libre. ....	166
Ilustración 93. Pantalla Experimento realizado Método Caída Libre .....	166
Ilustración 94. Pantalla Gráfica final Método Caída Libre. ....	167
Ilustración 95. Pantalla Guardar CSV.....	168
Ilustración 96. Pantalla Análisis de Métodos.....	169
Ilustración 97. Pantalla de Experimento.....	169
Ilustración 98. Pantalla de Información.....	170
Ilustración 99. Pantalla de Ajustes de Gráfica. ....	171
Ilustración 100. Página web (1). ....	171
Ilustración 101. Página web (2). ....	172

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**



## VISIÓN GENERAL

La expansión de los dispositivos inteligentes ha supuesto un gran cambio en la tecnología y en prácticamente todos los aspectos de la sociedad. A día de hoy, es extraño no encontrar un Smartphone en el bolsillo de cualquier persona. Todos estos cambios también han supuesto un gran avance en el nivel educativo, ya que las nuevas tecnologías se han abierto paso en la enseñanza a pasos agigantados.

En estos temas anteriormente mencionados se enmarca el proyecto: aprovecharemos el gran impacto de los Smartphone en la sociedad, 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 ha 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 pueda aprender, disfrutar y comprender los aspectos de la aceleración de la gravedad a través de la herramienta desarrollada, poniendo en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en la clases de Física, y comprender, haciendo los mismos experimentos en distintas zonas de la tierra, las variaciones de la aceleración de la gravedad en función de la localización.

## OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es realizar una aplicación móvil a emplear en la asignatura de Física para su utilización en el laboratorio. La aplicación será un complemento académico disponible en la tienda oficial de Play Store que permitirá al alumno estudiar y entender la aceleración de la gravedad en distintos experimentos, pudiendo observar los resultados y las gráficas de los movimientos realizados en experimentos como por ejemplo, el péndulo simple y caída libre por ejemplo.

La aplicación se ha decido realizar en el sistema operativo Android, ya que es el más extendido en la actualidad, y posiblemente el más utilizado por los alumnos de ingeniería informática de la universidad de Valladolid, ya que la aplicación va dirigida principalmente para ese sector.

Se debe tener en cuenta también que el sistema operativo Android, es el más extendido actualmente en el mercado, con un 81,5% de uso de mercado, y permite además un desarrollo y utilización de aplicaciones de forma gratuita

La documentación y resolución de problemas que se hayan podido dar en la realización de la herramienta Android es muy extensa en la web, y es el sistema operativo de aplicaciones móviles que ha sido cursado en una de las asignaturas de la carrera.

Para la realización correcta del proyecto ha sido oportuno realizar las tareas que se mencionan a continuación:

- Aprender aquellos fundamentos básicos del desarrollo de aplicaciones móviles del sistema operativo Android: entorno de desarrollo, en este caso se eligió Android Studio entre los que estaban disponibles, lenguajes utilizados, estructura de una aplicación, utilización de librerías tanto en la aplicación móvil como en la web, etc.
- Realización de una planificación del proyecto, eligiendo una metodología de desarrollo y de trabajo. Marcar las distintas tareas que se deben realizar durante este tiempo, estimando lo más exacto posible un coste y duración del proyecto, junto a los hitos y resultados que vamos obteniendo de cada uno de ellos.
- Realización previa de análisis de riesgos, para prever posibles problemas en el desarrollo de la aplicación y garantizar la probabilidad de éxito en el desarrollo del proyecto.
- Realización previa de análisis de requisitos, en el que identificamos todos los requisitos funcionales, no funcionales y de información que tendrá nuestra aplicación tanto móvil como web.
- Realización de un diseño inicial de la aplicación, tomando como base los requisitos sacados anteriormente.
- Implementación de la aplicación móvil
- Implementación de la página web.
- Depuración y modificaciones finales de la aplicación antes de ser subida a Play Store.
- Realización del documento del proyecto.

## APLICACIONES SIMILARES

Para la realización de la aplicación, se han tomado como referencia aplicaciones similares encontradas en Play Store. Para ello, se ha rastreado en busca de dichas aplicaciones similares, aunque en algunos casos han sido difíciles de encontrar o no cubrían todas las necesidades que necesitábamos para nuestra aplicación.

La primera aplicación que vamos a mencionar como similar es acelerómetro monitor, la cual nos ha ayudado para realizar el primer método de nuestra aplicación y además, para poder ver cómo funciona el



sensor de acelerómetro antes de que nosotros mismos lo pusiéramos en funcionamiento en la nuestra. A continuación se muestra una imagen de dicha aplicación.



Ilustración 1. Ejemplo de uso de Acelerómetro

Otra aplicación similar encontrada en la Play store para este primer método fue Physics Toolbox Acelerómetro, la cual es muy parecida a la anterior y nos ha sido de una ayuda similar. A continuación se muestra una imagen de dicha aplicación.

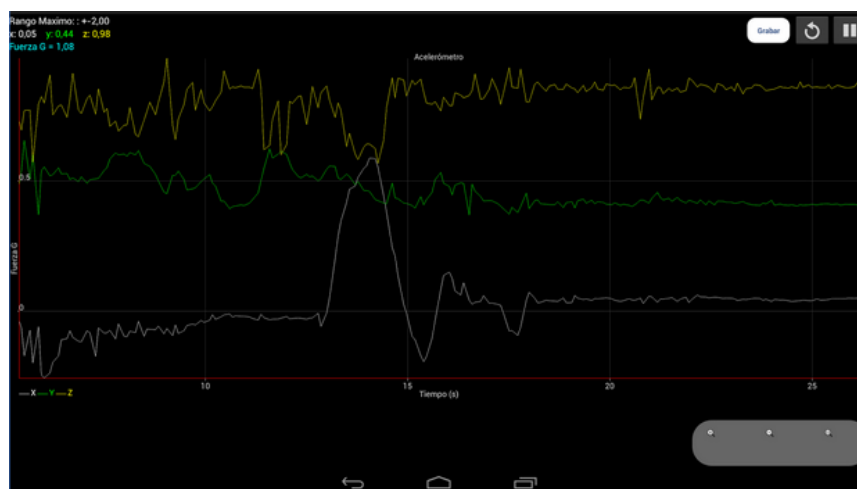


Ilustración 2. Ejemplo de uso de Physics Toolbox Acelerómetro.

Para el segundo método, el del péndulo simple, se ha observado una aplicación que realmente tiene muchas diferencias con lo que se nos pedía en la nuestra, pero ha sido de gran ayuda en temas teóricos y en la comprensión del péndulo simple. A continuación se muestra una imagen de la aplicación Ciencia Mobile - Pendulum.

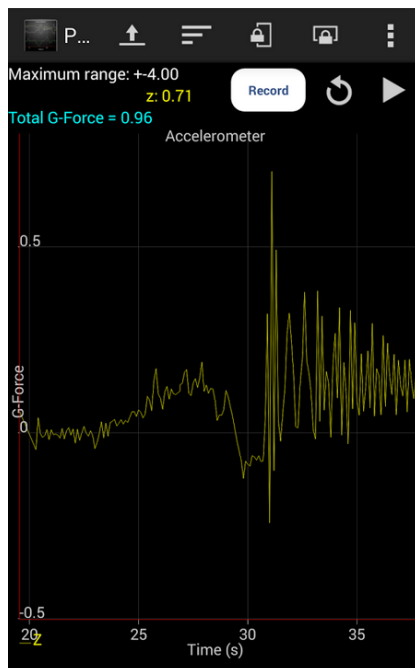


Ilustración 3. Ejemplo de uso de Ciencia Mobile - Pendulum

Para los demás métodos, caída libre y botes de pelota, no se ha encontrado ninguna aplicación similar gratuita como son el método de caída libre y el de botes de pelota, pero han sido de gran ayuda las anteriores en temas de sensores de acelerómetro.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### ERROR EN LAS MEDIDAS

Además, al realizar medidas mediante los sensores de Smartphone, estas podrán tener Errores de Medición. Analizaremos esos errores y el método para subsanarlos. <sup>[6]</sup>

Los errores que pueden presentar las medidas pueden ser sistemáticos o aleatorios. Los sistemáticos se deben al empleo de instrumentos mal calibrados (p.ej. un reloj que atrasado) o al no tener en cuenta efectos que influyen en la medida (como el rozamiento del aire en el movimiento de un proyectil). Los errores sistemáticos, por tanto, estarán presentes en todas las medidas, y pueden tenerse en cuenta si se conocen, mediante términos de corrección. <sup>[1]</sup>

### CALCULO DE ERRORES.

- Error de medida repetida de una misma magnitud.

Al intentar determinar el valor real de una magnitud realizando diferentes medidas, se obtiene una serie de valores ( $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ ). Estos datos se agrupan alrededor de un valor promedio, que es el valor más probable de la medida. Este valor promedio es la media aritmética.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{n}$$

El cálculo de la desviación típica se define como:

$$\sigma = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\bar{x} - x_i)^2}{N(N-1)}}$$

La desviación típica da una idea de la dispersión de las medidas en torno al valor promedio, es decir, del error de las medidas. En realidad, al tener que tomar en cuenta los errores sistemáticos, se dirá que el error absoluto es:

$$\Delta x = \max(\sigma, p)$$

Donde  $p$  es la precisión del aparato, por lo tanto el valor real se toma entonces como:

$$x_0 = \bar{x} \pm \Delta x$$

- Error de un resultado indirecto.

En la mayoría de los casos el resultado que se busca con la realización de un experimento se obtiene indirectamente, como puede ser el caso del péndulo simple. Mediante la elección de una población suficiente y realizando el cálculo de errores sobre las magnitudes medidas, debemos poder saber el error que afecta al valor de  $g$  determinado mediante nuestro experimento. Al hecho de que el resultado final se vea afectado por los errores cometidos en las medidas de las magnitudes usadas para calcularlo se le denomina propagación de errores. Este error propagado se halla mediante cálculo diferencial. En efecto, dada una función de varias variables  $f(x, y, z, \dots)$ , deseamos conocer en qué medida el valor de la función  $f$  (es decir, la ley física que estamos estudiando) se ve afectado por las variaciones (errores) en la determinación exacta de las variables que intervienen en dicha función. En lenguaje matemático esto equivale a calcular el incremento de la función a partir de sus variables siempre y cuando el error en estas variables  $\Delta x$  sea pequeño. Por tanto:

$$df(x, y, z, \dots) = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial z} dz + \dots$$

Y teniendo en cuenta que los errores cometidos en las distintas variables no pueden hacer disminuir los errores en el resto, debemos tomar los valores absolutos para las derivadas parciales.

$$df(x, y, z, \dots) = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| dx + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right| dy + \left| \frac{\partial f}{\partial z} \right| dz + \dots$$

Se ve, por tanto, que el error relativo  $\frac{\Delta g}{g}$  es la suma de los errores relativos de las magnitudes medidas, multiplicados por el exponente con el que esa magnitud interviene en la ley física que se estudia.

- Cálculo de errores en una representación gráfica.

Probablemente, la forma más clara de presentar los resultados obtenidos experimentalmente es mediante gráficas. Tomaremos el ejemplo más sencillo, la recta.

$$y = Bx + A$$

Si deseamos obtener los valores de la pendiente B y del término independiente A, no es correcto obtener dichos valores de cada pareja de valores x e y, sino que es necesario hacer un ajuste de los datos por el método de mínimos cuadrados, y obtener de ese modo los valores de A y B. La recta que minimiza las desviaciones cuadráticas del conjunto de puntos experimentales se obtiene a partir del sistema:

$$\begin{aligned} \sum_1^N y_i &= NA + B \sum_1^N x_i \\ \sum_1^N x_i y_i &= A \sum_1^N x_i + B \sum_1^N x_i^2 \end{aligned}$$

Que tiene como solución:

$$\begin{aligned} A &= \frac{\sum_1^N x_i^2 \sum_1^N y_i - \sum_1^N x_i \sum_1^N x_i y_i}{N \sum_1^N x_i^2 - \left( \sum_1^N x_i \right)^2} \\ B &= \frac{N \sum_1^N x_i y_i - \sum_1^N x_i \sum_1^N y_i}{N \sum_1^N x_i^2 - \left( \sum_1^N x_i \right)^2} \end{aligned}$$

## CONTEXTO DE DESARROLLO

### PLATAFORMA

El proyecto ha sido desarrollado para la plataforma Android, dado que es el desarrollo del que poseo más conocimientos, el desarrollo más abierto, y es la plataforma móvil más extendida en número de dispositivos en la actualidad. Otra ventaja del sistema operativo Android es la facilidad y el inferior coste que supone poder publicar nuestra aplicación a Play Store respecto a otros sistemas operativos.

Se ha usado un Smartphone para realizar el desarrollo y pruebas iniciales, dicho Smartphone es un Xiaomi mi4, el cual ha sido elegido por ser el dispositivo móvil que posee el alumno para su uso personal. En dicho Smartphone no se ha encontrado ningún problema para poder realizar el proyecto en ningún momento. La aplicación no exige una potencia desorbitada, tan solo poseer los sensores oportunos y tener una versión de Android superior a 4.0. Otros Smartphone en los que se ha realizado pruebas previas han sido un Huawei P8 Lite, a disposición del alumno y el Samsung Galaxy S4, Smartphone aportado por el tutor del proyecto, en el cual se han realizado sus pruebas. Ambos teléfonos cumplen sobradamente con las especificaciones mínimas, y así se ha podido comprobar el funcionamiento de la aplicación en distintas resoluciones.

La versión mínima de Android para el funcionamiento de la aplicación es 4.0 KitKat. No será necesario que nuestro Smartphone disponga de tarjeta SD para almacenar los diversos archivos .csv.

### ENTORNO DE DESARROLLO

El entorno de desarrollo elegido es el proporcionado por Google, Android SDK, desarrollado en IDE de Android Studio. La elección del IDE Android Studio en vez del conocido y popularmente usado Eclipse se debe a la gran facilidad de uso y a las ventajas que nos da respecto a Eclipse. Al igual que Eclipse, Android Studio incluye todas las librerías y plug-ins necesarios para desarrollar, ejecutar y depurar aplicaciones Android. Una de las ventajas de Android Studio es un “nuevo compilador” respecto a Eclipse, este es Gradle, Google está empezando a obligar a dar el paso a Gradle, el cual trae muchas ventajas y herramientas.

Para la planificación del proyecto, se ha utilizado la herramienta Microsoft Project 2013. Dicha herramienta ha sido elegida por haber trabajado durante una asignatura de la carrera con ella, lo que

supone gran familiaridad con ella al ser utilizada en anteriores proyectos. Otra de sus ventajas por las que ha sido seleccionada es por ser una herramienta verdaderamente potente y tener acceso gratuito a ella a través de la Universidad de Valladolid.

La parte de análisis y diseño ha sido desarrollada con el programa Astah Professional. Este programa ha sido elegido por las mismas razones por las cuales se eligió Microsoft Project 2013, ya que ha sido usado previamente en varias asignaturas de la carrera y tiene un coste gratuito para todos los alumnos de informática de la Universidad de Valladolid.

La parte de desarrollo web ha sido programada en el entorno de programación Netbeans, ya que ha sido el entorno web que hemos utilizado durante estos años en la carrera. Ha sido desarrollado en el lenguaje HTML y JavaScript.

La parte de documentación ha sido desarrollada con Microsoft Office Word 2013, con motivos similares a las anteriores elecciones: su familiaridad y experiencia previa.

La parte de presentación del proyecto ha sido desarrollada con Microsoft Power Point 2013 debido a su facilidad y familiaridad de uso.

# **CAPÍTULO II:**

# **PLANIFICACIÓN**





# ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto ha sido desarrollado tan solo por una persona, el alumno del proyecto Ángel Gallego Jiménez. Por lo tanto se ha encargado de todos los roles durante el desarrollo del proyecto. Ha contado con la valiosa ayuda de sus dos tutores Don Manuel Ángel González y Don Jesús Vegas Hernández. [7]

## ROLES Y RESPONSABILIDADES

Rol	Responsabilidades	Persona encargada
<b>Gestor del proyecto</b>	Planificar, organizar, gestionar, dirigir y controlar el proyecto	Ángel Gallego Jiménez
<b>Planificador</b>	Planificar y organizar las fases del proyecto.	Ángel Gallego Jiménez
<b>Analista</b>	Analizar un problema, identificar los requisitos y proporcionar una solución correcta para el proyecto	Ángel Gallego Jiménez
<b>Diseñador</b>	Desarrollador y persona encargada de probar la aplicación.	Ángel Gallego Jiménez

Tabla 1. Roles y responsabilidades

## ESTIMACIONES DE TIEMPOS

La estimación de tiempos es uno de los puntos más difíciles de ajustar en la realización de un proyecto. La estimación se realizará a partir de la experiencia previa obtenida en proyectos realizados durante asignaturas del Grado de Informática en la Universidad de Valladolid. La experiencia previa en las prácticas en empresa, parte obligatoria de Grado en Informática, también es de utilidad para estimar los tiempos.

## PLAN DE PROYECTO

La planificación del proyecto ha sido realizada mediante el método de Proceso Unificado. Una de las propuestas que se pensó, fue realizarlo mediante metodologías ágiles, como podría ser Scrum, pero suponía un mayor aumento de contacto entre los tutores de prácticas y el alumno que supuso un impedimento, por lo tanto se abordó el método de Proceso Unificado. Estas son sus fases:

Fase	Número de iteraciones	Fecha de Inicio	Fecha de fin	Duración
<b>Fase de Inicio</b>	1 iteración.	21/04/15	15/15/15	3 semanas
<b>Fase de elaboración</b>	2 iteraciones.	18/05/15	29/06/15	6 semanas
<b>Fase de construcción</b>	2 iteraciones	30/06/15	25/08/15	8 semanas
<b>Fase de transición</b>	1 iteración	26/08/15	01/09/15	1 semanas

Tabla 2. Fases e iteraciones del proyecto

El final de cada etapa estará marcado por un hito:

Fase	Hito
<b>Fase de Inicio</b>	Inicio del estudio del problema propuesto e identificación de los requisitos generales del sistema. Se ha definido la visión general del sistema, organización interna y gestión del proyecto. Además, se identifican los principales casos de uso, modelo de dominio y arquitectura candidata dando finalizada esta fase en el hito 1.
<b>Fase de elaboración</b>	<p>En esta fase se analiza completamente el sistema mediante la identificación de los requisitos del sistema, la completitud de los casos de uso y la elaboración de un prototipo de la arquitectura general del sistema, que constituirá los pilares de la implementación del mismo.</p> <p>Esto permitirá hacer una revisión y refinamiento de la planificación, en caso de ser necesario, para ajustarla y asegurar que se cumplen los objetivos. La revisión y aceptación del prototipo de la arquitectura y de los diversos diagramas marca el final de la fase en el hito 3.</p>
<b>Fase de construcción</b>	<p>Se finaliza la revisión de los casos de uso y diseño para pasar a la implementación del código funcional que constituirá el sistema. Existirán dos iteraciones en las cuales se produce una versión beta funcional e incremental del sistema en cada una. Cada beta es probada y validada mediante una batería de pruebas de caja blanca y caja negra. Además, se comienza a elaborar la documentación para la versión beta. El hito 5 marca el final de esta fase con la versión de la beta 2.0 con la funcionalidad más prioritaria.</p>
<b>Fase de transición</b>	Se produce la transición del proyecto y por tanto, del sistema a los usuarios finales. En esta fase, en base a la versión beta 1.0, se finaliza la construcción del sistema incorporando detalles mínimos y corrigiendo posibles problemas que

	surgieron en la beta anterior. La versión final será validada y probada exhaustivamente. El hito 6 marca el final de esta fase con la entrega del producto final junto con toda la documentación asociada.
--	--

Tabla 3. Fases e hitos del proyecto

# CALENDARIO DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	1 día	lun 20/04/15	lun 20/04/15		Ángel Gallego Jiménez
▣ Fase de Inicio	19 días	mar 21/04/15	vie 15/05/15	1	Ángel Gallego Jiménez
Iteración 1	19 días	mar 21/04/15	vie 15/05/15	1	Ángel Gallego Jiménez
▣ Fase de Elaboració	31 días	lun 18/05/15	lun 29/06/15	2	Ángel Gallego Jiménez
Iteración 1	16 días	lun 18/05/15	lun 08/06/15	3	Ángel Gallego Jiménez
Iteración 2	15 días	mar 09/06/15	lun 29/06/15	5	Ángel Gallego Jiménez
▣ Fase de Construcción	41 días	mar 30/06/15	mar 25/08/15	4	Ángel Gallego Jiménez
Iteración 1	18 días	mar 30/06/15	jue 23/07/15	6	Ángel Gallego Jiménez
Iteración 2	23 días	vie 24/07/15	mar 25/08/15	8	Ángel Gallego Jiménez
▣ Fase de Transición	5 días	mié 26/08/15	mar 01/09/15	7	Ángel Gallego Jiménez
Iteración 1	5 días	mié 26/08/15	mar 01/09/15	9	Ángel Gallego Jiménez
Fin de proyecto	1 día	mié 02/09/15	mié 02/09/15	11;10	Ángel Gallego Jiménez

Ilustración 4. Calendario del proyecto

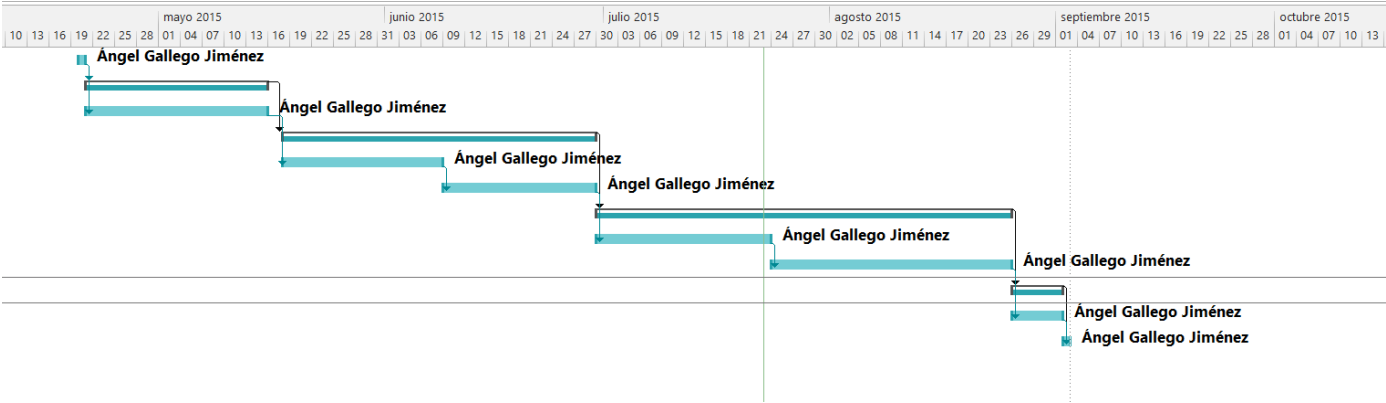


Ilustración 5. Diagrama de Gantt del proyecto global

## RECURSOS DEL PROYECTO

Fases	Recursos humanos	Recursos hardware	Recursos Software
<b>Inicio</b>	Ángel Gallego Jiménez	Ordenador de desarrollo	Microsoft Office 2013, REM1.2.2.
<b>Elaboración</b>	Ángel Gallego Jiménez	Ordenador de desarrollo	Microsoft Office 2013, REM1.2.2, Astah Professional, Android Studio.
<b>Construcción</b>	Ángel Gallego Jiménez	Ordenador de desarrollo, Smartphone de desarrollo	Microsoft Office 2013, REM1.2.2, Astah Professional, Android Studio.
<b>Transición</b>	Ángel Gallego Jiménez	Ordenador de desarrollo, Smartphone de desarrollo, Smartphone de prueba	Microsoft Office 2013, REM1.2.2, Astah Professional, Android Studio.

Tabla 4. Recursos necesarios del proyecto

Ordenador de desarrollo – Toshiba Satellite P50 A 14G	
<b>CPU</b>	Intel® Core™ i7-4700MQ CPU @2.40GHz
<b>GPU</b>	NVIDIA® GeForce® GT 745M with CUDA™
<b>RAM</b>	8 GB DDR3L
<b>HDD</b>	1 TB
<b>OS</b>	Windows 8.1
<b>Display</b>	Tamaño : “15.6” Resolución : 1,920 x 1,080

Tabla 5. Características de ordenador de desarrollo

Smartphone de desarrollo- Xiaomi mi4.	
<b>CPU</b>	Qualcomm Snapdragon 801 2.5GHz

<b>GPU</b>	Adreno 330.
<b>RAM</b>	3 GB
<b>HDD</b>	16 GB
<b>OS</b>	Android 4.4.4 (KitKat)
<b>Display</b>	Tamaño : "5" Resolución : 1,920 x 1,080

Tabla 6. Características Smartphone de desarrollo.

Smartphone de prueba- Huawei P8 Lite	
<b>CPU</b>	Octa-core 1.3 GHz 64 bits HiSilicon kirin 625.
<b>GPU</b>	Mali-450
<b>RAM</b>	2 GB
<b>HDD</b>	16 GB
<b>OS</b>	Android 5.0(Lollipop)
<b>Display</b>	Tamaño : "5" Resolución : 720 x 1280

Tabla 7. Características Smartphone de prueba (1).

Smartphone de prueba- Samsung S4.	
<b>CPU</b>	Qualcomm Snapdragon 600 1.9GHz
<b>GPU</b>	PowerVR SGX 544MP/ Adreno 320.
<b>RAM</b>	2 GB
<b>HDD</b>	16 GB
<b>OS</b>	Android 4.2.2 (Jelly Bean)
<b>Display</b>	Tamaño : "4.99" Resolución : 1,920 x 1,080

Tabla 8. Características Smartphone de prueba (2).

## ANÁLISIS DE RIESGOS

Una de las tareas importantes del proyecto es la identificación y análisis de los posibles riesgos, lo cual supone un incremento de las posibilidades de éxito y de calidad de resultado final. A continuación se detallan algunos de los riesgos considerados en la realización de proyecto, así como una posible solución.

[8]

Formulación de gestión de riesgos		
Identificador: 0001	Título: Fallos de personal	Fecha: 08/05/15
Fase: En todas las fases del proyecto	Categoría: Riesgos del proyecto	Probabilidad: Baja
Consecuencia: Retardo de finalización del proyecto.		
Valoración de riesgos		
Descripción del riesgo	Por razones humanas, el miembro del proyecto puede retratarse en su entrega, por motivos internos o externos del proyecto	
Contexto del riesgo	Este riesgo está presente durante todo el ciclo de vida del proyecto, ya que, al deberse a un factor humano, se puede provocar en cualquier instante.	
Análisis del riesgo	Los fallos de personal repercuten en el proyecto retardando su entrega.	
Planificación de riesgos		
Estrategia	Reducción del riesgo	
Plan de acción del riesgo	Establecer márgenes de error de tiempo previamente para prepararse ante posibles fallos de personal.	

Tabla 9. Riesgo-0001

Formulación de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0002	<b>Título:</b> Fallos de hardware	<b>Fecha:</b> 08/05/15
<b>Fase:</b> En todas las fases del proyecto	<b>Categoría:</b> Riesgos del producto	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> Retardo en las tareas del proyecto debido a la no disponibilidad del material necesario para avanzar.		
Valoración de riesgos		

<b>Descripción del riesgo</b>	El fallo de hardware puede afectar a su disponibilidad en casos en el que sea necesario y costes extras en el proyecto para intentar minimizar el perjuicio.
<b>Contexto del riesgo</b>	Este riesgo está presente durante todo el ciclo de vida del proyecto, ya que el funcionamiento incorrecto del hardware no es controlable directamente.
<b>Análisis del riesgo</b>	Puede producir retraso en la realización del proyecto y aumentar su coste final.
<b>Planificación de riesgos</b>	
<b>Estrategia</b>	Aceptación del riesgo
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Para el proyecto, el coste de redundancia de hardware es realmente caro, por lo tanto no se realizará ninguna acción y tan solo se podría sustituir el hardware por dispositivos alternativos similares o utilización de emuladores.

Tabla 10. Riesgo-0002

Formulación de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0003	<b>Título:</b> Asignación incorrecta de requisitos	<b>Fecha:</b> 08/05/15
<b>Fase:</b> En la segunda fase del proyecto.	<b>Categoría:</b> Riesgos del proceso	<b>Probabilidad:</b> Media
<b>Consecuencia:</b> La determinación incorrecta de los requisitos del sistema provoca un retraso en la entrega del proyecto, además de un posible diseño del sistema		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Gestión pobre en el análisis de requisitos que requiere volver a analizarlos.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Este riesgo se produce en la segunda iteración al no identificar correctamente los requisitos solicitados por el sistema.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Un mal planteamiento de los requisitos del sistema puede repercutir en el producto final, al no adaptarse a las necesidades del cliente.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo.	

<b>Plan de acción del riesgo</b>	Concretar revisiones de los requisitos para refinarlos antes de comenzar con las tareas de diseño e implementación.
----------------------------------	---

Tabla 11. Riesgo-0003

Formulación de gestión de riesgos		
Identificador: 0004	Título: Fallos de software	Fecha: 08/05/15
Fase: En todas las fases del proyecto	Categoría: Riesgos del producto	Probabilidad: Baja
Consecuencia: Retraso de la realización de las actividades al verse afectadas por los fallos en el software utilizado por los miembros del equipo.		
Valoración de riesgos		
Descripción del riesgo	Mal funcionamiento del software utilizado en el proyecto debido a un problema externo como puede ser amenazas en forma de virus, desarrollo incorrecto del software utilizado, etc.	
Contexto del riesgo	Se produce en todas las fases del proyecto debido a que constantemente se utiliza software para desarrollar el proyecto.	
Análisis del riesgo	El impacto de este riesgo conllevaría un retraso en la realización de tareas asociadas al fallo.	
Planificación de riesgos		
Estrategia	Reducción del riesgo.	
Plan de acción del riesgo	Disponibilidad de herramientas similares para su utilización que permitan realizar las tareas afectadas.	

Tabla 12. Riesgo-0004

Formulación de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0005	<b>Título:</b> Planificación temporal errónea del proyecto	<b>Fecha:</b> 08/05/15
<b>Fase:</b> En todas las fases del proyecto	<b>Categoría:</b> Riesgos del proyecto	<b>Probabilidad:</b> Alta
<b>Consecuencia:</b> Revisión de la planificación lo que provoca un incremento en la duración del trabajo realizado por el miembro del equipo.		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Un incorrecto pronóstico en la duración de la actividad presente en el proyecto.	



<b>Contexto del riesgo</b>	Realizar una planificación inicial inadecuada puede provocar una asignación temporal incorrecta.
<b>Análisis del riesgo</b>	El impacto de este riesgo implicaría una revisión instantánea y drástica de la planificación para reducir las consecuencias de este retraso en las tareas posteriores.
<b>Planificación de riesgos</b>	
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo.
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Al poner en marcha el proyecto, tomar las decisiones necesarias estudiando detenidamente el proyecto para realizar una planificación lo más exacta posible con el requerido en la realidad y ampliando los márgenes de error ante posibles fallos de planificación.

Tabla 13. Riesgo-0005

Formulación de gestión de riesgos		
Identificador: 0006	Título: Diseño y desarrollo inadecuado del producto	Fecha: 08/05/15
Fase: Fase de elaboración, construcción y transición	Categoría: Riesgos del producto	Probabilidad: Alta
Consecuencia: Funcionalidad incompleta e ineficaz provocaría un retraso en la duración del proyecto.		
Valoración de riesgos		
Descripción del riesgo	Diseño erróneo y desarrollo incorrecto de la funcionalidad e interfaces del sistema.	
Contexto del riesgo	Se produce durante las tres fases indicadas al no valorar correctamente el sistema que se quiere crear.	
Análisis del riesgo	El impacto de este riesgo produce un retraso en la entrega del producto y en el mejor de los casos, modificar pequeños detalles o incluso llegar a plantear nuevamente el diseño en el peor de los casos.	
Planificación de riesgos		
Estrategia	Protección del riesgo.	
Plan de acción del riesgo	Estudiar y plantear detenidamente las posibles opciones para elaborar un diseño y funcionalidades sin errores.	

