



**Universidad de Valladolid**

**E.T.S Ingeniería Informática**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Grado en Ingeniería Informática**

**Wearables: Análisis de dispositivos y recogida de  
datos en Android para estudios biométricos**

Autor:

**D. Juan Muñoz Galán**

Tutor:

**D. Carlos Enrique Vivaracho Pascual**



## Agradecimientos:

A mis padres, M<sup>a</sup> Belén y Antonio, y a mi hermano, Saúl, por permitirme estudiar aquello que deseaba y apoyarme en todo momento.

A mis compañeros de piso, Ángel y Francisco Javier, compañeros y amigos con los que he compartido y disfrutado estos cuatro años.

A mis compañeros de curso, de los cuales he aprendido mucho y tanto hemos trabajado juntos esta etapa.

A mi tutor, Carlos Enrique Vivaracho, ya que sin su ayuda este proyecto no hubiera podido salir adelante.

A la empresa 3G Mobile Group, impulsora de la idea de este proyecto que ha prestado todos los medios materiales y de personal que se han necesitado.

A mis compañeros de la empresa 3G Mobile Group, que me han ayudado siempre que lo he necesitado y que han hecho tan agradable mi primera experiencia laboral.

A todos ellos,  
muchas gracias.



## **Resumen**

El proyecto consiste en una aplicación móvil para sistemas operativos Android que sirva para recoger los datos proporcionados por los sensores de diferentes dispositivos *wearables*.

Esta aplicación será capaz de obtener datos de sensores de *wearables* de diferentes fabricantes y almacenarlos en una base de datos a través de un servicio web para después poder realizar un análisis de los mismos.

Tendrá dos modos de funcionamiento, uno en el que la recogida se activa de forma manual, y otro en el que se active de forma automática cuando se detecte que el usuario esté caminando.

La aplicación es compatible con dispositivos móviles con el sistema operativo Android 4.4 o superior.

## **Abstract**

The project consists on a mobile application for devices running Android that serve to acquire data provided from sensors of several wearable devices.

This application will allow to obtain data form sensors of wearables of several manufacturers and store it in a database through a web service to analyze them later.

It will have two running modes, one where collection activates manually, and other where it active automatically when the application detect that the user is walking.

The application supports mobile devices with operating system Android 4.4 or higher.



# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
1.1. VISIÓN GENERAL	17
1.2. OBJETIVOS	17
1.3. CONTEXTO DE DESARROLLO	17
1.3.1. <i>Plataforma de desarrollo</i>	17
1.3.2. <i>Entorno de desarrollo</i>	18
<b>CAPITULO II: PLANIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
2.1. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	21
2.1.1. <i>Roles y responsabilidades</i>	21
2.1.2. <i>Plan de proyecto</i>	21
2.2. RECURSOS DEL PROYECTO	22
2.3. ANÁLISIS DE RIESGOS	23
2.4. PLANIFICACIÓN DE FASES	28
2.4.1. <i>Fase de inicio</i>	28
2.4.2. <i>Fase de elaboración</i>	29
2.4.3. <i>Fase de construcción</i>	30
2.4.4. <i>Fase de transición</i>	31
2.5. ESTIMACIÓN DE COSTES	31
2.6. SEGUIMIENTO	32
<b>CAPÍTULO III: ESTUDIO DE WEARABLES</b>	<b>35</b>
3.1. ESTUDIO DE WEARABLES DISPONIBLES EN EL MERCADO	37
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS</b>	<b>39</b>
4.1. PARTICIPANTES EN EL PROYECTO	41
4.2. OBJETIVOS DEL SISTEMA	41
4.3. REQUISITOS DEL SISTEMA	43
4.3.1. <i>Requisitos funcionales</i>	43
4.3.2. <i>Requisitos no funcionales</i>	47
4.3.3. <i>Requisitos de información</i>	50
4.4. DEFINICIÓN DE ACTORES	51
4.5. DIAGRAMA DE CASOS DE USO	51
4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA	52
4.7. MODELO DE DOMINIO	57
4.7.1. <i>Descripción del modelo de dominio</i>	58
4.8. DIAGRAMAS DE SECUENCIA	58
4.8.1. <i>Recoger muestra manual Android Wear</i>	59
4.8.2. <i>Recoger muestra manual Microsoft Band 2</i>	60
4.8.3. <i>Recoger muestra manual Angel Sensor</i>	61
4.8.4. <i>Recoger muestra automática Android Wear</i>	62
4.8.5. <i>Recoger muestra automática Microsoft Band 2</i>	63
4.8.6. <i>Sincronizar datos con el servidor</i>	64
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO</b>	<b>65</b>
5.1. DIAGRAMA DE CLASES	67
5.2. DIAGRAMAS DE SECUENCIA	71
5.2.1. <i>Recoger muestra manual Android Wear</i>	72
5.2.2. <i>Recoger muestra manual Microsoft Band 2</i>	73
5.2.3. <i>Recoger muestra manual Angel Sensor</i>	74

5.2.4.	<i>Recoger muestra automática Android Wear</i> .....	75
5.2.5.	<i>Recoger muestra automática Microsoft Band 2</i> .....	76
5.2.6.	<i>Sincronizar datos con el servidor</i> .....	77
5.3.	DIAGRAMA DE DESPLIEGUE .....	77
5.4.	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	78
<b>CAPÍTULO VI: IMPLEMENTACIÓN</b> .....		<b>79</b>
6.1.	DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN .....	81
6.1.1.	<i>Interfaz de usuario</i> .....	81
6.1.2.	<i>Conexión con dispositivos wearables</i> .....	87
6.1.3.	<i>Guardado de muestras en la base de datos local</i> .....	87
6.1.4.	<i>Detección de actividades en la recogida automática</i> .....	88
6.1.5.	<i>Sincronización de muestras con el servidor</i> .....	88
<b>CAPÍTULO VII: PRUEBAS</b> .....		<b>89</b>
7.1.	PRUEBAS DE DOMINIO DE LA APLICACIÓN.....	91
7.2.	PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA .....	93
<b>CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES</b> .....		<b>97</b>
8.1.	CONCLUSIONES .....	99
8.2.	FUTURAS MEJORAS.....	99
8.2.1.	<i>Compatibilidad para otros wearables</i> .....	99
8.2.2.	<i>Mejora del sistema de identificación de muestras</i> .....	100
8.2.3.	<i>Portado a otras plataformas</i> .....	100
8.2.4.	<i>Vista previa de los datos en una gráfica</i> .....	100
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>101</b>
	<i>Bibliografía de planificación de proyectos</i> .....	103
	<i>Bibliografía de análisis y diseño software</i> .....	103
	<i>Bibliografía de programación en Java</i> .....	103
	<i>Bibliografía de programación en Android</i> .....	104
	<i>Bibliografía de programación Android Wear</i> .....	104
	<i>Bibliografía de programación Microsoft Band 2</i> .....	105
	<i>Bibliografía de programación Angel Sensor</i> .....	105
	<i>Bibliografía interfaz gráfica de usuario</i> .....	105
	<i>Bibliografía general</i> .....	105
<b>ANEXO I</b> .....		<b>107</b>
I.	MANUAL DE USUARIO .....	109
1.	<i>Instalación</i> .....	109
2.	<i>Elección de tipo de recogida y datos de la muestra</i> .....	109
3.	<i>Recogida manual</i> .....	111
4.	<i>Recogida automática</i> .....	113
5.	<i>Permisos para obtener datos sobre el ritmo cardíaco</i> .....	113
6.	<i>Sincronización con el servidor</i> .....	115
<b>ANEXO II</b> .....		<b>119</b>
I.	CONTENIDO DEL CD .....	120
1.	<i>WearableSensors</i> .....	120
2.	<i>Diagramas</i> .....	120
3.	<i>Figuras</i> .....	120
4.	<i>Archivo de instalación</i> .....	120
5.	<i>Memoria</i> .....	120

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ROLES Y RESPONSABILIDADES .....	21
TABLA 2. PLAN DE PROYECTO .....	21
TABLA 3. HITOS.....	21
TABLA 4. RECURSOS POR FASES.....	22
TABLA 5. ORDENADOR DE DESARROLLO.....	22
TABLA 6. SMARTPHONE DE DESARROLLO.....	22
TABLA 7. RELOJ ANDROID MOTOROLA .....	23
TABLA 8. RELOJ ANDROID HUAWEI .....	23
TABLA 9. PULSERA MICROSOFT .....	23
TABLA 10. PULSERA ANGEL SENSOR .....	23
TABLA 11. RIESGO 0001 .....	24
TABLA 12. RIESGO 0002 .....	24
TABLA 13. RIESGO 0003 .....	24
TABLA 14. RIESGO 0004 .....	25
TABLA 15. RIESGO 0005 .....	25
TABLA 16. RIESGO 0006 .....	26
TABLA 17. RIESGO 0007 .....	26
TABLA 18. RIESGO 0008 .....	27
TABLA 19. RIESGO 0009 .....	27
TABLA 20. RIESGO 0010 .....	28
TABLA 21. ESTIMACIÓN COSTE HARDWARE .....	32
TABLA 22. ESTIMACIÓN COSTE SOFTWARE.....	32
TABLA 23. ESTIMACIÓN COSTE RECURSOS HUMANOS .....	32
TABLA 24. ESTIMACIÓN COSTE TOTAL .....	32
TABLA 25. COSTE EXTRA RECURSOS HUMANOS .....	33
TABLA 26. COSTE FINAL DEL PROYECTO.....	33
TABLA 27. PARTICIPANTE 0001 .....	41
TABLA 28. PARTICIPANTE 0002 .....	41
TABLA 29. PARTICIPANTE 0003 .....	41
TABLA 30. OBJETIVO 0001 .....	41
TABLA 31. OBJETIVO 0002 .....	42
TABLA 32. OBJETIVO 0003 .....	42
TABLA 33. OBJETIVO 0004 .....	42
TABLA 34. OBJETIVO 0005 .....	42
TABLA 35. REQUISITO FUNCIONAL 0001 .....	43

TABLA 36. REQUISITO FUNCIONAL 0002 .....	43
TABLA 37. REQUISITO FUNCIONAL 0003 .....	43
TABLA 38. REQUISITO FUNCIONAL 0004 .....	44
TABLA 39. REQUISITO FUNCIONAL 0005 .....	44
TABLA 40. REQUISITO FUNCIONAL 0006 .....	44
TABLA 41. REQUISITO FUNCIONAL 0007 .....	44
TABLA 42. REQUISITO FUNCIONAL 0008 .....	45
TABLA 43. REQUISITO FUNCIONAL 0009 .....	45
TABLA 44. REQUISITO FUNCIONAL 0010 .....	45
TABLA 45. REQUISITO FUNCIONAL 0011 .....	45
TABLA 46. REQUISITO FUNCIONAL 0012 .....	46
TABLA 47. REQUISITO FUNCIONAL 0013 .....	46
TABLA 48. REQUISITO FUNCIONAL 0014 .....	46
TABLA 49. REQUISITO FUNCIONAL 0015 .....	46
TABLA 50. REQUISITO FUNCIONAL 0016 .....	47
TABLA 51. REQUISITO FUNCIONAL 0017 .....	47
TABLA 52. REQUISITO NO FUNCIONAL 0001 .....	47
TABLA 53. REQUISITO NO FUNCIONAL 0002 .....	48
TABLA 54. REQUISITO NO FUNCIONAL 0003 .....	48
TABLA 55. REQUISITO NO FUNCIONAL 0004 .....	48
TABLA 56. REQUISITO NO FUNCIONAL 0005 .....	48
TABLA 57. REQUISITO NO FUNCIONAL 0006 .....	49
TABLA 58. REQUISITO NO FUNCIONAL 0007 .....	49
TABLA 59. REQUISITO NO FUNCIONAL 0008 .....	49
TABLA 60. REQUISITO NO FUNCIONAL 0009 .....	49
TABLA 61. REQUISITO NO FUNCIONAL 0010 .....	50
TABLA 62. REQUISITO DE INFORMACIÓN 0001 .....	50
TABLA 63. REQUISITO DE INFORMACIÓN 0002 .....	50
TABLA 64. ACTOR 0001 .....	51
TABLA 65. CASO DE USO 0001.....	52
TABLA 66. CASO DE USO 0002.....	53
TABLA 67. CASO DE USO 0003.....	54
TABLA 68. CASO DE USO 0004.....	55
TABLA 69. CASO DE USO 0005.....	56
TABLA 70. CASO DE USO 0006.....	57
TABLA 71. PRUEBA DE DOMINIO 0001 .....	91

TABLA 72. PRUEBA DE DOMINIO 0002.....	91
TABLA 73. PRUEBA DE DOMINIO 0003.....	91
TABLA 74. PRUEBA DE DOMINIO 0004.....	91
TABLA 75. PRUEBA DE DOMINIO 0005.....	91
TABLA 76. PRUEBA DE DOMINIO 0006.....	91
TABLA 77. PRUEBA DE DOMINIO 0007.....	92
TABLA 78. PRUEBA DE DOMINIO 0008.....	92
TABLA 79. PRUEBA DE DOMINIO 0009.....	92
TABLA 80. PRUEBA DE DOMINIO 0010.....	92
TABLA 81. PRUEBA DE DOMINIO 0011.....	92
TABLA 82. PRUEBA DE DOMINIO 0012.....	92
TABLA 83. PRUEBA DE INTERFAZ 0001.....	93
TABLA 84. PRUEBA DE INTERFAZ 0002.....	93
TABLA 85. PRUEBA DE INTERFAZ 0003.....	93
TABLA 86. PRUEBA DE INTERFAZ 0004.....	93
TABLA 87. PRUEBA DE INTERFAZ 0005.....	93
TABLA 88. PRUEBA DE INTERFAZ 0006.....	93
TABLA 89. PRUEBA DE INTERFAZ 0007.....	94
TABLA 90. PRUEBA DE INTERFAZ 0008.....	94
TABLA 91. PRUEBA DE INTERFAZ 0009.....	94
TABLA 92. PRUEBA DE INTERFAZ 0010.....	94
TABLA 93. PRUEBA DE INTERFAZ 0011.....	94
TABLA 94. PRUEBA DE INTERFAZ 0012.....	94
TABLA 95. PRUEBA DE INTERFAZ 0013.....	95
TABLA 96. PRUEBA DE INTERFAZ 0014.....	95
TABLA 97. PRUEBA DE INTERFAZ 0015.....	95
TABLA 98. PRUEBA DE INTERFAZ 0016.....	95
TABLA 99. PRUEBA DE INTERFAZ 0017.....	95
TABLA 100. PRUEBA DE INTERFAZ 0018.....	95



# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. TAREAS FASE DE INICIO.....	28
FIGURA 2. DIAGRAMA DE GANTT FASE DE INICIO.....	29
FIGURA 3. TAREAS FASE DE ELABORACIÓN.....	29
FIGURA 4. DIAGRAMA DE GANTT FASE DE ELABORACIÓN.....	30
FIGURA 5. TAREAS FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	30
FIGURA 6. DIAGRAMA DE GANTT FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	31
FIGURA 7. TAREAS FASE DE TRANSICIÓN.....	31
FIGURA 8. DIAGRAMA DE GANTT FASE DE TRANSICIÓN.....	31
FIGURA 9. CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS WEARABLES.....	37
FIGURA 10. DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	51
FIGURA 11. MODELO DE DOMINIO.....	57
FIGURA 12. DIAGRAMA DE SECUENCIA MUESTRA MANUAL ANDROID WEAR.....	59
FIGURA 13. DIAGRAMA DE SECUENCIA MUESTRA MANUAL MICROSOFT BAND 2.....	60
FIGURA 14. DIAGRAMA DE SECUENCIA MUESTRA MANUAL ANGEL SENSOR.....	61
FIGURA 15. DIAGRAMA DE SECUENCIA MUESTRA AUTOMÁTICA ANDROID WEAR.....	62
FIGURA 16. DIAGRAMA DE SECUENCIA MUESTRA AUTOMÁTICA MICROSOFT BAND 2.....	63
FIGURA 17. DIAGRAMA DE SECUENCIA SINCRONIZAR DATOS CON EL SERVIDOR.....	64
FIGURA 18. DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO.....	67
FIGURA 19. CLASE MAINACTIVITY.....	67
FIGURA 20. CLASE ANDROIDWEARACTIVITY.....	68
FIGURA 21. CLASE MICROSOFTBANDACTIVITY.....	68
FIGURA 22. CLASE ANGELSENSORACTIVITY.....	68
FIGURA 23. CLASE AUTOACTIVITY.....	69
FIGURA 24. CLASE ANDROIDWEARSERVICE.....	69
FIGURA 25. CLASE MICROSOFTBANDSERVICE.....	69
FIGURA 26. CLASE GOOGLEAPICLIENT.....	69
FIGURA 27. CLASE ACTIVITYRECOGNITIONAPI.....	70
FIGURA 28. CLASE WEARSERVICE.....	70
FIGURA 29. CLASE SENSORLISTENER.....	70
FIGURA 30. CLASE ANDROIDWEARAUTOSERVICE.....	70
FIGURA 31. CLASE MICROSOFTBANDAUTOSERVICE.....	70
FIGURA 32. CLASE SQLITEHELPER.....	71
FIGURA 33. CLASE HTTPTRANSPORTSE.....	71
FIGURA 34. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DISEÑO MUESTRA MANUAL ANDROID WEAR.....	72
FIGURA 35. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DISEÑO MUESTRA MANUAL MICROSOFT BAND 2.....	73

FIGURA 36. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DISEÑO MUESTRA MANUAL ANGEL SENSOR .....	74
FIGURA 37. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DISEÑO MUESTRA AUTOMÁTICA ANDROID WEAR .....	75
FIGURA 38. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DISEÑO MUESTRA AUTOMÁTICA MICROSOFT BAND 2.....	76
FIGURA 39. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DISEÑO SINCRONIZAR DATOS CON EL SERVIDOR .....	77
FIGURA 40. DIAGRAMA DE DESPLIEGUE .....	78
FIGURA 41. DIAGRAMA DE COMPONENTES .....	78
FIGURA 42. INTERFAZ ACTIVITY PRINCIPAL I .....	81
FIGURA 43. INTERFAZ ACTIVITY PRINCIPAL II .....	82
FIGURA 44. INTERFAZ DIÁLOGO DATOS MUESTRA.....	82
FIGURA 45. INTERFAZ RECOGIDA MANUAL ANDROID WEAR .....	83
FIGURA 46. INTERFAZ RECOGIDA MANUAL MICROSOFT BAND 2 .....	83
FIGURA 47. INTERFAZ RECOGIDA MANUAL ANGEL SENSOR.....	84
FIGURA 48. INTERFAZ RECOGIDA AUTOMÁTICA .....	84
FIGURA 49. INTERFAZ DIÁLOGO GUARDADO .....	85
FIGURA 50. INTERFAZ SINCRONIZACIÓN MEDICIONES .....	86
FIGURA 51. INTERFAZ PROGRESO SINCRONIZACIÓN.....	86
FIGURA 52. INTERFAZ MENSAJE SINCRONIZADAS .....	87
FIGURA 53. PERMISOS INSTALACIÓN .....	109
FIGURA 54. PANTALLA PRINCIPAL.....	110
FIGURA 55. DIÁLOGO DATOS MUESTRA RECOGIDA MANUAL.....	110
FIGURA 56. MENSAJE DE CAMPO VACÍO.....	111
FIGURA 57. RECOGIDA MANUAL.....	112
FIGURA 58. DIÁLOGO DE GUARDADO .....	112
FIGURA 59. RECOGIDA AUTOMÁTICA .....	113
FIGURA 60. BOTÓN DAR PERMISO MICROSOFT BAND 2 .....	114
FIGURA 61. DIÁLOGO PERMISO MICROSOFT BAND 2.....	114
FIGURA 62. NOTIFICACIÓN ANDROID WEAR .....	115
FIGURA 63. BOTÓN DAR PERMISO ANDROID WEAR .....	115
FIGURA 64. DIÁLOGO PERMISO ANDROID WEAR.....	115
FIGURA 65. SINCRONIZACIÓN .....	116
FIGURA 66. PROGRESO SINCRONIZACIÓN.....	116
FIGURA 67. SINCRONIZACIÓN FINALIZADA .....	117

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**



## 1.1. Visión general

La autenticación biométrica de usuarios es un campo en auge actualmente. Permite mejorar la seguridad de los sistemas y al mismo tiempo aumenta la comodidad del usuario al no tener que recordar ningún tipo de contraseña.

Un campo de estudio innovador en esta línea es el centrado en los dispositivos *wearables*. En el presente TFG se plantea un primer paso hacia la investigación y desarrollo en este campo. Más concretamente, se plantea la realización de un análisis de los dispositivos existentes para seleccionar los más adecuados para nuestro objetivo y el desarrollo de una aplicación Android para la recogida de datos de los sensores de los mismos.

En este documento se abordarán las fases necesarias para el desarrollo del proyecto: planificación (Capítulo 2), estudio de *wearables* (Capítulo 3), análisis (Capítulo 4), diseño (Capítulo 5), implementación (Capítulo 6), pruebas (Capítulo 7) y conclusiones (Capítulo 8).

## 1.2. Objetivos

El proyecto tiene dos objetivos principales: uno es realizar un estudio de los *wearables* disponibles actualmente, y otro, la realización de una aplicación móvil para el sistema operativo Android que permita llevar a cabo la recogida y almacenamiento de los datos de esos dispositivos.

Se llevará a cabo un análisis detallado de los dispositivos *wearables* que existen en la actualidad, los sensores de los que dispone cada uno, los datos que estos recogen y las diferentes APIs y SDKs que se proporcionan para su integración con Android.

La aplicación debe ser capaz de obtener datos de dispositivos de distintos fabricantes. Para ello será necesario conocer e integrar correctamente los diferentes SDK y APIs que estos proporcionan.

Por último, el sistema a desarrollar debe poder almacenar los datos obtenidos de los *wearables* en una base de datos alojada en un servidor para poder utilizarlos en estudios futuros.

## 1.3. Contexto de desarrollo

### 1.3.1. Plataforma de desarrollo

El proyecto ha sido desarrollado para la plataforma Android, ya que es el sistema operativo móvil más abierto y el más extendido en la actualidad en cuanto a número de dispositivos [6] [7].

La versión mínima del SDK de Android para el correcto funcionamiento de la aplicación es la 19, que se corresponde con Android 4.4 (KitKat). El dispositivo también debe disponer de Bluetooth 4.0.

El smartphone que se ha utilizado para el desarrollo ha sido el Meizu MX4 Pro dado que es el que el alumno poseía para su uso personal. Éste dispone de la versión de Android 5.1.

Los dispositivos *wearables* de los que se dispuso fueron el reloj Motorola 360 Sport, el reloj Huawei Watch, la pulsera Angel Sensor y la pulsera Microsoft Band 2.

### **1.3.2. Entorno de desarrollo**

El IDE elegido para el desarrollo de la aplicación fue Android Studio, entorno de desarrollo oficial para aplicaciones Android. Está basado en IntelliJ IDEA de JetBrains y es publicado de forma gratuita a través de la licencia Apache 2.0. Fue elegido en lugar de Eclipse por su mayor potencia y familiaridad al haber trabajado ya con él en otra asignatura.

Para la parte de planificación se utilizó el programa Microsoft Project 2013. También fue elegido por haberse utilizado ya en otra asignatura de la carrera. La herramienta no es gratuita, se tuvo acceso a ella gracias a la licencia que proporciona la Universidad de Valladolid.

En cuanto a la parte de análisis y diseño se utilizó Astah Professional. Igual que en la anterior, también se requiere una licencia que proporciona la Universidad.

Para la parte de documentación se eligió Microsoft Word 2013 y para la presentación Microsoft PowerPoint 2013, ambos por su familiaridad y experiencia previa.

Otras herramientas que se utilizaron fueron SoapUI-5.2.1, para realizar pruebas con peticiones SOAP; Resaizer-1.4.2, para obtener copias de imágenes adecuadas para los distintos tamaños de pantalla de los dispositivos Android; y Microsoft SQL Server Management Studio, para gestionar la base de datos utilizada en el proyecto.

# **CAPITULO II: PLANIFICACIÓN**



## 2.1. Organización del proyecto

El proyecto ha sido desarrollado por tan solo una persona, el alumno Juan Muñoz Galán, con la ayuda de su tutor de proyecto Carlos Enrique Vivaracho Pascual, su tutor de prácticas Pedro López Barrasa y la empresa 3G Mobile Group. Por lo tanto, el alumno ha sido el encargado de todos los roles necesarios para el desarrollo del proyecto (tabla 1).

### 2.1.1. Roles y responsabilidades

Rol	Persona encargada	Responsabilidades
Jefe de proyecto	Juan Muñoz Galán	Planificar, organizar, dirigir, supervisar y gestionar el proyecto
Analista	Juan Muñoz Galán	Obtener y validar requisitos y casos de uso del proyecto.
Diseñador	Juan Muñoz Galán	Diseñar la implementación de la solución del proyecto.
Desarrollador	Juan Muñoz Galán	Codificar el sistema, documentar el código y ejecutar las pruebas necesarias para su validación

Tabla 1. Roles y responsabilidades

### 2.1.2. Plan de proyecto

El tiempo estimado del proyecto es de aproximadamente 522 horas. El alumno trabajará de lunes a viernes 6 horas al día.

La planificación de este proyecto se ha basado en el Proceso Unificado (RUP) [1] [2]. Se trata de un proceso iterativo de desarrollo ampliamente extendido. Las fases de las que se compone se muestran en la tabla 2.

Fase	Número de iteraciones	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
Inicio	1	23/02/16	23/03/16	4 semanas
Elaboración	2	23/03/16	22/04/16	5 semanas
Construcción	2	22/04/16	24/06/16	9 semanas
Transición	1	24/06/16	01/07/16	1 semanas

Tabla 2. Plan de proyecto

El final de cada una de estas etapas está marcado por un hito, en el que deben haberse terminado las tareas indicadas en la tabla 3.

Fase	Hito
Inicio	Planificación inicial y estudio del alcance del problema. Se describirán los principales riesgos del proyecto y se estimarán los costes. Por último se realizará la planificación de la siguiente fase.
Elaboración	Se identificarán los principales requisitos y casos de uso del sistema, modelo de dominio y arquitectura. Se desarrollarán los diagramas de diseño del sistema y se revisará la planificación para asegurar que se cumplen los objetivos. Por último, se realizará la planificación de la siguiente fase.
Construcción	Se realizará una revisión del diseño del sistema. Durante esta etapa se llevará a cabo la codificación del sistema de una manera iterativa e incremental. Por último se llevará a cabo la batería de pruebas para validar el correcto funcionamiento de todo el sistema. Se empezará a desarrollar el manual de usuario. Por último, se realizará la planificación de la siguiente fase.
Transición	En esta etapa finaliza la construcción de la primera versión del sistema. Se completará el manual de usuario. Se incorporarán detalles mínimos y corregirán errores que puedan surgir.

Tabla 3. Hitos

## 2.2. Recursos del proyecto

En la tabla 4 se muestran los recursos utilizados durante el desarrollo del proyecto.

Fase	Recursos humanos	Recursos hardware	Recursos software
Inicio	Juan Muñoz Galán	Ordenador de desarrollo	Microsoft Office 2013, Microsoft Project 2013
Elaboración	Juan Muñoz Galán	Ordenador de desarrollo	Microsoft Office 2013, Microsoft Project 2013, Astah Professional, Android Studio
Construcción	Juan Muñoz Galán	Ordenador de desarrollo, smartphone de desarrollo, wearables de desarrollo	Microsoft Office 2013, Astah Professional, Android Studio, SoapUI-5.1.1, Resizer-1.4.2, Microsoft SQL Server Management Studio
Transición	Juan Muñoz Galán	Ordenador de desarrollo, smartphone de desarrollo, wearables de desarrollo	Microsoft Office 2013, Astah Professional, Android Studio, Microsoft SQL Server Management Studio

Tabla 4. Recursos por fases

A continuación se muestran las características más relevantes de los recursos hardware utilizados en el proyecto (tablas 5, 6, 7, 8, 9 y 10).

Ordenador de desarrollo – Dell Vostro 3300	
CPU	Intel® Core™ i5 CPU M450 @ 2.40GHz
GPU	Chip gráfico integrado GMA HD
RAM	4 GB
HDD	300 GB
OS	Windows 10
Display	Tamaño: 13.3" Resolución: 1366 x 768 píxeles

Tabla 5. Ordenador de desarrollo

Smartphone de desarrollo – Meizu MX4 Pro	
CPU	Samsung Exynos 5 Octa 5430 (2GHz)
GPU	ARM Mali-T628 MP6
RAM	3 GB
HDD	16 GB
OS	Android 5.1.1 (Lollipop)
Display	Tamaño: 5" Resolución: 1536 x 2560 píxeles

Tabla 6. Smartphone de desarrollo

<b>Reloj Android – Motorola 360 Sport</b>	
CPU	Snapdragon 400 (4x 1.2 GHz)
GPU	Adreno 305
RAM	512 MB
HDD	4 GB
OS	Android Wear 6.0.1 (Marshmallow)
Display	Tamaño: 1.37" Resolución: 360 x 325 píxeles

*Tabla 7. Reloj Android Motorola*

<b>Reloj Android – Huawei Watch</b>	
CPU	Snapdragon 400 (4x 1.2 GHz)
GPU	Adreno 305
RAM	512 MB
HDD	4 GB
OS	Android Wear 6.0.1 (Marshmallow)
Display	Tamaño: 1.4" Resolución: 400 x 400 píxeles

*Tabla 8. Reloj Android Huawei*

<b>Pulsera Microsoft – Microsoft Band 2</b>	
CPU	ARM Cortes M4 MCU
GPU	Sin información
RAM	Sin información
HDD	64 MG
OS	Sin sistema operativo (Microsoft Framework)
Display	Tamaño: 1.4" Resolución: 320 x 128 píxeles

*Tabla 9. Pulsera Microsoft*

<b>Pulsera Angel – Angel Sensor</b>	
CPU	Sin información
GPU	No
RAM	Sin información
HDD	Sin información
OS	Sin información
Display	No

*Tabla 10. Pulsera Angel Sensor*

### 2.3. Análisis de riesgos

A continuación se catalogan los diferentes riesgos que pueden afectar al proyecto. Es importante identificar todos los riesgos posibles para plantear estrategias que mitiguen o traten el efecto de los mismos (tablas 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20).

Formulario de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0001	<b>Título:</b> Fallos de hardware	<b>Fecha:</b>
Categoría: Riesgos del proyecto	<b>Fase:</b> En todas las fases del proyecto	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> retraso en la finalización del proyecto y aumento de los costes para sustituir o reparar el componente dañado.		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Los fallos en el hardware pueden afectar a la disponibilidad.	
<b>Contexto del riesgo</b>	El riesgo está presente en todas las fases del proyecto.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Puede producir un retraso en las tareas y aumentar el coste del proyecto.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Aceptación del riesgo	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	El coste de la redundancia del hardware es muy caro. En caso de que ocurra tan solo se sustituirá el hardware por dispositivos similares o se utilizarán emuladores, si es posible.	

Tabla 11. Riesgo 0001

Formulario de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0002	<b>Título:</b> Fallos de personal	<b>Fecha:</b>
Categoría: Riesgos del proyecto	<b>Fase:</b> En todas las fases del proyecto	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> retraso en la finalización del proyecto.		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Un miembro del proyecto puede retrasarse en la finalización de alguna tarea por motivos del proyecto o ajenos.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Está presente en todas las fases del proyecto ya que depende de un factor humano que puede darse en cualquier momento.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Puede retrasar la finalización del proyecto.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Establecer márgenes temporales para prevenir posibles fallos de personal.	

Tabla 12. Riesgo 0002

Formulario de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0003	<b>Título:</b> Fallos de software	<b>Fecha:</b>
Categoría: Riesgos de proyecto	<b>Fase:</b> en todas las fases del proyecto.	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> retraso en la finalización del proyecto.		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Funcionamiento incorrecto del software por razones ajenas como bugs o malware.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Está presente en todas las fases del proyecto.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Retraso en la finalización de las tareas afectadas por el fallo.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Reducción del riesgo.	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Disponibilidad y conocimiento de herramientas similares para sustituir a las afectadas por el fallo.	

Tabla 13. Riesgo 0003

<b>Formulario de gestión de riesgos</b>		
<b>Identificador:</b> 0004	<b>Título:</b> Definición incorrecta de requisitos	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proceso	<b>Fase:</b> fase de elaboración	<b>Probabilidad:</b> Media
<b>Consecuencia:</b> la definición incorrecta de requisitos puede provocar un retraso en la finalización del proyecto además de posibles fallos en el diseño.		
<b>Valoración de riesgos</b>		
<b>Descripción del riesgo</b>	Gestión pobre de requisitos que implica repetir el análisis	
<b>Contexto del riesgo</b>	Se produce en la fase de elaboración, al no identificar correctamente los requisitos.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Un análisis incorrecto de requisitos puede repercutir en el producto final, que no se adaptará a las necesidades del cliente.	
<b>Planificación de riesgos</b>		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo.	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Revisión de requisitos. Refinar los requisitos antes de comenzar con las tareas de diseño del sistema.	

Tabla 14. Riesgo 0004

<b>Formulario de gestión de riesgos</b>		
<b>Identificador:</b> 0005	<b>Título:</b> Modificación de requisitos	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proceso	<b>Fase:</b> fase de construcción y transición	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> retraso en la entrega del proyecto.		
<b>Valoración de riesgos</b>		
<b>Descripción del riesgo</b>	El cliente modifica los requisitos en la fase de construcción o transición.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Se produce en la fase de construcción o transición cuando los requisitos ya deberían estar fijados.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Puede producir un retraso en la finalización del proyecto al tener que reconstruir partes de la aplicación	
<b>Planificación de riesgos</b>		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo.	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Revisión de los requisitos. Se refinarán los requisitos y se programarán reuniones con el cliente con el fin de fijar éstos en la fase de elaboración.	