Tabla 14. Riesgo-0006

Formulación de gestión de riesgos		
Identificador: 7	Título: Pérdida de datos	Fecha: 08/05/15
Fase: En todas las fases del proyecto	Categoría: Riesgos del proyecto	Probabilidad: Media
Consecuencia: Retardo en el realización de las tareas del proyecto.		
Valoración de riesgos		
Descripción del riesgo	Posibilidad de pérdida de datos debido a fallos humanos o de software o de hardware, puede ser muy amplio la posibilidad de pérdida de datos.	
Contexto del riesgo	Se produce durante todas las fases del proyecto, ya que desde el primer momento tendremos datos que serán necesarios salvar.	
Análisis del riesgo	El impacto de este riesgo produce un retraso en la entrega del producto y más tiempo de dedicación de las tareas del proyecto.	
Planificación de riesgos		
Estrategia	Reducción del riesgo	
Plan de acción del riesgo	Se realizarán copias de seguridad diarias, tanto de alojamiento local como en la nube.	

Tabla 15. Riesgo-0007

## PLANIFICACIÓN DE FASES

En las ilustraciones siguientes, se detalla y representa la planificación de las distintas fases de las que consta el proyecto, mostrando sus respectivas iteraciones en cada fase: <sup>[7]</sup>

-Fase de inicio – iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Nombres de los recursos
▸ Fase de Inicio	19 días	mar 21/04/15	vie 15/05/15		Ángel Gallego Jiménez
▸ Iteración 1	19 días	mar 21/04/15	vie 15/05/15		Ángel Gallego Jiménez
Toma de decisiones	1 día	mar 21/04/15	mar 21/04/15		Ángel Gallego Jiménez
Organizaicón del proyecto	4 días	mié 22/04/15	lun 27/04/15	3	Ángel Gallego Jiménez
Creación de fases	3 días	mar 28/04/15	jue 30/04/15	4	Ángel Gallego Jiménez
Planificación Fase 1- Iteración 1	2 días	vie 01/05/15	lun 04/05/15	5	Ángel Gallego Jiménez
Creación del plan de proyecto	3 días	mar 05/05/15	jue 07/05/15	6	Ángel Gallego Jiménez
Creación de plan de riesgos	2 días	vie 08/05/15	lun 11/05/15	7	Ángel Gallego Jiménez
Identificación de requisitos	3 días	mar 12/05/15	jue 14/05/15	8	Ángel Gallego Jiménez
Identificación de casos de uso	4 días	vie 08/05/15	mié 13/05/15	7	Ángel Gallego Jiménez
Planificacion de fase de elaboración - Iteración 1	4 días	mar 12/05/15	vie 15/05/15	8	Ángel Gallego Jiménez

Ilustración 6. Calendario de fase de inicio - iteración 1

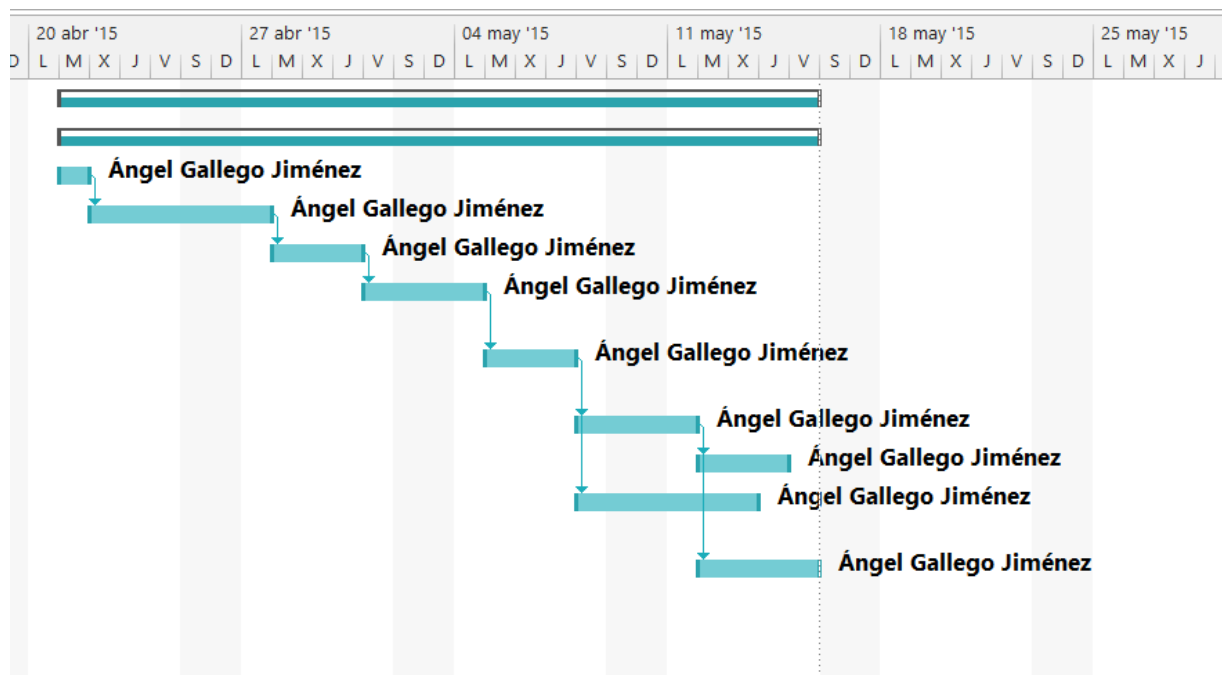


Ilustración 7. Diagrama de Gantt fase de inicio - iteración 1

-Fase de elaboración:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
<b>Fase de Elaboración</b>	<b>31 días</b>	<b>lun 18/05/15</b>	<b>lun 29/06/15</b>		<b>Ángel Gallego Jiménez</b>
<b>Iteración 1</b>	<b>16 días</b>	<b>lun 18/05/15</b>	<b>lun 08/06/15</b>		<b>Ángel Gallego Jiménez</b>
Documento de análisis	3 días	lun 18/05/15	mié 20/05/15		Ángel Gallego Jiménez
Casos de uso	3 días	jue 21/05/15	lun 25/05/15	3	Ángel Gallego Jiménez
Diagrama de secuencia	5 días	mar 26/05/15	lun 01/06/15	4	Ángel Gallego Jiménez
descripción del hardware y software	3 días	mar 02/06/15	jue 04/06/15	5	Ángel Gallego Jiménez
Planificación de fase de elaboración- Iteración 2	2 días	vie 05/06/15	lun 08/06/15	6	Ángel Gallego Jiménez
<b>Iteración 2</b>	<b>15 días</b>	<b>mar 09/06/15</b>	<b>lun 29/06/15</b>	<b>2</b>	<b>Ángel Gallego Jiménez</b>
Revisión documento de análisis	3 días	mar 09/06/15	jue 11/06/15		Ángel Gallego Jiménez
Revisión de casos de uso	3 días	vie 12/06/15	mar 16/06/15	9	Ángel Gallego Jiménez
Revisión diagramas de secuencia	5 días	mié 17/06/15	mar 23/06/15	10	Ángel Gallego Jiménez
Revisión descripción del hardware y software	2 días	mié 24/06/15	jue 25/06/15	11	Ángel Gallego Jiménez
Planificación de fase de construcción -Iteración 1	2 días	vie 26/06/15	lun 29/06/15	12	Ángel Gallego Jiménez

Ilustración 8. Calendario de fase de elaboración.

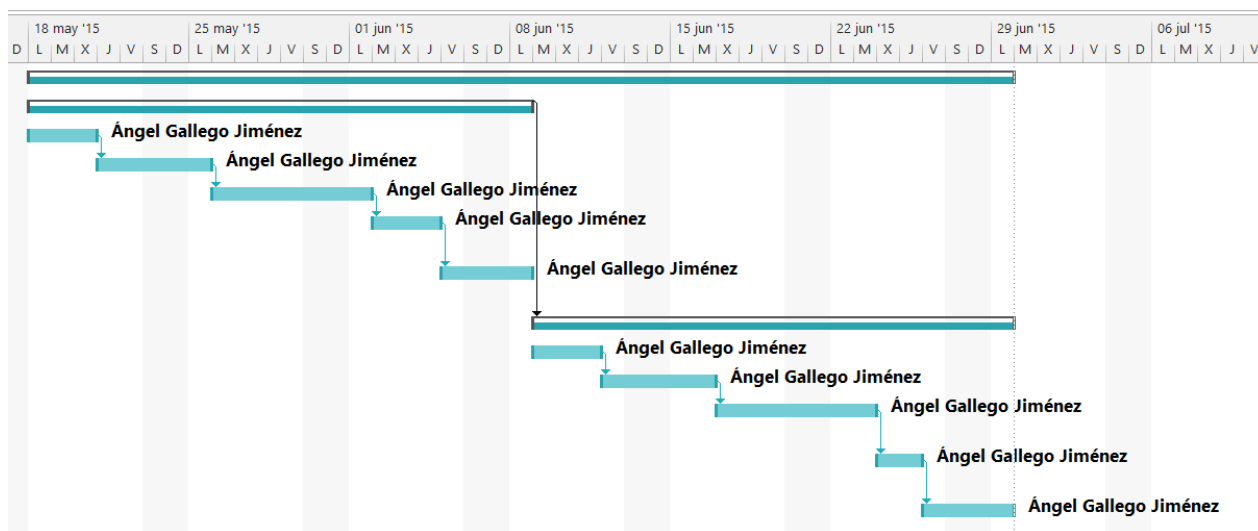


Ilustración 9. Diagrama de Gantt de fase de elaboración.

-Fase de construcción:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▸ Fase de Construcción	41 días	mar 30/06/15	mar 25/08/15		Ángel Gallego Jiménez
▸ Iteración 1	18 días	mar 30/06/15	jue 23/07/15		Ángel Gallego Jiménez
Diagrama de clases	4 días	mar 30/06/15	vie 03/07/15		Ángel Gallego Jiménez
Diagramas de secuencia	3 días	lun 06/07/15	mié 08/07/15	3	Ángel Gallego Jiménez
Diagrama de arquitectura	4 días	lun 06/07/15	jue 09/07/15	3	Ángel Gallego Jiménez
Construcción de la aplicación	8 días	vie 10/07/15	mar 21/07/15	4;5	Ángel Gallego Jiménez
Planificación de fase de construcción -Iteración 2	2 días	mié 22/07/15	jue 23/07/15	6	Ángel Gallego Jiménez
▸ Iteración 2	23 días	vie 24/07/15	mar 25/08/15	2	Ángel Gallego Jiménez
Construcción de la aplicación	15 días	vie 24/07/15	jue 13/08/15		Ángel Gallego Jiménez
Manual de usuario	3 días	jue 13/08/15	lun 17/08/15		Ángel Gallego Jiménez
Revisión Diagrama de clases	2 días	mar 18/08/15	mié 19/08/15	9;10	Ángel Gallego Jiménez
Revisión diagrama de secuencia	3 días	jue 20/08/15	lun 24/08/15	11	Ángel Gallego Jiménez
Revisión diagrama de arquitectur	2 días	jue 20/08/15	vie 21/08/15	11	Ángel Gallego Jiménez
Planificación de fase de trasiición- Iteración 1	1 día	mar 25/08/15	mar 25/08/15	12;13	Ángel Gallego Jiménez

Ilustración 10. Calendario de fase de construcción

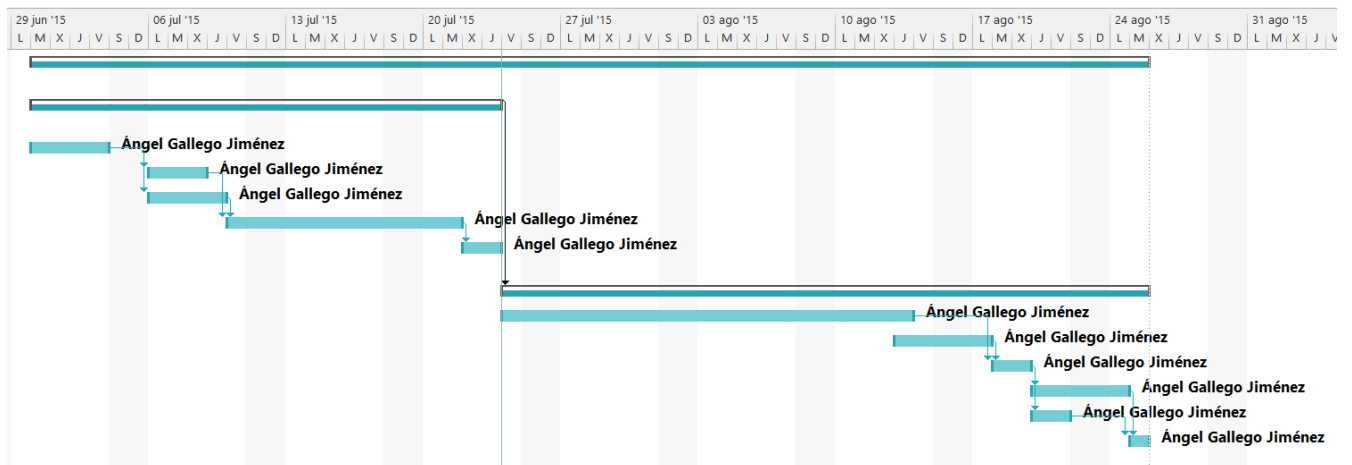


Ilustración 11. Diagrama de Gantt de fase de construcción.

-Fase de transición – iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▸ Fase de Transición	5 días	mié 26/08/15	mar 01/09/15		Ángel Gallego Jiménez
▸ Iteración 1	5 días	mié 26/08/15	mar 01/09/15		Ángel Gallego Jiménez
Depuración y pruebas	2 días	mié 26/08/15	jue 27/08/15		Ángel Gallego Jiménez
Corrección de errores	3 días	vie 28/08/15	mar 01/09/15	3	Ángel Gallego Jiménez
Revisión de documentación	2 días	lun 31/08/15	mar 01/09/15	3	Ángel Gallego Jiménez

Ilustración 12. Calendario de fase de transición - iteración 1

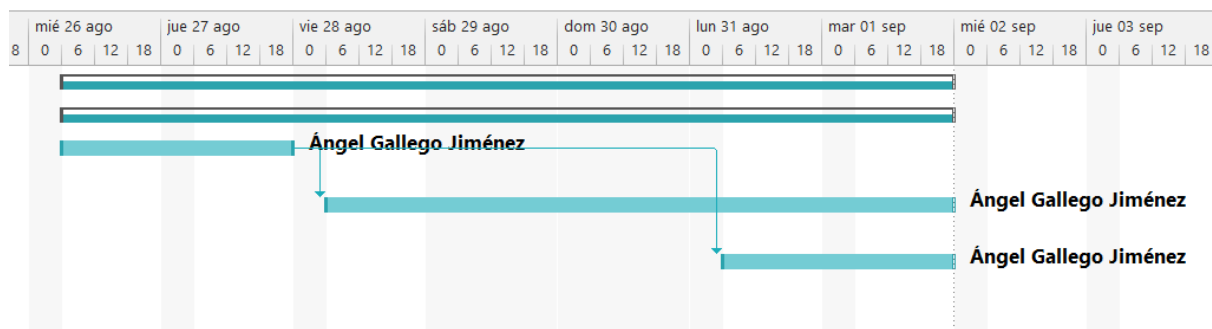


Ilustración 13. Diagrama de Gantt de fase de transición - iteración 1

## ESTIMACION DE COSTES

A continuación se detallará el presupuesto del proyecto. Primero se valorará el coste de las herramientas hardware y software, y después se calculará el coste de las horas de trabajo. Para ello, en este último punto se detallarán los roles que ha ido tomando el realizador del proyecto, en este caso, el alumno Ángel Gallego Jiménez y después, teniendo en cuenta el número de horas trabajadas bajo ese rol, se calculará la parte salarial del presupuesto.

-Recursos humanos.

- Jefe de proyecto: Encargado de dirigir todas las funciones necesarias para la realización del proyecto y asignar las tareas al diseñador, al analista y al programador.

- Analista: Evaluación de requisitos, reuniones con clientes y redacción de especificaciones funcionales y estructura del código de la aplicación.
- Diseñador: Su función es diseñar un prototipo para la aplicación cerciorándose de que se cumplan todos los requisitos planteados por el cliente. Se encarga de diseñar la interfaz del programa y de la web.
- Programador: Se encarga de programar la aplicación Android y la web. Para ello tiene en cuenta los diseños y especificaciones facilitadas por el diseñador.
- Encargado de pruebas: Se encarga de diseñar y ejecutar el plan de pruebas e informar de los posibles fallos para que estos se solucionen.

-Presupuesto y mediciones.

Coste de hardware			
Hardware	Coste Unitario (Euros)	Cantidad (Euros)	Coste Total (Euros)
Toshiba Satellite p50 A 14g	950€	1	950€
Smartphone	310€	1	310€
Smartphone Huawei P8 Lite	120€	1	120€
Smartphone Samsung S4	300€	1	300€
	Total Hardware		1680€

Tabla 16. Coste hardware

Coste de software.			
Software	Coste Unitario (Euros)	Cantidad (Euros)	Coste Total (Euros)
Windows 8.1	0€	1	0€
Astah Professional	0€	1	0€
Android Studio	0€	1	0€
Netbeans	0€	1	0€
Rem 1.2.2	0€	1	0€
Microsoft Office 2013	0€	1	0€
	Total Software		0€

Tabla 17. Coste software

Todos los programas software utilizados en la realización del proyecto han sido seleccionados de la web de descargar software de la que dispone la Universidad de Valladolid o de los sitios oficiales de forma gratuita.

Coste Recursos humanos			
Rol	Coste Unitario hora (Euros)	Cantidad (horas x días)	Coste Total (Euros)
Jefe de proyecto	25€	6 horas x 15 Días	2250€
Analista	20€	6 horas x 25 Días	3000€
Diseñador	10€	6 horas x 16 Días	960€
Programador	10€	6 horas x 35 Días	2100€
Encargado de pruebas	15€	6 horas x 5 Días	450€
	<b>Total Recursos humanos</b>		8760€

Tabla 18. Coste recursos humanos.

Coste Total del Proyecto		
Apartado	Coste Total	
Hardware	1680€	
Software	0€	
Recursos Humanos	8760€	
Licencia Play Store	25€	
<b>Total Proyecto</b>		10.465€

Tabla 19. Coste Total Proyecto.

El presupuesto general asciende a la cantidad de diez mil cuatrocientos sesenta y cinco euros.



# **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: <sup>[8]</sup> <sup>[9]</sup>

Participante-0001	
<b>Nombre</b>	<b>Ángel Gallego Jiménez</b>
<b>Organización</b>	Departamento de Informática
<b>Rol</b>	Jefe de proyecto, analista, diseñador y desarrollador
<b>Es desarrollador</b>	Sí
<b>Es cliente</b>	No
<b>Es usuario</b>	No

Tabla 20. Participante -0001.

Participante-0002	
<b>Nombre</b>	<b>Miguel Ángel González Delgado</b>
<b>Organización</b>	Departamento de Física Aplicada
<b>Rol</b>	Tutor del TFG
<b>Es desarrollador</b>	No
<b>Es cliente</b>	Sí
<b>Es usuario</b>	Sí

Tabla 21. Participante -0002.

Participante-0003	
<b>Nombre</b>	<b>Jesús María Vegas Hernández</b>
<b>Organización</b>	Departamento de Informática.
<b>Rol</b>	Cotutor del TFG
<b>Es desarrollador</b>	No
<b>Es cliente</b>	Sí
<b>Es usuario</b>	Sí

Tabla 22. Participante -0003.

## OBJETIVOS DEL SISTEMA

A continuación se detallaran cuáles son los objetivos del sistema a desarrollar, tanto en la aplicación Android, como en la página web, explicando en qué consisten y qué relevancia tienen en el proyecto.

Objetivo-0001	
<b>Nombre</b>	<b>Análisis de cálculo de la gravedad mediante el acelerómetro</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario analizar la gravedad en cualquier lugar del planeta observando el error y la gravedad media.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 23. Objetivo-0001.

Objetivo-0002	
<b>Nombre</b>	<b>Análisis de péndulo simple</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario realizar el experimento del péndulo simple y observar los resultados al instante.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 24. Objetivo-0002.

Objetivo-0003	
<b>Nombre</b>	<b>Análisis de caída libre.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario realizar el experimento de caída libre
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente

<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 25. Objetivo-0003.

Objetivo-0004	
<b>Nombre</b>	<b>Análisis de botes de pelota.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario realizar el experimento de botes de pelota.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 26. Objetivo-0004.

Objetivo-0005	
<b>Nombre</b>	<b>Aprendizaje sobre cálculos de la aceleración de la gravedad.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario el aprendizaje de fundamentos teóricos sobre la aceleración de la gravedad y de los experimentos que se van a realizar.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 27. Objetivo-0005.

Objetivo-0006	
<b>Nombre</b>	<b>Exportación de los resultados</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez

<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario exportar los datos obtenidos a un fichero csv y a la vez se subirá a la página web.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 28. Objetivo-0006.

Objetivo-0007	
<b>Nombre</b>	<b>Comparación de métodos exportados</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario comparar sus experimentos realizados en el Smartphone en el que se encuentra.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 29. Objetivo-0007.

Objetivo-0008	
<b>Nombre</b>	<b>Observación de experimentos realizados en la página web</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario observar en la página web todos los experimentos que los usuarios de la aplicación hayan decidido colgar en la web, mostrando las coordenadas exactas y los valores de los métodos realizados.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 30. Objetivo-0008.

# REQUISITOS DEL SISTEMA

## REQUISITOS FUNCIONALES

En las siguientes tablas se explican cuáles son los requisitos del sistema en relación al funcionamiento del mismo: [8] [9]

FRQ-0001	
<b>Nombre</b>	<b>Consultar fundamentos teóricos</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder consultar los fundamentos teóricos sobre la aceleración de la gravedad.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 31. Requisito funcional-0001.

FRQ-0002	
<b>Nombre</b>	<b>Consultar fundamentos teóricos acelerómetro.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder consultar los fundamentos teóricos sobre el método acelerómetro.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 32. Requisito funcional-0002.

FRQ-0003	
<b>Nombre</b>	<b>Consultar fundamento teórico péndulo simple.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder consultar los fundamentos teóricos sobre el método del péndulo simple.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 33. Requisito funcional-0003.

FRQ-0004	
<b>Nombre</b>	<b>Consultar fundamento teórico botes de pelota.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder consultar los fundamentos teóricos sobre el método botes de pelota.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 34. Requisito funcional-0004.

FRQ-0005	
<b>Nombre</b>	<b>Consultar fundamento teórico caída libre.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder consultar los fundamentos teóricos sobre el método de caída libre.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente



<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 35. Requisito funcional-0005.

FRQ-0006	
<b>Nombre</b>	<b>Obtención y almacenamiento de datos del acelerómetro.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder obtener los datos del sensor del acelerómetro mediante el módulo de los tres ejes.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 36. Requisito funcional-0006.

FRQ-0007	
<b>Nombre</b>	<b>Medición del péndulo simple mediante balanceo</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario poder elegir el eje de coordenadas por el cual el Smartphone se balanceará, y poder visualizar la gráfica de los datos normalizados respecto a la gravedad terrestre.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 37. Requisito funcional-0007.

FRQ-0008	
<b>Nombre</b>	<b>Medición de la caída libre mediante caída del Smartphone.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez

<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario dejar caer al Smartphone desde una altura previamente seleccionada, y poder visualizar la gráfica de los datos de la gravedad mediante el Smartphone que cae en caída libre.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 38. Requisito funcional-0008.

FRQ-0009	
<b>Nombre</b>	<b>Medición de botes de pelota.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario ir seleccionado los tres primeros botes de pelota para poder calcular la aceleración de la gravedad de este método.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 39. Requisito funcional-0009.

FRQ-0010	
<b>Nombre</b>	<b>Exportación de datos a un fichero .csv</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario exportar los datos obtenidos en el análisis de los métodos a un fichero .csv.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 40. Requisito funcional-0010.

FRQ-0011	
<b>Nombre</b>	<b>Exportación de datos a servidor web</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario exportar los datos obtenidos en el análisis de los métodos a un servidor web.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 41. Requisito funcional-0011.

FRQ-0012	
<b>Nombre</b>	<b>Visualización de resultados en aplicación móvil.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario visualizar los ficheros .csv almacenados en el Smartphone.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 42. Requisito funcional-0012.

FRQ-0013	
<b>Nombre</b>	<b>Visualización de resultados página web</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario visualizar los datos almacenados en el servidor web en la página web.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente

<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 43. Requisito funcional-0013.

## REQUISITOS NO FUNCIONALES

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

NFR-0001	
<b>Nombre</b>	<b>Almacenamiento de los datos de la aplicación en la memoria del teléfono.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar los datos de los métodos con su fecha, latitud y longitud en la memoria del dispositivo.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 44. Requisito no funcional-0001.

NFR-0002	
<b>Nombre</b>	<b>Almacenamiento de los datos de la aplicación en el servidor web</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar los datos de los métodos con su fecha, latitud y longitud en el servidor web.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 45. Requisito no funcional-0002.

NFR-0003	
<b>Nombre</b>	<b>Borrado de todos los datos del dispositivo en la desinstalación de la aplicación.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá eliminar todos los ficheros de la aplicación en caso de su desinstalación en el Smartphone.
<b>Importancia</b>	Importante
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 46. Requisito no funcional-0003.

NFR-0004	
<b>Nombre</b>	<b>Compatibilidad con dispositivos diversos</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá poder funcionar correctamente en dispositivos de características diversas, siempre que disponga de los requisitos mínimos exigidos por la aplicación y que su sistema operativo sea Android.
<b>Importancia</b>	Importante
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 47. Requisito no funcional-0004.

NFR-0005	
<b>Nombre</b>	<b>Compatibilidad con navegadores web</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado

<b>Descripción</b>	La página web deberá poder funcionar correctamente en todos los navegadores web más comunes, como son Firefox, internet Explorer y Google Chrome.
<b>Importancia</b>	Importante
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 48. Requisito no funcional-0005.

NFR-0006	
<b>Nombre</b>	<b>Facilidad de uso</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá poder ser usado de forma sencilla e intuitiva y contar con un manual de usuario donde será explicado el funcionamiento de la aplicación.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 49. Requisito no funcional-0006.

NFR-0007	
<b>Nombre</b>	<b>Interfaz de la aplicación de acuerdo a unas directrices dadas.</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Fuentes</b>	Manuel Ángel González Delgado
<b>Descripción</b>	El sistema deberá estar diseñado con una interfaz acorde al diseño establecido por el tutor del trabajo de fin de grado.
<b>Importancia</b>	Vital
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente
<b>Estado</b>	En construcción
<b>Estabilidad</b>	Baja

Tabla 50. Requisito no funcional-0007.

## DEFINICIÓN DE ACTORES

En la tabla siguiente se presentan los actores que estarán presentes en los diferentes casos de usos que han sido identificados en la aplicación:

ACT-0001	
<b>Nombre</b>	<b>Usuario</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 8/05/15)
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez
<b>Descripción</b>	El actor Usuario representa a cualquier usuario de la aplicación tanto móvil como web.

Tabla 51. Actor-0001.

## DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Respecto a los requisitos funcionales identificados en los puntos anteriores, a continuación se muestra el diagrama general de casos de uso del sistema. Se listará los principales procesos a los que se enfrentará el usuario en la utilización tanto de la aplicación móvil como de la web. [8] [9]

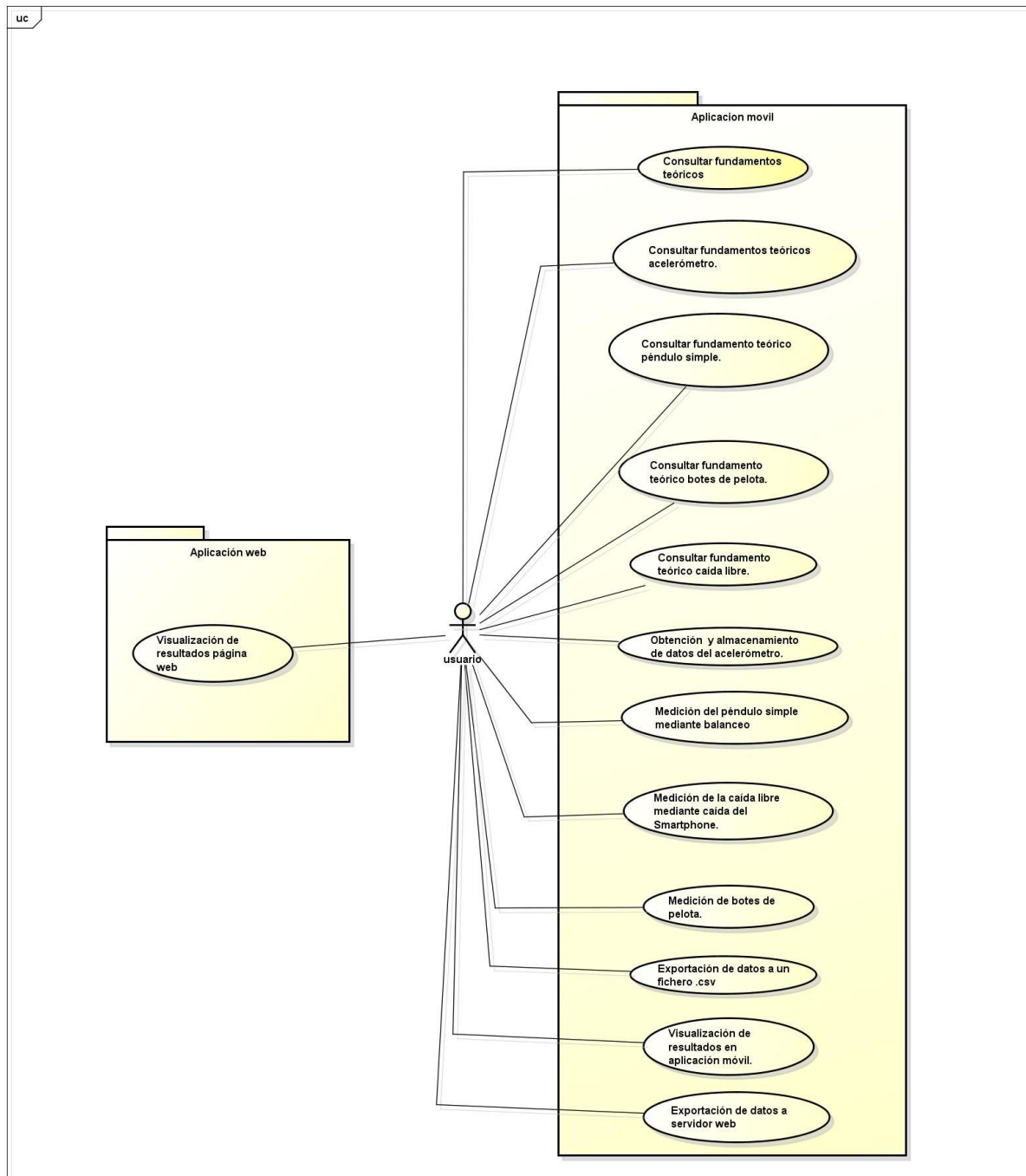


Ilustración 14. Diagrama de casos de uso

## CASOS DE USO DEL SISTEMA

En las siguientes tablas se describen los casos de uso listados en el diagrama anterior, explicándose la secuencia de pasos que debe seguir el usuario interactuando con el sistema para completar el proceso con éxito: [8] [9]



UC-0001		
<b>Nombre</b>	Consultar fundamentos teóricos	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere consultar los fundamentos teóricos.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Teoría en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Teoría.
<b>Excepciones</b>	No.	
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 52. Caso de uso-0001

UC-0002		
<b>Nombre</b>	Consultar fundamentos teóricos acelerómetro	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere consultar los fundamentos teóricos del acelerómetro	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción "Método 1: Acelerómetro" de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos de acelerómetro.