Tabla 15. Riesgo 0005

Formulario de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0006	<b>Título:</b> Planificación temporal errónea	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proceso	<b>Fase:</b> en todas las fases del proyecto	<b>Probabilidad:</b> Alta
<b>Consecuencia:</b> revisión de la planificación del proyecto, lo que supone un aumento de su duración		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Estimación incorrecta de las duraciones de las tareas del proyecto.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Presente en todas las fases del proyecto ya que la estimación puede ser errónea en cualquier tarea.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Implicaría realizar una nueva planificación del proyecto para reducir las consecuencias del retraso en tareas posteriores.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Estudiar detenidamente el proyecto para realizar una estimación temporal lo más exacta posible y aumentar los márgenes temporales para prevenir estos posibles fallos.	

Tabla 16. Riesgo 0006

Formulario de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0007	<b>Título:</b> Diseño erróneo del sistema	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proceso	<b>Fase:</b> Fase de elaboración	<b>Probabilidad:</b> Media
<b>Consecuencia:</b> El proyecto no se adapta a las necesidades del cliente o tiene una funcionalidad incompleta		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Diseño erróneo de la arquitectura o componentes que forman el sistema.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Se puede producir en la fase de elaboración al no realizar un correcto diseño del sistema.	
<b>Análisis del riesgo</b>	El impacto del riesgo puede ir desde modificar pequeñas partes del sistema hasta realizar un nuevo diseño completo.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo.	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Estudiar los posibles diseños del sistema a construir y elegir el que mejor se adapte a las necesidades del proyecto.	

Tabla 17. Riesgo 0007

<b>Formulario de gestión de riesgos</b>		
<b>Identificador:</b> 0008	<b>Título:</b> Pérdida de datos	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proyecto	<b>Fase:</b> En todas las fases del proyecto	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> Retraso en la finalización del proyecto.		
<b>Valoración de riesgos</b>		
<b>Descripción del riesgo</b>	Posibilidad de la pérdida de los datos debido a fallos hardware, software o humanos.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Se produce en todas las fases del proyecto, ya que en todo momento se está trabajando con algún tipo de dato que es necesario guardar.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Produce un retraso en la finalización del proyecto, ya que implica repetir muchas de las tareas.	
<b>Planificación de riesgos</b>		
<b>Estrategia</b>	Protección del riesgo	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Se realizarán copias de seguridad periódicamente tanto de forma local como en la nube.	

Tabla 18. Riesgo 0008

<b>Formulario de gestión de riesgos</b>		
<b>Identificador:</b> 0009	<b>Título:</b> Disponibilidad del servidor	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proyecto	<b>Fase:</b> Fase de construcción	<b>Probabilidad:</b> Baja
<b>Consecuencia:</b> retraso en la entrega del proyecto al no poder utilizar la base de datos alojada en ese servidor.		
<b>Valoración de riesgos</b>		
<b>Descripción del riesgo</b>	No tener acceso al servidor de bases de datos en el que se van a guardar las muestras recogidas.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Se produce en la fase de construcción, ya que es en esta fase cuando se realizan las pruebas de recogida y almacenamiento de datos.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Implica un retraso en la finalización del proyecto ya que impide que se realicen las pruebas necesarias para validar el funcionamiento del sistema.	
<b>Planificación de riesgos</b>		
<b>Estrategia</b>	Aceptación del riesgo	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Contactar con el responsable del servidor y notificarle la incidencia para que se resuelva cuanto antes.	

Tabla 19. Riesgo 0009

Formulario de gestión de riesgos		
<b>Identificador:</b> 0010	<b>Título:</b> Retraso en la entrega de los dispositivos	<b>Fecha:</b>
<b>Categoría:</b> Riesgos del proyecto	<b>Fase:</b> fase de construcción	<b>Probabilidad:</b> Media
<b>Consecuencia:</b> retraso en la entrega del proyecto.		
Valoración de riesgos		
<b>Descripción del riesgo</b>	Retraso por parte de los proveedores en la entrega de los dispositivos wearables necesarios para el proyecto.	
<b>Contexto del riesgo</b>	Se produce en la fase de construcción ya que los dispositivos son necesarios para realizar pruebas.	
<b>Análisis del riesgo</b>	Implica un retraso en la finalización del proyecto ya que impide que se realicen las pruebas de recogida y validación del correcto funcionamiento de la aplicación.	
Planificación de riesgos		
<b>Estrategia</b>	Aceptación del riesgo	
<b>Plan de acción del riesgo</b>	Solo se podrán aumentar los márgenes temporales para prevenirlo ya que es un riesgo que no depende de nosotros.	

Tabla 20. Riesgo 0010

## 2.4. Planificación de fases

El alumno Juan Muñoz Galán será el encargado de todos los roles del proyecto, por lo tanto todas las tareas se realizarán de forma secuencial. A continuación se detalla la planificación de cada una de las fases del proyecto con sus respectivas tareas:

### 2.4.1. Fase de inicio

Lista de tareas (figura 1) y diagrama de Gantt (figura 2) de la fase de inicio.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	▲ Fase de inicio	19 días	mar 23/02/16	mié 23/03/16		
2	Planificación fase de inicio	1 día	mar 23/02/16	mar 23/02/16		Jefe de Proyecto
3	Organización del proyecto	3 días	mié 24/02/16	lun 29/02/16	2	Jefe de Proyecto
4	Creación del plan de gestión de riesgos	3 días	mar 01/03/16	jue 03/03/16	3	Jefe de Proyecto
5	Análisis de wearables disponibles	9 días	vie 04/03/16	jue 17/03/16	4	Jefe de Proyecto
6	Elección de wearables	1 día	vie 18/03/16	vie 18/03/16	5	Jefe de Proyecto
7	Planificación de la fase de elaboración	2 días	lun 21/03/16	mar 22/03/16	6	Jefe de Proyecto
8	Hito 1	0 días	mié 23/03/16	mié 23/03/16	7	

Figura 1. Tareas fase de inicio

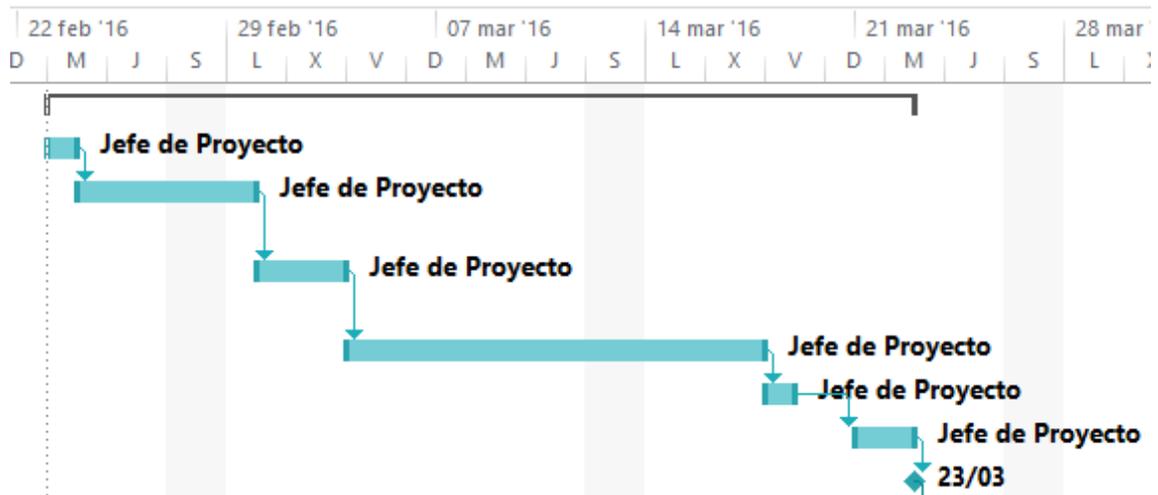


Figura 2. Diagrama de Gantt fase de inicio

## 2.4.2. Fase de elaboración

Lista de tareas (figura 3) y diagrama de Gantt (figura 4) de la fase de elaboración.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
9	▲ Fase de elaboración	20 días	mié 23/03/16	vie 22/04/16		
10	▲ Iteración 1	8 días	mié 23/03/16	mar 05/04/16		
11	Refinamiento del documento de gestión de riesgos	1 día	mié 23/03/16	mié 23/03/16	8	Jefe de Proyecto
12	Identificación de requisitos	3 días	lun 28/03/16	mié 30/03/16	11	Analista
13	Identificación de casos de uso y modelo de dominio	3 días	jue 31/03/16	lun 04/04/16	12	Analista
14	Descripción de hardware y software	1 día	mar 05/04/16	mar 05/04/16	13	Analista
15	▲ Iteración 2	12 días	mié 06/04/16	vie 22/04/16		
16	Refinamiento de los requisitos	1 día	mié 06/04/16	mié 06/04/16	14	Analista
17	Revisión de casos de uso y modelo de dominio	1 día	jue 07/04/16	jue 07/04/16	16	Analista
18	Diagramas de secuencia	2 días	vie 08/04/16	lun 11/04/16	17	Analista
19	Diagramas de diseño	3 días	mar 12/04/16	jue 14/04/16	18	Diseñador
20	Diagrama de despliegue	1 día	vie 15/04/16	vie 15/04/16	19	Diseñador
21	Diagrama de componentes	1 día	lun 18/04/16	lun 18/04/16	20	Diseñador
22	Diagrama de clases	1 día	mar 19/04/16	mar 19/04/16	21	Diseñador
23	Planificación de la fase de construcción	2 días	mié 20/04/16	jue 21/04/16	22	Jefe de Proyecto
24	Hito 2	0 días	vie 22/04/16	vie 22/04/16	23	

Figura 3. Tareas fase de elaboración

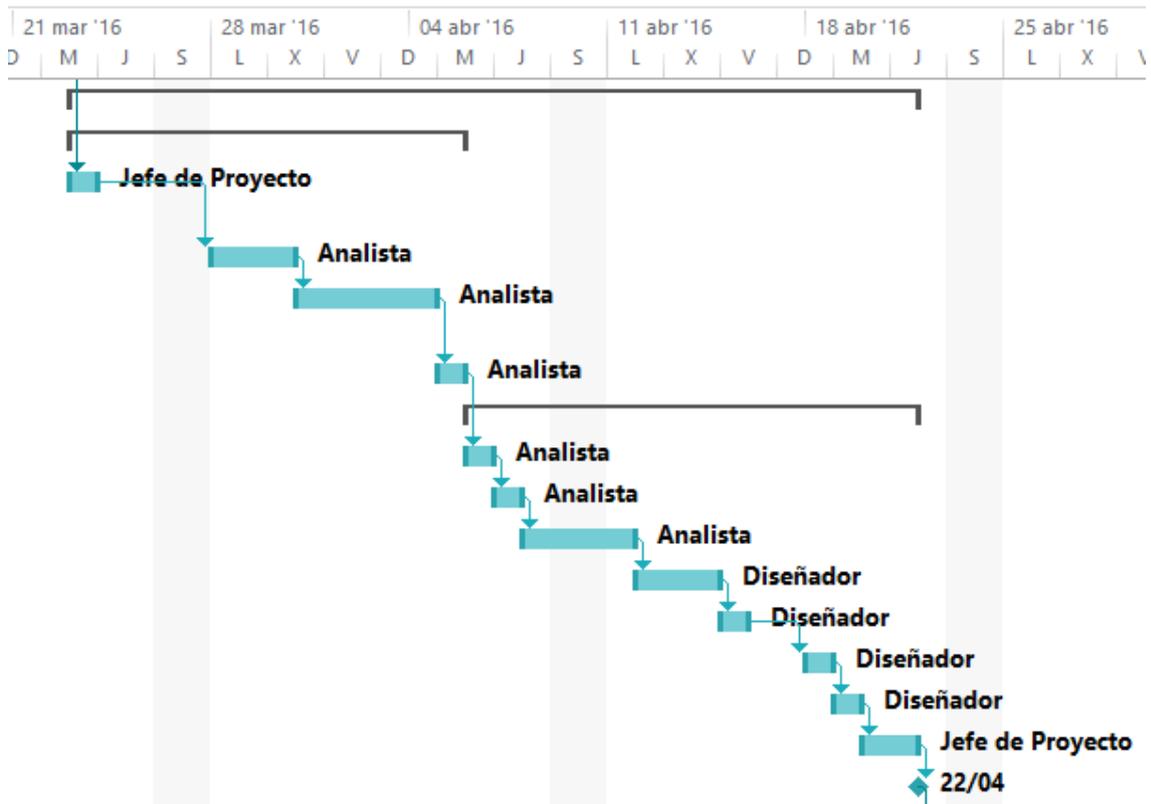


Figura 4. Diagrama de Gantt fase de elaboración

### 2.4.3. Fase de construcción

Lista de tareas (figura 5) y diagrama de Gantt (figura 6) de la fase de construcción.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
25	▾ Fase de construcción	42 días	vie 22/04/16	jue 23/06/16		
26	▾ Iteración1	31 días	vie 22/04/16	mar 07/06/16		
27	Revisión diagramas de secuencia y diseño	2 días	vie 22/04/16	lun 25/04/16	24	Diseñador
28	Revisión diagramas de despligue y componentes	1 día	mar 26/04/16	mar 26/04/16	27	Diseñador
29	Revisión diagrama de clases	1 día	mié 27/04/16	mié 27/04/16	28	Diseñador
30	Realización de bocetos de interfaz gráfica	1 día	jue 28/04/16	jue 28/04/16	29	Desarrollador
31	Implementación de la activity principal	4 días	vie 29/04/16	jue 05/05/16	30	Desarrollador
32	Implementación activities Android Wear	10 días	vie 06/05/16	vie 20/05/16	31	Desarrollador
33	Implementación activities Microsoft Band 2	7 días	lun 23/05/16	mar 31/05/16	32	Desarrollador
34	Implementación activity Angel Sensor	5 días	mié 01/06/16	mar 07/06/16	33	Desarrollador
35	▾ Iteración 2	11 días	mié 08/06/16	jue 23/06/16		
36	Realización de pruebas de validación	2 días	mié 08/06/16	jue 09/06/16	34	Desarrollador
37	Corrección de errores	4 días	vie 10/06/16	mié 15/06/16	36	Desarrollador
38	Pruebas finales	2 días	jue 16/06/16	vie 17/06/16	37	Desarrollador
39	Manual de usuario	2 días	lun 20/06/16	mar 21/06/16	38	Desarrollador
40	Planificación de fase de transición	1 día	mié 22/06/16	mié 22/06/16	39	Jefe de Proyecto
41	Hito 3	0 días	jue 23/06/16	jue 23/06/16	40	

Figura 5. Tareas fase de construcción

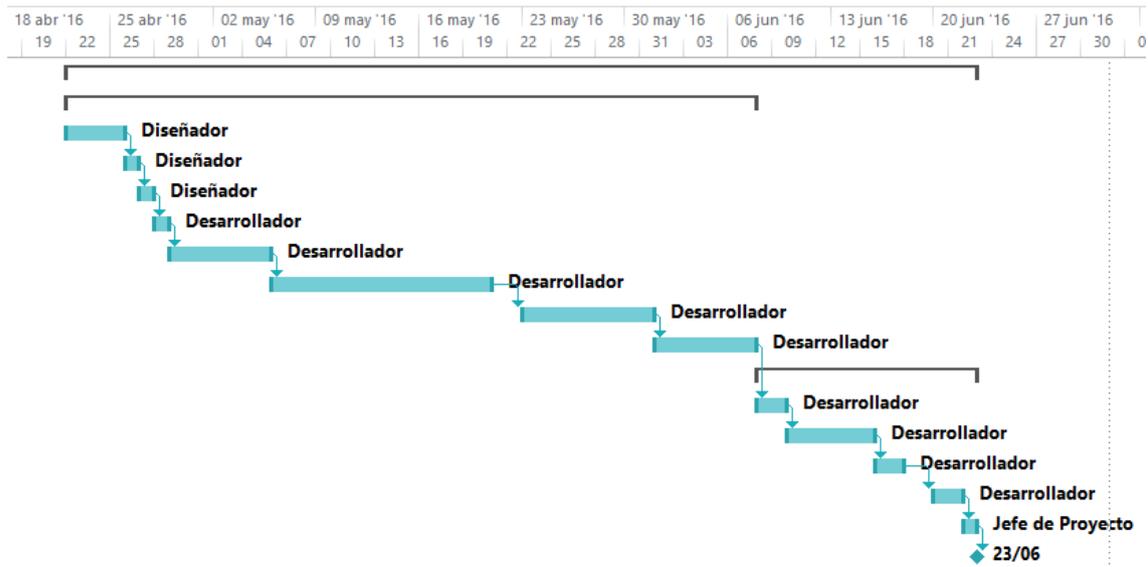


Figura 6. Diagrama de Gantt fase de construcción

#### 2.4.4. Fase de transición

Lista de tareas (figura 7) y diagrama de Gantt (figura 8) de la fase de transición.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
42	▲ Fase de transición	5 días	vie 24/06/16	vie 01/07/16		
43	Finalización manuales usuario	1 día	vie 24/06/16	vie 24/06/16	41	Desarrollador
44	Detalles mínimos y corrección de errores	2 días	lun 27/06/16	mar 28/06/16	43	Desarrollador
45	Revisión de documentación	1 día	mié 29/06/16	mié 29/06/16	44	Jefe de Proyecto
46	Hito 4	0 días	vie 01/07/16	vie 01/07/16	45	

Figura 7. Tareas fase de transición



Figura 8. Diagrama de Gantt fase de transición

#### 2.5. Estimación de costes

A continuación se muestra una estimación de los costes totales del proyecto (tablas 21, 22, 23 y 24). En estos costes se incluyen tanto las herramientas hardware y software, como el coste de las horas de trabajo de los recursos humanos. Como todos los roles han sido desarrollados por la misma persona, se tendrá en cuenta el número de horas trabajadas sobre cada rol para calcular este coste.

<b>Coste hardware</b>			
<b>Hardware</b>	<b>Coste Unitario (Euros)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste Total (Euros)</b>
Dell Vostro 3300	800	1	800
Meizu MX4 Pro	215	1	215
Motorola 360 Sport	199	2	398
Huawei Watch	449	2	898
Microsoft Band 2	259	1	259
Angel Sensor	89	3	267
<b>Total hardware</b>			<b>2837</b>

Tabla 21. Estimación coste hardware

<b>Coste de software</b>			
<b>Software</b>	<b>Coste Unitario (Euros)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste Total (Euros)</b>
Microsoft Project 2013	129	1	129
Microsoft Office 2013	79	1	79
Astah Professional	229	1	229
Android Studio	0	1	0
SoapUI-5.1.1	0	1	0
Resizer-1.4.2	0	1	0
Microsoft SQL Server Management Studio	0	1	0
<b>Total software</b>			<b>437</b>

Tabla 22. Estimación coste software

<b>Coste recursos humanos</b>			
<b>Rol</b>	<b>Coste Unitario Hora (Euros)</b>	<b>Cantidad (horas)</b>	<b>Coste Total (Euros)</b>
Jefe de proyecto	25	144	3600
Analista	20	66	1320
Diseñador	15	60	900
Desarrollador	10	246	2460
<b>Total recursos humanos</b>			<b>8280</b>

Tabla 23. Estimación coste recursos humanos

<b>Coste total del proyecto</b>	
<b>Apartado</b>	<b>Coste Total (Euros)</b>
Hardware	2837
Software	437
Recursos humanos	8280
<b>Total proyecto (Euros)</b>	
	<b>11554</b>

Tabla 24. Estimación coste total

## 2.6. Seguimiento

En general, el proyecto siguió aproximadamente los tiempos previstos. Solo hubo un contratiempo con los dispositivos Angel Sensor, en los cuales no se conseguía obtener los datos de sus sensores. Se envió un correo a su departamento de soporte y en la respuesta nos proporcionaron la solución: uno de los sensores está deshabilitado por defecto y hay que seguir un proceso para habilitarlo.

Este problema provocó un retraso de 3 días en la tarea y obligó a realizar cambios en la planificación. Estos 3 días añadidos suponen un aumento del tiempo y los costes del proyecto (tablas 25 y 26):

Nueva fecha de finalización del proyecto: 6/07/16

Nuevo coste total del proyecto:

<b>Coste recursos humanos</b>			
Rol	Coste Unitario Hora (Euros)	Cantidad (horas)	Coste Total (Euros)
Desarrollador	10	18	180

*Tabla 25. Coste extra recursos humanos*

<b>Coste total del proyecto</b>	
Coste estimado	11554
Coste extra	180
<b>Total proyecto (Euros)</b>	<b>11734</b>

*Tabla 26. Coste final del proyecto*



# **CAPÍTULO III: ESTUDIO DE WEARABLES**



### 3.1. Estudio de wearables disponibles en el mercado

Para decidir el tipo de *wearables* para los que íbamos a desarrollar la aplicación, primero fue necesario realizar un estudio de los que existían en ese momento en el mercado. De cada uno de los dispositivos encontrados, se anotaron sus características, poniendo especial atención a los sensores de los que disponía y el tipo de datos que recogía.

Como la aplicación debía desarrollarse para el sistema operativo Android, los dispositivos debían utilizar Android Wear [13] o tener algún tipo de API o SDK compatible que nos permitiera extraer los datos de sus sensores. Ya que el objetivo final de la investigación era la autenticación de usuarios, otro requisito que era necesario que cumplieran los *wearables* era que el acceso a los datos pudiera hacerse en tiempo real.

Cuando ya se tenían recogidas las características de todos los dispositivos encontrados, se elaboró una tabla comparativa (figura 9). En fondo verde si la característica es positiva para el proyecto, en rojo si no es positiva, y en amarillo términos intermedios o características en desarrollo. En el caso del precio se ha dividido en tres intervalos: hasta 125€, de 125€ a 250€ y más de 250€.

	Precio	Frecuencias de muestreo HR	Acceso a datos del acelerómetro	Sensor óptico de ritmo cardiaco	Sensor de ritmo cardiaco (bioimpedancia)	Sensor de ECG	Acelerómetro	Giroscopio	Altímetro barométrico	Sensor UV	Micrófono	GPS	GSR	Sensor de luz ambiental	Sensor de temperatura ambiental	Sensor de temperatura corporal	Sensor de bioimpedancia	Sensor de saturación de oxígeno en sangre	Brújula
Fitbit Charge HR	130 €	1 medición por segundo	No es posible acceder	x			x		x										
Garmin Vivosmart HR	125 €	Depende de la intensidad del entrenamiento	API no encontrada	x			x		x										
Xiaomi Mi Band 1S	28 €	Sin medición continua	No es posible acceder	x			x												
Microsoft Band V2	308 €	1 medición por segundo	62 Hz	x			x	x	x	x	x	x	x			x			
Sony Smartband 2	103 €	1 medición por minuto	API no encontrada	x			x												
Jawbone UP3	157 €	1 medición por día	No es posible acceder		x		x						x		x	x	x		
Mio Fuse	130 €	No se pueden exportar los datos	No se pueden exportar los datos	x			x												
Nymi Band	149 \$	ECG stream en el SDK 2.0, eliminado en la nueva versión 3.1	No es posible acceder				x	x	x										
Samsung Simband	Sin fecha de lanzamiento	?	?	x			x	x					x			x	x		
Angel Sensor	99 \$	SDK en desarrollo	SDK en desarrollo	x			x	En desarrollo								x		En desarrollo	
Polar A360	166 €	Sin medición continua	API no encontrada	x			x												
Samsung Gear S2	243 €	1 medición por segundo	Tizen	x			x	x	x			x	x						
Apple Watch	400 €	No soporta Android	No soporta Android	x			x	x						x					x
Garmin Forerunner 225	219 €	Depende de la intensidad del entrenamiento	API no encontrada	x			x					x							
Moto 360 Sport	286 €	1 medición por segundo	Android Wear	x			x	x	x	x	x		x						
Huawei Watch	299 €	1 medición por segundo	Android Wear	x			x	x	x										

Figura 9. Cuadro de características de los wearables

Se empezó por descartar los dispositivos no compatibles con Android, como eran los relojes Samsung Gear S2 y Apple Watch, y dispositivos que no se encontraban aún en el mercado, como era la pulsera Samsung Simband.

Después de esto, se eliminaron de la lista aquellos dispositivos que no permitían un acceso a los datos recogidos por sus sensores. Estos eran la pulseras Fitbit Charge HR, Xiaomi Mi Band 1S, Jawbone UP 3, Mio Fuse y Nymi Band.

Por último, se descartaron también los dispositivos que no disponían de una API o un SDK compatible con Android. Estos dispositivos eran la pulsera Garmin Vivosmart HR, Sony Smartband 2 y Polar A360 y el reloj Garmin Forerunner 255.

Una vez realizados todos los descartes, se llegó a la conclusión que los dispositivos que podríamos utilizar en nuestro proyecto eran la pulsera Microsoft Band 2, la pulsera Angel Sensor, el reloj Motorola Moto 360 Sport y el reloj Huawei Watch.

La pulsera Microsoft Band 2 disponía de sensor de ritmo cardíaco, acelerómetro, giroscopio, altímetro barométrico, sensor UV, micrófono, GPS, sensor de respuesta galvánica de la piel, sensor de luz ambiental y sensor de temperatura corporal. El sensor de ritmo cardíaco de este dispositivo proporcionaba también el tiempo entre latidos. Para los intereses del proyecto, la aplicación a desarrollar debía obtener los datos del acelerómetro, giroscopio, sensor de ritmo cardíaco,

La pulsera Angel Sensor disponía de sensor de ritmo cardíaco, acelerómetro y sensor de temperatura corporal. Además, estaban en desarrollo el giroscopio y el sensor de saturación de oxígeno en sangre. Una ventaja de este dispositivo es que el sensor de ritmo cardíaco permite acceder a los valores recogidos por el sensor, no solo el número de pulsaciones por minuto del usuario. Una desventaja es que el acelerómetro solo proporcionaba el valor total de la aceleración, no era posible obtenerlo dividido en los ejes X, Y, Z. Para nuestro proyecto necesitábamos que la aplicación obtuviera datos sobre el sensor de ritmo cardíaco.

El reloj Huawei Watch disponía de sensor de ritmo cardíaco, acelerómetro, giroscopio y altímetro barométrico, mientras que el Moto 360 Sport disponía de esos y además micrófono, GPS y sensor de luz ambiental. Para los intereses del proyecto, la aplicación debía recoger datos del sensor de ritmo cardíaco, acelerómetro y giroscopio.

Finalmente, la empresa 3G Mobile Group decidió adquirir 2 relojes Android Wear de cada tipo, 3 pulseras Angel Sensor y 1 pulsera Microsoft Band 2.

# **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS**



## 4.1. Participantes en el proyecto

A continuación se definen los participantes que han hecho posible el desarrollo del proyecto (tablas 27, 28 y 29).

<b>Participante-0001</b>	
Nombre	Juan Muñoz Galán
Organización	Alumno del Grado en Ingeniería Informática de la UVa
Rol	Jefe de proyecto, analista, diseñador y desarrollador
Es desarrollador	Sí
Es cliente	No
Es usuario	No

Tabla 27. Participante 0001

<b>Participante-0002</b>	
Nombre	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Organización	Departamento de Informática de la UVa
Rol	Tutor del TFG
Es desarrollador	No
Es cliente	Sí
Es usuario	Sí

Tabla 28. Participante 0002

<b>Participante-0003</b>	
Nombre	Pedro López Barrasa
Organización	3G Mobile Group
Rol	Tutor de la empresa
Es desarrollador	No
Es cliente	Sí
Es usuario	Sí

Tabla 29. Participante 0003

## 4.2. Objetivos del sistema

A continuación se describen cuáles son los principales objetivos del sistema a desarrollar y qué relevancia tiene cada uno en el proyecto (tablas 30, 31, 32, 33 y 34).

<b>OBJ-0001</b>	
Nombre	Recogida de datos de los dispositivos Android Wear
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos de los sensores de los dispositivos Android Wear.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 30. Objetivo 0001

<b>OBJ-0002</b>	
Nombre	Recogida de datos del dispositivo Microsoft Band 2
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos de los sensores del dispositivo Microsoft Band 2.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 31. Objetivo 0002*

<b>OBJ-0003</b>	
Nombre	Recogida de datos de los dispositivos Angel Sensor
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos de los sensores de los dispositivos Angel Sensor.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 32. Objetivo 0003*

<b>OBJ-0004</b>	
Nombre	Guardado de muestras en base de datos
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder almacenar las muestras en una base de datos.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 33. Objetivo 0004*

<b>OBJ-0005</b>	
Nombre	Recogida manual y automática
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos de dos modos distintos, uno manual y otro automático.
Importancia	Importante
Urgencia	Puede esperar
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 34. Objetivo 0005*

## 4.3. Requisitos del sistema

### 4.3.1. Requisitos funcionales

A continuación se detallan cada uno de los requisitos funcionales del sistema y su relevancia dentro del proyecto (tablas 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 y 51) [3].

<b>FRQ-0001</b>	
Nombre	Recogida de datos del acelerómetro Android Wear
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del acelerómetro de los dispositivos Android Wear.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 35. Requisito funcional 0001*

<b>FRQ-0002</b>	
Nombre	Recogida de datos del giroscopio Android Wear
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del giroscopio de los dispositivos Android Wear.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 36. Requisito funcional 0002*

<b>FRQ-0003</b>	
Nombre	Recogida de datos del ritmo cardíaco Android Wear
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos sobre el ritmo cardíaco de los dispositivos Android Wear.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 37. Requisito funcional 0003*

<b>FRQ-0004</b>	
Nombre	Recogida de datos del acelerómetro Microsoft Band 2
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del acelerómetro del dispositivo Microsoft Band 2.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 38. Requisito funcional 0004

<b>FRQ-0005</b>	
Nombre	Recogida de datos del giroscopio Microsoft Band 2
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del giroscopio del dispositivo Microsoft Band 2.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 39. Requisito funcional 0005

<b>FRQ-0006</b>	
Nombre	Recogida de datos del ritmo cardíaco Microsoft Band 2
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del ritmo cardíaco del dispositivo Microsoft Band 2.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 40. Requisito funcional 0006

<b>FRQ-0007</b>	
Nombre	Recogida de datos del tiempo entre latidos Microsoft Band 2
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del tiempo entre latidos del dispositivo Microsoft Band 2.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 41. Requisito funcional 0007

<b>FRQ-0008</b>	
Nombre	Recogida de datos de la respuesta galvánica de la piel Microsoft Band 2
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos de la respuesta galvánica de la piel del dispositivo Microsoft Band 2.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 42. Requisito funcional 0008*

<b>FRQ-0009</b>	
Nombre	Recogida de datos del sensor PPG Angel Sensor
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder recoger datos del sensor PPG de los dispositivos Angel Sensor.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 43. Requisito funcional 0009*

<b>FRQ-0010</b>	
Nombre	Recogida de datos manual Android Wear, Microsoft Band 2 y Angel Sensor
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario iniciar y finalizar una recogida de datos en los dispositivos Android Wear, Microsoft Band 2 y Angel Sensor.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 44. Requisito funcional 0010*

<b>FRQ-0011</b>	
Nombre	Recogida de datos automática Android Wear y Microsoft Band 2.
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario iniciar y finalizar una recogida de datos automática en los dispositivos Android Wear y Microsoft Band 2.
Importancia	Importante
Urgencia	Puede esperar
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 45. Requisito funcional 0011*

<b>FRQ-0012</b>	
Nombre	Recogida de datos automática al caminar
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder detectar cuando el usuario está caminando para iniciar la recogida de datos automática, y cuando deja de hacerlo para detenerla.
Importancia	Importante
Urgencia	Puede esperar
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 46. Requisito funcional 0012

<b>FRQ-0013</b>	
Nombre	Datos sobre la muestra en la recogida manual
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario introducir un nombre de usuario, número de sesión, número de tarea y número de muestra cuando inicie una recogida manual.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 47. Requisito funcional 0013

<b>FRQ-0014</b>	
Nombre	Datos sobre la muestra en la recogida automática
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario introducir un nombre de usuario y un número de sesión cuando vaya a iniciar una recogida automática.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 48. Requisito funcional 0014

<b>FRQ-0015</b>	
Nombre	Guardar o desechar muestra
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario guardar o desechar una muestra cuando esta finalice.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

Tabla 49. Requisito funcional 0015

<b>FRQ-0016</b>	
Nombre	Mostrar datos recogida manual
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá mostrar en la pantalla del smartphone los datos que se están recogiendo durante una recogida manual.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 50. Requisito funcional 0016*

<b>FRQ-0017</b>	
Nombre	Subida de datos a servidor de base de datos
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder sincronizar los datos almacenados en el smartphone con el servidor de base de datos cuando el usuario lo solicite.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 51. Requisito funcional 0017*

#### **4.3.2. Requisitos no funcionales**

A continuación se describen cada uno de los requisitos no funcionales del sistema y su relevancia dentro del proyecto (tablas 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61).

<b>NFR-0001</b>	
Nombre	Facilidad de uso
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema debe ofrecer una interfaz de usuario intuitiva y fácil de utilizar para los usuarios ajenos al desarrollo del sistema.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 52. Requisito no funcional 0001*

<b>NFR-0002</b>	
Nombre	Consistencia
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema debe ser consistente respecto a la apariencia, disposición y comportamiento de sus elementos.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 53. Requisito no funcional 0002*

<b>NFR-0003</b>	
Nombre	Visualización en diferentes dispositivos
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá poder visualizarse correctamente en dispositivos con diferentes tamaños de pantalla o versiones de Android.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 54. Requisito no funcional 0003*

<b>NFR-0004</b>	
Nombre	Visualización de los datos en tiempo real
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá mostrar en pantalla los datos recogidos por los dispositivos en tiempo real.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 55. Requisito no funcional 0004*

<b>NFR-0005</b>	
Nombre	Sistema operativo Android
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá desarrollarse para funcionar en el sistema operativo Android.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 56. Requisito no funcional 0005*

<b>NFR-0006</b>	
Nombre	Base de datos SQLite
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá guardar los datos antes de sincronizarlos con el servidor en una base de datos SQLite.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 57. Requisito no funcional 0006*

<b>NFR-0007</b>	
Nombre	Notificación de errores
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá proporcionar al usuario información sobre los errores que se puedan producir durante el funcionamiento de éste.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 58. Requisito no funcional 0007*

<b>NFR-0008</b>	
Nombre	Traducción al inglés
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	La aplicación deberá estar traducida completamente al idioma inglés.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 59. Requisito no funcional 0008*

<b>NFR-0009</b>	
Nombre	Segundo plano
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema debe ser capaz de ejecutarse en segundo plano durante la recogida de una muestra.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 60. Requisito no funcional 0009*

<b>NFR-0010</b>	
Nombre	Manual de usuario
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá contar con un manual de usuario estructurado adecuadamente.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 61. Requisito no funcional 0010*

### 4.3.3. Requisitos de información

A continuación se definen los requisitos de información del sistema (tablas 62 y 63).