<b>Excepciones</b>	No.
<b>Importancia</b>	Vital.
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.
<b>Estado</b>	Completado.
<b>Estabilidad</b>	Alta.

Tabla 53. Caso de uso-0002

UC-0003		
<b>Nombre</b>	Consultar fundamento teórico péndulo simple.	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere consultar los fundamentos teóricos del péndulo simple.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 2: Péndulo Simple” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos del péndulo simple.
<b>Excepciones</b>	No.	
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 54. Caso de uso-0003

UC-0004	
<b>Nombre</b>	Consultar fundamento teórico botes de pelota
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.

<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere consultar los fundamentos teóricos de botes de pelota.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 3: Botes de Pelota” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos de botes de pelota.
<b>Excepciones</b>	No.	
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 55. Caso de uso-0004

UC-0005		
<b>Nombre</b>	Consultar fundamento teórico caída libre	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere consultar los fundamentos teóricos de la caída libre.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 4: Caída Libre” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos de la caída libre.

<b>Excepciones</b>	No.
<b>Importancia</b>	Vital.
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.
<b>Estado</b>	Completado.
<b>Estabilidad</b>	Alta.

Tabla 56. Caso de uso-0005

UC-0006		
<b>Nombre</b>	Obtención y almacenamiento de datos del acelerómetro.	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar el método 1 del acelerómetro.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 1: Acelerómetro” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos del acelerómetro.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>empezamos</i> .
	6	El sistema muestra la pantalla del método del acelerómetro.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Start</i> y empieza a medirse la gravedad mediante el acelerómetro del Smartphone.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Stop</i> y finaliza la medición de la gravedad.
	9	El sistema muestra por pantalla la media de la gravedad, la desviación típica, y el último valor de la gravedad.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>OK!</i>

	11	El sistema guarda los valores de desviación típica y de la gravedad media, y muestra un mensaje por pantalla de que todo ha ido correctamente.
<b>Excepciones</b>	7	Si el actor Usuario (ACT-0001) no pulsa el botón <i>Start</i> , el sistema muestra un mensaje de error.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 57. Caso de uso-0006

UC-0007		
<b>Nombre</b>	Medición del péndulo simple mediante balanceo	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar el método 2 del péndulo simple.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 2: Péndulo Simple” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos del péndulo simple
	5	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>empezamos</i> .
	6	El sistema muestra la pantalla del método del péndulo simple.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) introduce en centímetros la longitud de la cuerda, el tiempo en segundos de medición y el eje en que se balancea el Smartphone.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Start</i> y empieza la medición de datos durante el tiempo introducido.

	9	El sistema, una vez terminado la medición de datos, muestra un mensaje de diálogo mostrando su finalización.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Continuar</i> .
	11	El sistema muestra por pantalla la media de la gravedad, la desviación típica, las oscilaciones, periodo, longitud de la cuerda, frecuencia y tiempo del experimento.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>OK</i> !
	13	El sistema guarda los valores de desviación típica y de la gravedad media y muestra un mensaje por pantalla de que todo ha ido correctamente.
<b>Excepciones</b>	8.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) no pulsa el botón <i>Start</i> , el sistema muestra un mensaje de error.
	8.2	Si la longitud introducida por el actor Usuario (ACT-0001) es incorrecta, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 7.
	8.3	Si el tiempo introducido por el actor Usuario (ACT-0001) es incorrecto, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 7.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 58. Caso de uso-0007

UC-0008		
<b>Nombre</b>	Medición de la caída libre mediante caída del Smartphone.	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar el método 4 de la caída libre.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.

	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 4: Caída Libre” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos de la caída libre
	5	El actor Usuario (ACT-0001) introduce las veces que quiere repetir el experimento y pulsa el botón <i>empezamos</i> .
	6	El sistema muestra la pantalla del método caída libre
	7	El actor Usuario (ACT-0001) introduce en centímetros la longitud de la caída del Smartphone.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Start</i> y después de cinco segundos deja caer el Smartphone.
	9	El sistema una vez terminado los cinco segundos empieza a recompilar datos
	10	El actor Usuario (ACT-0001) una vez dejado caer el Smartphone pulsa el botón <i>Stop</i>
	11	El sistema muestra por mensaje de dialogo los datos de la aceleración de la gravedad, el tiempo de caída y la longitud de la caída.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Continuar</i>
	13	El sistema muestra la gráfica de la recta de la caída libre con los puntos de cada medición, mostrando también la gravedad media, la pendiente de la recta y la desviación típica.
	14	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>OK!</i>
	15	El sistema guarda los valores de desviación típica y de la gravedad media y muestra un mensaje por pantalla de que todo ha ido correctamente.
<b>Excepciones</b>	6	El actor Usuario (ACT-0001) no ha introducido las veces que quiere repetir el experimento o el número es incorrecto, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 5.
	8.1	La longitud introducida por el actor Usuario (ACT-0001), es incorrecta, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 7.
	8.2	El actor Usuario (ACT-0001) no pulsa el botón <i>Start</i> , el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 8.

<b>Importancia</b>	Vital.
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.
<b>Estado</b>	Completado.
<b>Estabilidad</b>	Alta.

Tabla 59. Caso de uso-0008

UC-0009		
<b>Nombre</b>	Medición de botes de pelota.	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar el método 3 de botes de pelota.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción “Método 3: Botes de Pelota” de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de fundamentos teóricos de botes de pelota.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) introduce las veces que quiere repetir el experimento y pulsa el botón <i>empezamos</i> .
	6	El sistema muestra la pantalla del método botes de pelota.
	7	El actor Usuario (ACT-0001) introduce en centímetros la longitud de la caída de la pelota.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Start</i> y después de cinco segundos, deja caer la pelota.
	9	El sistema una vez terminado los cinco segundos empieza a recompilar datos
	10	El actor Usuario (ACT-0001), una vez que ha dejado caer la pelota, y en el primer bote, pulsa el botón <i>Primer bote</i> .
	11	El actor Usuario (ACT-0001), en el segundo bote, pulsa el botón <i>Segundo bote</i> .



	12	El actor Usuario (ACT-0001), en el tercer bote, pulsa el botón <i>Tercer bote</i> .
	13	El sistema muestra que el experimento ha finalizado.
	14	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>Mostrar resultados</i> .
	15	El sistema muestra la tabla con los resultados, la desviación y media de la gravedad. También media y desviación de <i>K</i> .
	16	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón <i>OK!</i>
	17	El sistema guarda los valores de desviación típica y de la gravedad media y muestra un mensaje por pantalla de que todo ha ido correctamente.
<b>Excepciones</b>	6	Si el actor Usuario (ACT-0001) no ha introducido las veces que quiere repetir el experimento o el número es incorrecto, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 5.
	8.1	Si la longitud introducida por el actor Usuario (ACT-0001), es incorrecta, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 7.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 60. Caso de uso-0009

UC-0010		
<b>Nombre</b>	Exportación de datos a un fichero .csv	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar una exportación de datos a un fichero .csv.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción <i>Métodos</i> en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de <i>Métodos</i> .

	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción <i>Resultados</i> de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de Resultados.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de refrescar la localización.
	6	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de <i>guardar</i>
	7	El sistema guarda los valores de desviación típica y de la gravedad media de todos los métodos más la longitud, latitud y fecha en un archivo .csv y muestra un mensaje por pantalla de que todo ha ido correctamente.
<b>Excepciones</b>	7	Si el Smartphone todavía no ha sido capaz de detectar la latitud y longitud, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 5.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 61. Caso de uso-0010

UC-0011		
<b>Nombre</b>	Exportación de datos a servidor web	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar una exportación de datos a servidor web.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción <i>Métodos</i> en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de <i>Métodos</i> .
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción <i>Resultados</i> de la pantalla métodos.
	4	El sistema muestra la pantalla de Resultados.

	5	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de refrescar la localización.
	6	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa el botón de <i>guardar</i>
	7	El sistema exporta los valores de desviación típica y de la gravedad media de todos los métodos más la longitud, latitud y fecha a un servidor web y muestra un mensaje por pantalla de que todo ha ido correctamente.
<b>Excepciones</b>	7.1	Si el Smartphone todavía no ha sido capaz de detectar la latitud y longitud, el sistema muestra un mensaje de error y vuelve al paso 5.
	7.2	Si el Smartphone no tiene conexión a internet mostrará un mensaje de que los datos se almacenaron en un fichero csv pero no en el servidor web.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 62.Caso de uso-0011

UC-0012		
<b>Nombre</b>	Visualización de resultados en aplicación móvil.	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar una visualización de sus experimentos en la aplicación móvil.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Análisis de Métodos en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Análisis de Métodos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona un experimento previamente guardado en un archivo .csv.
	4	El sistema muestra la pantalla del archivo seleccionado.

<b>Excepciones</b>	3	Si no hay ningún experimento guardado, el caso de uso finaliza.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 63. Caso de uso-0011

UC-0013		
<b>Nombre</b>	Visualización de resultados página web	
<b>Versión</b>	1.0 (21/05/2015).	
<b>Autores</b>	Ángel Gallego Jiménez.	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere realizar una visualización de los resultados en la página web.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Página web en la pantalla principal.
	2	El sistema abre un navegador web con la página web de la aplicación donde visualiza sus experimentos y los de otros usuarios.
<b>Excepciones</b>	2	Si el Smartphone no tiene previamente instalado un navegador web, el caso de uso finaliza.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 64. Caso de uso-0011

## MODELO DE DOMINIO

Con los casos de uso de la aplicación móvil ya descritos, a continuación se presenta el modelo de dominio del sistema, donde podremos identificar las principales identidades del sistema, como sus relaciones y atributos que poseen: [8] [9]

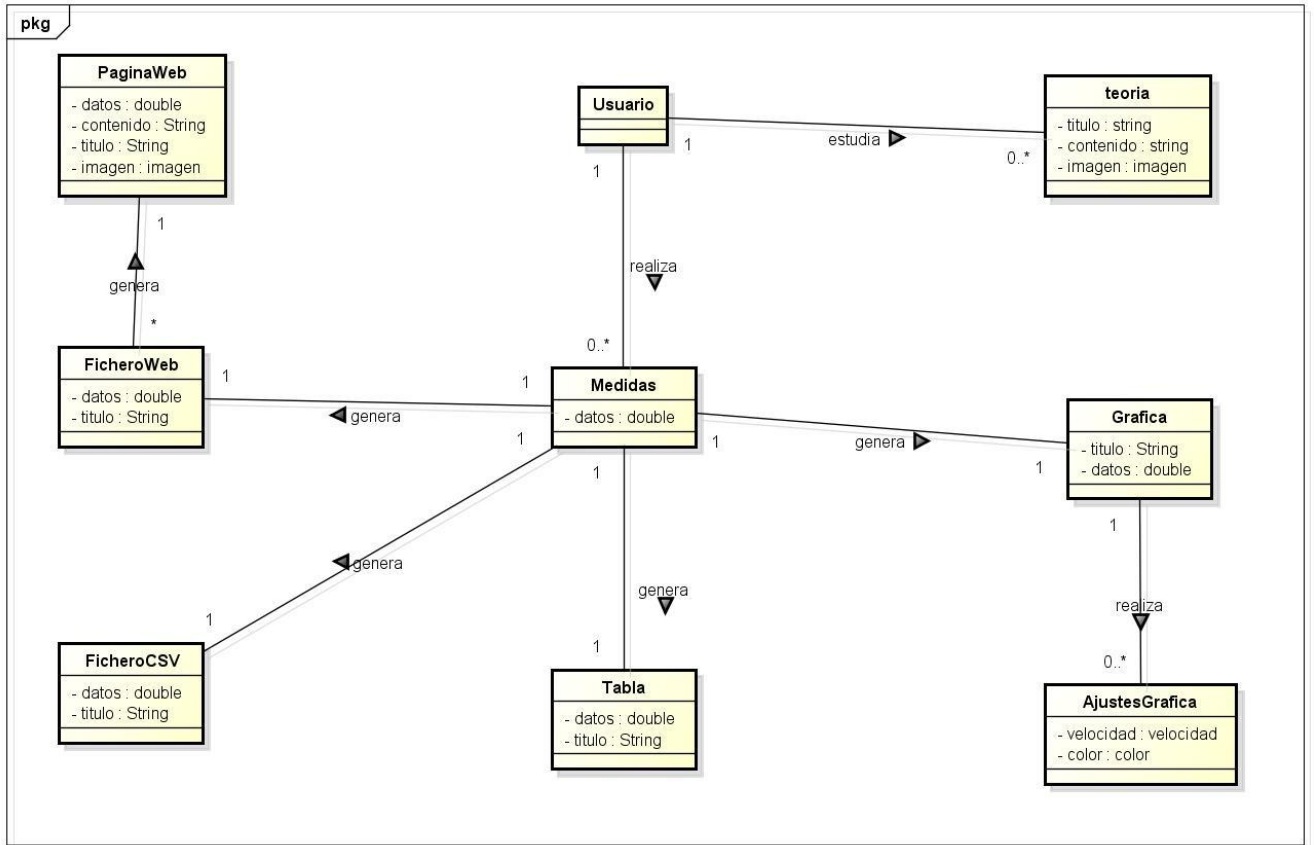


Ilustración 15. Modelo de dominio

## DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DOMINIO

**-Usuario:** representa un usuario de la aplicación.

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

**-Medidas:** representa los datos obtenidos por el usuario al medir la gravedad en cualquiera de los métodos. Contiene unos datos en números double.

**-Gráfica:** representa la gráfica que representa las medidas realizadas. Contiene un título y los datos contenidos en las medidas.

**-AjustesGráfica:** representa una pantalla con los ajustes de las gráficas: Contiene la velocidad de medición de datos y el color de la gráfica.

**-Tabla:** representa la tabla que constituyen las medidas realizadas. Contiene un título y los datos contenidos en las medidas.

**-FicheroCSV:** representa el fichero generado por el usuario tras la realización de las medidas. Contiene un título y los datos en formato double.

**-FicheroWeb:** representa el fichero generado por el usuario tras la realización de las medidas. Contiene un título y los datos en formato double.

**-PáginaWeb:** representa la página web que representa las medidas realizadas. Contiene datos en formato double, título en contenido string, contenido en formato string e imágenes.

## DIAGRAMAS DE SECUENCIA

En este apartado, mostraremos los diagramas de secuencia que detallan en profundidad la iteración de las entidades del sistema del modelo de dominio con los casos de uso, detallados en los puntos anteriores.

[8] [9]

### CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS

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

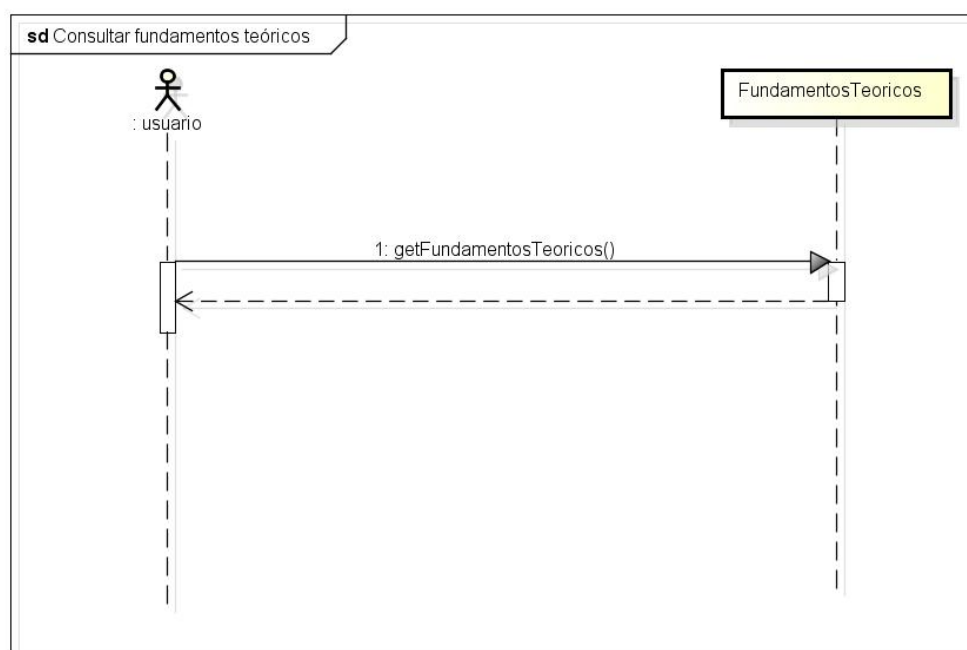


Ilustración 16. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos

## CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS ACELERÓMETRO.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea acceder a los fundamentos teóricos del acelerómetro.

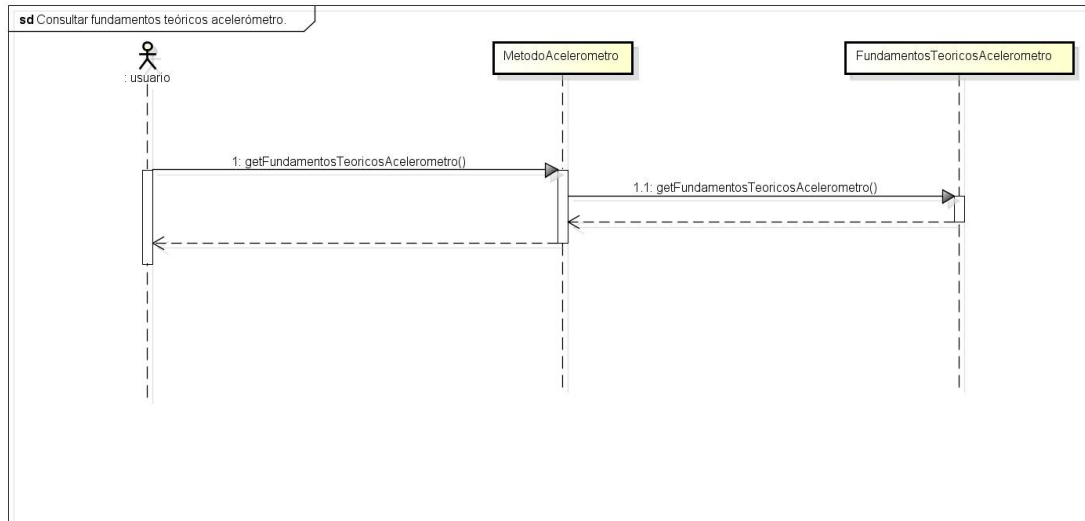


Ilustración 17. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos acelerómetro.

## CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS PÉNDULO SIMPLE.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea acceder a los fundamentos teóricos del péndulo simple.

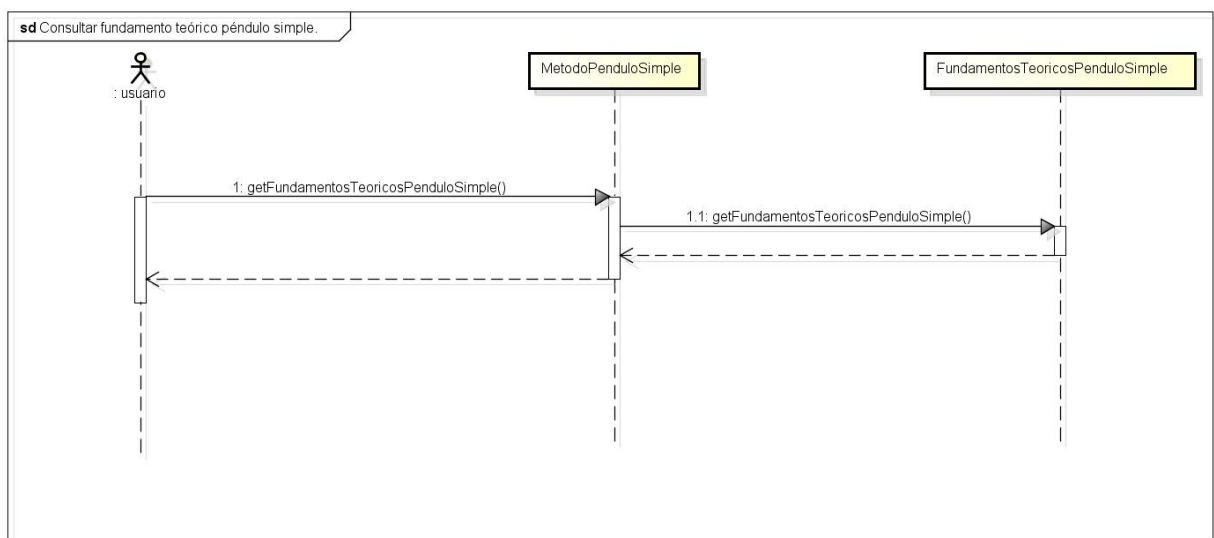


Ilustración 18. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos péndulo simple.

## CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS BOTES PELOTA.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea acceder a los fundamentos teóricos de botes de pelota.

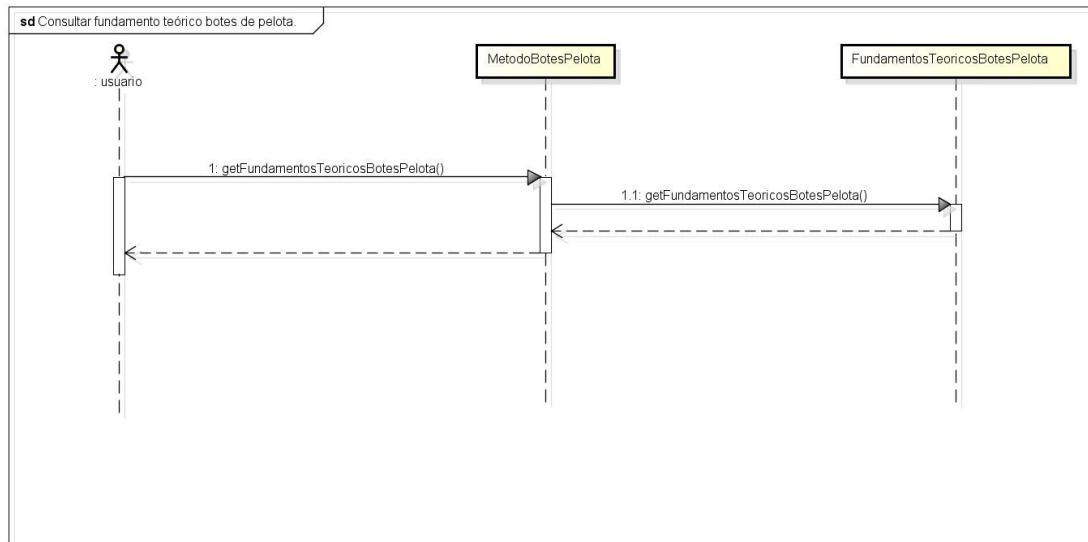


Ilustración 19. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos botes de pelota.

## CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS CAÍDA LIBRE.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea acceder a los fundamentos teóricos de la caída libre.

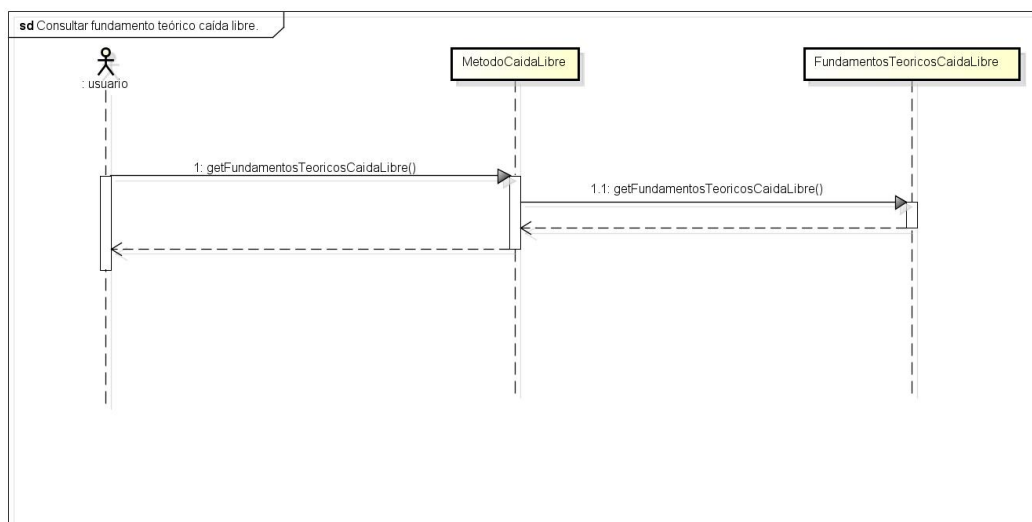


Ilustración 20. Diagrama de secuencia Consultar fundamentos teóricos caída libre.



## OBTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS DEL ACELERÓMETRO.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea obtener y almacenar los datos del acelerómetro.

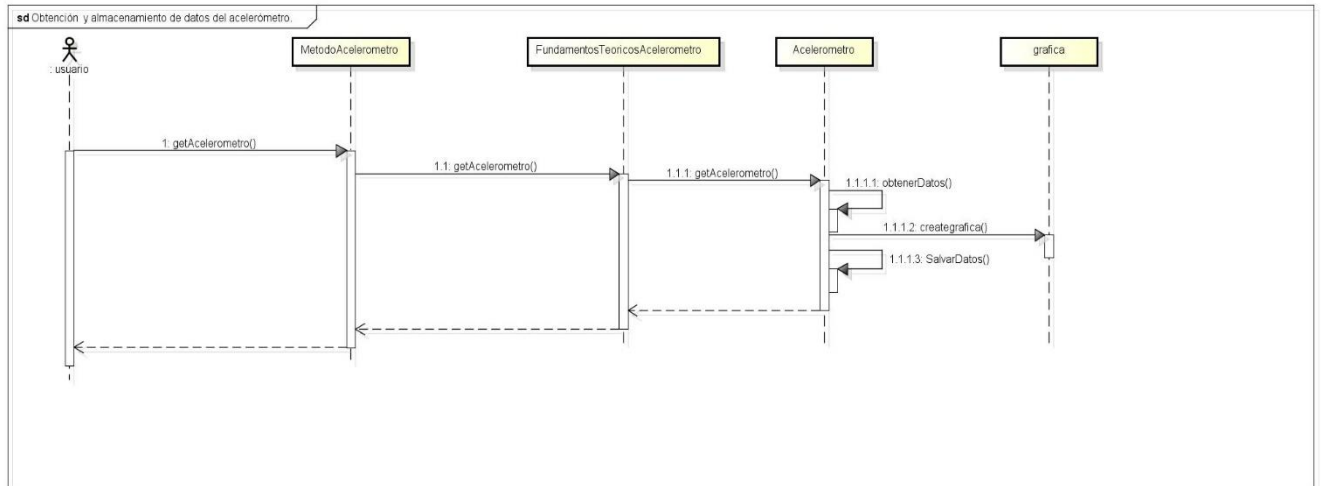


Ilustración 21. Diagrama de secuencia obtención y almacenamiento de datos del acelerómetro.

## MEDICIÓN DEL PÉNDULO SIMPLE MEDIANTE BALANCEO.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea realizar la medición del péndulo simple mediante balanceo.

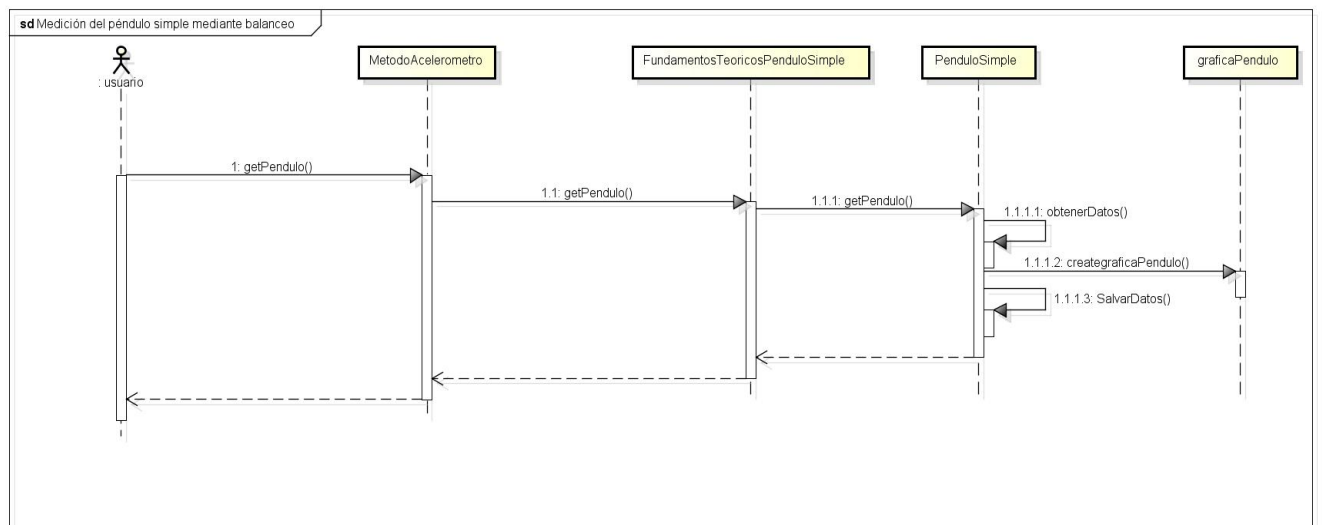


Ilustración 22. Diagrama de secuencia medición de péndulo simple mediante balanceo.

## MEDICIÓN DE LA CAÍDA LIBRE MEDIANTE CAÍDA DEL SMARTPHONE.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea realizar la medición de la caída libre mediante la caída del Smartphone.

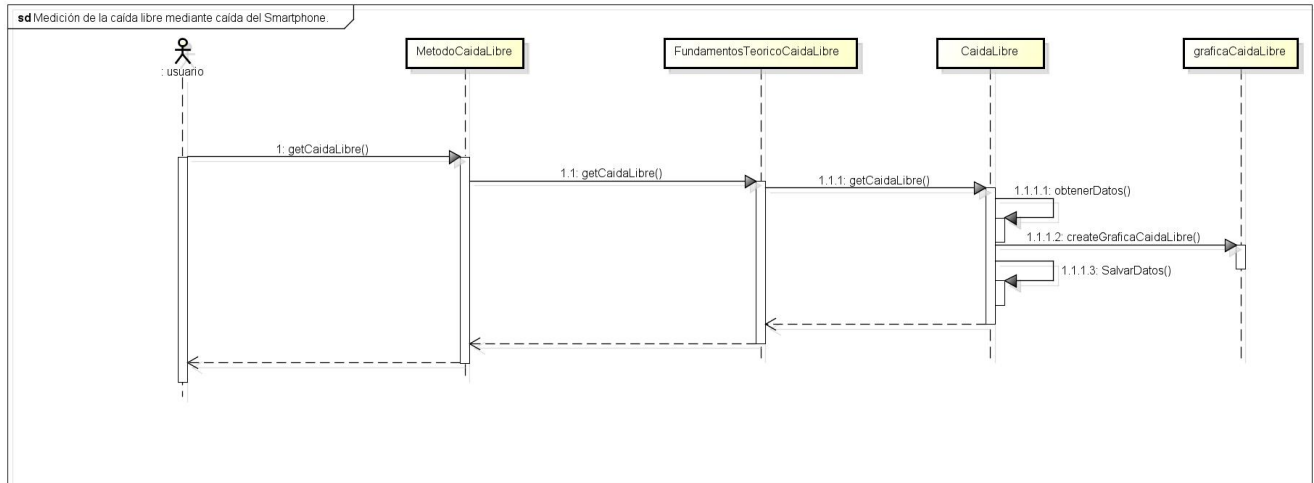


Ilustración 23. Diagrama de secuencia medición de la caída libre mediante la caída del Smartphone.

## MEDICIÓN DE BOTES DE PELOTA.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea realizar la medición de botes de pelota.

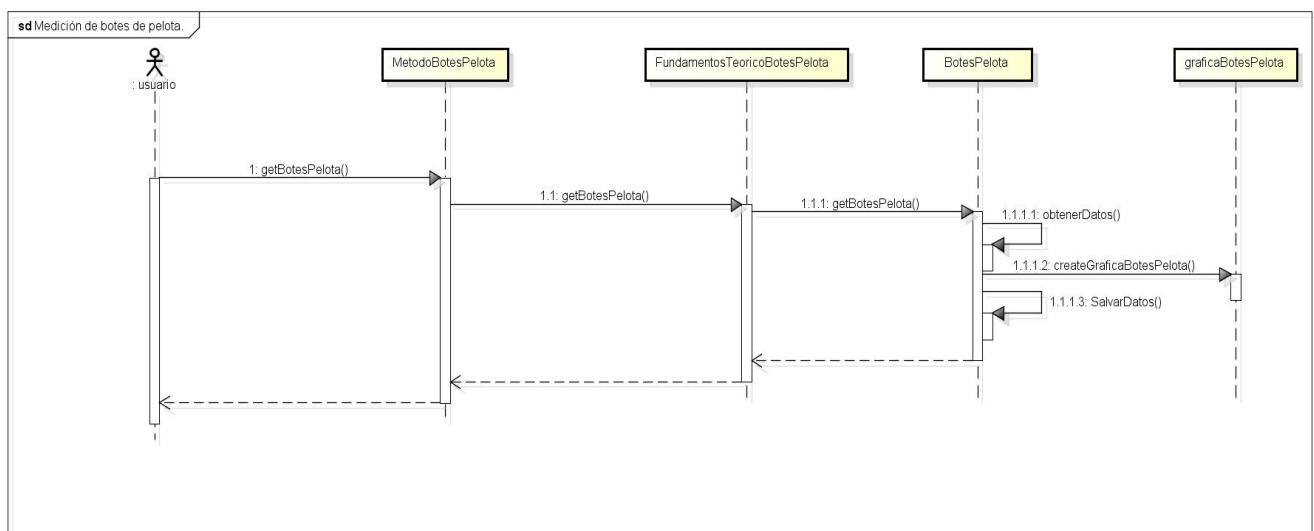


Ilustración 24. Diagrama de secuencia medición de botes de pelota.

## EXPORTACIÓN DE DATOS A UN FICHERO .CSV.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea realizar la exportación de datos a un fichero .csv.

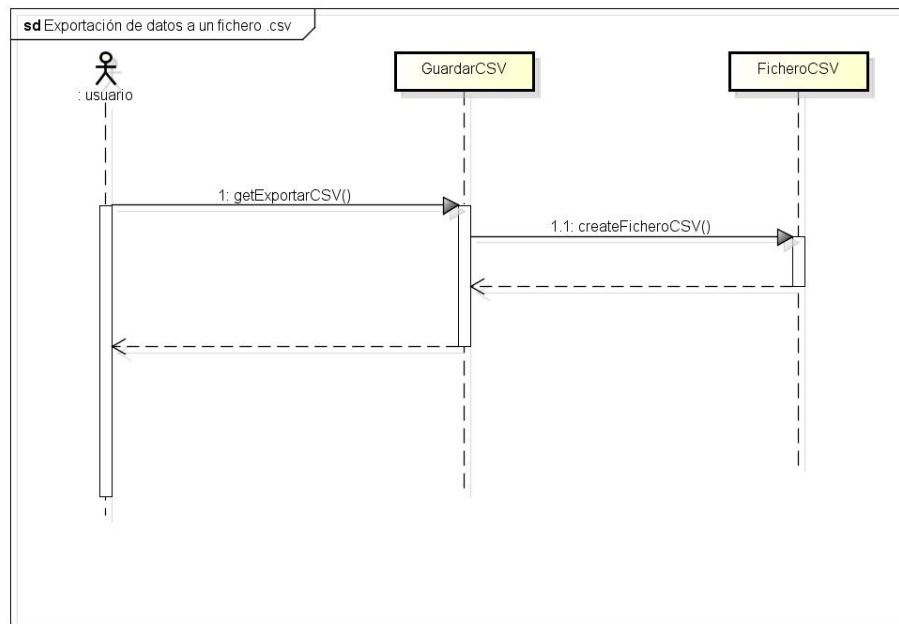


Ilustración 25. Diagrama de secuencia exportación de datos a un fichero .csv.

## EXPORTACIÓN DE DATOS A SERVIDOR WEB.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea realizar la exportación a servidor web.

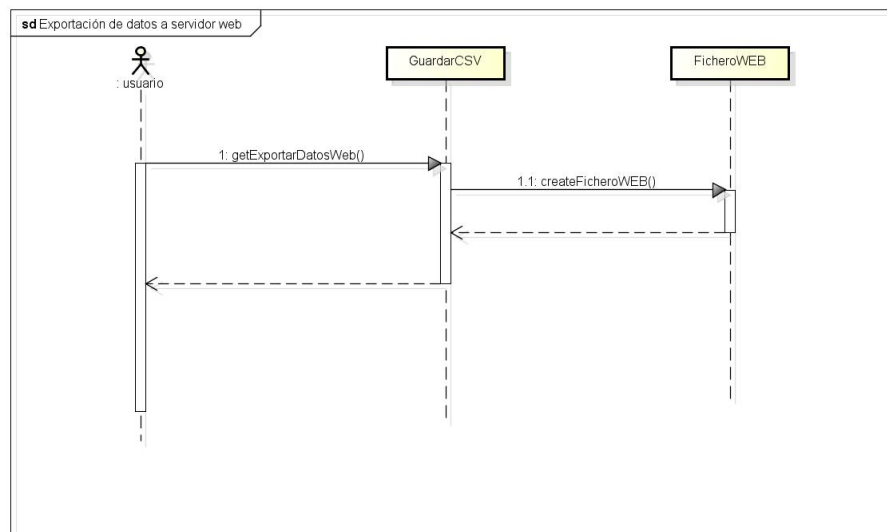


Ilustración 26. Diagrama de secuencia exportación de datos a servidor web.

## VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS EN APLICACIÓN MÓVIL.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que visualizar los resultados en la aplicación móvil.

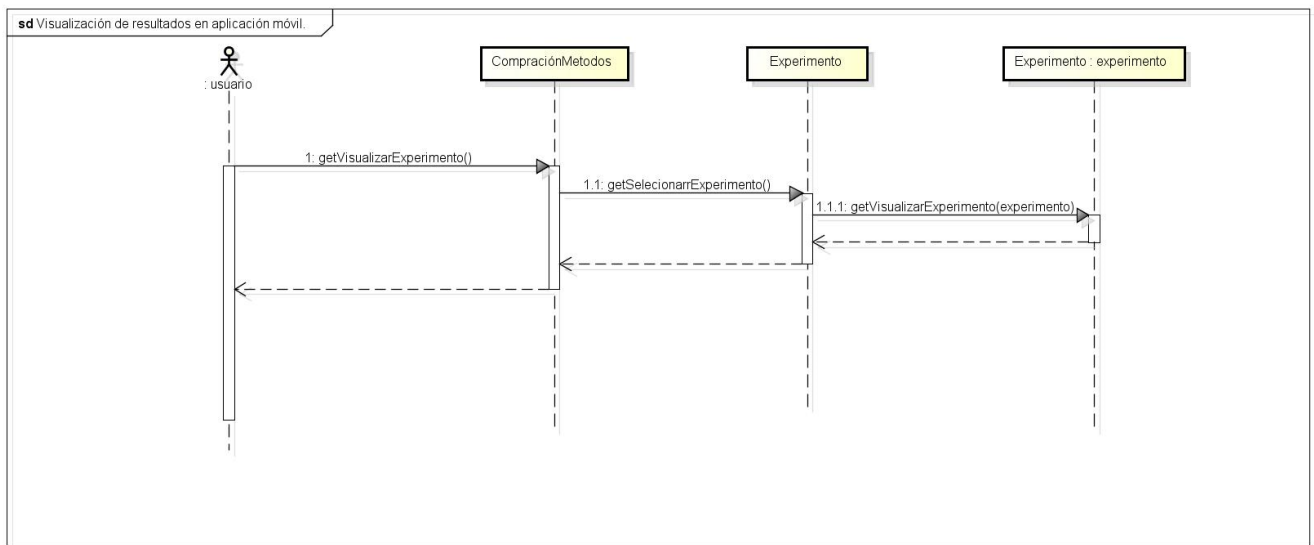


Ilustración 27. Diagrama de secuencia visualización de los resultados en la aplicación móvil.

## VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS PÁGINA WEB.

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que usuario desea visualizar los resultados en la página web.

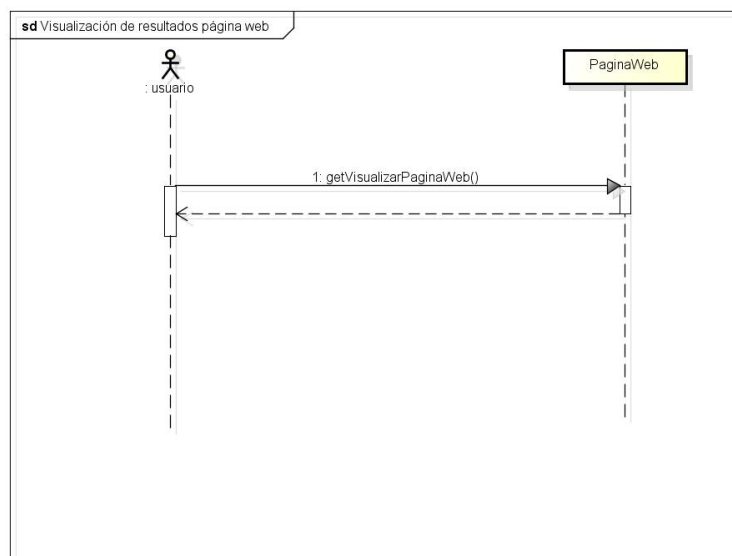


Ilustración 28. Diagrama de secuencia visualización de los resultados página web.

# **CAPÍTULO IV:**

# **DISEÑO**



# DIAGRAMAS DE CLASES

Realizada ya la etapa de análisis, pasamos a realizar la etapa de diseño de la aplicación. En los diagramas posteriores se irán comentando las clases que construyen la aplicación, mencionando las relaciones entre sí en las distintas pantallas de la aplicación a las que puede acceder el usuario.

Mediante el diseño, se pretende encontrar soluciones informáticas y técnicas para implementar y construir el sistema analizado en el transcurso de las fases anteriores. Tratemos de elaborar las diferentes capas del sistema y sus interacciones, primero a nivel general y luego en un nivel más detallado.

En primer lugar, se mostrará el diagrama de clases del sistema, y a continuación, las clases detalladas individualmente. Seguidamente, determinaremos los diagramas de secuencia.

Se debe intentar realizar un sistema Robusto. Para ello, se desarrollará un sistema que contenga una gestión de los errores, que se llevará a cabo mediante un mecanismo de excepciones.

Una vez definida la arquitectura que va a tener el sistema y realizado el análisis del mismo, procedemos a la realización del diagrama que servirá como base para la etapa posterior de construcción.

## DIAGRAMA DE CLASES COMPLETO

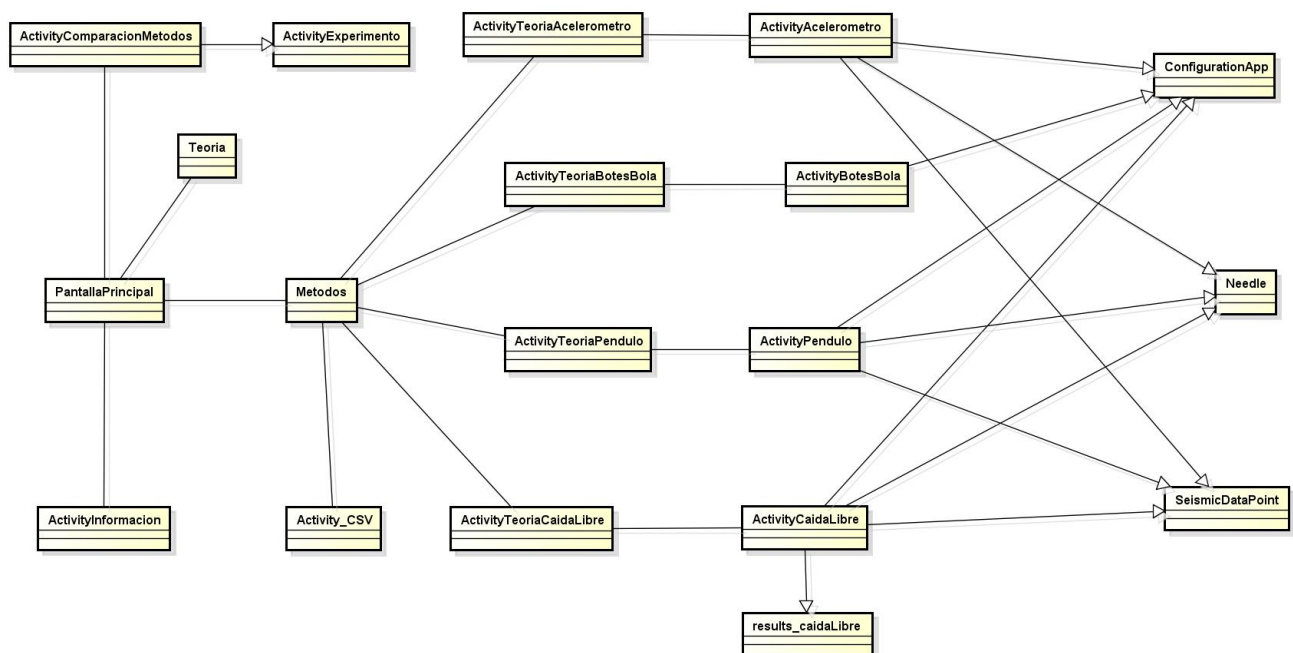


Ilustración 29. Diagrama de clases completo

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.

**PantallaPrincipal:** clase que representa la actividad inicial de la aplicación desde la cual accederemos a cualquier apartado de la aplicación.

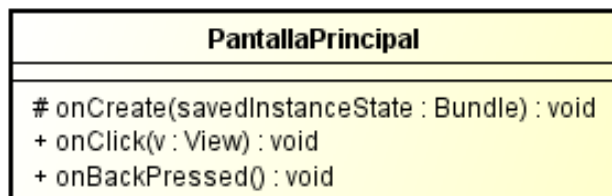


Ilustración 30. Clase PantallaPrincipal

**Teoria:** clase que representa la actividad de mostrar la teoría de la aplicación por pantalla.

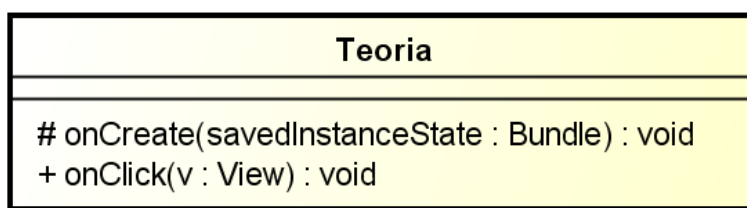


Ilustración 31. Clase Teoria.

**ActivityComparacionMetodos:** clase que representa la actividad de comparación de métodos donde se muestra la lista de todos los experimentos guardados por el usuario en el Smartphone.

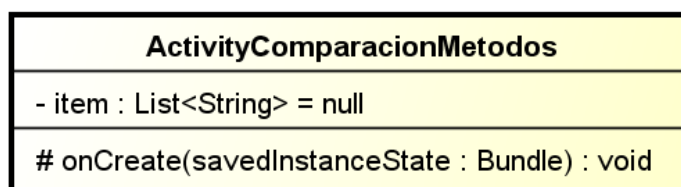


Ilustración 32. Clase ActivityComparacionMetodos



**ActivityExperimento:** clase que representa la actividad donde se muestran los datos del experimento previamente seleccionado.

ActivityExperimento
~ NombreExperimento : String
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void

Ilustración 33. Clase ActivityExperimento

**ActivityInformacion:** clase que representa la actividad que muestra la información sobre quien ha desarrollado la aplicación y los tutores de proyecto.

ActivityInformacion
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void

Ilustración 34. Clase ActivityInformacion

**Activity\_CSV:** clase que representa la actividad de guardar los datos de CSV y en el servidor web después de haber realizado todos los experimentos y haber obtenido las coordenadas.

Activity_CSV
~ date : String ~ time : String ~ locLongitud : String ~ locLatitud : String ~ mediaMetodo1 : String ~ errorMetodo1 : String ~ mediaMetodo2 : String ~ errorMetodo2 : String ~ mediaMetodo3 : String ~ errorMetodo3 : String ~ mediaMetodo4 : String ~ errorMetodo4 : String
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void - comenzarLocalizacion() : void - mostrarPosicion(loc : Location) : void + onBackPressed() : void

Ilustración 35. Clase Activity\_CSV

**Metodos:** clase que representa la actividad de la pantalla de métodos, desde la cual podemos acceder a cualquiera de los métodos y además, también podemos acceder a resultados.

Metodos
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onClick(v : View) : void + onBackPressed() : void

Ilustración 36. Clase Metodos

**ActivityTeoriaAcelerometro:** clase que representa la actividad que muestra la teoría del acelerómetro y nos lleva a realizar el experimento del mismo.

ActivityTeoriaAcelerometro
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onClick(v : View) : void + onBackPressed() : void

Ilustración 37. Clase ActivityTeoriaAcelerometro

**ActivityTeoriaCaidaLibre:** clase que representa la actividad que muestra la teoría de la caída libre y nos lleva a realizar el experimento de este método.

ActivityTeoriaCaidaLibre
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onClick(v : View) : void + onBackPressed() : void

Ilustración 38. Clase ActivityTeoriaCaidaLibre

**ActivityTeoriaBotesBola:** clase que representa la actividad que muestra la teoría de los botes de bola y nos lleva a realizar el experimento correspondiente a dicha teoría.

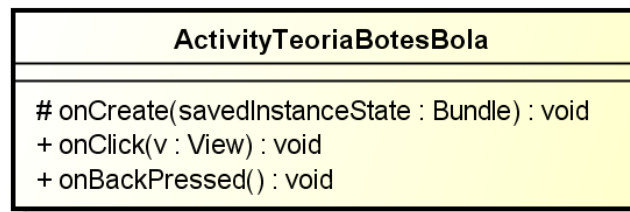


Ilustración 39. Clase ActivityTeoriaBotesBola

**ActivityTeoriaPendulo:** clase que representa la actividad que muestra la teoría del péndulo simple y nos lleva a realizar el experimento del mismo.

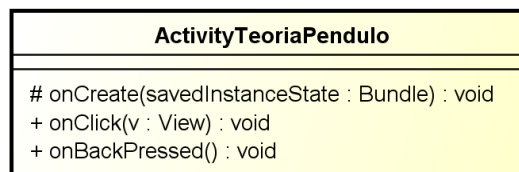


Ilustración 40. Clase ActivityTeoriaPendulo.

**ActivityAcelerometro:** clase que representa la actividad que muestra el experimento del acelerómetro.

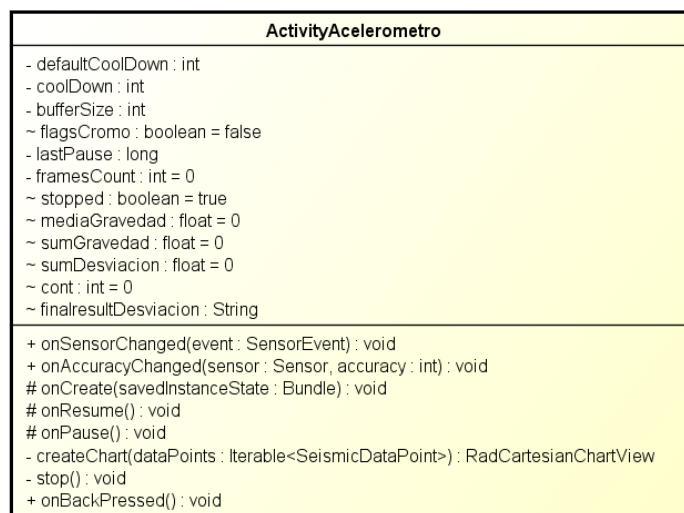


Ilustración 41. Clase ActivityAcelerometro.

**ActivityCaidaLibre:** clase que representa la actividad que muestra el experimento de caída libre.

ActivityCaidaLibre
<pre> - defaultCoolDown : int - coolDown : int - bufferSize : int ~ flagsCromo : boolean = false ~ caida : boolean = false ~ caidaRealizada : boolean = false - framesCount : int = 0 ~ ultimoLongitud : double = 0 ~ primerLongitud : double = 0 ~ stopped : boolean = true ~ finalizado : boolean = false ~ tiempo : double ~ tomas : int ~ ArrayTiempo : ArrayList&lt;Float&gt; = new ArrayList&lt;Float&gt;() ~ ArrayLongitud : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ ArrayGravedad : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ sLongitud : String ~ lLongitud : int ~ contadorTomas : int ~ longitudmetros : double ~ gravedadValor : double = 0 ~ xmedia : double = 0 ~ ymedia : double = 0 ~ b : double = 0 ~ gravedadErrorValor : double = 0 ~ lStartTime : long ~ lEndTime : long ~ difference : long ~ sxy : double = 0 ~ sx : double = 0 ~ sy : double = 0 ~ sxx : double = 0 ~ r : double = 0  + onSensorChanged(event : SensorEvent) : void + onAccuracyChanged(sensor : Sensor, accuracy : int) : void # onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void - mostrarDatos() : void - startComprobacion() : boolean # onResume() : void # onPause() : void - createChart(dataPoints : Iterable&lt;SeismicDataPoint&gt;) : RadCartesianChartView - stop() : void - graficaResultado() : void - generateData() : DataPoint[] - initData() : void + onBackPressed() : void </pre>

**Ilustración 42. Clase ActivityCaidaLibre**

**ActivityBotesBola:** clase que representa la actividad que muestra el experimento de botes de bola.

ActivityBotesBola
<pre> ~ sLongitud : String ~ gravedadValor : double ~ gravedadErrorValor : double ~ kValor : double ~ kErrorValor : double ~ h1 : double ~ k : double ~ h2 : double ~ tomas : int ~ contadorTomas : int ~ lLongitud : int ~ lStartTime : long ~ lEndTime1 : long ~ lEndTime2 : long ~ lEndTime3 : long ~ difference1 : long ~ difference2 : long ~ difference3 : long ~ gravedad : double ~ difference1x : double ~ difference2x : double ~ difference3x : double ~ Arrayd1 : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ Arrayd2 : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ Arrayd3 : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ Arrayk : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ Arrayh1 : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ Arrayh2 : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;() ~ ArrayGravedad : ArrayList&lt;Double&gt; = new ArrayList&lt;Double&gt;()  # onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void - mostrarDatos() : void - startComprobacion() : boolean + onBackPressed() : void </pre>

**Ilustración 43. Clase ActivityBotesBola**

**ActivityPendulo:** clase que representa la actividad que muestra el experimento de péndulo simple.

ActivityPendulo
- defaultCoolDown : int - coolDown : int - X_AXIS_INDEX : int = 0 - Y_AXIS_INDEX : int = 1 - Z_AXIS_INDEX : int = 2 - currentAxisIndex : int = X_AXIS_INDEX - bufferSize : int ~ ArrayGravedad : ArrayList<Double> = new ArrayList<Double>() ~ flagsCromo : boolean = false ~ finalizado : boolean = false ~ valorGravedad : double = 9.81 - framesCount : int = 0 ~ stopped : boolean = true ~ Agravidad : double = 0 ~ ultimovalor : float = 0 ~ gravedadErrorValor : double ~ flagsperiodo : boolean = false ~ contPeriodo : int ~ tiempoMedida : int ~ sCentimetros : String ~ sSegundos : String
+ onSensorChanged(event : SensorEvent) : void + onAccuracyChanged(sensor : Sensor, accuracy : int) : void # onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void - mostrarDatos() : void - startComprobacion() : boolean # onResume() : void # onPause() : void - createChart(dataPoints : Iterable<SeismicDataPoint>) : RadCartesianChartView - stop() : void + onBackPressed() : void

Ilustración 44. Clase ActivityPendulo.

**results\_caidaLibre:** clase que representa la actividad que trata los datos de la actividad de caída libre.

results_caidaLibre
- resultado : double - result : double
+ results_caidaLibre(resultado : double, result : double) + getResult() : double + setResult(result : double) : void

Ilustración 45. Clase results\_caidaLibre.

**ConfigurationApp:** clase que representa la actividad de cambiar las gráficas de color o la velocidad de toma de datos.

ConfigurationApp
# onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void - elegirColor() : void - elegirVelocidad() : void

Ilustración 46. Clase ConfigurationApp.

**Needle:** clase que representa la actividad que trata los datos obtenido por el sensor del acelerómetro y los muestra en las gráficas.

Needle
- offsetRight : float - width : int
+ Needle(context : Context, offsetRight : float) + updatePosition(y : float) : void + typedValueToPixels(valueType : int, value : float) : float # onSizeChanged(w : int, h : int, oldw : int, oldh : int) : void # onDraw(canvas : Canvas) : void

Ilustración 47. Clase Needle.

**SeismicDataPoint:** clase que representa los puntos X e Y de las coordenadas obtenidas por el acelerómetro.

SeismicDataPoint
+ x : int + y : float
+ SeismicDataPoint(x : int, y : float)

Ilustración 48. Clase SeismicDataPoint.

## DIAGRAMAS DE SECUENCIA

A continuación mostraremos los diagramas de secuencia de todas las pantallas de la aplicación. Los diagramas de secuencia han sido sintetizados y resumidos para mejorar la comprensión de ellos mismos. Si se quiere ver el comportamiento en profundidad de la aplicación, basta con visualizar el código fuente en el CD que se adjunta junto a la memoria. También se incluirán las ilustraciones en una carpeta en el CD entregado para poder visualizar todos los diagramas con mayor definición.

## PANTALLA PRINCIPAL

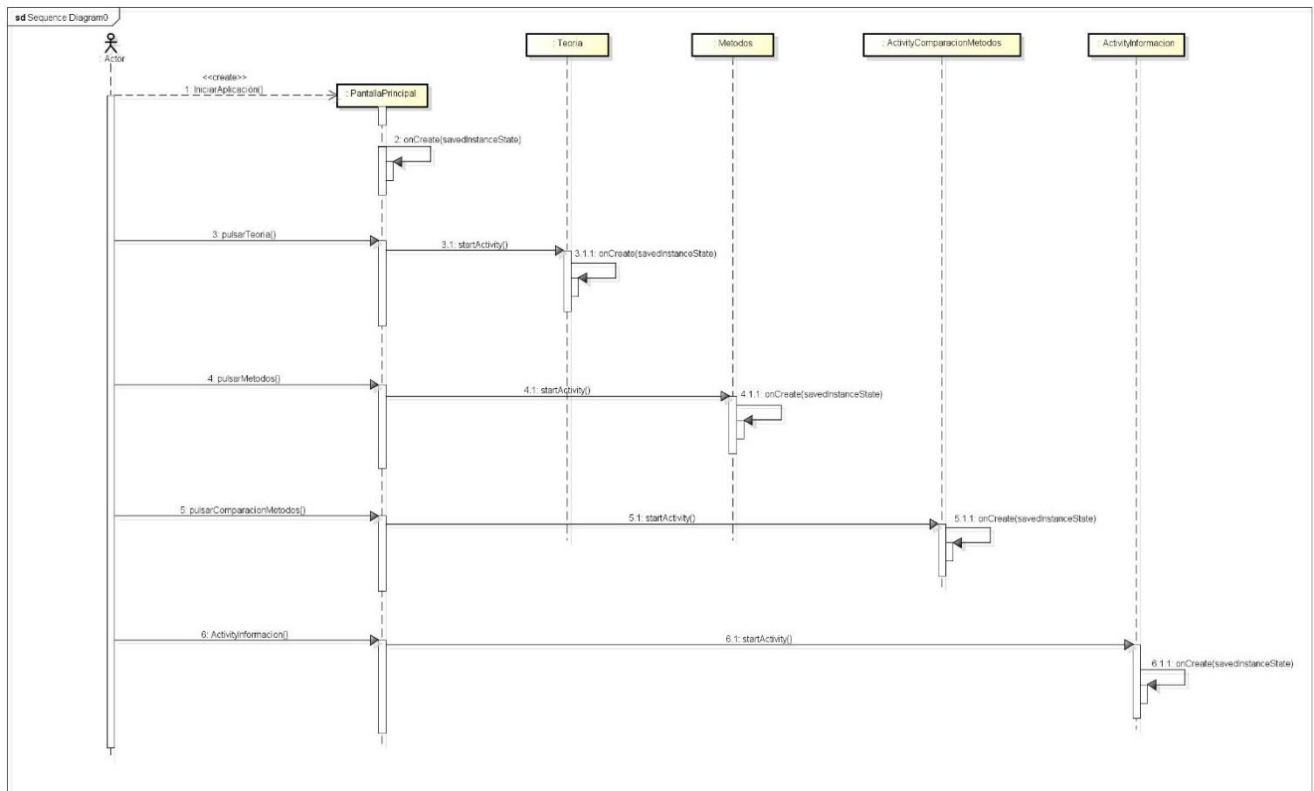


Ilustración 49. Diagrama de secuencia Pantalla Principal

## TEORIA

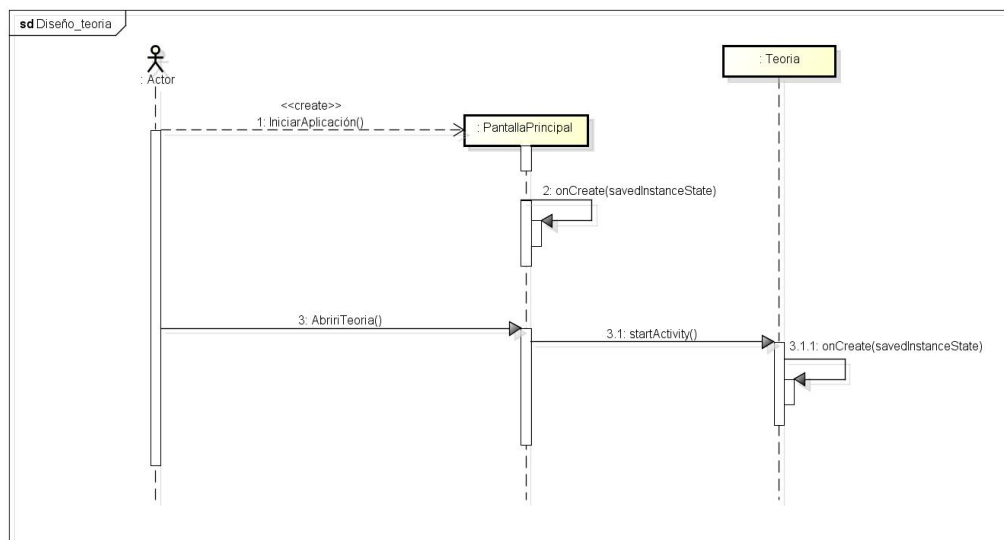


Ilustración 50. Diagrama de secuencia Fundamentos teóricos

# TEORIA ACELERÓMETRO

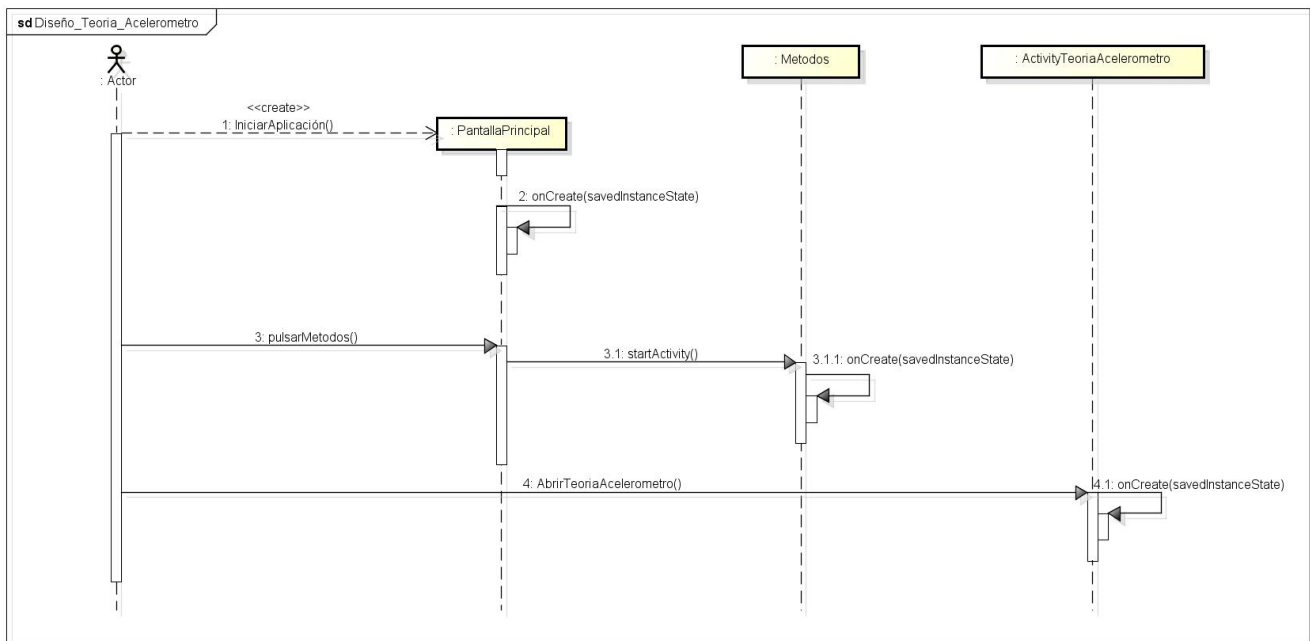


Ilustración 51. Diagrama de secuencia Teoría acelerómetro.