<b>IR-0001</b>	
Nombre	Datos sobre la muestra
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá guardar datos sobre nombre de usuario, número de sesión, número de tarea y número de muestra de cada una de las muestras tomadas.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 62. Requisito de información 0001*

<b>IR-0002</b>	
Nombre	Datos sobre la medida
Versión	1.0 (06/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Fuentes	Carlos Enrique Vivaracho Pascual
Descripción	El sistema deberá guardar datos sobre IMEI del smartphone, tipo de dispositivo de recogida, tipo de medida, timestamp y dato recogido de cada una de las medidas tomadas.
Importancia	Importante
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta

*Tabla 63. Requisito de información 0002*

#### 4.4. Definición de actores

A continuación se representan los actores que aparecerán en los casos de uso de la aplicación (tabla 64). Para este proyecto solo existe un único actor.

ACT-0001	
Nombre	Usuario
Versión	1.0 (07/04/16)
Autores	Juan Muñoz Galán
Descripción	El actor Usuario representa a cualquier usuario que haga uso de la aplicación.

Tabla 64. Actor 0001

#### 4.5. Diagrama de casos de uso

Diagrama de los principales casos de uso identificados en el sistema (figura 10) [5].

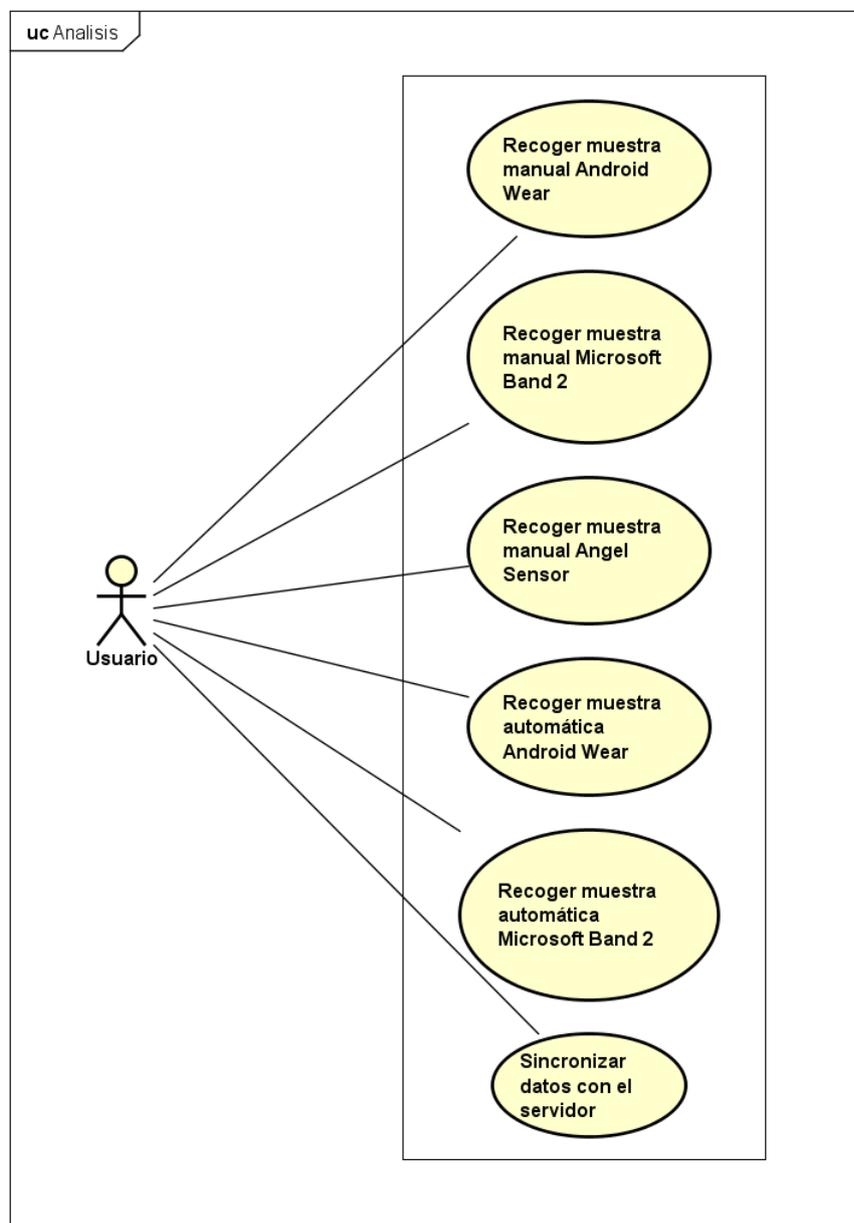


Figura 10. Diagrama de casos de uso

## 4.6. Descripción de los casos de uso del sistema

A continuación se detallan cada uno de los casos de uso listados anteriormente. Se explica la secuencia de pasos que se deben seguir para completar cada uno de ellos correctamente (tablas 65, 66, 67, 68, 69 y 70).

UC-0001		
Nombre	Recoger muestra manual Android Wear	
Versión	1.0 (07/04/16)	
Autores	Juan Muñoz Galán	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso cuando un usuario desee recoger una muestra manualmente con un dispositivo Android Wear.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de recogida manual con Android Wear.
	2	El sistema muestra un diálogo con los campos requeridos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el identificador de usuario, el número de sesión, el número de tarea y el número de muestra.
	4	El sistema muestra la pantalla de recogida manual para Android Wear.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida.
	6	El sistema comienza la recogida.
	7	El sistema muestra los datos del dispositivo Android Wear.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de detener la recogida.
	9	El sistema detiene la recogida de datos.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de salir.
	11	El sistema pregunta al Usuario (ACT-0001) si desea guardar la muestra.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona guardar la muestra.
	13	El sistema guarda la información recogida.
Excepciones	3.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona cancelar el sistema vuelve a la pantalla principal y el caso de uso termina.
	4.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) introduce algún dato erróneo o deja algún campo sin rellenar, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 2.
	6.1	Si el sistema no puede conectar con el dispositivo Android Wear, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 4.
	8.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona ejecutar en segundo plano, el sistema pasa la aplicación a segundo plano hasta que el usuario vuelva a abrirla y el caso de uso continúa en el paso 7.
	10.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida, el caso de uso continúa en el paso 6.
	12.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona no guardar la muestra, el sistema elimina los datos recogidos y el caso de uso termina.
Postcondición	Las mediciones de la muestra quedan guardadas y pendientes de sincronizar.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 65. Caso de uso 0001

UC-0002		
Nombre	Recoger muestra manual Microsoft Band 2	
Versión	1.0 (07/04/16)	
Autores	Juan Muñoz Galán	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso cuando un usuario desee recoger una muestra manualmente con un dispositivo Microsoft Band 2.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de recogida manual con Microsoft Band 2.
	2	El sistema muestra un diálogo con los campos requeridos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el identificador de usuario, el número de sesión, el número de tarea y el número de muestra.
	4	El sistema muestra la pantalla de recogida manual para Microsoft Band 2.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida.
	6	El sistema comienza la recogida.
	7	El sistema muestra los datos del dispositivo Microsoft Band 2.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de detener la recogida.
	9	El sistema detiene la recogida de datos.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de salir.
	11	El sistema pregunta al Usuario (ACT-0001) si desea guardar la muestra.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona guardar la muestra.
13	El sistema guarda la información recogida.	
Excepciones	3.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona cancelar el sistema vuelve a la pantalla principal y el caso de uso termina.
	4.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) introduce algún dato erróneo o deja algún campo sin rellenar, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 2.
	6.1	Si el sistema no puede conectar con el dispositivo Microsoft Band 2, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 4.
	8.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona ejecutar en segundo plano, el sistema pasa la aplicación a segundo plano hasta que el usuario vuelva a abrirla y el caso de uso continúa en el paso 7.
	10.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida, el caso de uso continúa en el paso 6.
	12.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona no guardar la muestra, el sistema elimina los datos recogidos y el caso de uso termina.
Postcondición	Las mediciones de la muestra quedan guardadas y pendientes de sincronizar.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 66. Caso de uso 0002

UC-0003		
Nombre	Recoger muestra manual Angel Sensor	
Versión	1.0 (07/04/16)	
Autores	Juan Muñoz Galán	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso cuando un usuario desee recoger una muestra manualmente con un dispositivo Angel Sensor.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de recogida manual con Angel Sensor.
	2	El sistema muestra un diálogo con los campos requeridos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el identificador de usuario, el número de sesión, el número de tarea y el número de muestra.
	4	El sistema muestra la pantalla de recogida manual para Angel Sensor.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida.
	6	El sistema comienza la recogida.
	7	El sistema muestra los datos del dispositivo Angel Sensor.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de detener la recogida.
	9	El sistema detiene la recogida de datos.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de salir.
	11	El sistema pregunta al Usuario (ACT-0001) si desea guardar la muestra.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona guardar la muestra.
	13	El sistema guarda la información recogida.
Excepciones	3.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona cancelar el sistema vuelve a la pantalla principal y el caso de uso termina.
	4.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) introduce algún dato erróneo o deja algún campo sin rellenar, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 2.
	6.1	Si el sistema no puede conectar con el dispositivo Angel Sensor, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 4.
	8.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona ejecutar en segundo plano, el sistema pasa la aplicación a segundo plano hasta que el usuario vuelva a abrirla y el caso de uso continúa en el paso 7.
	10.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida, el caso de uso continúa en el paso 6.
	12.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona no guardar la muestra, el sistema elimina los datos recogidos y el caso de uso termina.
Postcondición	Las mediciones de la muestra quedan guardadas y pendientes de sincronizar.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 67. Caso de uso 0003

UC-0004		
Nombre	Recoger muestra automática Android Wear	
Versión	1.0 (07/04/16)	
Autores	Juan Muñoz Galán	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso cuando un usuario desee recoger una muestra automáticamente con un dispositivo Android Wear.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de recogida automática con Android Wear.
	2	El sistema muestra un diálogo con los campos requeridos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el identificador de usuario y el número de sesión.
	4	El sistema muestra la pantalla de recogida automática para Android Wear.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida.
	6	El sistema comienza la recogida.
	7	El sistema recoge datos sin mostrarlos.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de detener la recogida.
	9	El sistema detiene la recogida de datos.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de salir.
	11	El sistema pregunta al Usuario (ACT-0001) si desea guardar la muestra.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona guardar la muestra.
13	El sistema guarda la información recogida.	
Excepciones	3.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona cancelar el sistema vuelve a la pantalla principal y el caso de uso termina.
	4.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) introduce algún dato erróneo o deja algún campo sin rellenar, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 2.
	6.1	Si el sistema no puede conectar con el dispositivo Android Wear, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 4.
	8.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona ejecutar en segundo plano, el sistema pasa la aplicación a segundo plano hasta que el usuario vuelva a abrirla y el caso de uso continúa en el paso 7.
	10.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida, el caso de uso continúa en el paso 6.
	12.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona no guardar la muestra, el sistema elimina los datos recogidos y el caso de uso termina.
Postcondición	Las mediciones de la muestra quedan guardadas y pendientes de sincronizar.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 68. Caso de uso 0004

<b>UC-0005</b>		
Nombre	Recoger muestra automática Microsoft Band 2	
Versión	1.0 (07/04/16)	
Autores	Juan Muñoz Galán	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso cuando un usuario desee recoger una muestra automáticamente con un dispositivo Microsoft Band 2.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de recogida automática con Microsoft Band 2.
	2	El sistema muestra un diálogo con los campos requeridos.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) introduce el identificador de usuario y el número de sesión.
	4	El sistema muestra la pantalla de recogida automática para Microsoft Band 2.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida.
	6	El sistema comienza la recogida.
	7	El sistema recoge datos sin mostrarlos.
	8	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de detener la recogida.
	9	El sistema detiene la recogida de datos.
	10	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de salir.
	11	El sistema pregunta al Usuario (ACT-0001) si desea guardar la muestra.
	12	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona guardar la muestra.
	13	El sistema guarda la información recogida.
Excepciones	3.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona cancelar el sistema vuelve a la pantalla principal y el caso de uso termina.
	4.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) introduce algún dato erróneo o deja algún campo sin rellenar, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 2.
	6.1	Si el sistema no puede conectar con el dispositivo Microsoft Band 2, el sistema muestra un mensaje de error y el caso de uso continúa en el paso 4.
	8.1	Si el actor Usuario (ACT-0001) selecciona ejecutar en segundo plano, el sistema pasa la aplicación a segundo plano hasta que el usuario vuelva a abrirla y el caso de uso continúa en el paso 7.
	10.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de comenzar la recogida, el caso de uso continúa en el paso 6.
	12.1	Si el Usuario (ACT-0001) selecciona no guardar la muestra, el sistema elimina los datos recogidos y el caso de uso termina.
	Postcondición	Las mediciones de la muestra quedan guardadas y pendientes de sincronizar.
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 69. Caso de uso 0005

UC-0006		
Nombre	Sincronizar datos con el servidor	
Versión	1.0 (07/04/16)	
Autores	Juan Muñoz Galán	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso cuando un usuario desee sincronizar los datos locales con el servidor de bases de datos.	
Precondición	Ninguna.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de sincronizar datos.
	2	El sistema comienza la sincronización mostrando el progreso de la misma.
	3	El sistema termina la sincronización y muestra un mensaje con el número de mediciones sincronizadas.
Excepciones	2.1	Si no hay ninguna medición por sincronizar, el sistema muestra un mensaje indicándolo y el caso de uso termina.
Postcondición	Las mediciones pendientes de sincronizar quedan sincronizadas.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 70. Caso de uso 0006

## 4.7. Modelo de dominio

En el modelo de dominio del sistema se detallan las entidades del sistema, sus atributos y las relaciones que existen entre ellas (figura 11).

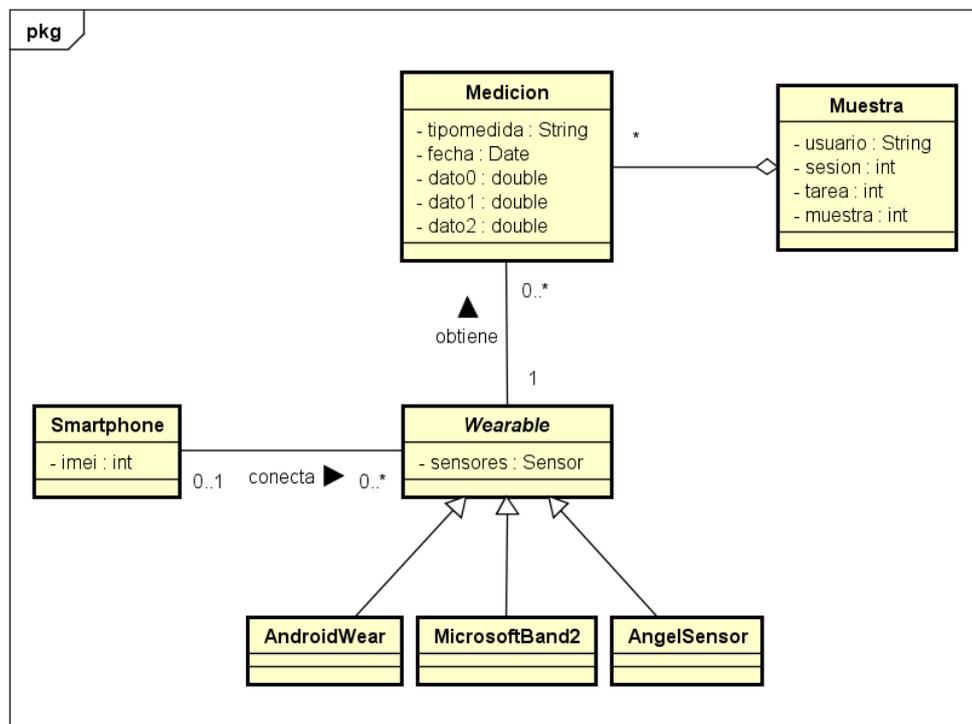


Figura 11. Modelo de dominio

#### 4.7.1. Descripción del modelo de dominio

- **Wearable:** representa la pulsera con los sensores que utiliza el usuario para obtener las mediciones. Puede ser Android Wear, Microsoft Band 2 o Angel Sensor.
- **Smartphone:** representa el dispositivo que utiliza el usuario para conectar con el *wearable* y recibir las mediciones.
- **Medición:** representa el dato o los datos obtenidos de los sensores del *wearable* y la fecha en la que se obtuvo. Puede ser de distintos tipos.
- **Muestra:** representa un conjunto de mediciones recogidas en un intervalo continuo de tiempo.