# TEORÍA PÉNDULO SIMPLE

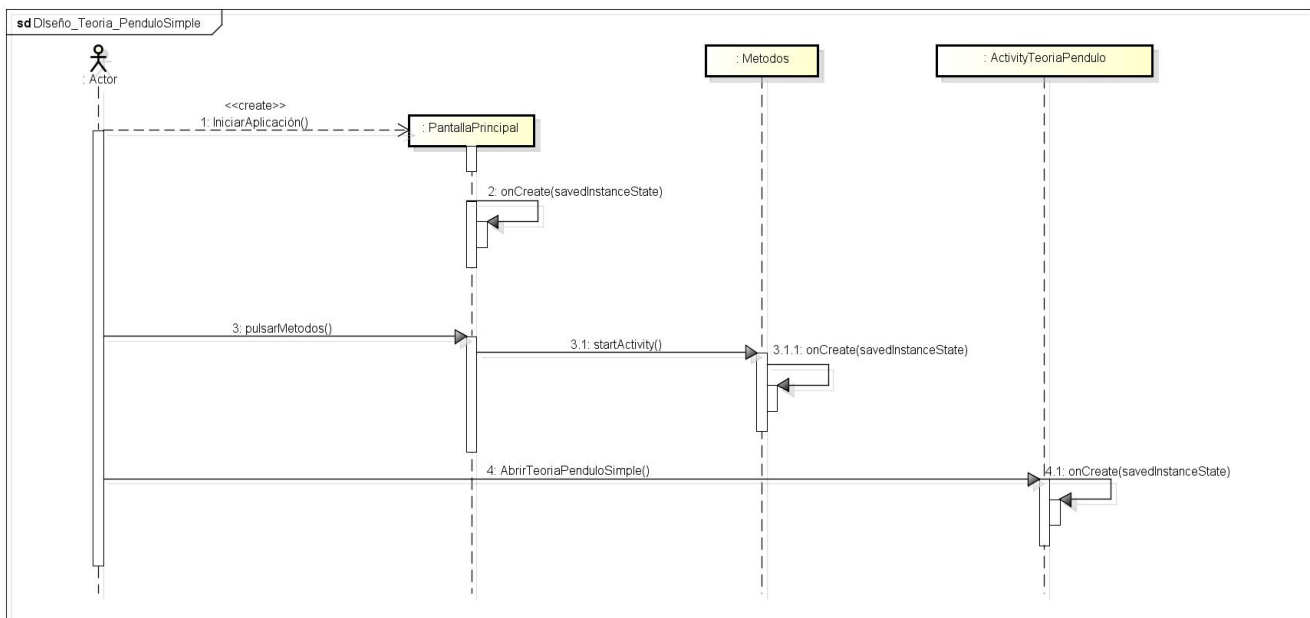


Ilustración 52. Diagrama de secuencia Teoría péndulo simple.



## TEORÍA CAÍDA LIBRE

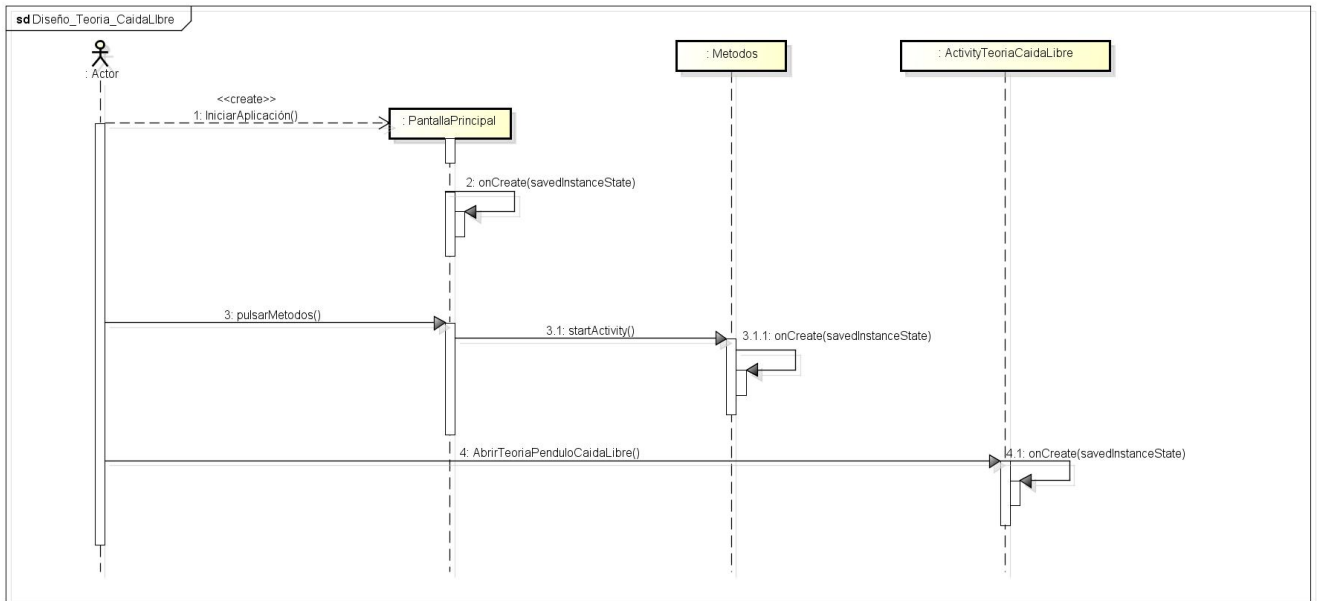


Ilustración 53. Diagrama de secuencia Teoría caída libre.

## TEORÍA BOTES BOLA

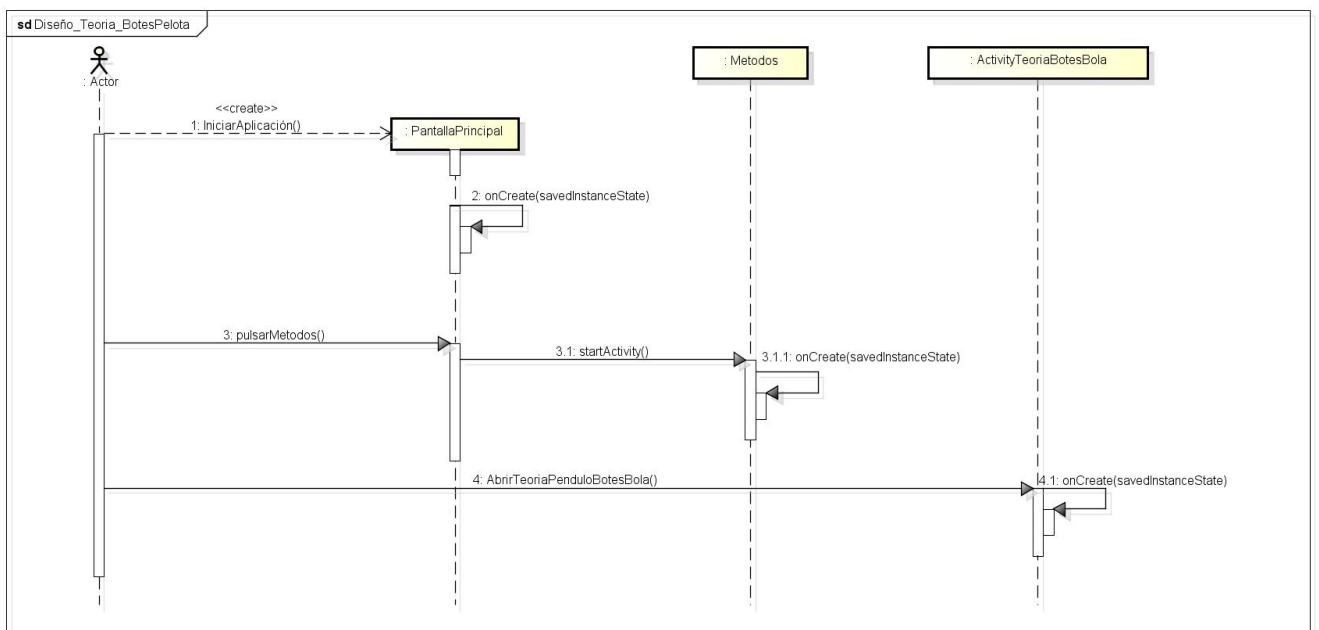


Ilustración 54. Diagrama de secuencia Teoría botes bola.

# INFORMACIÓN

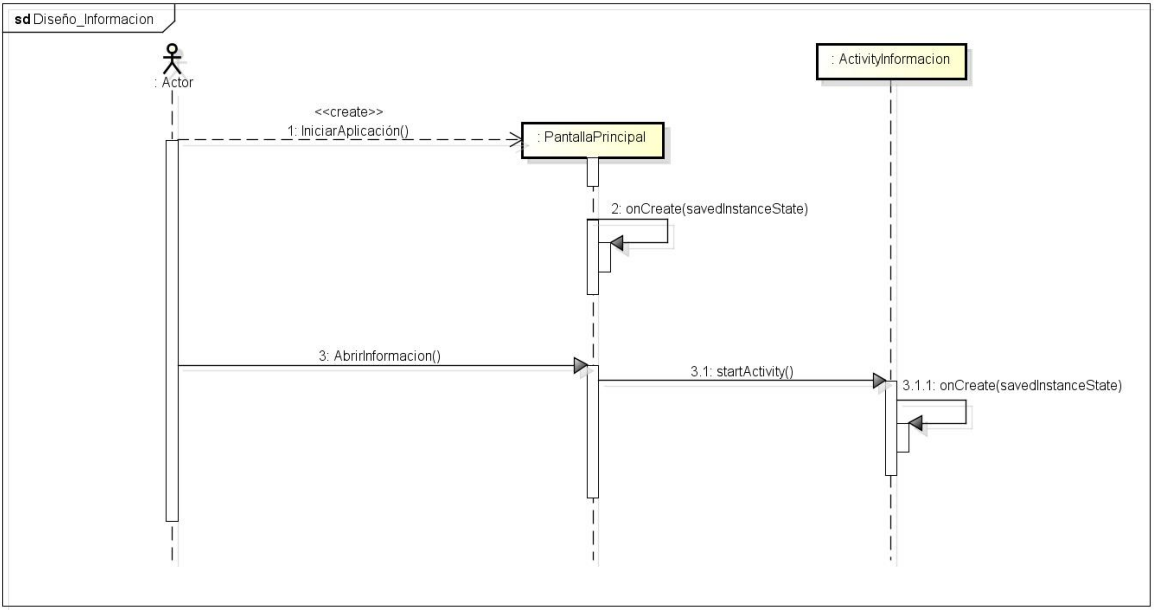


Ilustración 55. Diagrama de secuencia Información

# COMPARACIÓN DE MÉTODOS

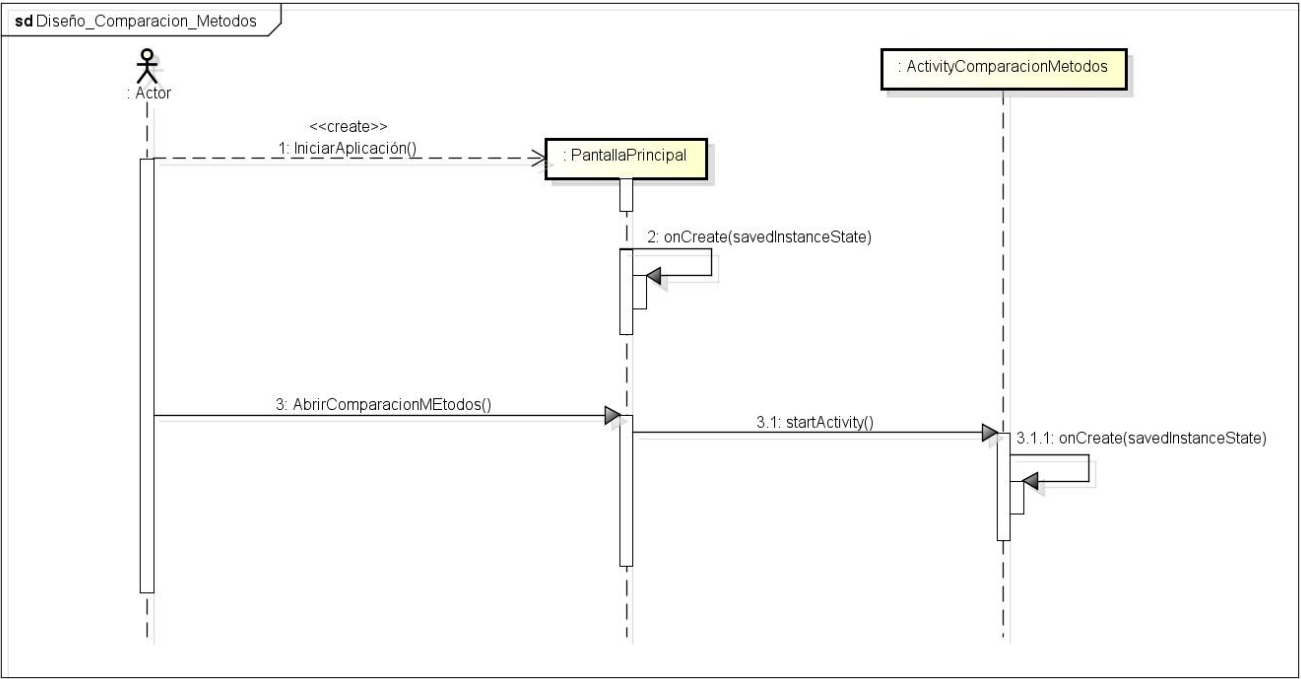


Ilustración 56. Diagrama de secuencia Comparación de métodos.

## EXPERIMENTO

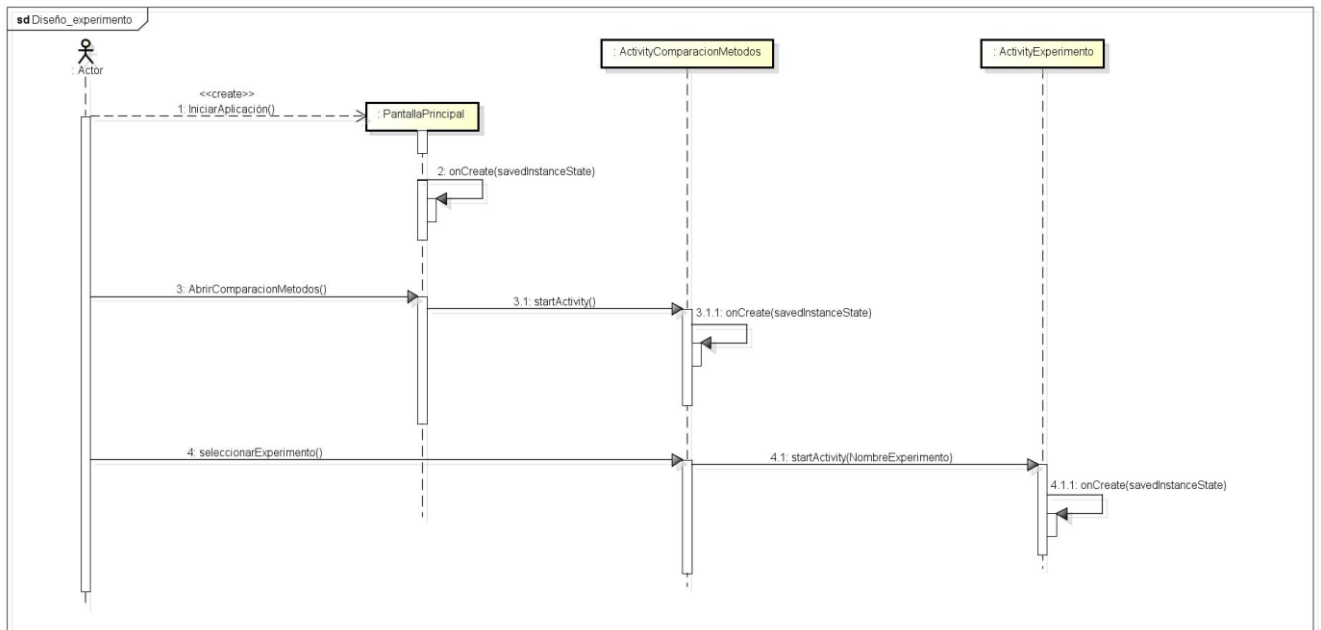


Ilustración 57. Diagrama de secuencia Experimento.

## MÉTODOS

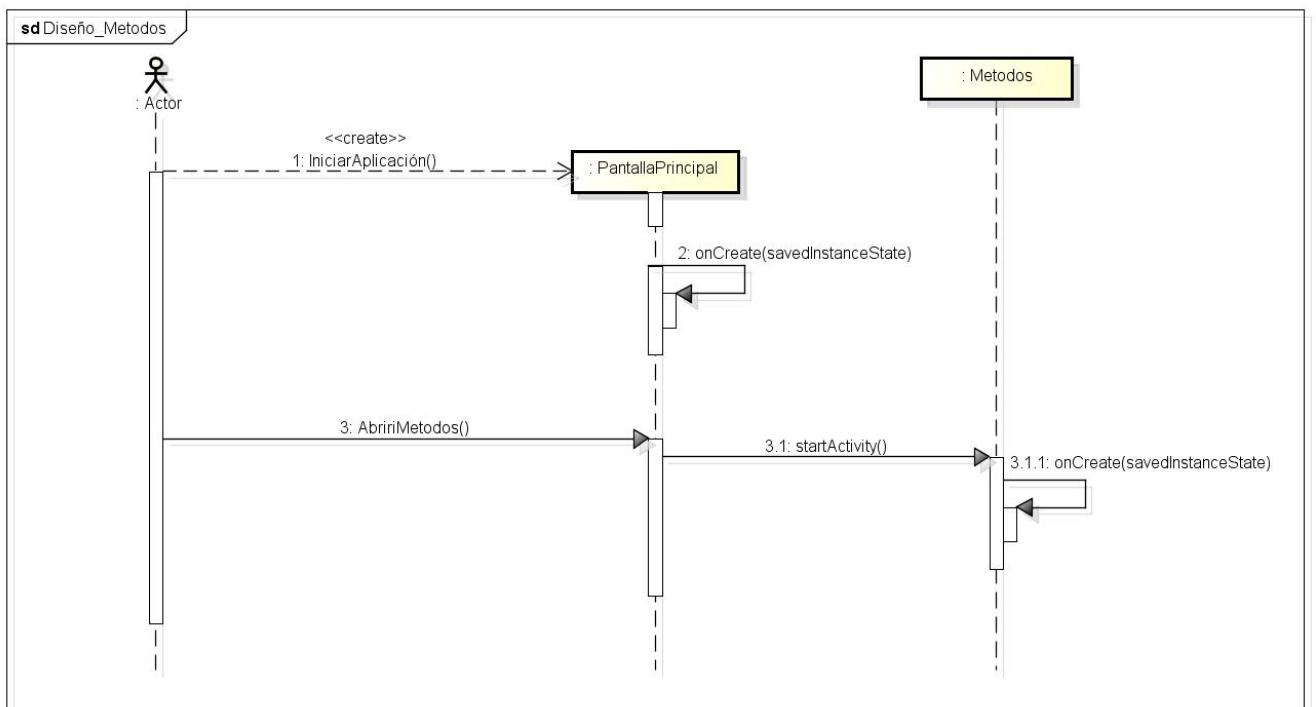


Ilustración 58. Diagrama de secuencia Métodos

# GUARDAR CSV

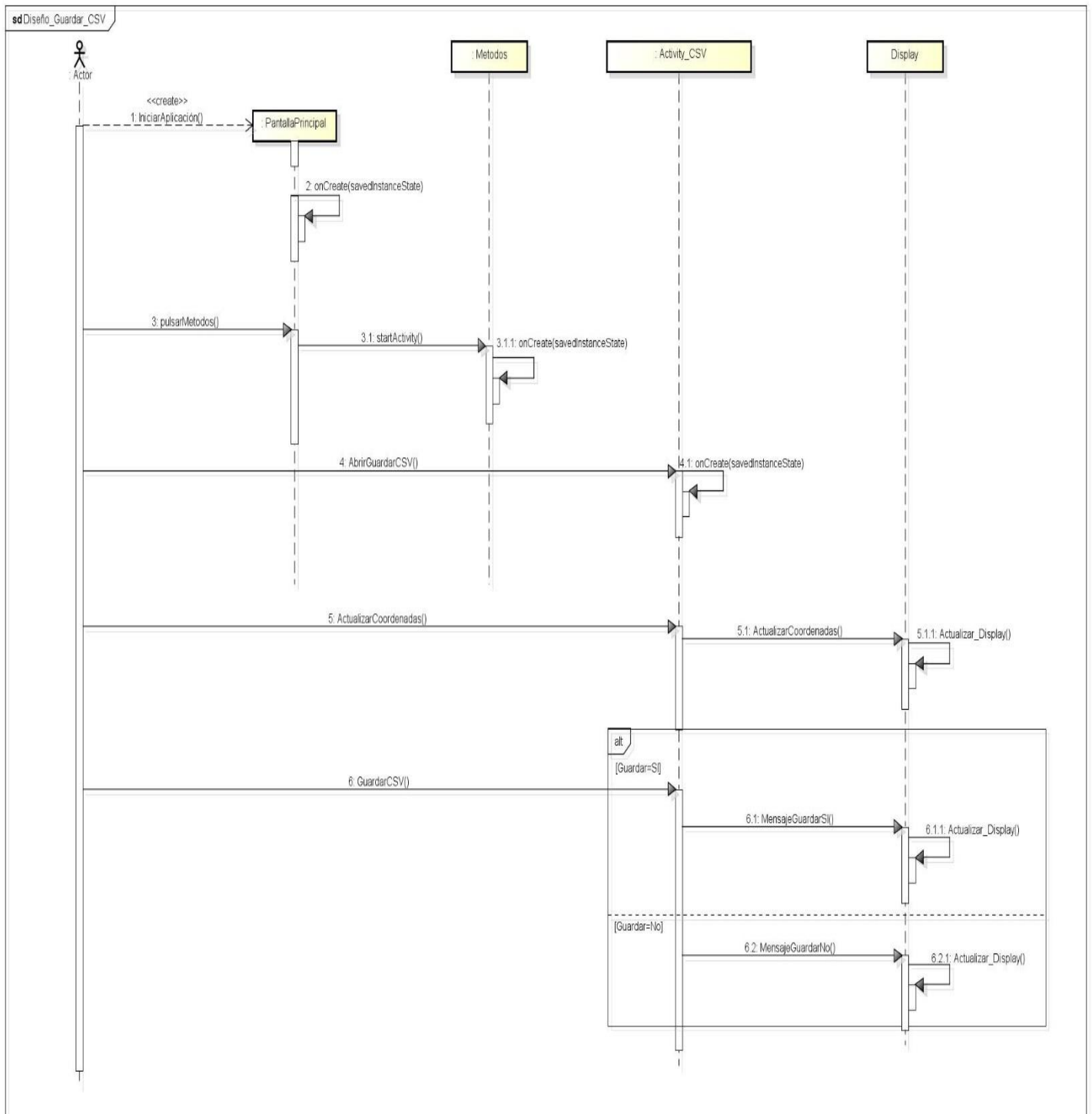


Ilustración 59. Diagrama de secuencia guardar csv.

# MÉTODO ACELERÓMETRO

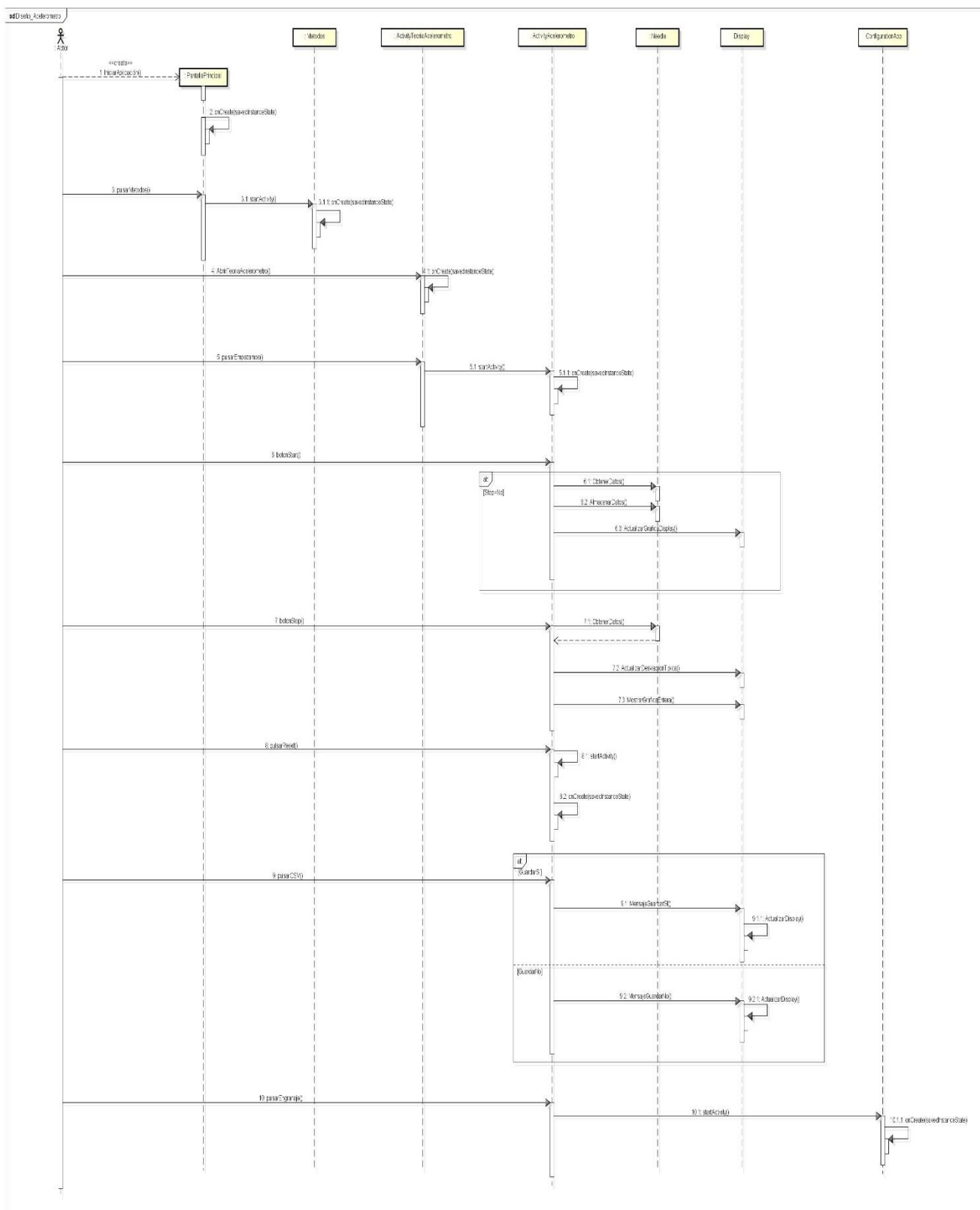


Ilustración 60. Diagrama de secuencia Método Acelerómetro.