#### 4.8. Diagramas de secuencia

A continuación se detallan los diagramas de secuencia de los casos de uso listados anteriormente.

### 4.8.1. Recoger muestra manual Android Wear

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea recoger una muestra manualmente utilizando un dispositivo Android Wear (figura 12).

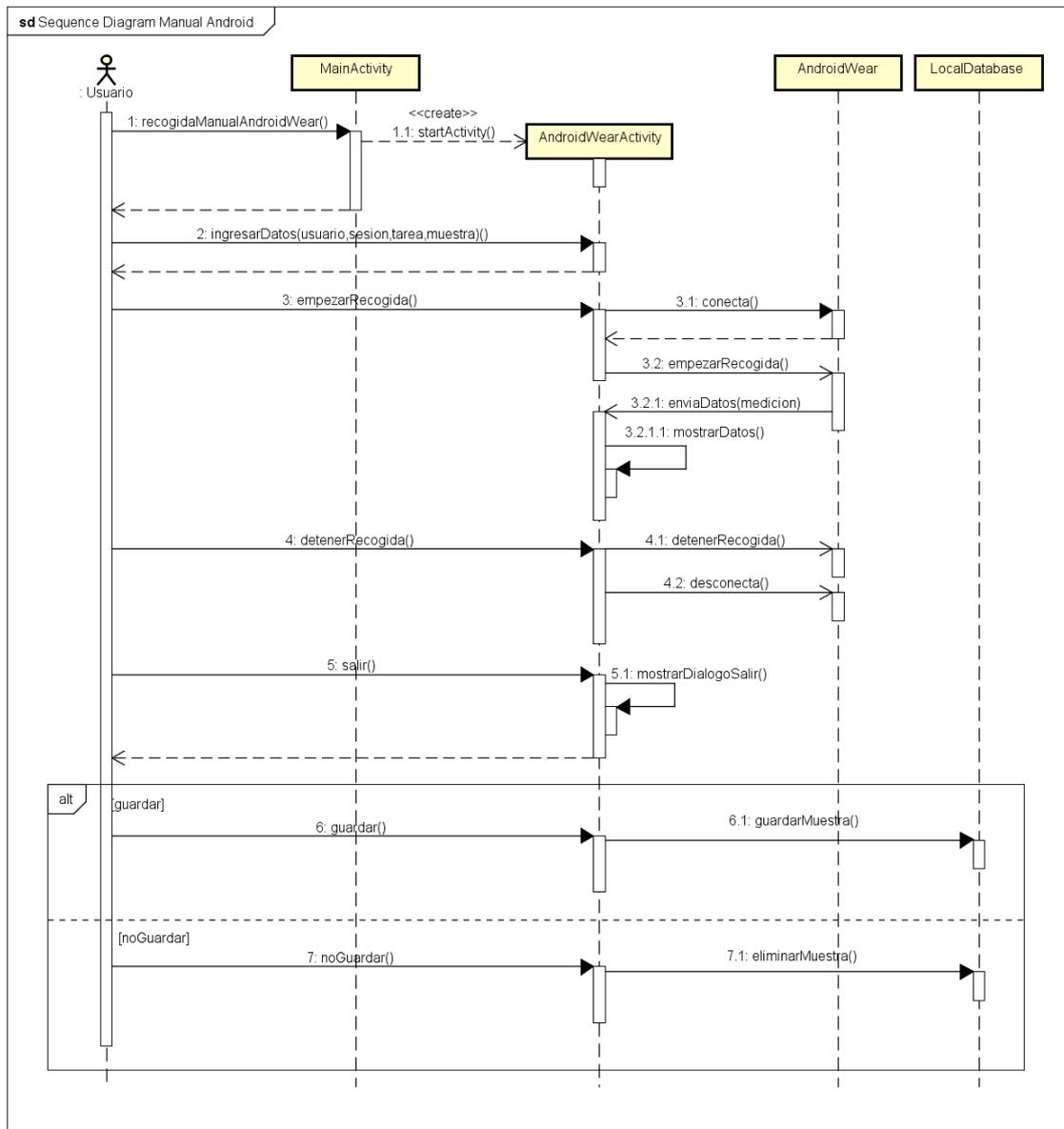


Figura 12. Diagrama de secuencia muestra manual Android Wear

## 4.8.2. Recoger muestra manual Microsoft Band 2

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea recoger una muestra manualmente utilizando un dispositivo Microsoft Band 2 (figura 13).

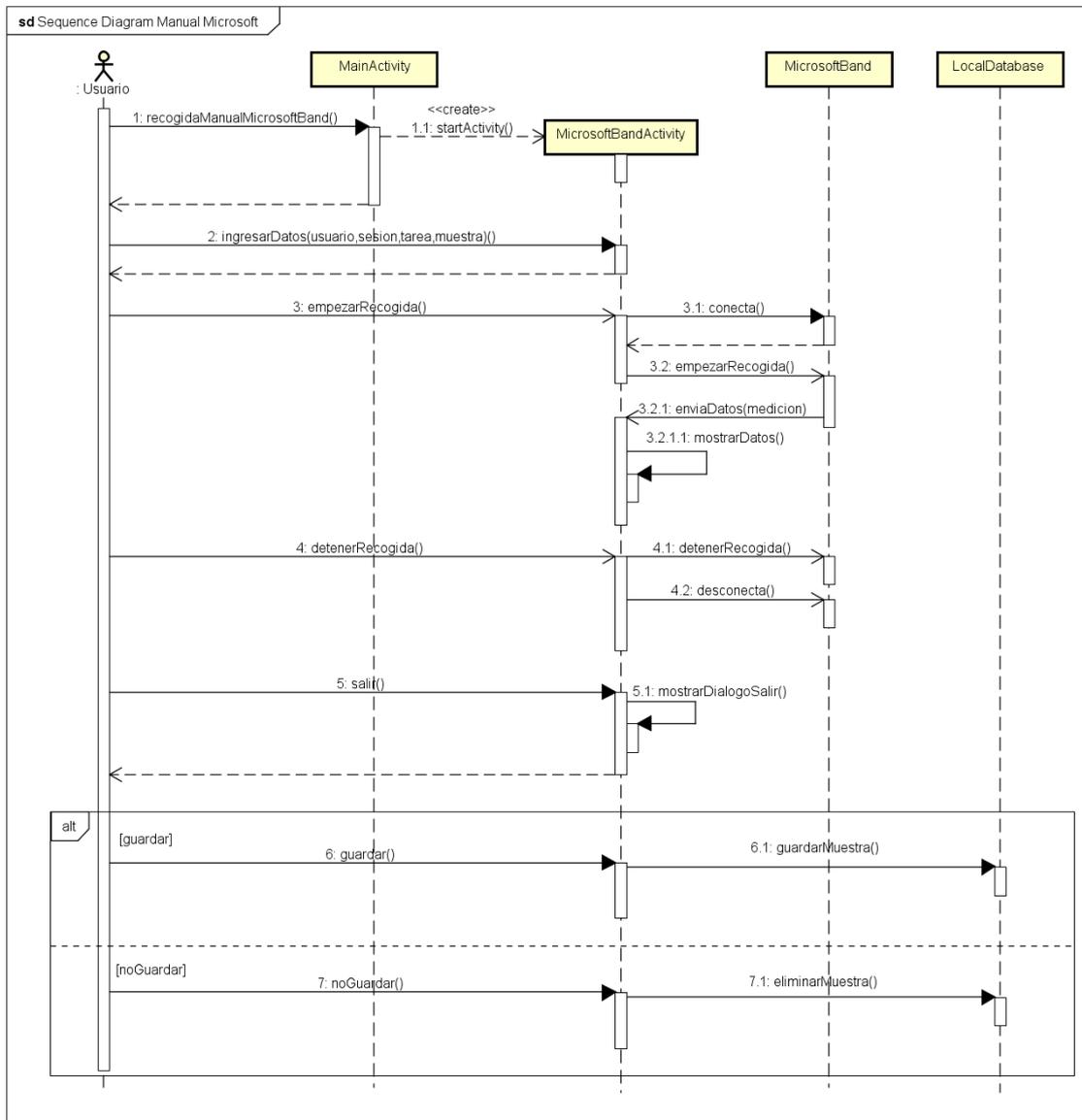


Figura 13. Diagrama de secuencia muestra manual Microsoft Band 2

### 4.8.3. Recoger muestra manual Angel Sensor

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea recoger una muestra manualmente utilizando un dispositivo Angel Sensor (figura 14).

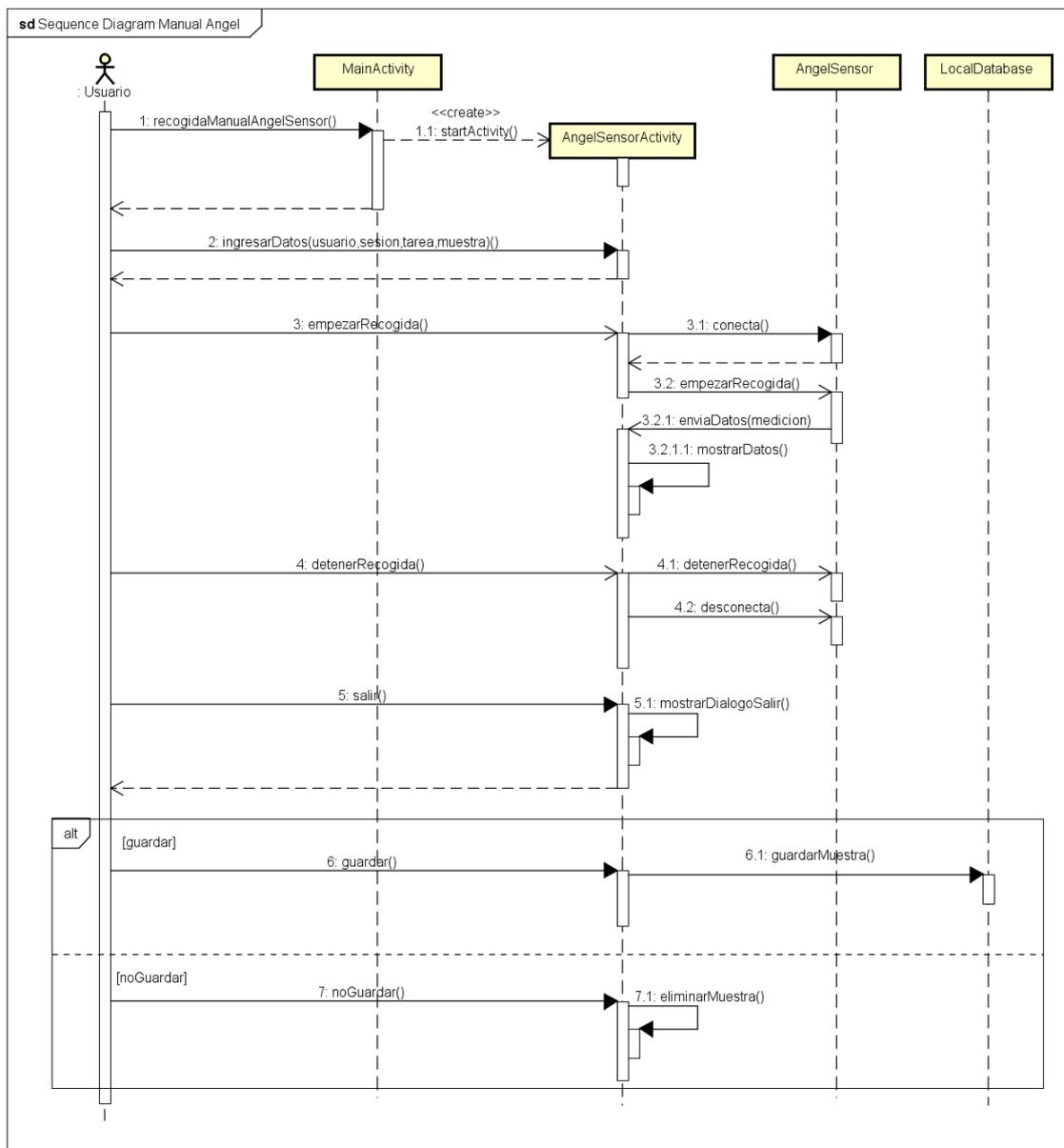


Figura 14. Diagrama de secuencia muestra manual Angel Sensor

#### 4.8.4. Recoger muestra automática Android Wear

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea recoger una muestra automáticamente utilizando un dispositivo Android Wear (figura 15).

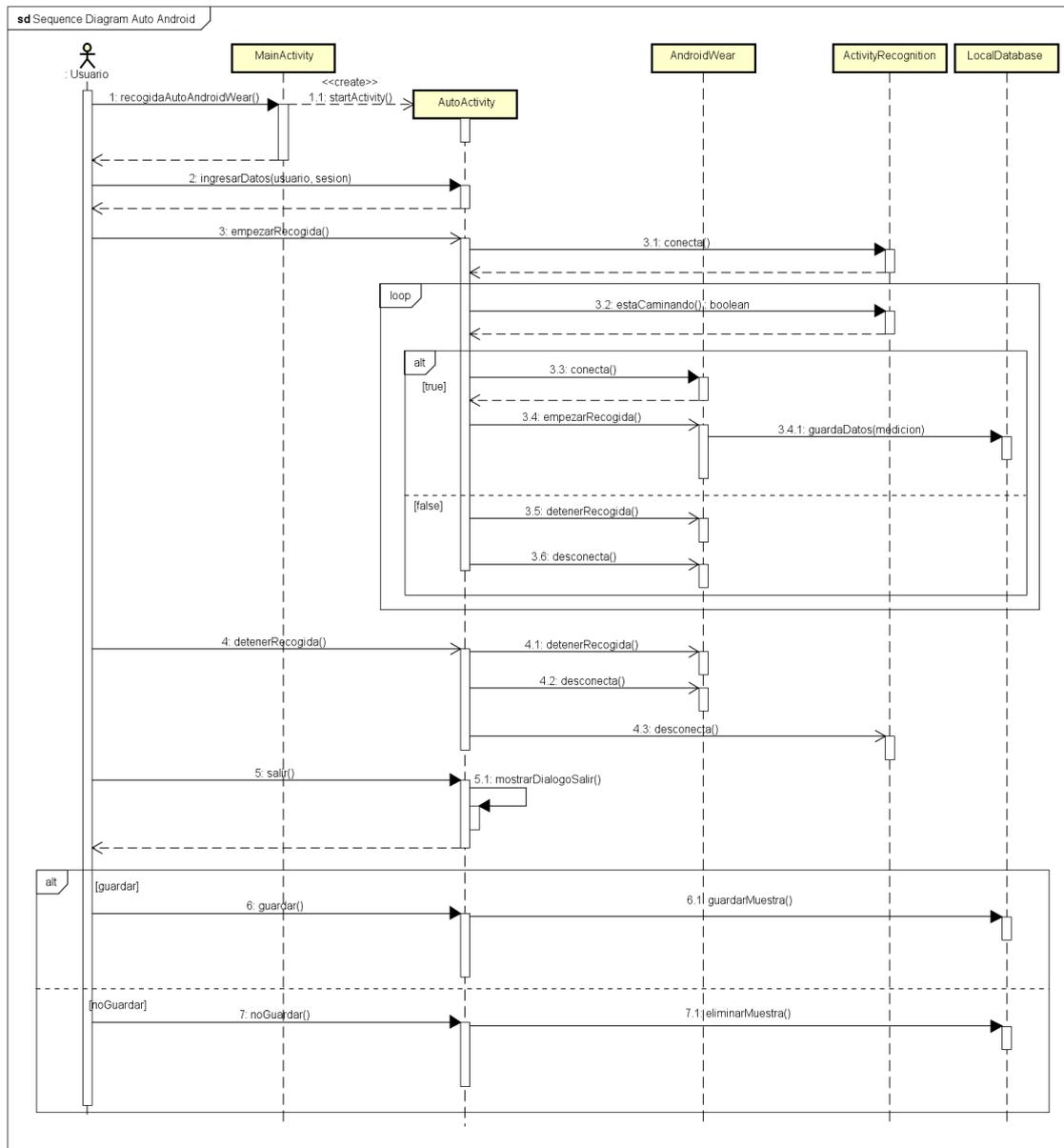


Figura 15. Diagrama de secuencia muestra automática Android Wear

#### 4.8.5. Recoger muestra automática Microsoft Band 2

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea recoger una muestra automáticamente utilizando un dispositivo Microsoft Band 2 (figura 16).

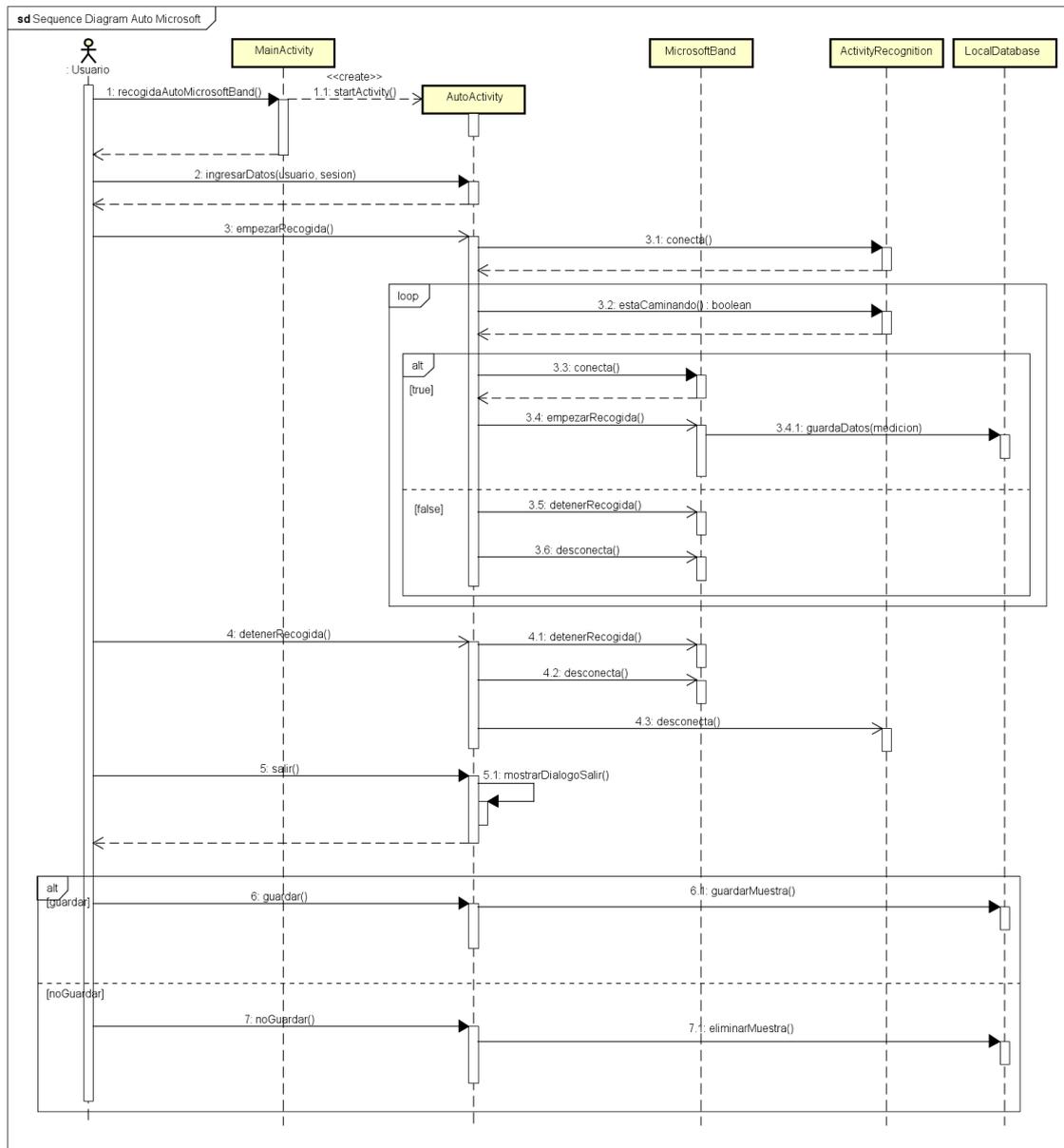


Figura 16. Diagrama de secuencia muestra automática Microsoft Band 2

#### 4.8.6. Sincronizar datos con el servidor

Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso en el que el usuario desea sincronizar las muestras guardadas localmente con el servidor de base de datos (figura 17).

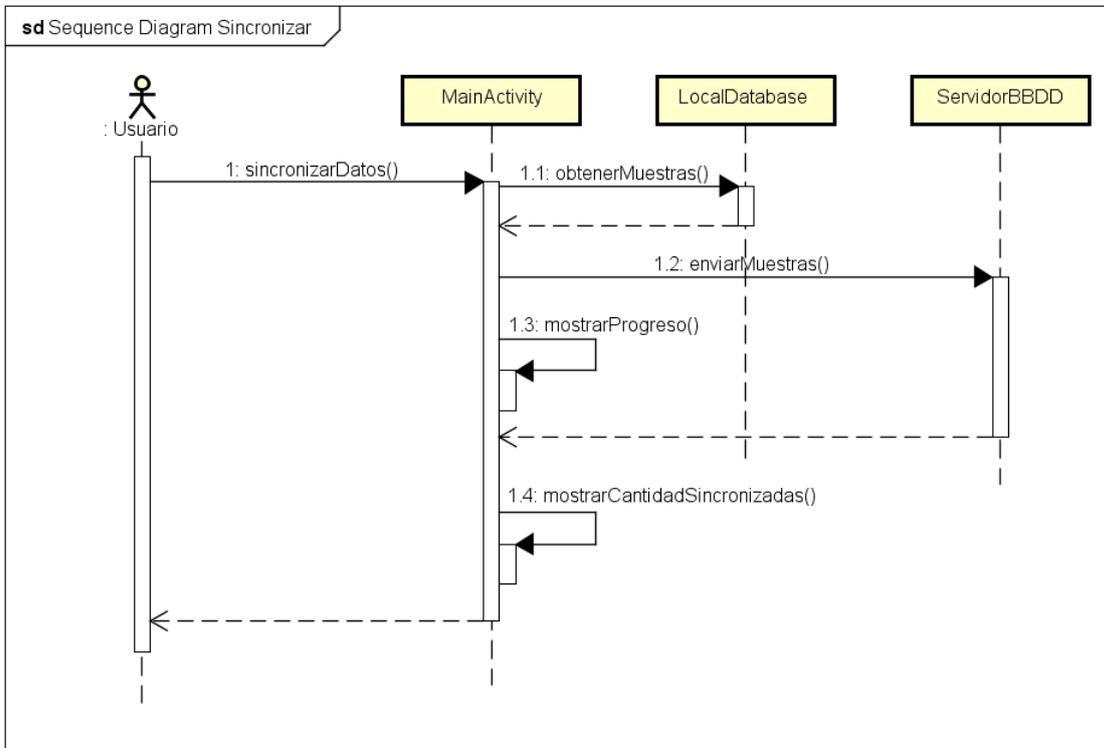


Figura 17. Diagrama de secuencia sincronizar datos con el servidor

# **CAPÍTULO V: DISEÑO**





<b>AndroidWearActivity</b>
<pre># onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + muestraDialogo() : void + ingresarDatos(usuario : String, sesion : String, tarea : String, muestra : String) : void + onClick(v : View) : void + onReceive(intent : Intent) : void - appendToUI(event : String) : void - muestraDialogoGuardar() : void - guardaMuestraTask() : void - borraMuestraTask() : void + onBackPressed() : void</pre>

Figura 20. Clase AndroidWearActivity

**MicrosoftBandActivity:** representa la actividad de recogida manual con el dispositivo Microsoft Band 2 (figura 21). Muestra los datos de los sensores en tiempo real. En ella se puede iniciar y detener la recogida y decidir si guardar o no la muestra obtenida.

<b>MicrosoftBandActivity</b>
<pre># onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + muestraDialogo() : void + onClick(v : View) : void + onBackPressed() : void + onReceive(intent : Intent) : void - appendToUI(event : String) : void - muestraDialogoGuardar() : void - guardaMuestraTask() : void - borraMuestraTask() : void</pre>

Figura 21. Clase MicrosoftBandActivity

**AngelSensorActivity:** representa la actividad de recogida manual con el dispositivo Angel Sensor (figura 22). Muestra los datos de los sensores en tiempo real. En ella se puede iniciar y detener la recogida y decidir si guardar o no la muestra obtenida.

<b>AngelSensorActivity</b>
<pre>- mediciones : ArrayList</pre>
<pre># onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + muestraDialogo() : void + ingresarDatos(usuario : String, sesion : String, tarea : String, muestra : String) : void - appendToUI(event : String) : void - muestraDialogoGuardar() : void - guardaMuestraTask(mediciones : ArrayList) : void - borra(mediciones : ArrayList) : void + onClick(v : View) : void - startScan() : void - onBluetoothDeviceFound() : void - conecta(deviceAddress : String) : void - registerServices() : void - onValueReady() : void - desconecta() : void</pre>

Figura 22. Clase AngelSensorActivity

**AutoActivity:** representa la actividad de recogida automática con los dispositivos Android Wear o Microsoft Band 2 (figura 23). En ella se puede iniciar y detener la recogida y decidir si guardar o no la muestra obtenida.

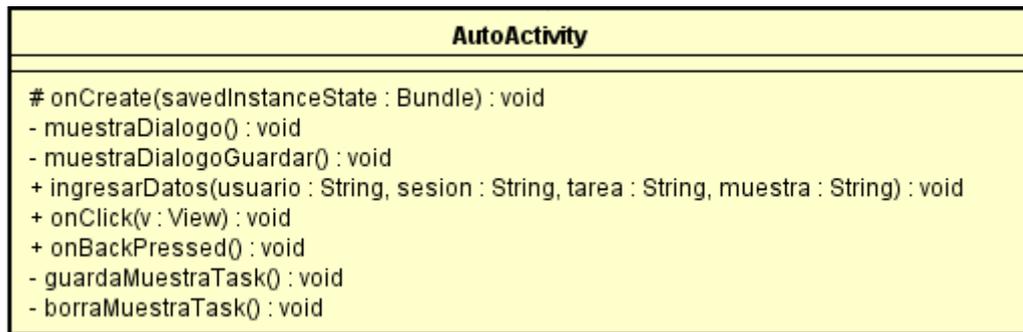


Figura 23. Clase AutoActivity

**AndroidWearService:** representa el servicio que recibe los datos enviados por los dispositivos Android Wear (figura 24). Se encarga de guardarlos en la base de datos y de enviarlos a la interfaz de usuario si es necesario.



Figura 24. Clase AndroidWearService

**MicrosoftBandService:** representa el servicio que recibe los datos enviados por la pulsera Microsoft Band 2 (figura 25). Se encarga de guardarlos en la base de datos y de enviarlos a la interfaz de usuario si es necesario.

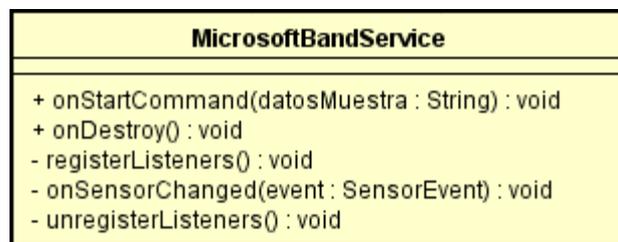


Figura 25. Clase MicrosoftBandService

**GoogleApiClient:** representa la clase encargada de gestionar la conexión entre el smartphone y los dispositivos Android Wear (figura 26).



Figura 26. Clase GoogleApiClient

**ActivityRecognitionApi:** representa la clase encargada de la detección de las posibles actividades que un usuario puede estar realizando en un momento determinado (figura 27).

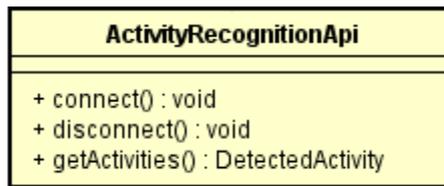


Figura 27. Clase ActivityRecognitionApi

**WearService:** representa el servicio del dispositivo Android Wear encargado de recibir los mensajes de inicio y detención de la recogida de datos (figura 28).



Figura 28. Clase WearService

**SensorListener:** representa el servicio encargado de recoger los datos proporcionados por los sensores de los dispositivos Android Wear y enviarlos al smartphone (figura 29).

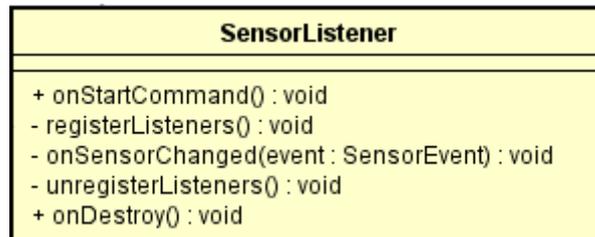


Figura 29. Clase SensorListener

**AndroidWearAutoService:** representa el servicio encargado de determinar si la actividad más probable que está realizando el usuario es la que nos interesa. En caso afirmativo, envía un mensaje de inicio al dispositivo Android Wear para comenzar la recogida automática (figura 30).

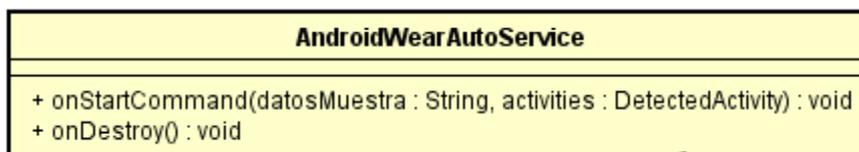


Figura 30. Clase AndroidWearAutoService

**MicrosoftBandAutoService:** representa el servicio encargado de determinar si la actividad más probable que está realizando el usuario es la que nos interesa. En caso afirmativo, inicia el servicio MicrosoftBandService para comenzar la recogida automática (figura 31).

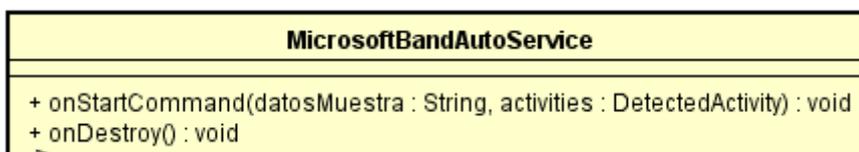
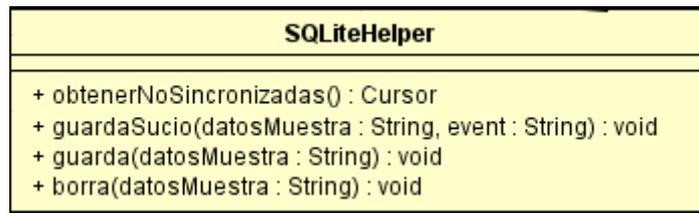


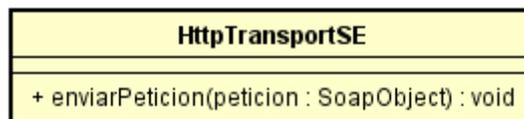
Figura 31. Clase MicrosoftBandAutoService

**SQLiteHelper:** representa la clase encargada de almacenar, eliminar y recuperar las mediciones de la base de datos local SQLite (figura 32).



*Figura 32. Clase SQLiteHelper*

**HttpTransportSE:** representa la clase encargada de enviar las peticiones de sincronización al servidor de base de datos a través de la red (figura 33).



*Figura 33. Clase HttpTransportSE*

## 5.2. Diagramas de secuencia

En las siguientes figuras se muestran los diagramas de secuencia de los casos de uso de la aplicación. Estos diagramas han sido sintetizados y resumidos para facilitar su comprensión.

## 5.2.1. Recoger muestra manual Android Wear

Diagrama de secuencia Recoger muestra manual Android Wear (figura 34).

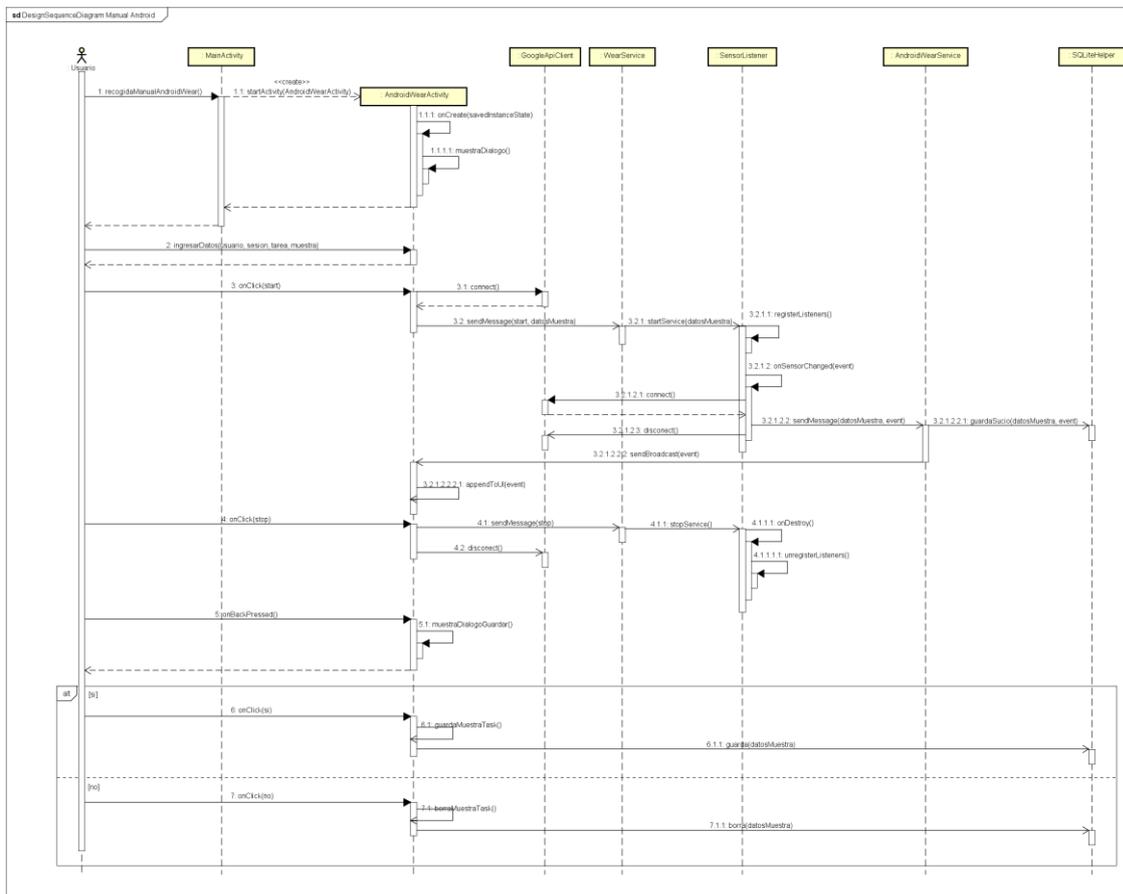


Figura 34. Diagrama de secuencia de diseño muestra manual Android Wear

## 5.2.2. Recoger muestra manual Microsoft Band 2

Diagrama de secuencia Recoger muestra manual Microsoft Band 2 (figura 35).