# MÉTODO PÉNDULO SIMPLE

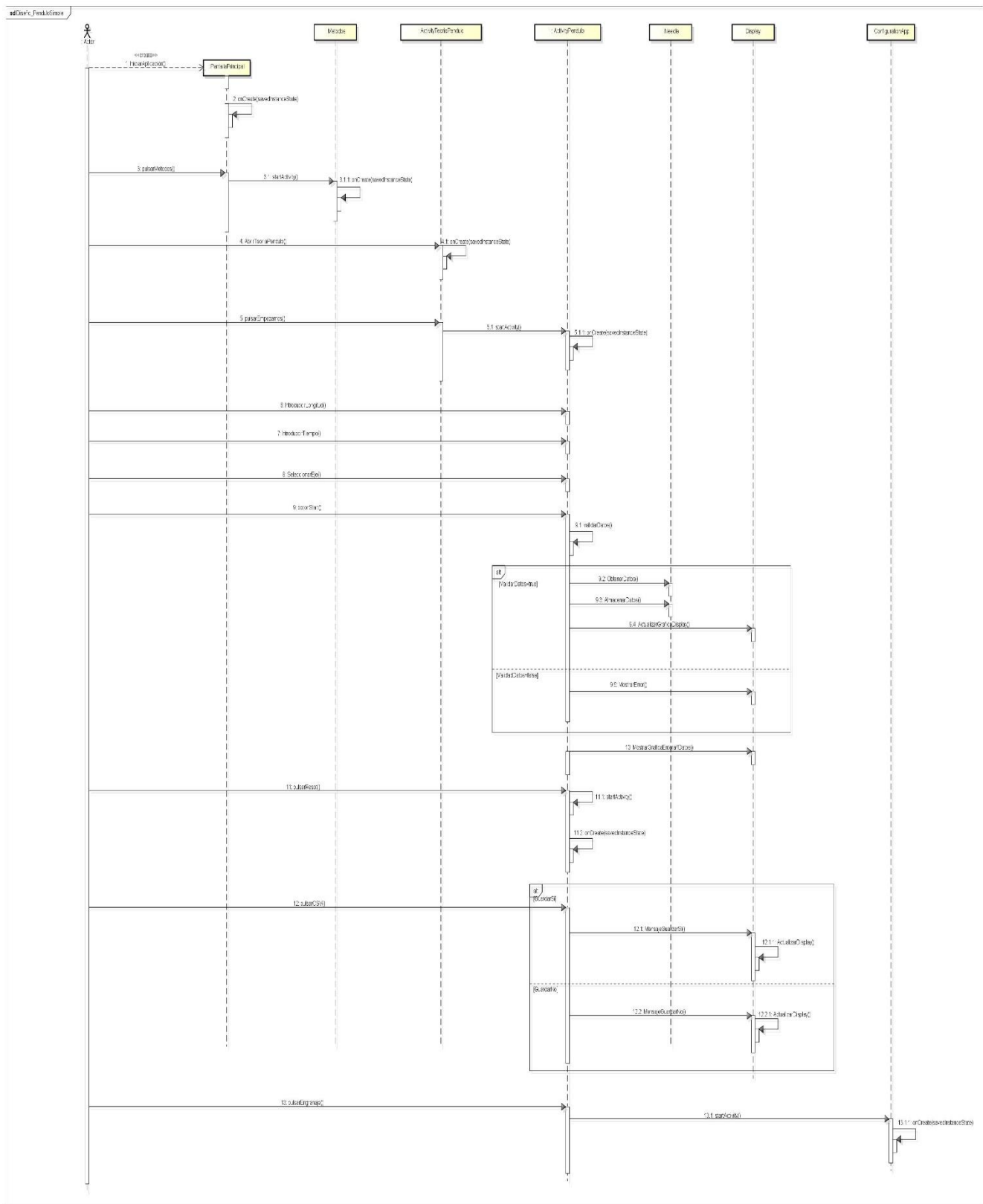


Ilustración 61. Diagrama de secuencia Método Péndulo Simple.

# MÉTODO CAÍDA LIBRE

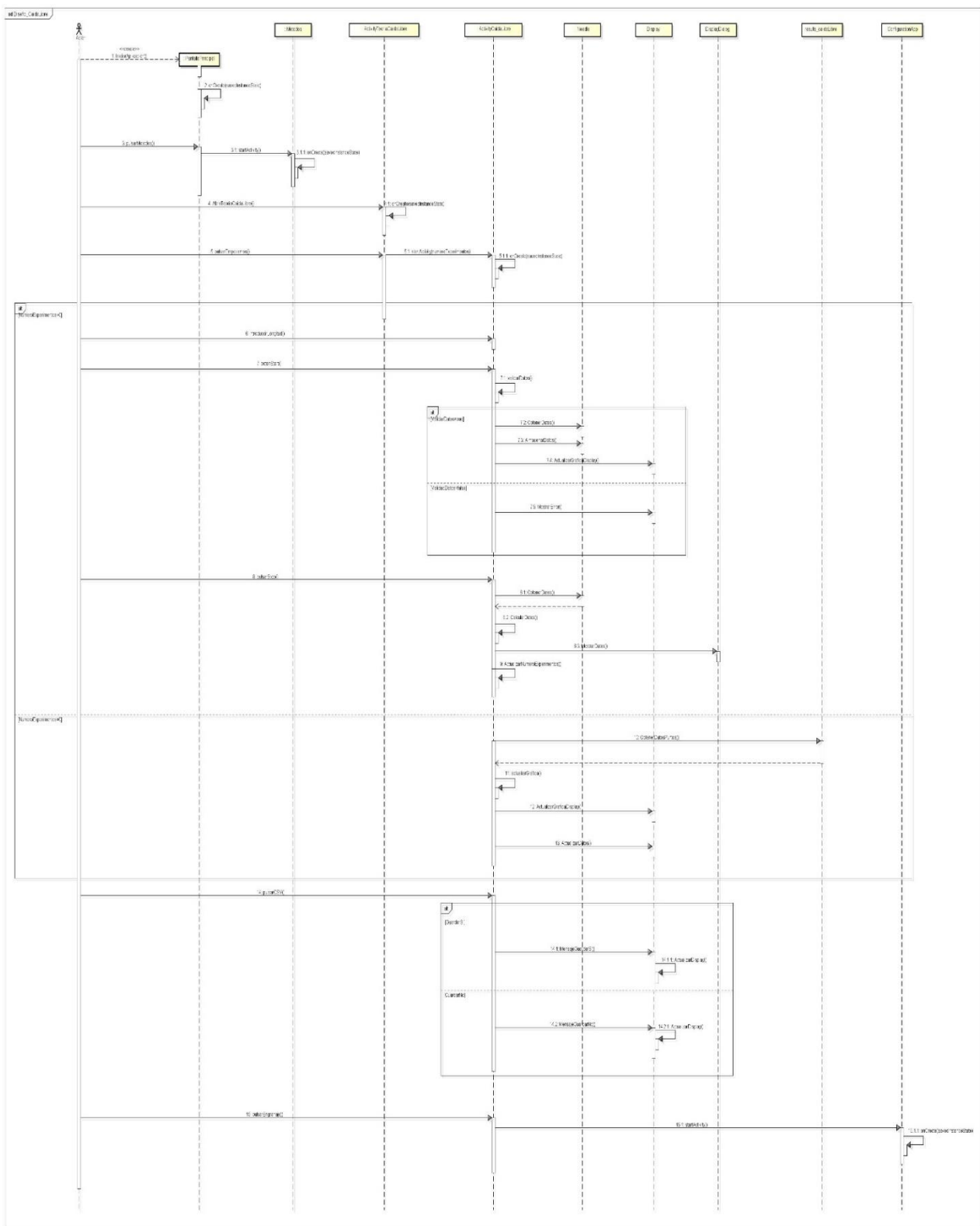
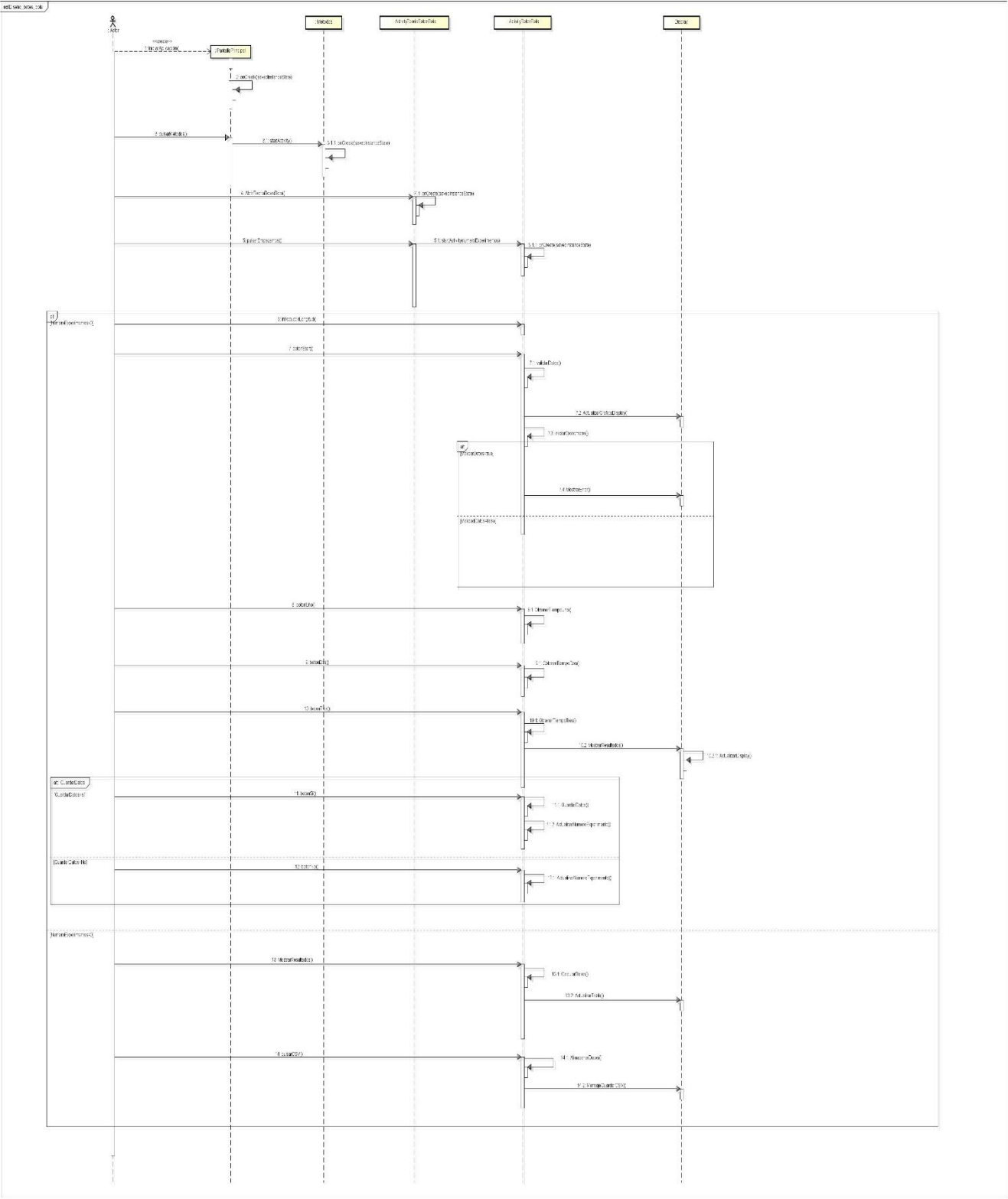


Ilustración 62. Diagrama de secuencia Método Caída Libre.

## MÉTODO BOTES BOLA



### Ilustración 63. Diagrama de secuencia Método Botes Bola.



## PANTALLA AJUSTE GRÁFICA

A la pantalla de cambio de ajustes de gráfica se puede acceder desde distintos métodos, como pueden ser el acelerómetro, péndulo simple y caída libre. En este caso lo haremos desde acelerómetro, pero en cualquiera de los tres, el diagrama de secuencia sería igual.

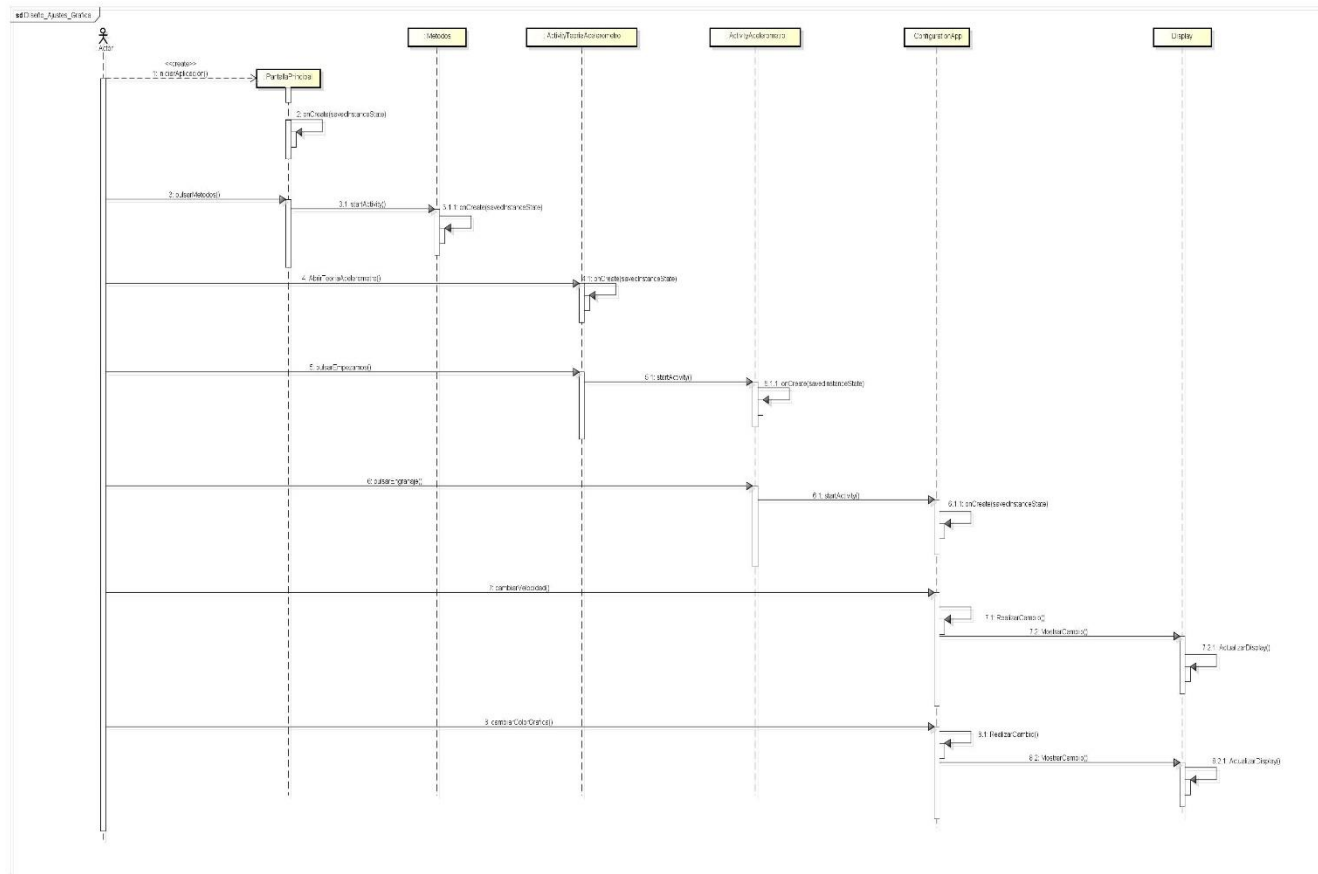


Ilustración 64. Diagrama de secuencia Ajuste Gráfica.



# **CAPÍTULO V:**

# **IMPLEMENTACIÓN**



# DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN

## ESTILO VISUAL

El estilo visual empleado en la aplicación ha sido elegido para ser lo más manejable y comprensible posible por cualquier usuario que desee usar la aplicación. El minimalismo, sencillez y facilidad de uso guían hoy en día los patrones de diseño, respecto al diseño de interfaces de usuario. Los colores y el estilo de la aplicación móvil han sido elegidos por el alumno, Ángel Gallego Jiménez. En cambio, los colores y el estilo elegidos para la página web han sido diseñados por el Departamento de Física Aplicada, para que todas sus web tengan el mismo patrón de diseño. <sup>[10]</sup>

La orientación del dispositivo varía según las pantallas, ya que en las pantallas de aspectos teóricos, la orientación es vertical, y no horizontal, por su facilidad de lectura. En cambio, en las pantallas donde encontraremos tablas o gráficas, la orientación es horizontal, por el mismo motivo anterior, ya que la facilidad de visualización de una gráfica, es más cómoda en una orientación horizontal.



Ilustración 65. Estilo visual de la pantalla principal de la aplicación modo vertical.

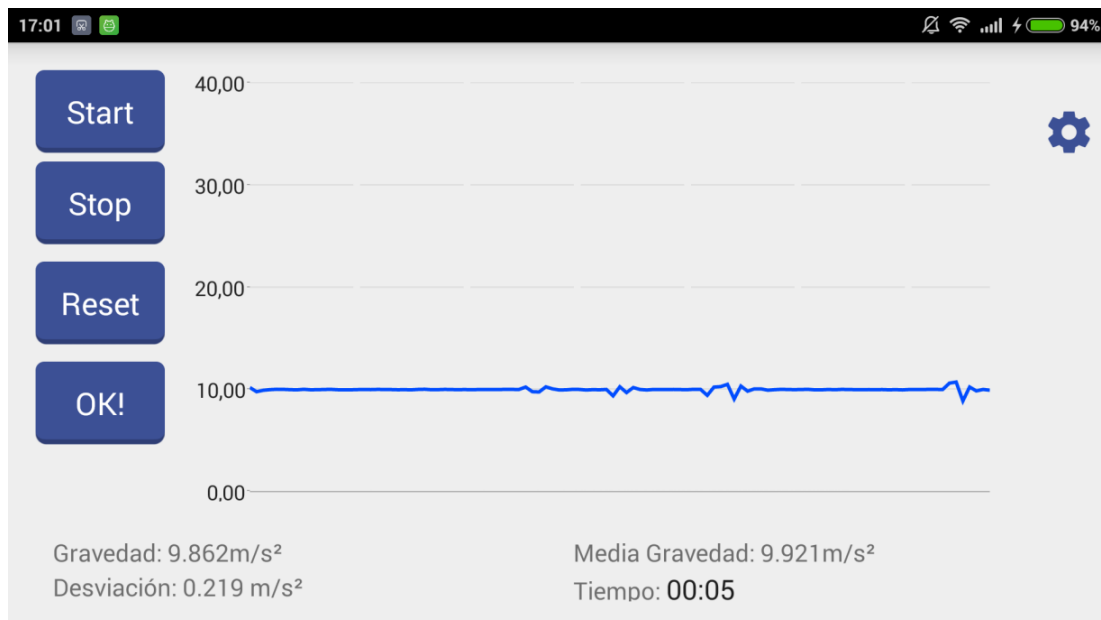


Ilustración 66. Estilo visual de método acelerómetro modo horizontal.

## GRÁFICAS DE DATOS

Para graficar los datos en tiempo real, se han utilizado dos librerías externas de Android. Esta elección ha sido tomada para elegir entre las opciones que mejor se adaptaban a nuestro objetivo en la aplicación. La librería más utilizada para las gráficas ha sido Telerik, que se ha empleado en todas aquellas en las que se quería mostrar los datos en tiempo real, ya que ha sido la librería más cómoda con la que trabajar este tipo de datos. <sup>[11]</sup>



Ilustración 67. Gráficas librería Telerik.

La segunda librería empleada en las gráficas de la aplicación ha sido Graph view, utilizada en el método de caída libre, tras haber realizado todos los experimentos que el usuario desea; la cual, muestra la recta obtenida más los puntos de las medidas. Graph view es la mejor librería encontrada para mostrar dos tipos distintos de representación gráfica en la misma gráfica. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo. <sup>[12]</sup>  
<sup>[13]</sup> <sup>[14]</sup> <sup>[16]</sup>

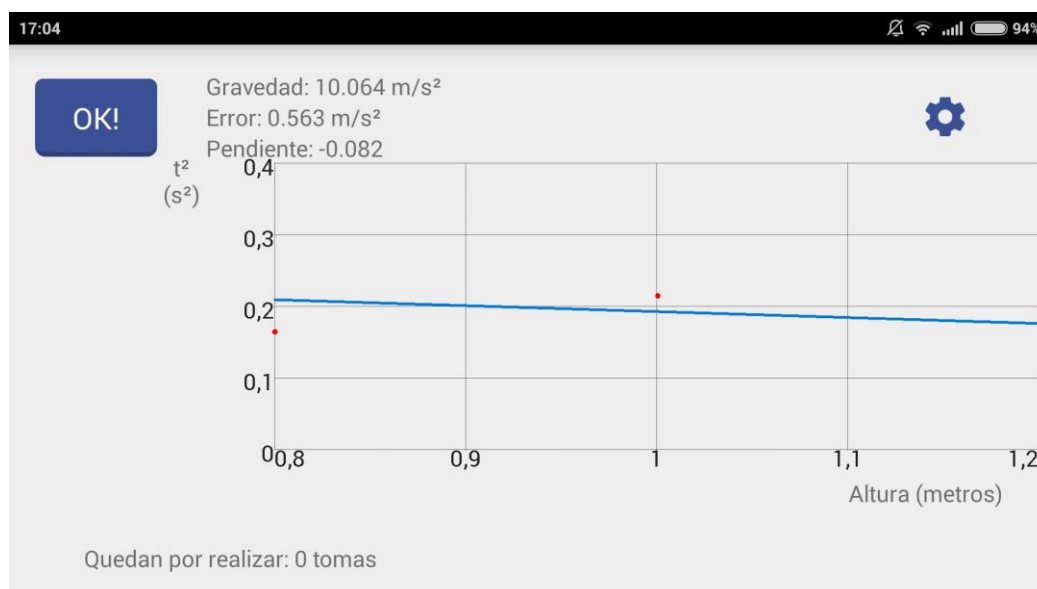


Ilustración 68. Gráficas librería Graph view.

Los datos obtenidos y mostrados en las gráficas se almacenan en la carpeta de la aplicación que se crea en la Tarjeta SD en la instalación de la misma. Cabe señalar que no es necesario que el usuario disponga de Tarjeta SD en el dispositivo para poder utilizar la aplicación, ya que, si el dispositivo no posee dicha tarjeta, para evitar que se queden archivos residuales en caso de desinstalación de esta, estos datos se guardarán en la memoria del teléfono. El único inconveniente será que no se borrarán al desinstalar la aplicación. Además, se han nombrado los ficheros con la fecha y hora del momento de su realización, para facilidad de uso del usuario.

## PROCESO DE MEDICIÓN

El proceso de medición de datos se ha realizado de dos formas. Una de ellas, la más empleada, es la que utiliza el sensor de acelerómetro de los Smartphone presente en el método del acelerómetro, caída libre y Péndulo, siguiendo en cada uno de ellos las pautas previstas y eligiendo el eje correcto en el Péndulo Simple o longitud en el caso del Péndulo Simple y caída libre, ofreciendo valores bastante exactos. A

continuación, se presenta una imagen del péndulo donde se muestran las oscilaciones normalizadas respecto a la semilla de la gravedad ( $Gravedad=9.81 \text{ m/s}^2$ ), donde se recogen los datos del sensor del acelerómetro. [11]



**Ilustración 69. Proceso de medición de datos mediante sensor acelerómetro.**

El otro método de medición de datos es el utilizado en el método de botes de pelota, el cual consiste en ir pulsando botones cuando se vea que la pelota bota en el suelo. En este procedimiento, se recogen tres botes de pelota y se obtiene los datos de las tres pulsaciones. Cabe señalar que es el método más impreciso de los cuatro, ya que depende de la habilidad de la persona que pulsa los botones cuando oye el sonido de la pelota. A continuación se muestra un experimento de este método. [22]

**Ilustración 70. Proceso de medición de datos mediante botones.**



## VISUALIZACIÓN DE DATOS

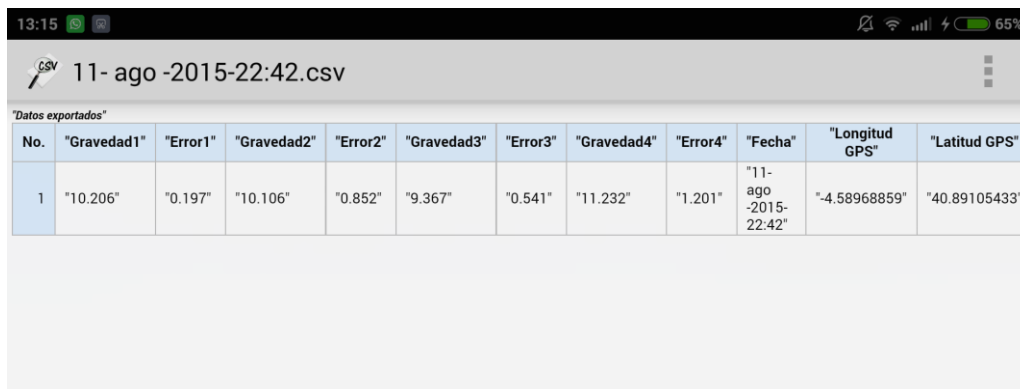
Para la visualización de los datos, una de las decisiones que se ha tomado, como anteriormente se mencionó, fue mostrarlos gráficamente, pero no es la única manera, ya que también se ha decidido mostrar los datos de la aplicación mediante tablas, como puede ser en el método de la bola botando o en la comparación de métodos, donde podemos observar el experimento que ha realizado cada usuario. Estas tablas son clases propias de Android. <sup>[19]</sup> <sup>[20]</sup>



Método 1: Acelerómetro	Gravedad: 10.206 m/s <sup>2</sup> Desviación: 0.197 m/s <sup>2</sup>
Método 2: Péndulo Simple	Gravedad: 10.106 m/s <sup>2</sup> Desviación: 0.852 m/s <sup>2</sup>
Método 3: Plano inclinado	Gravedad: 9.367 m/s <sup>2</sup> Desviación: 0.541 m/s <sup>2</sup>
Método 4: Caída Libre	Gravedad: 11.232 m/s <sup>2</sup> Desviación: 1.201 m/s <sup>2</sup>
Fecha	11- ago -2015-22:42
Longitud	-4.58968859
Latitud	40.89105433

**Ilustración 71. Tablas de comparación de métodos.**

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 al resto de archivos generados. A continuación se muestran los datos exportados a un archivo .csv, abierto con una aplicación externa. <sup>[18]</sup>



No.	"Gravedad1"	"Error1"	"Gravedad2"	"Error2"	"Gravedad3"	"Error3"	"Gravedad4"	"Error4"	"Fecha"	"Longitud GPS"	"Latitud GPS"
1	"10.206"	"0.197"	"10.106"	"0.852"	"9.367"	"0.541"	"11.232"	"1.201"	"11-ago-2015-22:42"	"-4.58968859"	"40.89105433"

Ilustración 72. Ejemplo fichero .csv

## LIBRERÍAS UTILIZADAS

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

- Chart-2014.1.0226.arr: librería utilizada para la visualización de la gráfica de Telerik.
- Opencsv-3.3.jar: librería utilizada para la escritura de los ficheros .csv.
- Parse-1.9.3.jar: librería utilizada para exportar los datos a servidor web.
- GraphView-4.0.0.jar: librería utilizada para la visualización de las gráficas de Graph view

# **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 probar las distintas respuestas que puede dar la aplicación ante información o acciones realizadas por el usuario de la aplicación.

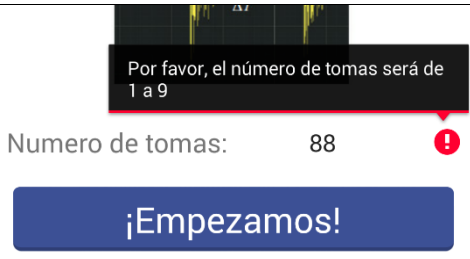
PDOM-0001	
<b>Descripción</b>	En la pantalla de teoría de botes de pelota, se intenta introducir un número mayor de nueve o menor de uno.
<b>Entrada</b>	
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra un mensaje de error indicando que el número de tomas será entre 1 y 9
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 65. Prueba de domino-0001

El número de tomas estará entre 1 y 9, tanto en el método de caída libre como de botes de pelota.

PDOM-0002	
<b>Descripción</b>	En la pantalla de péndulo simple o en todas aquellas en las que tengamos que introducir la longitud de la cuerda, de la caída del dispositivo o de la caída de la pelota nunca se puede dejar vacío.
<b>Entrada</b>	

<b>Resultado esperado</b>	Se muestra un mensaje de error para introducir la longitud en centímetros.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 66. Prueba de domino-0002

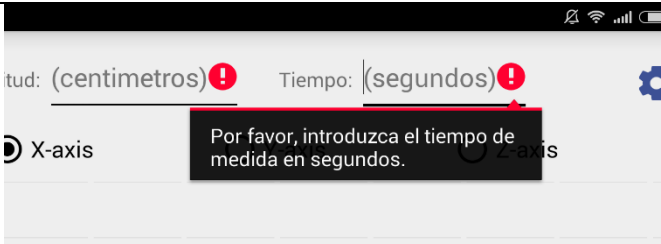
PDOM-0003	
<b>Descripción</b>	En la pantalla de péndulo simple o en todas aquellas en las que tengamos que introducir el tiempo de medida nunca se puede dejar vacío.
<b>Entrada</b>	
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra un mensaje de error para introducir la tiempo en segundos
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 67. Prueba de domino-0003


PDOM-0004	
<b>Descripción</b>	En la pantalla de todos los métodos cuando deseamos guardar los valores obtenidos de los métodos nos saldrá el siguiente mensaje si todo ha ido correctamente.
<b>Entrada</b>	
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra un mensaje que indica que los datos se han guardado correctamente.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 68. Prueba de domino-0004

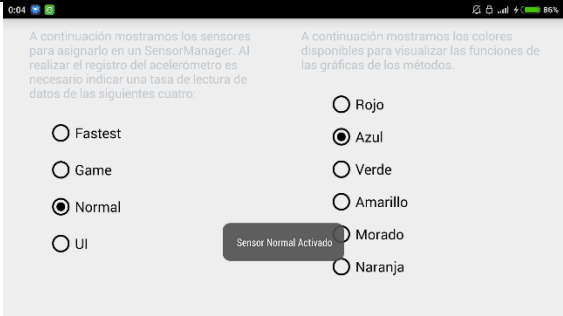
PDOM-0005	
<b>Descripción</b>	En la pantalla de ajuste de gráfica, cuando se desea cambiar la velocidad de recogida de datos, nos saldrá el siguiente mensaje si todo ha salido correctamente.
<b>Entrada</b>	
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra un mensaje que muestra que la velocidad del sensor ha cambiado.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 69. Prueba de domino-0005

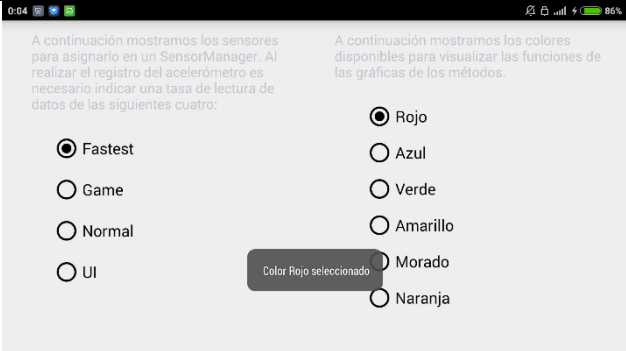
PDOM-0006	
<b>Descripción</b>	En la pantalla de ajuste de gráfica cuando se desea cambiar el color de la gráfica nos saldrá el siguiente mensaje si todo ha concluido satisfactoriamente.
<b>Entrada</b>	
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra un mensaje de que el color de la gráfica ha cambiado.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 70. Prueba de domino-0006

# PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA

Tras haber realizado las pruebas de dominio, pasaremos seguidamente a realizar las pruebas relacionadas con la interfaz gráfica de la aplicación. En estas pruebas, llevaremos a cabo un estudio sobre los botones y la navegación entre pantallas de la aplicación. <sup>[10]</sup>

PGUI-0001	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón Teoría de la pantalla principal.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla teoría.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 71.Prueba de la interfaz gráfica-0001

PGUI-0002	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón Métodos de la pantalla principal.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla métodos.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 72.Prueba de la interfaz gráfica-0002

PGUI-0003	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón Análisis de Métodos de la pantalla principal.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla Análisis de Métodos
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 73.Prueba de la interfaz gráfica-0003

PGUI-0004	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón Información de la pantalla principal.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla información.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 74. Prueba de la interfaz gráfica-0004



PGUI-0005	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón Página Web de la pantalla principal.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre un navegador con la página web.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 75.Prueba de la interfaz gráfica-0005

PGUI-0006	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón Empezamos de la pantalla Teoría.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla Métodos
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 76. Prueba de la interfaz gráfica-0006

PGUI-0007	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Metodo1: Acelerómetro” de la pantalla Métodos.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de teoría del acelerómetro.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 77.Prueba de la interfaz gráfica-0007

PGUI-0008	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Metodo2: Péndulo Simple” de la pantalla Métodos.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de teoría del péndulo simple.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 78.Prueba de la interfaz gráfica-0008

PGUI-0009	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Metodo3: Botes de Pelota” de la pantalla Métodos.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.

<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de teoría de botes de pelota.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 79.Prueba de la interfaz gráfica-0009

PGUI-00010	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Metodo4: Caída Libre” de la pantalla Métodos.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de teoría de la caída libre
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 80.Prueba de la interfaz gráfica-0010

PGUI-0011	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Resultados” de la pantalla Métodos.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de Resultados
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 81.Prueba de la interfaz gráfica-0011

PGUI-0012	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Empezamos” de la pantalla Teoría Acelerómetro.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de acelerómetro
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 82.Prueba de la interfaz gráfica-0012

PGUI-0013	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Empezamos” de la pantalla Teoría Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de péndulo Simple
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 83. Prueba de la interfaz gráfica-0013

PGUI-0014	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Empezamos” de la pantalla Teoría Botes de Pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de botes de pelota.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 84.Prueba de la interfaz gráfica-0014

PGUI-0015	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Empezamos” de la pantalla Teoría Caída Libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestran pantalla de caída libre.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 85.Prueba de la interfaz gráfica-0015

PGUI-0016	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Start” de la pantalla Acelerómetro.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se comienza a graficar la gravedad en la gráfica de la pantalla acelerómetro mostrando el último dato de la gravedad y la gravedad media.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 86.Prueba de la interfaz gráfica-0016

PGUI-0017	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Stop” de la pantalla Acelerómetro.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se termina de graficar a tiempo real en la pantalla acelerómetro y muestra toda la gráfica entera de los datos obtenidos, más el último dato de la gravedad, la gravedad media y la desviación típica de la gravedad en el método.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 87.Prueba de la interfaz gráfica-0017

PGUI-0018	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Reset” de la pantalla Acelerómetro.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a iniciar la pantalla Acelerómetro con todos sus valores reiniciados.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 88.Prueba de la interfaz gráfica-0018

PGUI-0019	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “OK!” de la pantalla Acelerómetro.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se almacenan los datos obtenidos en preferencias de Android y muestra un diálogo manifestando que todo ha ido correctamente.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 89.Prueba de la interfaz gráfica-0019

PGUI-0020	
<b>Descripción</b>	Se pulsa la imagen engranaje de la pantalla Acelerómetro.
<b>Entrada</b>	Pulsación de imagen de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre la pantalla de ajustes de gráfica
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 90.Prueba de la interfaz gráfica-0020

PGUI-0021	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Start” de la pantalla Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se comienza a graficar la gravedad normalizada respecto a la semilla de la gravedad (Gravedad=9.81 m/s <sup>2</sup> ) en la gráfica de la pantalla de péndulo simple después de 5 segundos para colocar el Smartphone de forma correcta.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 91.Prueba de la interfaz gráfica-0021

PGUI-0022	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Reset” de la pantalla Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a iniciar la pantalla Péndulo Simple con todos sus valores reiniciados.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 92.Prueba de la interfaz gráfica-0022

PGUI-0023	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “OK!” de la pantalla Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se almacenan los datos obtenidos en preferencias de Android y muestra un diálogo manifestando que todo ha ido correctamente.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 93.Prueba de la interfaz gráfica-0023

PGUI-0024	
<b>Descripción</b>	Se pulsa la imagen engranaje de la pantalla Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de Imagen de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre la pantalla de ajustes de gráfica
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 94. Prueba de la interfaz gráfica-0024

PGUI-0025	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “X-axis” del radio button de Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el eje de las X para realizar el experimento de Péndulo Simple.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 95.Prueba de la interfaz gráfica-0025

PGUI-0026	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Y-axis” del radio button de Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el eje de las Y para realizar el experimento de Péndulo Simple.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 96. Prueba de la interfaz gráfica-0026

PGUI-0027	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Z-axis” del radio button de Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el eje de las Z para realizar el experimento de Péndulo Simple.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 97. Prueba de la interfaz gráfica-0027

PGUI-0028	
<b>Descripción</b>	Se pulsa en la entrada de longitud de Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre el teclado numérico para introducir la longitud de la cuerda en centímetros.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 98. Prueba de la interfaz gráfica-0028

PGUI-0029	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de listo en la entrada de longitud de Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a la pantalla Péndulo Simple con la longitud introducida.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 99. Prueba de la interfaz gráfica-0029

PGUI-0030	
<b>Descripción</b>	Se pulsa en la entrada de tiempo de Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre el teclado numérico para introducir el tiempo de la medición en segundos.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 100. Prueba de la interfaz gráfica-0030

PGUI-0031	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de listo en la entrada de tiempo del Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a la pantalla Péndulo Simple con el tiempo introducido.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 101.Prueba de la interfaz gráfica-0031

PGUI-0032	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Fastest” del radio button de velocidad de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona Fastest para la velocidad de toma de datos de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 102.Prueba de la interfaz gráfica-0032

PGUI-0033	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Game” del radio button de velocidad de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona Game para la velocidad de toma de datos de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 103. Prueba de la interfaz gráfica-0033

PGUI-0034	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Normal” del radio button de velocidad de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.

<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona Normal para la velocidad de toma de datos de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 104. Prueba de la interfaz gráfica-0034

PGUI-0035	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “UI” del radio button de velocidad de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona UI para la velocidad de toma de datos de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 105. Prueba de la interfaz gráfica-0035

PGUI-0036	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Rojo” del radio button de colores de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el color rojo para el color de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 106. Prueba de la interfaz gráfica-0036

PGUI-0037	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Azul” del radio button de colores de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el color azul para el color de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 107. Prueba de la interfaz gráfica-0037

PGUI-0038	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Verde” del radio button de colores de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el color verde para el color de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 108. Prueba de la interfaz gráfica-0038



PGUI-0039	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Amarillo” del radio button de colores de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el color amarillo para el color de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 109. Prueba de la interfaz gráfica-0039

PGUI-0040	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Morado” del radio button de colores de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el color morado para el color de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 110. Prueba de la interfaz gráfica-0040

PGUI-0041	
<b>Descripción</b>	Se pulsa “Naranja” del radio button de colores de Ajuste de gráficas.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se selecciona el color naranja para el color de las gráficas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 111. Prueba de la interfaz gráfica-0041

PGUI-0042	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de continuar del dialogo de finalización del Péndulo Simple.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a la pantalla Péndulo Simple mostrado todos los valores obtenidos y la gráfica entera del péndulo.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 112. Prueba de la interfaz gráfica-0042

PGUI-0043	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de listo en la entrada de longitud de botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra pantalla de botes de pelota.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 113. Prueba de la interfaz gráfica-0043

PGUI-0044	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Start” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se comienza a obtener los datos de los botes de pelota después de 5 segundos para colocar el Smartphone de forma correcta.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 114. Prueba de la interfaz gráfica-0044

PGUI-0045	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Primer bote” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se obtiene el tiempo del primer bote
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 115. Prueba de la interfaz gráfica-0045

PGUI-0046	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Segundo bote” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se obtiene el tiempo del segundo bote
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 116. Prueba de la interfaz gráfica-0046

PGUI-0047	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Tercer bote” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.

<b>Resultado esperado</b>	Se obtiene el tiempo del tercer bote y se muestra por pantalla los resultados obtenidos en el experimento
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 117. Prueba de la interfaz gráfica-0047

PGUI-0048	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Mostrar Resultados” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra la pantalla con la tabla de los experimento realizados anteriormente más la desviación y media de la gravedad y desviación y media de valor de k.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 118. Prueba de la interfaz gráfica-0048

PGUI-0049	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “OK!” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se almacenan los datos obtenidos en preferencias de Android y muestra un diálogo mostrando que todo ha ido correctamente.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 119. Prueba de la interfaz gráfica-0049

PGUI-0050	
<b>Descripción</b>	Se pulsa en la entrada de longitud de caída libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre el teclado numérico para introducir la longitud de la caída del Smartphone.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 120. Prueba de la interfaz gráfica-0050

PGUI-0051	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de listo en la entrada de longitud de caída libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.

<b>Resultado esperado</b>	Se muestra pantalla de caída libre
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 121. Prueba de la interfaz gráfica-0051

PGUI-0052	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Start” de la pantalla caída libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se comienza a graficar la gravedad en la gráfica de la pantalla caída libre.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 122. Prueba de la interfaz gráfica-0052

PGUI-0053	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Stop” de la pantalla caída libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se termina de graficar a tiempo real en la pantalla caída libre y muestra un diálogo con la gravedad, tiempo de caída y longitud de caída
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 123. Prueba de la interfaz gráfica-0053

PGUI-0054	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “Reset” de la pantalla caída libre
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a iniciar la pantalla caída libre con todos sus valores reiniciados.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 124. Prueba de la interfaz gráfica-0054

PGUI-0055	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “OK!” de la pantalla caída libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se almacenan los datos obtenidos en preferencias de Android y muestra un diálogo mostrando que todo ha ido correctamente.

<b>Resultado prueba</b>	Correcta.
-------------------------	-----------

Tabla 125. Prueba de la interfaz gráfica-0055

PGUI-0056	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de continuar del diálogo de finalización de caída libre
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se vuelve a la pantalla caída libre si todavía quedan tomas por realizar o se muestra la gráfica final si ya se han realizados todas las tomas.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 126. Prueba de la interfaz gráfica-0056

PGUI-0057	
<b>Descripción</b>	Se pulsa la imagen engranaje de la pantalla caída libre.
<b>Entrada</b>	Pulsación de Imagen de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se abre la pantalla de ajustes de gráfica
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 127. Prueba de la interfaz gráfica-0057

PGUI-0058	
<b>Descripción</b>	Se pulsa la imagen refrescar de la pantalla Resultados.
<b>Entrada</b>	Pulsación de Imagen de botón.
<b>Resultado esperado</b>	La aplicación actualiza por pantalla los datos de la longitud y latitud
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 128. Prueba de la interfaz gráfica-0058

PGUI-0059	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón de “Guardar” de la pantalla Resultados
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se guardan los datos en un archivo csv en el Smartphone y otro en el servidor web de parse.com si dispone de conexión a internet el Smartphone.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 129. Prueba de la interfaz gráfica-0059

PGUI-0060	
<b>Descripción</b>	Se pulsa en una de las opciones de la lista de comparación de métodos
<b>Entrada</b>	Pulsación de listview
<b>Resultado esperado</b>	Se muestra la pantalla de experimento con los datos del experimento seleccionado.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 130. Prueba de la interfaz gráfica-0060

PGUI-0061	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “SI” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	Se almacenan los datos obtenidos en la medición actualmente realizada, y actualizamos el número de toma restante.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 131. Prueba de la interfaz gráfica-0061

PGUI-0062	
<b>Descripción</b>	Se pulsa el botón “No” de la pantalla botes de pelota.
<b>Entrada</b>	Pulsación de botón.
<b>Resultado esperado</b>	No se almacenan los datos obtenidos en la medición actualmente realizada, y actualizamos el número de toma restante.
<b>Resultado prueba</b>	Correcta.

Tabla 132. Prueba de la interfaz gráfica-0062

# **CAPÍTULO VII: SERVIDOR WEB**





## LA PÁGINA WEB.

Para acceder a la página web asociada solo se tendrá que seguir este link: <http://appgravity.webcindario.com/> o también a través de la aplicación pulsando el botón del menú principal de página web. Una vez dentro podrá acceder a toda la información recopilada utilizando la aplicación asociada para Android. La página web se encuentra alojada en un hosting gratuito como es *webcindario.com* [23] [24] [25] [26] [27] [28]



Ilustración 73. Página web.

La página web está desarrollada tanto en el idioma español como en inglés, intentando con este desarrollo bilingüe poder acercarnos al mayor número de usuarios. Para cambiar de idioma, tan solo tenemos que pulsar en la bandera que hay en la parte superior de la web. Como también observamos en la imagen superior, nos aparece un enlace a Google Play, pulsando dicho botón nos llevará a Google Play, donde podremos descargar la aplicación a nuestro Smartphone.

## EL MAPA

Para poder ver los datos referentes a los experimentos realizados sobre los distintos métodos de la aplicación, tan solo tenemos que observar el mapa. En el mapa encontraremos el lugar exacto donde se han realizado los experimentos, con su fecha, su media y desviación de la gravedad de cada método. En este mapa encontraremos todos los experimentos realizados por los usuarios de la aplicación

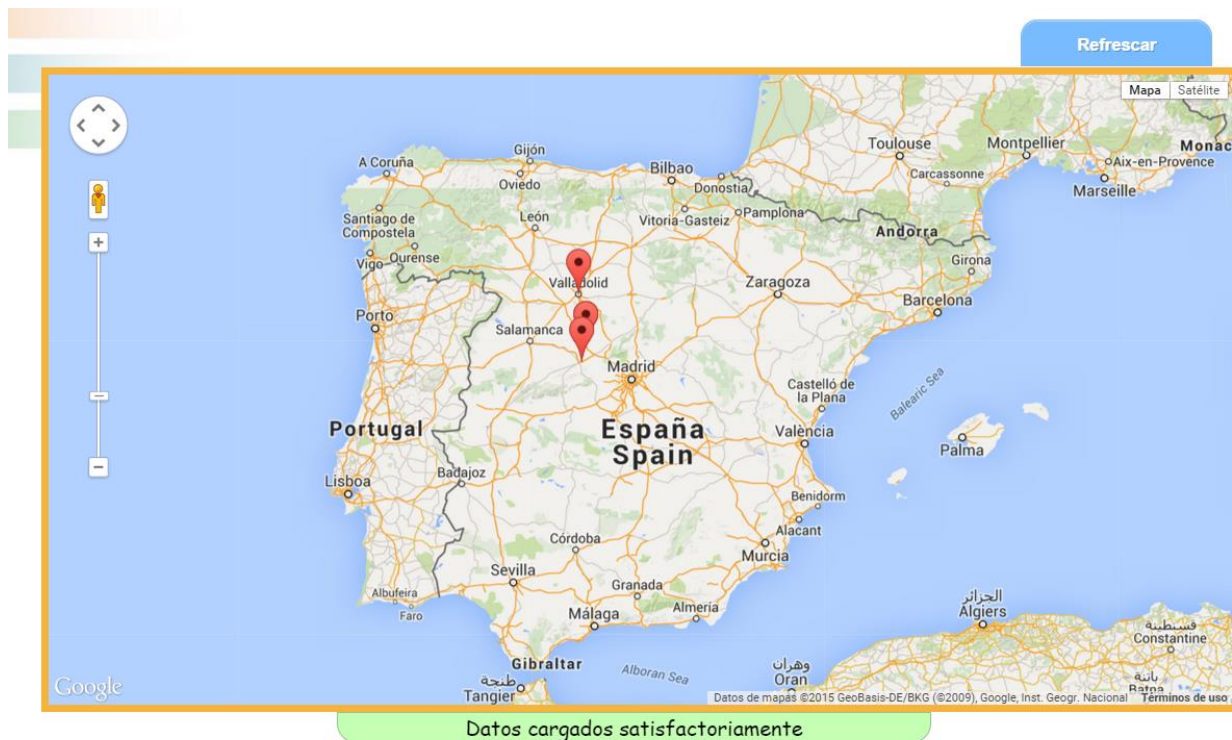


Ilustración 74. Mapa web.

Una vez cargados los datos satisfactoriamente, tan solo tendremos que pulsar sobre los marcadores que aparecen y se desplegará una ventana con información adicional que variaría según el lugar y la cercanía al ecuador.



Ilustración 75. Marcadores mapa web.

## INFORMACIÓN

También podremos encontrar información sobre por qué la página web ha sido llamada mGravitation e información de donde se han sacado los datos y los aspectos teóricos.

### ¿Porque mGravitation?

Se ha elegido el nombre mGravitation por 2 cosas, la m por 'mobile' y Gravitation por un libro famoso sobre gravitación de Charles Misner, Kip thorne y John Wheeler, podemos encontrar mas información sobre el libro en el siguiente enlace:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitation\\_\(book\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitation_(book))

Para saber más:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Gravedad>

Ilustración 76. Información de la web.

## PIE DE PÁGINA

Por último, en la página web nos encontramos con el autor y el motivo de dicha página, que es uno de los requisitos en el trabajo de fin de grado del alumno Ángel Gallego Jiménez. También cabe mencionar que dicho trabajo de fin de grado va destinado al Departamento de Física Aplicada, y más en concreto a TIA (Tecnología, Innovación y Aprendizaje), como se puede observar en el logo de la siguiente imagen. Si pulsamos sobre dicho logo, acudiremos a la página web de TIA.



**Tecnología, Innovación y Aprendizaje**  
**Trabajo fin de grado Ángel Gallego Jiménez.**

Ilustración 77. Pie de página de la web.

# CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARSE

## INSTALACIÓN

El primer paso será registrarnos en su página web [www.parse.com](http://www.parse.com). Una vez creada la cuenta, vamos a establecer nuestra aplicación en Parse y desde el menú desplegable, pulsaremos en Create App, donde se nos pedirá el nombre que deseamos para la aplicación. Después, se nos proporcionarán las claves necesarias para las diferentes plataformas. En la siguiente imagen, se muestran las claves que utilizaremos para registrarnos desde nuestra aplicación y así tener acceso al backend.

Application Keys		
Application ID ?	PLEdTtMKFXvA6m9UJrbaK6nI7RRvHViocTDuQE0l	Copy
Client Key ?	KvsnEGLxH5BjCqNwJKstmfWYoMnKLPmC0Tf4EGL	Copy
JavaScript Key ?	7PwxnmYbZC4N2fmJ9Cp5bc0zYIxzU7CowW3V5aHm	Copy
.NET Key ?	W6mhIwUaMZPJZAEa6DKN9ThPkSRKS3NdRfdczNh	Copy
Webhook Key ?	Yid2oRSbR2s43iuxHGrggDFlonbgYj17BSE8fuW6	Copy
REST API Key ?	XySLeVR7iy9Mz1j0yjUMk5A9F1Ygrj3AcDiaxUCa	Copy
Master Key ?	56UeHYUF9vtR1H8zJFGS4j1fjcNfFuMfG1W962t0	Copy

Ilustración 78. Claves de registro parse.com.

Una vez hecho esto tendremos que bajar las librerías correspondientes a las plataformas que vayamos a utilizar, en el caso de este proyecto Android y Javascript.

## PROYECTO ANDROID

Importar el contenido del archivo Zip en nuestro proyecto Android es el primer paso que deberemos dar, tendremos que extraerlo en la carpeta “libs”. Si dicha carpeta no está creada, se creará en ese momento. Tendremos que agregar las siguientes declaraciones import a la actividad en la que queremos utilizar parse:

```
import com.parse.Parse;  
import com.parse.ParseAnalytics
```

Llamaremos Parse.nititalize al método onCreate de la aplicación para configurar el ID de la aplicación y el cliente clave:

```
public void onCreate() {  
Parse.initialize(this, "ID", "Clave");}
```

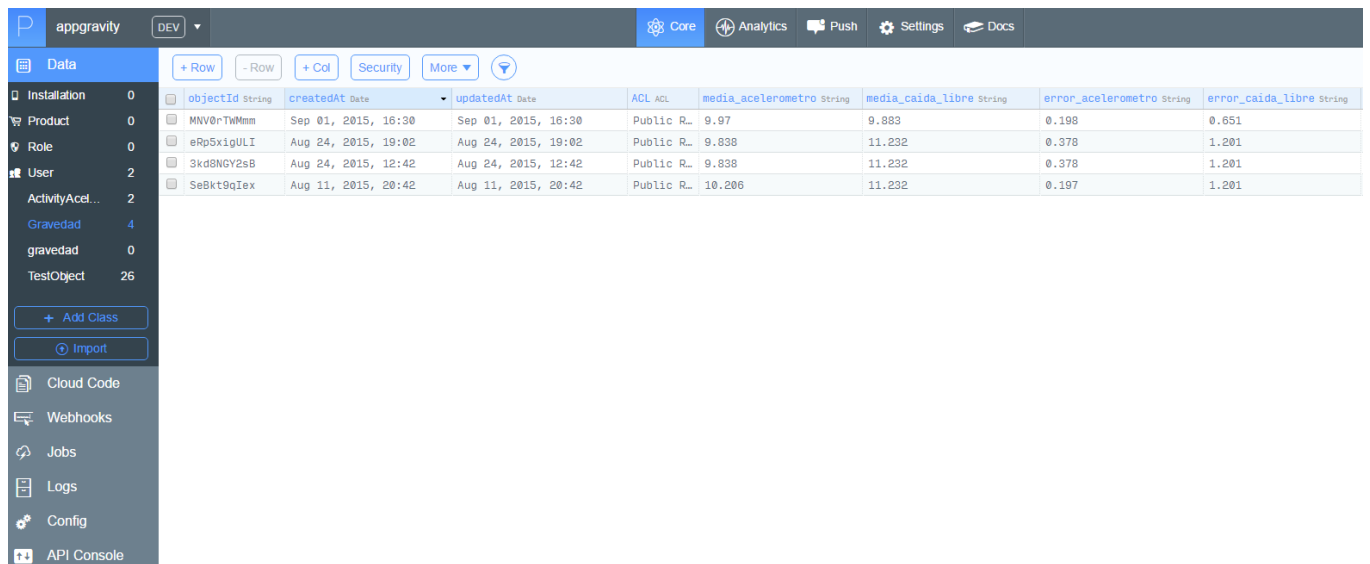
Nuestra aplicación debe solicitar los permisos de Internet y access\_network\_state, sino lo estamos haciendo ya:

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />  
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
```

Después de instalar el SDK, copiamos y pegamos este código en la aplicación, por ejemplo en onCreate. Con esto, veremos que nuestra aplicación ya tiene funcionamiento en parse.com.

```
ParseObject testObject = new ParseObject("TestObject");  
testObject.put("foo", "bar");  
testObject.saveInBackground();
```

A continuación se muestra los datos almacenados en la página parse.com.



The screenshot shows the Parse.com dashboard interface. On the left is a sidebar with navigation options: Data, Cloud Code, Webhooks, Jobs, Logs, Config, and API Console. The 'Data' section is active, displaying a table of data. The table has columns for objectId, createdAt, updatedAt, ACL, media\_acelerometro, media\_caida\_libre, error\_acelerometro, and error\_caida\_libre. There are four rows of data, each representing a different object with its own set of timestamps and values.

objectId	String	createdAt	Date	updatedAt	Date	ACL	String	media_acelerometro	String	media_caida_libre	String	error_acelerometro	String	error_caida_libre	String
MNV0rTnMmm		Sep 01, 2015, 16:30		Sep 01, 2015, 16:30		Public R..		9.97		9.883		0.198		0.651	
eRp5xigULI		Aug 24, 2015, 19:02		Aug 24, 2015, 19:02		Public R..		9.838		11.232		0.378		1.201	
3kd8NGY2sB		Aug 24, 2015, 12:42		Aug 24, 2015, 12:42		Public R..		9.838		11.232		0.378		1.201	
SeBkt9qIex		Aug 11, 2015, 20:42		Aug 11, 2015, 20:42		Public R..		10.206		11.232		0.197		1.201	

Ilustración 79. Página parse.com

# **CAPÍTULO VIII:**

# **CONCLUSIONES**





## CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto, se puede afirmar con exactitud que se han cumplido con los principales requisitos solicitados, ya que cualquier usuario puede comprender los fundamentos teóricos de la aceleración de la gravedad; realizar métodos como puede ser el del acelerómetro, péndulo simple, caída libre y botes de pelota; poder analizar las distintas soluciones de los experimentos, permitiendo poder observar los datos obtenidos en el gráficas o exportados a un archivo en formato .csv, tal y como se planteó al inicio del proyecto; también se pueden observar los datos obtenidos en la página web, pudiendo ver un mapa donde se han realizado los experimentos y los datos de cualquier usuario. Además, se han estudiado los errores producidos al realizar la aceleración de la gravedad en mediciones de dispositivos móviles.

La parte más complicada del proyecto fue la del principio, ya que encontrar una librería de gráficas Android donde poder introducir una gran cantidad de datos del sensor del acelerómetro en velocidad Fastest y que la aplicación no se cerrase por sobrecarga de datos, fue una ardua tarea. Tras documentarme y leer los problemas similares a los míos que han tenido otros desarrolladores, decidí utilizar una típica librería de pago, que en este caso fue un módulo gratuito, Telerik. La librería Telerik me solucionó todos los problemas con la velocidad de los datos del sensor, además de ir mostrándolos a tiempo real en la gráfica.

Aparte del punto anteriormente explicado sobre la elección de gráficas de Android, la realización del método péndulo simple ha sido el que más trabajo me ha costado. La realización de la normalización de los datos obtenidos respecto a la semilla de la gravedad, supuso un problema a la hora de desarrollar este método, pero gracias a los usuarios del foro más que conocido, StackOverflow, y sobre todo a mi tutor Manuel Ángel, me ayudaron a conseguir mis objetivos.

Respecto a la planificación temporal, fue realizada sin ningún imprevisto grave que afectara a los plazos estimados. En algunos momentos, ha tocado incrementar el ritmo y tiempo de trabajo, pero en ningún caso se ha salido de los plazos estipulados con anterioridad.

A nivel personal, el proyecto ha sido una gran experiencia. Mi valoración sobre el proyecto ha sido satisfactoria, por el hecho de haber podido aplicar mis conocimientos adquiridos durante mis años de formación académica. Haber podido realizar procesos propios de la ingeniería del software, como son el análisis de requisitos, la identificación y definición de los casos de uso y el diseño de una solución de software estable, ha sido una experiencia muy buena y de gran valor estudiantil. También la propia gestión de proyectos, como la realización de un plan temporal de proyecto, un análisis de riesgo, unos costes estimados, entre otros aspectos, es de gran valor académico. Una de las razones por las que escogí y realicé con tanto afán este proyecto, fueron mis ganas de profundizar en las aplicaciones Android. Hasta la

actualidad, había realizado una aplicación Android en una asignatura de la universidad, y otra en las prácticas obligatorias de la carrera.

Por último, ha sido de gran importancia la experiencia de haber podido abordar, de forma individual, un proyecto de tan grandes dimensiones como lo es este, con el esfuerzo y sacrificio que he puesto, todo ello sin olvidarme de mis tutores que siempre han sido de gran apoyo, permitiéndome llevarlo a cabo con más conocimientos y más seguridad. Espero que me sirva de ayuda en los proyectos futuros a realizar en el mundo laboral.

## MEJORAS FUTURAS

Debido al tiempo de elaboración del trabajo de fin de grado, han surgido algunas limitaciones u objetivos que se pueden plantear para abordar en un futuro, teniendo en cuenta que sus posibilidades y mejoras son muy amplias. A partir de lo realizado en este proyecto, es muy posible plantear una continuación del trabajo para un futuro alumno de trabajo de fin de grado.

- REALIZACIÓN DE APLICACIÓN EN INGLÉS.

La aplicación ha sido desarrollada exclusivamente en castellano; en cambio, la página web ya ha sido diseñada también en inglés. Una mejora evidente sería la realización de la aplicación en inglés, ya que abriría más mercado a personas de lengua distinta al español, ya que el inglés es uno de los idiomas internacionales, lo que haría que nuestra aplicación pudiera ser más conocida y usada.

Coste estimado: de 50 horas-hombre.

- MÉTODOS NUEVOS

La aplicación ha sido elaborada con un total de cuatro métodos, que eran los que se propusieron inicialmente en el desarrollo de la aplicación. Pero eso no supone que no se puedan realizar más métodos, ya que para calcular la aceleración de la gravedad, podría haber otros muchos posibles e interesantes de hacer, como podría ser el plano inclinado, etc.

Coste estimado: de 100 horas-hombre.

- PORTADO A OTRAS PLATAFORMAS

La aplicación ha sido desarrollada para Android, por ser el lenguaje conocido por el alumno, además de tener el material adecuado y al alcance para poder realizar la aplicación. Otra de las razones por las que se ha realizado para Android, ha sido porque es la plataforma o sistema operativo más extendido en la

actualidad, abarcando 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 hecho de portar la aplicación a otras plataformas.

Coste estimado: de 200 horas-hombre.

- CAMBIAR HOSTING DE PÁGINA WEB

La página web ha sido creada en un hosting gratuito con las limitaciones que ello conlleva, pero en un futuro se podría alojar en un hosting en el que se pagara, teniendo en cuenta las ventajas que ello tiene y las facilidades de uso.

Coste estimado: de 20 horas-hombre.



# **CAPÍTULO IX:**

# **BIBLIOGRAFÍA**



# BIBLIOGRAFÍA DE FÍSICA

Bibliografía 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 Julio de 2015.

**[2]** Wikipedia, *Gravedad*.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Gravedad>.

Fecha de última consulta: 16 de Julio de 2015.

**[3]** Péndulo Simple

[https://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/Practicas/02\\_Pendolo\\_simple.pdf](https://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/Practicas/02_Pendolo_simple.pdf).

Fecha de última consulta: 20 de Julio de 2015.

**[4]** Caída Libre EducaPlus

[http://www.educaplus.org/movi/4\\_2caidalibre.html](http://www.educaplus.org/movi/4_2caidalibre.html)

Fecha de última consulta: 22 de julio de 2015.

**[5]** Caída libre y sucesivos rebotes

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/con\\_mlineal/restitucion/restitucion.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/con_mlineal/restitucion/restitucion.htm)

Fecha de última consulta: 22 de julio de 2015.

**[6]** La física tras el acelerómetro.

<http://atomosybits.com/la-fisica-tras-el-acelerometro/>

Fecha de última consulta: 23 de julio de 2015.

# BIBLIOGRAFÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS E INGENIERÍA DE SOFTWARE

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

**[7]** 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 Julio de 2015.

**[8]** SOMMERVILLE, Ian, *Ingeniería del software. 7ª edición*. (ed. Pearson Educacion). 2005. ISBN: 84-7829-074-5.

Fecha de última consulta: 19 de Julio 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: 7 de Julio de 2015.

# BIBLIOGRAFÍA DE USO Y PROGRAMACIÓN EN ANDROID

Esta bibliografía se ha empleado en el diseño y programación de la aplicación, como base teórica del desarrollo en Android y para solucionar aspectos de gráficas en Android.

**[10]** Android developer

<http://developer.android.com/index.html>.

Fecha de última consulta: 10 Agosto de 2015.

**[11]** Android Telerik graph

<http://www.telerik.com/android-ui>

Fecha de última consulta: 20 Julio de 2015.

**[12]** Android Graph View

<http://www.android-graphview.org/documentation>



Fecha de última consulta: 1 Agosto de 2015.

**[13]** Graphview Axis Labels

<http://stackoverflow.com/questions/26198605/graphview-axis-labels>

Fecha de última consulta: 28 Julio de 2015.

**[14]** X and Y label does not show with Grapgvie inside a fragment.

<http://stackoverflow.com/questions/15501227/x-and-y-label-does-not-show-with-graphview-inside-a-fragment>

Fecha de última consulta: 1 Agosto de 2015.

**[15]** DatetimeContinuousAxis labels format

<http://www.telerik.com/forums/datetimecontinuousaxis-labels-format>

Fecha de última consulta: 3 Agosto de 2015.

**[16]** X and Y label does not show with Grapgvie inside a fragment.

<http://stackoverflow.com/questions/15501227/x-and-y-label-does-not-show-with-graphview-inside-a-fragment>

Fecha de última consulta: 3 Agosto de 2015.

**[17]** Chart with multiple line series.

<http://www.telerik.com/forums/chart-with-multiple-line-series>

Fecha de última consulta: 3 Agosto de 2015.

**[18]** CSVReader and android.

<http://stackoverflow.com/questions/14749189/csvreader-and-android>

Fecha de última consulta: 24 Julio de 2015.

**[19]** How to get Latitude and Longitude of the mobile device in Android?.

<http://stackoverflow.com/questions/2227292/how-to-get-latitude-and-longitude-of-the-mobiledevice-in-android>

Fecha de última consulta: 22 Julio de 2015.

**[20]** How to get Latitude and Longitude without using GPS?

<http://stackoverflow.com/questions/27483693/how-to-get-latitude-and-longitude-without-using-gps>

Fecha de última consulta: 22 Julio de 2015.

**[21]** Get current time and date on Android

<http://stackoverflow.com/questions/5369682/get-current-time-and-date-on-android>

Fecha de última consulta: 21 Julio de 2015.

## BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN JAVA

Bibliografía 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: 8 de Agosto de 2015.

## BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN WEB

Se ha empleado en el diseño y programación de la aplicación web los siguientes puntos de la bibliografía.

**[23]** Google Developers.

[https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/controls?hl=es#Adding\\_Controls\\_to\\_the\\_Map](https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/controls?hl=es#Adding_Controls_to_the_Map)

Fecha de última consulta: 10 de Agosto de 2015.

**[24]** Google Developers.

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/examples/layer-heatmap?hl=es>

Fecha de última consulta: 11 de Agosto de 2015.

**[25]** Google Developers.

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/markers>

Fecha de última consulta: 11 de Agosto de 2015.

**[26]**Google Maps Tutorials.

[https://developers.google.com/maps/tutorials/data/importing\\_data](https://developers.google.com/maps/tutorials/data/importing_data)

Fecha de última consulta: 11 de Agosto de 2015.

**[27]**Google Maps API Styled Map Wizard.

<http://gmaps-samples-v3.googlecode.com/svn/trunk/styledmaps/wizard/index.html>

Fecha de última consulta: 12 de Agosto de 2015.

**[28]** Libraries –Google Maps Utility Library.

<https://code.google.com/p/google-maps-utility-library-v3/wiki/Libraries>

Fecha de última consulta: 12 de Agosto de 2015.



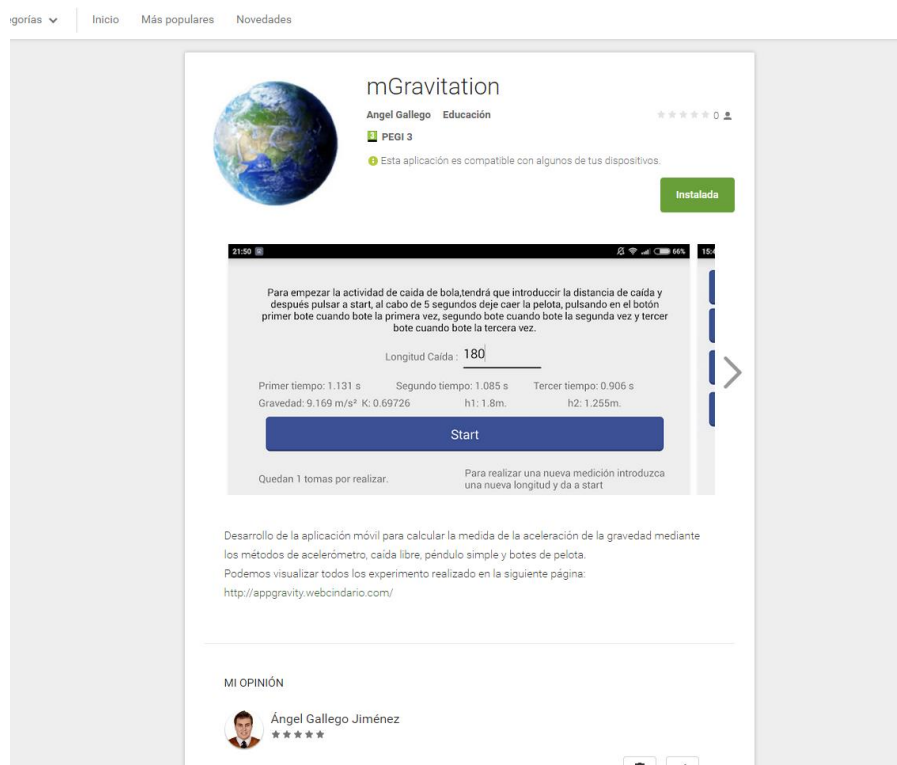
# **CAPÍTULO X:**

# **ANEXOS**



# MANUAL DE INSTALACIÓN

La aplicación móvil se podrá instalar de dos formas por el tribunal que evalúe: la primera será mediante el fichero .apk que se encontrará en dentro de la carpeta Instalable incluida en el CD proporcionado, y la segunda será accediendo a Play Store de Google y descargándola desde allí en el siguiente enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=acceleration.tfg.proyecto.appgravity>



**Ilustración 80. Aplicación en Play Store**

Los requisitos de la aplicación son poseer un dispositivo igual o superior a la versión de Android 4.1 Jelly Bean, que corresponde a la API 16. También un requisito, en el caso de instalar la aplicación desde el CD proporcionado por el alumno, es permitir, en el tema de seguridad de nuestro Smartphone, la instalación de aplicaciones de origen desconocido.

## MANUAL DE USUARIO

La aplicación resultante más su respectiva página web es el resultado de un Trabajo de Fin de Grado realizado para el Departamento de Física Aplicada de la Escuela Superior Técnica de Ingeniería Informática

de la Universidad de Valladolid. El objetivo de dicho Trabajo de Fin de Grado, es de ayudar a aprender los conceptos relacionados con la aceleración de la gravedad y poder realizar experimentos sobre el cálculo de dicha gravedad mediante distintos métodos en cualquier parte del planeta.

Diferenciaremos dos partes significativas en el desarrollo de la aplicación. Una de ellas es la parte teórica donde el alumno podrá consultar fundamentos teóricos, con fórmulas y esquemas que faciliten la comprensión. También vendrá en algunos métodos, una breve descripción de cómo utilizar los métodos realizados.

En el apartado práctico, la aplicación ofrece la posibilidad de realizar el método del acelerómetro, caída libre, botes de pelota y péndulo simple. A partir de dichos métodos, podemos observar su aceleración de la gravedad y la desviación típica que producen sus resultados, además de algunos datos en distintos métodos. Todos estos datos serán visualizados en gráficas dentro de los respectivos métodos, o mediante exportaciones a archivos .csv. También podremos visualizar los datos en la página web de la aplicación.

## PANTALLA PRINCIPAL

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



Ilustración 81. Pantalla principal



- Teoría:** abre la pantalla donde se encuentran los fundamentos teóricos de la aplicación.
- Métodos:** abre la pantalla donde se encuentran los cuatro métodos que podremos realizar y guardar CSV.
- Análisis de métodos:** abre la pantalla donde se encuentra una lista con todos los métodos guardados previamente y podremos visualizar sus resultados.
- Información:** abre la pantalla donde encontraremos la información sobre los alumnos, los tutores y para quien está realizada la aplicación.
- Página Web:** abre un navegador web preinstalado en el dispositivo móvil donde visualizaremos la página web de la aplicación.

## TEORÍA

La pantalla de teoría contiene los fundamentos teóricos de la aplicación donde el usuario puede ir visualizando todos los aspectos teóricos deslizándonos por la pantalla hasta leer todo el contenido. Debajo de todo encontraremos un botón. <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup>

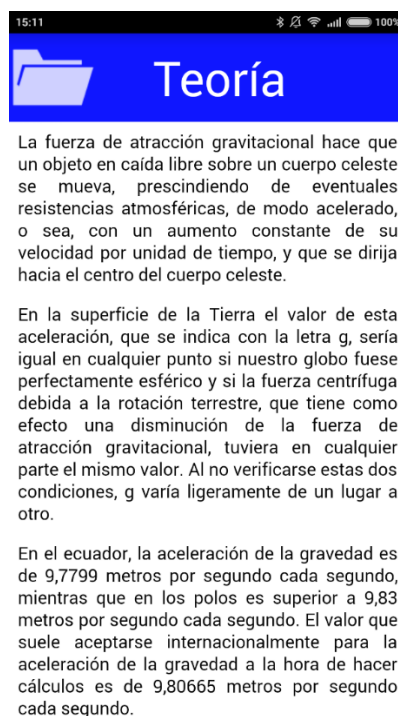


Ilustración 82. Pantalla Teoría

- Empezamos:** abre la pantalla donde se encuentran los cuatro métodos que podremos realizar y guardar CSV.

## MÉTODOS

Pantalla que contiene los métodos que se pueden realizar más la opción de guardar CSV:



Ilustración 83. Pantalla Manual de Usuario

Pulsando en cada botón se acude a cada uno de los métodos de la aplicación, y pulsando en el último botón en guardar csv:

**-Método 1: Acelerómetro:** abre la pantalla de teoría del método de acelerómetro.

**-Método 2: Péndulo Simple:** abre la pantalla de teoría del método del péndulo simple.

**-Método 3: Botes de Pelota:** abre la pantalla de teoría del método de botes de pelota.

**-Método 4: Caída Libre:** abre la pantalla de teoría del método de caída libre.

**-Resultados:** abre la pantalla de guardar los datos obtenido en CSV y en el servidor web para la página web.

## TEORIA ACELERÓMETRO.

Pantalla que muestra los aspectos teóricos del acelerómetro mostrando como se debe realizar el método siguiente. <sup>[1]</sup> <sup>[6]</sup>

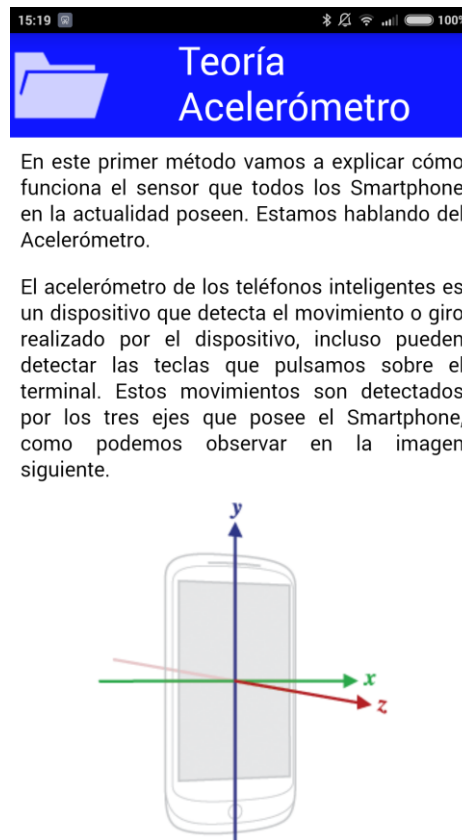


Ilustración 84. Pantalla Teoría Acelerómetro.

**-Empezamos:** abre la pantalla donde se realizará el método del acelerómetro.

## MÉTODO ACELERÓMETRO.

Pantalla del método del acelerómetro donde se realiza el experimento de obtener la aceleración de la gravedad mediante los sensores del Smartphone, observaremos a tiempo real la aceleración de la gravedad con sus vibraciones y cambios. También iremos observando el último valor de la gravedad y la media y una vez terminado el experimento, observaremos también la desviación típica. <sup>[1]</sup> <sup>[6]</sup>

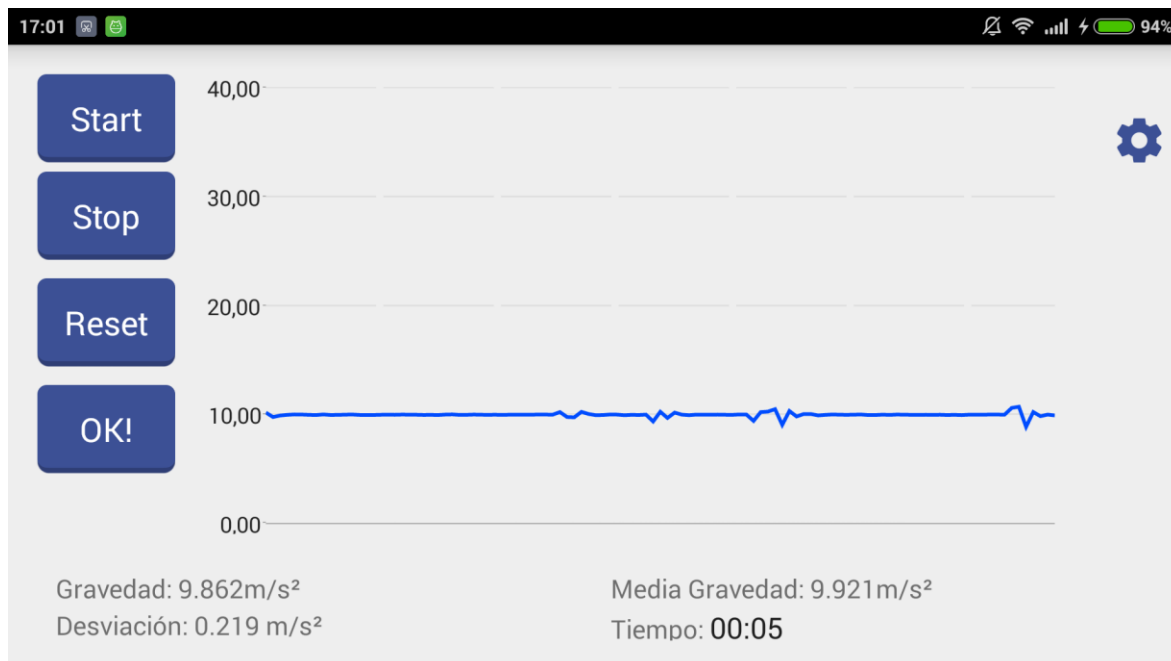


Ilustración 85. Pantalla Método acelerómetro.

**-Start:** Botón que hace que nuestro experimento comience la obtención de datos y las muestras en la gráfica.

**-Stop:** Botón que hace que nuestro experimento se detenga, y muestra por pantalla toda la gráfica obtenida y la desviación típica.

**-Reset:** Botón que hace que se reinicie todos los valores a cero.

**-OK!:** Botón que hace que nuestros datos obtenidos sean almacenados previamente para poder salvar datos posteriormente.

**-Engranaje:** Botón que muestra la pantalla de ajustes de gráficas donde podremos cambiar el color y la velocidad de medida.

## TEORÍA PÉNDULO SIMPLE.

Pantalla donde se encuentran los aspectos teóricos del péndulo simple mostrando como se debe realizar el método siguiente. <sup>[1]</sup> <sup>[3]</sup>



Se denomina péndulo simple a un punto material suspendido de un hilo inextensible y sin peso, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. La distancia del punto pesado al punto de suspensión se denomina longitud del péndulo simple. Nótese que un péndulo no tiene existencia real, ya que los puntos materiales y los hilos sin masa son entes abstractos. En la práctica se considera un péndulo simple un cuerpo de reducidas dimensiones suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable comparada con la del cuerpo.

El péndulo matemático describe un movimiento armónico simple en torno a su posición de equilibrio, y su periodo de oscilación alrededor de dicha posición está dada por la ecuación siguiente:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

donde L representa la longitud medida desde el punto de suspensión hasta la masa puntual y g es la aceleración de la gravedad en el lugar

**Ilustración 86. Pantalla Teoría Péndulo Simple.**

**-Empezamos:** abre la pantalla donde se realizará el método del péndulo simple.

## MÉTODO PÉNDULO SIMPLE.

Pantalla del método del péndulo simple donde se realiza el experimento para obtener la aceleración de la gravedad, desviación típica y datos como las oscilaciones, periodo y frecuencia. Previamente, antes de empezar el experimento, hay que introducir la longitud de la cuerda de balanceo, el tiempo que se ha a de realizar el experimento y las coordenadas en las cuales se balanceará el Smartphone. Una vez finalizado el experimento se muestra la gráfica de balanceo del experimento. [1] [6]

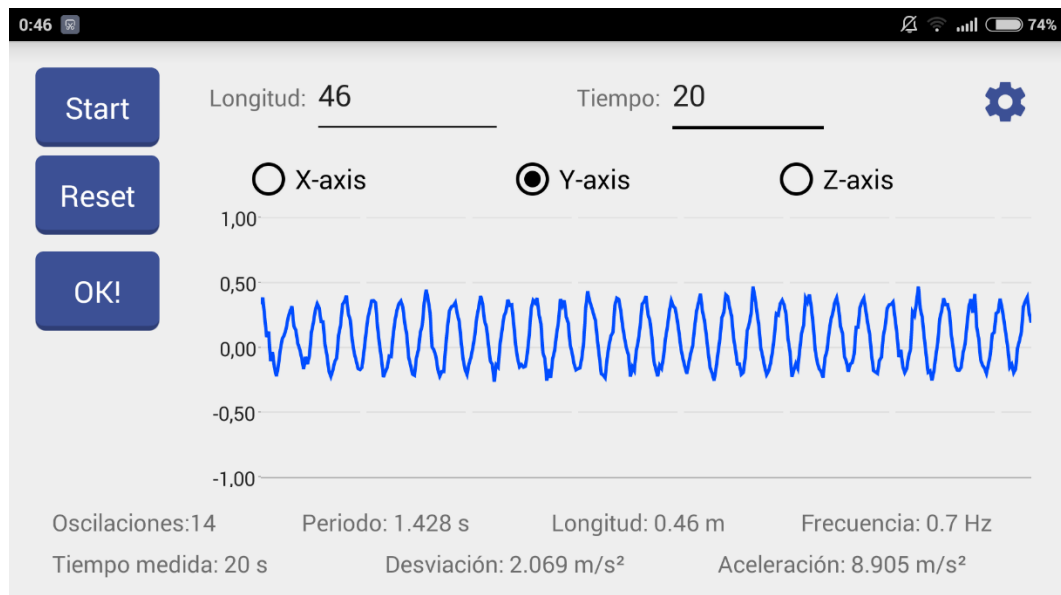


Ilustración 87. Pantalla Método péndulo simple.

**-Start:** Botón que hace que nuestro experimento comience la obtención de datos y las muestras en la gráfica.

**-Reset:** Botón que hace que se reinicie todos los valores a cero.

**-OK!:** Botón que hace que nuestros datos obtenidos sean almacenados previamente para poder salvar datos posteriormente.

**-Engranaje:** Botón que muestra la pantalla de ajustes de gráficas donde podremos cambiar el color y la velocidad de medida.

**-X-axis:** Selección de las coordenadas X.

**-Y-axis:** Selección de las coordenadas Y.

**-Z-axis:** Selección de las coordenadas Z.

## TEORÍA BOTES DE PELOTA.

Pantalla donde se encuentran los aspectos teóricos de botes de pelota mostrando como se debe realizar el método siguiente. <sup>[1]</sup>



En este tercer método vamos a evaluar la aceleración de la gravedad de una bola botando.

La determinación de la gravedad  $g$  a través de los botes de una bola fue descrito por Pape (2000) y Sprockhoff (1961). En este experimento se cogerá una bola, y se medirá la altura desde la cual será lanzada, una vez lanzada la bola se mide el tiempo en segundo en el que realiza los rebotes, con estos datos podemos calcular la aceleración de la gravedad.

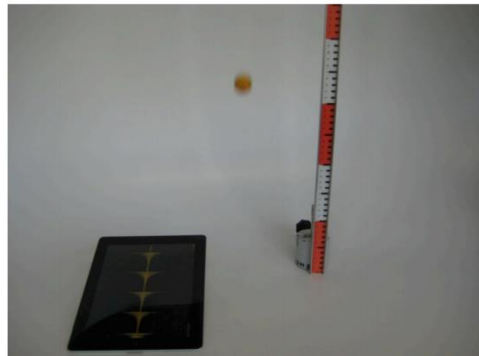


Ilustración 88. Pantalla Teoría Botes de Pelota.

**-Empezamos:** abre la pantalla donde se realizará el método de botes de pelota.

## MÉTODO BOTES DE PELOTA.

Pantalla del método de botes de pelota donde realizaremos el método de botes de pelota, donde iremos seleccionando los botes que va dando la pelota y el Smartphone nos mostrará los datos obtenidos. Una vez que se ha realizado el experimento tendremos la opción de almacenar los datos o no, y realizaremos el experimento tantas veces hayamos seleccionado anteriormente. Posteriormente una vez realizados todos los experimentos, mostraremos una tabla con los datos obtenidos. <sup>[1]</sup>

17:26 94%

Para empezar la actividad de caída de bola, tendrá que introducir la distancia de caída, siempre mayor a 150 centímetros y después pulsar a start, al cabo de 10 segundos deje caer la pelota, pulsando en el botón primer bote cuando bote la primera vez, segundo bote cuando bote la segunda vez y tercer bote cuando bote la tercera vez.

Longitud Caída : 180 cm.

Primer tiempo: 0.6 s      Segundo tiempo: 1.09 s      Tercer tiempo: 0.988 s  
Gravedad: 9.883 m/s<sup>2</sup>      K: 0.821      h1: 1.8 m      h2: 1.47 m

Quedan 0 tomas por realizar. ¿Desea almacenar esta nueva medida?

SI NO

Ilustración 89. Pantalla Método botes de pelota.

17:26 94%

h1	h2	k	tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Gravedad
1.8 m	1.19 m	0.664	0.995 s	1.065 s	0.868 s	9.121 m/s <sup>2</sup>
1.8 m	1.46 m	0.814	1.098 s	1.003 s	0.905 s	10.731 m/s <sup>2</sup>
1.8 m	1.47 m	0.821	0.6 s	1.09 s	0.988 s	9.883 m/s <sup>2</sup>

Gravedad media: 9.911 m/s<sup>2</sup>      Desviación típica gravedad: 0.546 m/s<sup>2</sup>  
k media: 0.766      Desviación típica k: 0.068

OK!

Ilustración 90. Pantalla Tabla Método botes de pelota.

**-Start:** Botón que hace que nuestro experimento comience la obtención de datos después de 10 segundos.

**-Primer bote:** Botón que pulsamos cuando la pelota bota por primera vez, y almacena el tiempo del primer bote.

**-Segundo bote:** Botón que pulsamos cuando la pelota bota por segunda vez, y almacena el tiempo del segundo bote.



- Tercer bote:** Botón que pulsamos cuando la pelota bota por tercera vez, y almacena el tiempo del tercer bote.
- SI:** Botón que pulsamos para almacenar los datos del experimento previamente realizado.
- NO:** Botón que pulsamos para no almacenar los datos del experimento previamente realizado.
- Mostrar Resultados:** Botón que pulsamos una vez realizados todos los experimentos para mostrar la tabla de los resultados.
- **OK!:** Botón que hace que nuestros datos obtenidos sean almacenados previamente para poder salvar datos posteriormente.

## TEORIA CAÍDA LIBRE.

Pantalla donde se encuentran los aspectos teóricos de caída libre mostrando como se debe realizar el método siguiente. [1] [4] [5]

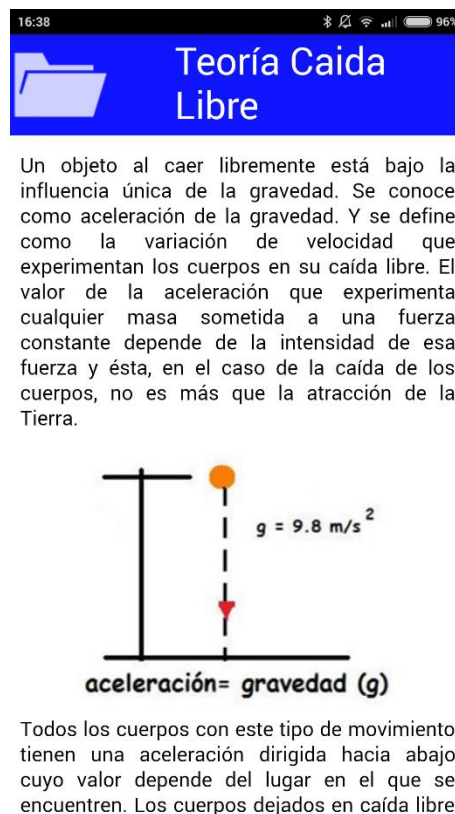


Ilustración 91. Pantalla Teoría Botes de Caída libre.

- Empezamos:** abre la pantalla donde se realizará el método de caída libre.

## MÉTODO CAÍDA LIBRE.

Pantalla del método de caída libre, donde iremos realizando el experimento de caída libre desde distintas alturas y obteniendo los datos del método, mostrando al finalizar la gráfica de todos los experimentos realizados. Antes de dejar caer el Smartphone tendremos que introducir previamente la longitud de caída libre. [1] [4] [5]



Ilustración 92. Pantalla Método Caída Libre.



Ilustración 93. Pantalla Experimento realizado Método Caída Libre

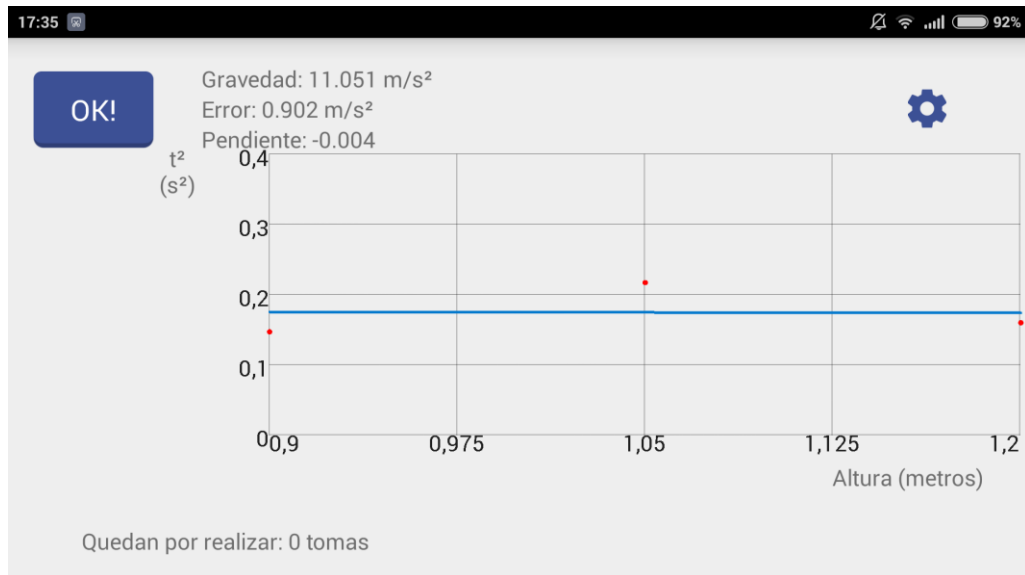


Ilustración 94. Pantalla Gráfica final Método Caída Libre.

- Start:** Botón que hace que nuestro experimento comience la obtención de datos después de 5 segundos.
- Stop:** Botón que hace que nuestro experimento se detenga, y muestra por pantalla los datos de la caída libre.
- OK!:** Botón que hace que nuestros datos obtenidos sean almacenados previamente para poder salvar datos posteriormente.
- Engranaje:** Botón que muestra la pantalla de ajustes de gráficas donde podremos cambiar el color y la velocidad de medida.

## GUARDAR CSV.

Pantalla de guardar los datos en csv y en el servidor web. En esta pantalla, observamos todos los métodos realizados, en los que vemos su media de la gravedad y la desviación típica, además también podemos observar la hora, la longitud y latitud. Dando al botón de guardar CSV decidimos si deseamos almacenar dicho experimento. Para visualizar toda la pantalla podremos deslizarlos por esta. <sup>[18]</sup>



Ilustración 95. Pantalla Guardar CSV.

**-Refrescar:** Botón que hace que nuestro Smartphone refresque la longitud y la latitud para obtener las coordenadas de nuestro Smartphone.

**-Guardar:** Botón que hace que nuestros datos obtenidos sean almacenamos en archivos .csv en nuestro Smartphone y en el servidor web para ser visualizados en la web.

## ANÁLISIS DE MÉTODOS.

Pantalla donde se visualizan una lista con todos los experimentos guardados en nuestro Smartphone. Pulsando en alguno de ellos iremos a ver los datos del experimento.



**Ilustración 96. Pantalla Análisis de Métodos.**

## EXPERIMENTO.

Pantalla donde se visualiza el experimento previamente seleccionado. En dicha pantalla observamos los datos de los cuatro métodos, la hora y día que se realizó el experimento y las coordenadas del mismo.



**Ilustración 97. Pantalla de Experimento**

## INFORMACIÓN.

Pantalla donde se visualiza la información de la aplicación móvil, por quién ha sido desarrollada, para quién ha sido desarrollada y los tutores del alumno.



**Bienvenido a la App Gravedad.**

Esta aplicación ha sido desarrollada para de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Valladolid (www.inf.uva.es) como trabajo fin de Grado.

AUTOR

**Gallego Jiménez, Ángel**

TUTORES

**González Delgado, Manuel Á.  
Vegas Hernández, Jesús M.**

© 2015 Copyright.  
® Todos los derechos reservados.

**Ilustración 98. Pantalla de Información.**

## AJUSTES DE GRÁFICAS.

Pantalla donde se puede modificar los colores de las gráficas y también las velocidades de toma de datos del sensor del acelerómetro, siendo Fastest la más rápida, seguida de Game y Normal y por último UI. Los colores elegidos para las gráficas son las más habituales.

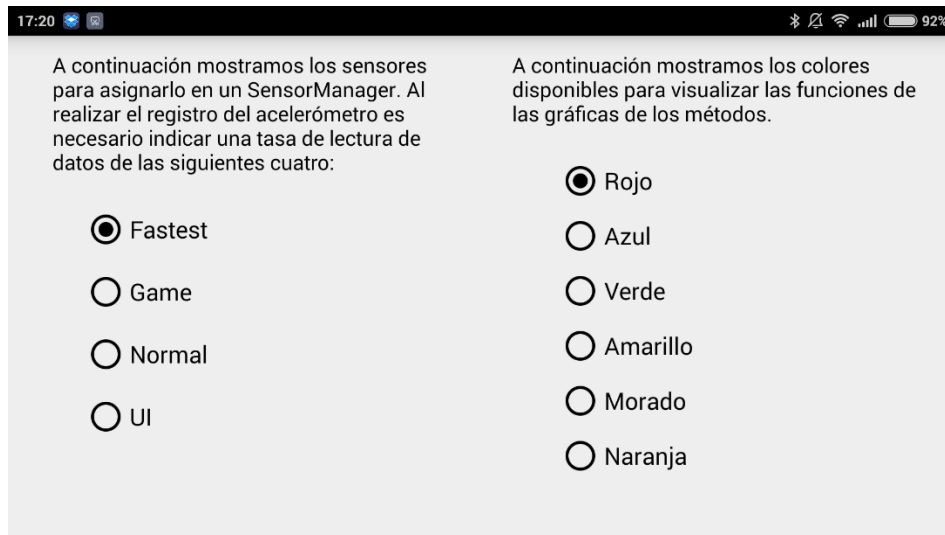


Ilustración 99. Pantalla de Ajustes de Gráfica.

## PÁGINA WEB.

Página web de la aplicación móvil donde podemos observar todos los experimentos realizados por cualquier usuario aparte de los nuestros, podremos visualizar la página web desde nuestro Smartphone o desde cualquier ordenador. Clicando en los marcadores, podremos ver los resultados de los experimentos en cada parte del planeta. Podremos ver la página web tanto en inglés como en español.



Ilustración 100. Página web (1).



Ilustración 101. Página web (2).

## CONTENIDO DEL CD

El CD contiene los siguientes directorios:

-**Código fuente:** contiene la carpeta del código fuente tanto de la aplicación móvil como de la página web. El código fuente de la aplicación móvil se encuentra en la subcarpeta *AppGravity*, y el de la página web en la subcarpeta *web*.

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

-**Memoria:** contiene una copia en formato digital de esta memoria en PDF. Además, se han incluido algunas de las imágenes de los diagramas de secuencia del apartado de diseño que son de gran tamaño, las cuales, no son de fácil visualización en el documento. Las imágenes se encuentran en el subcarpeta *ImagenesDiagramaSecuenciaDiseño*.