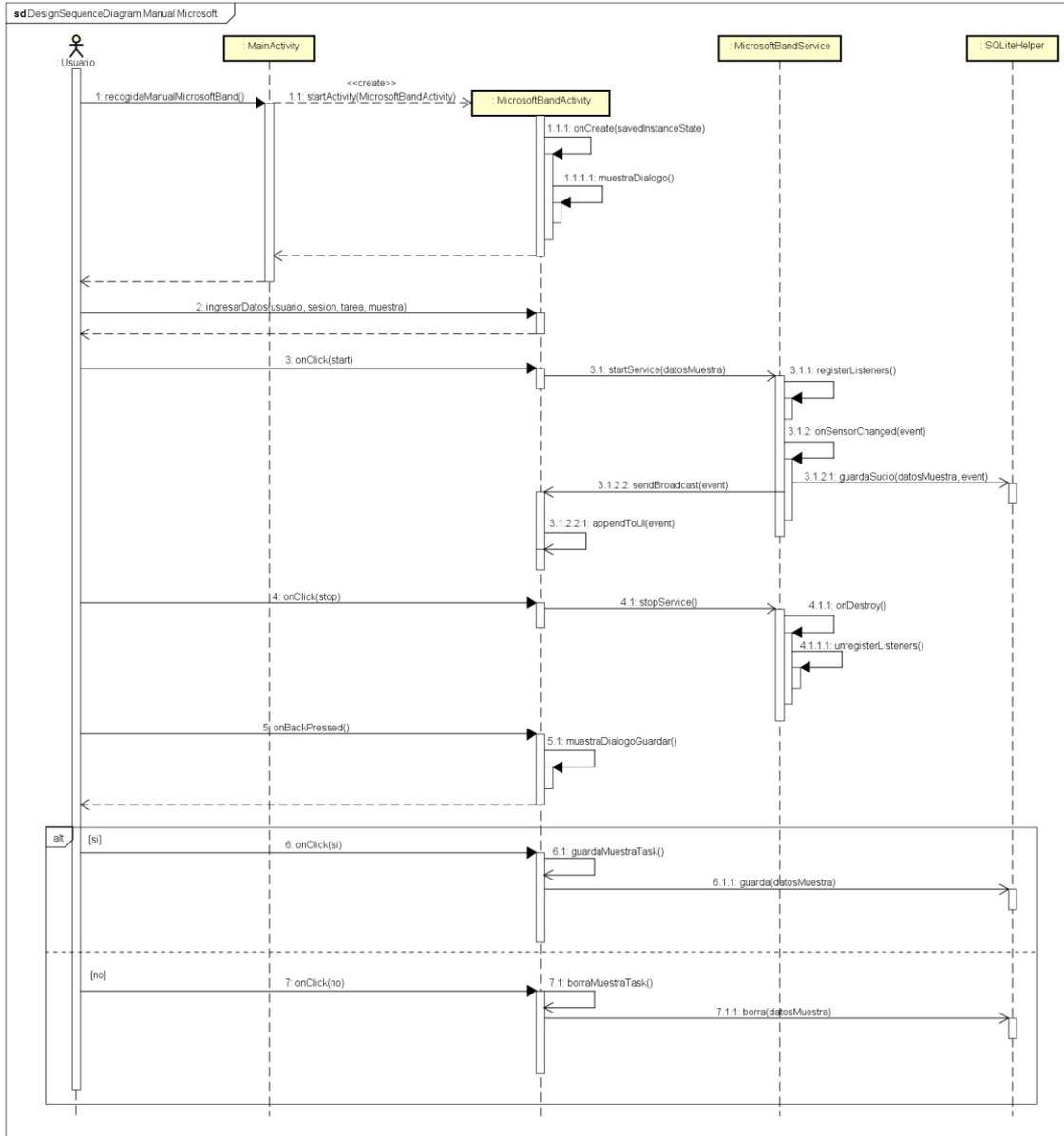


Figura 35. Diagrama de secuencia de diseño muestra manual Microsoft Band 2

### 5.2.3. Recoger muestra manual Angel Sensor

Diagrama de secuencia Recoger muestra manual Angel Sensor (figura 36).

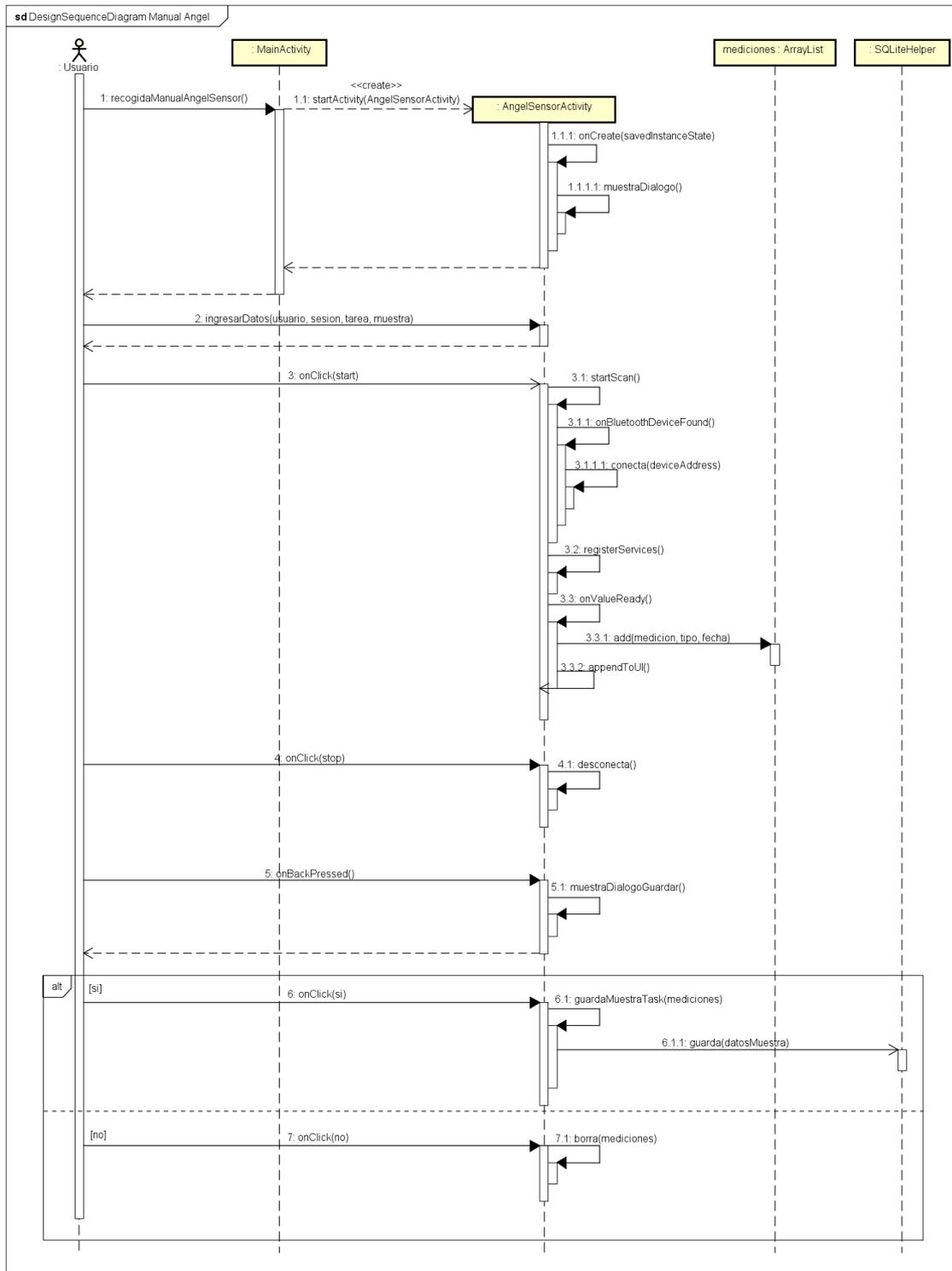


Figura 36. Diagrama de secuencia de diseño muestra manual Angel Sensor

## 5.2.4. Recoger muestra automática Android Wear

Diagrama de secuencia Recoger muestra automática Android Wear (figura 37).

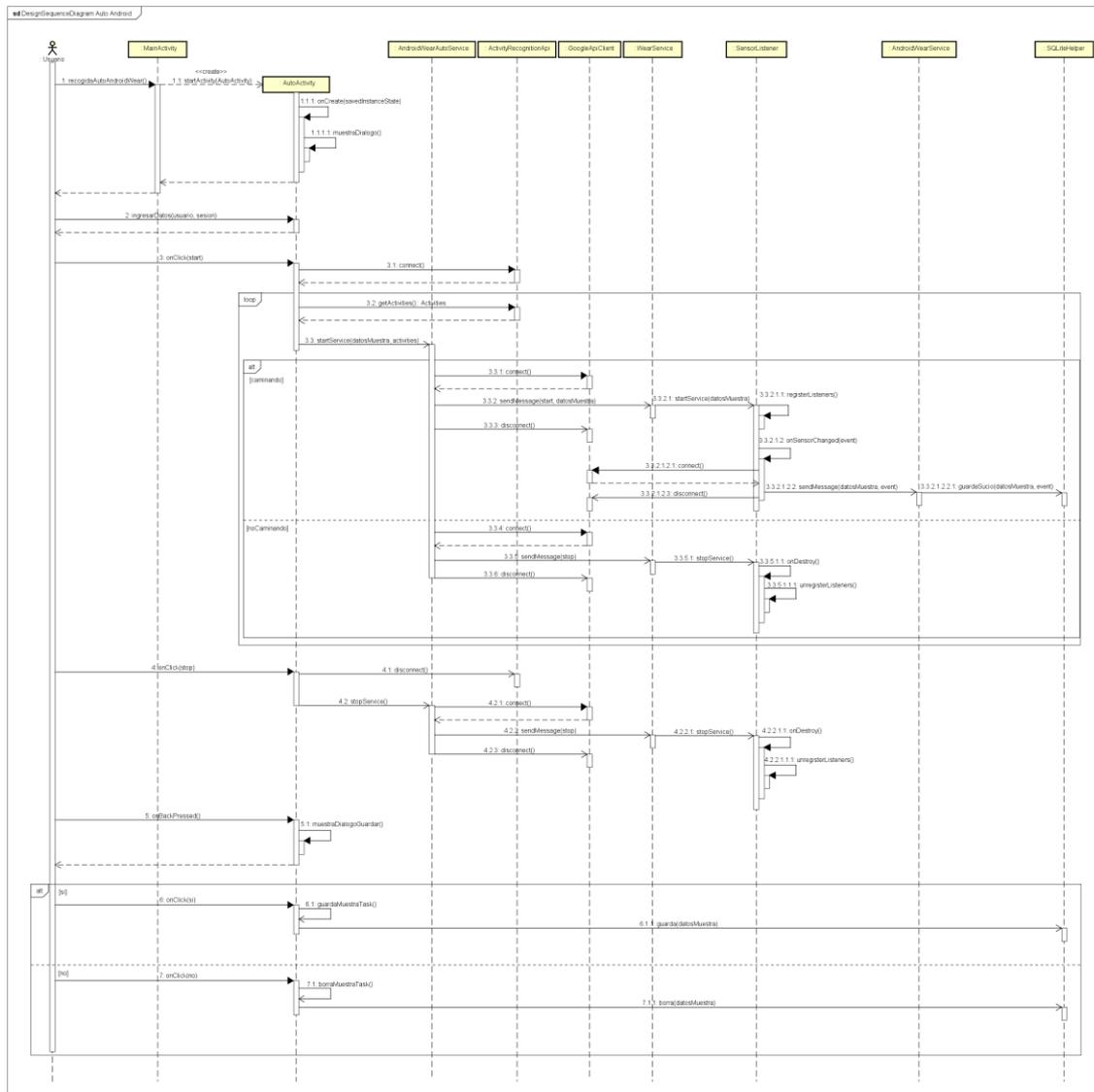


Figura 37. Diagrama de secuencia de diseño muestra automática Android Wear

## 5.2.5. Recoger muestra automática Microsoft Band 2

Diagrama de secuencia Recoger muestra automática Microsoft Band 2 (figura 38).

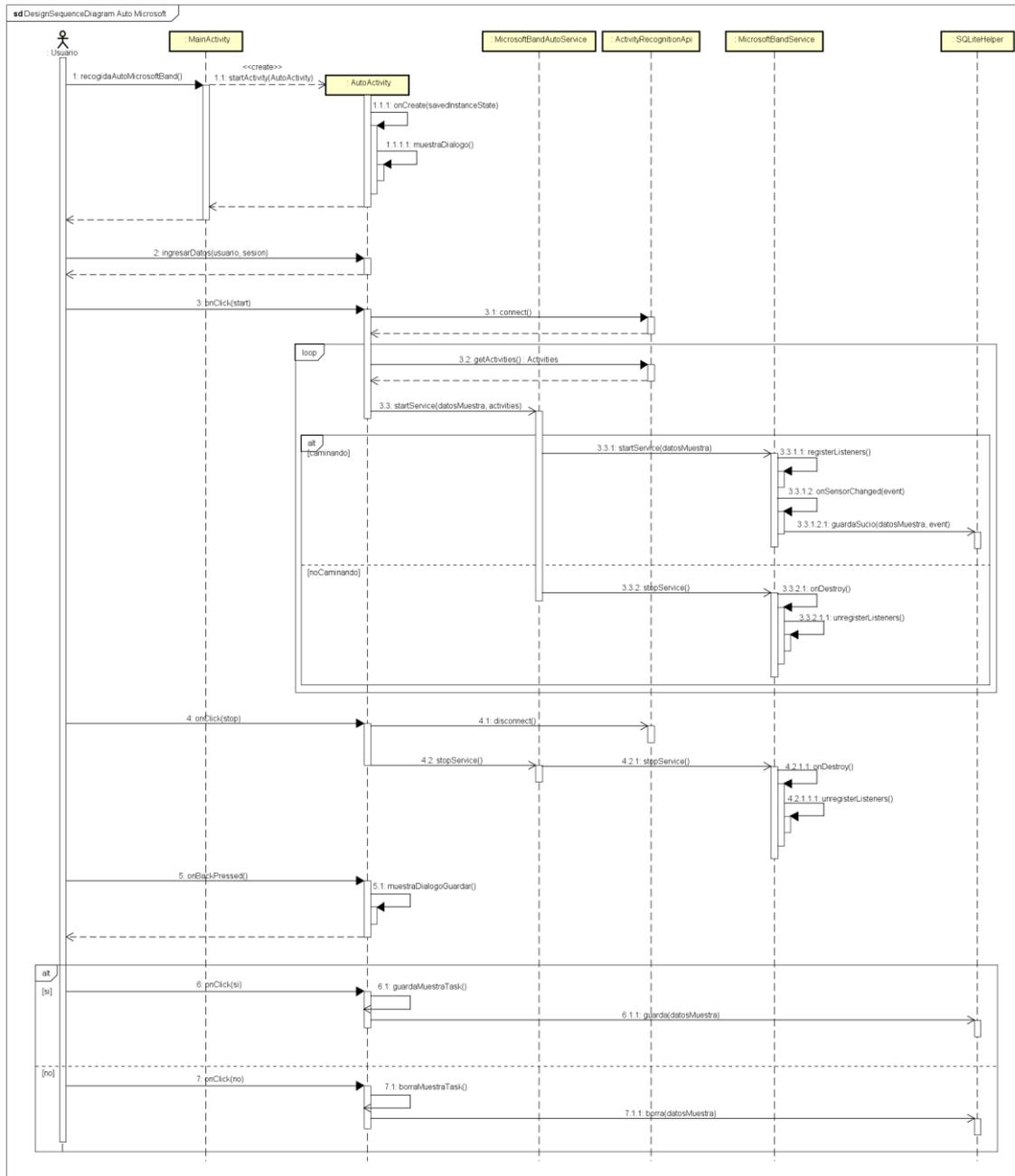


Figura 38. Diagrama de secuencia de diseño muestra automática Microsoft Band 2

### 5.2.6. Sincronizar datos con el servidor

Diagrama de secuencia Sincronizar datos con el servidor (figura 39).

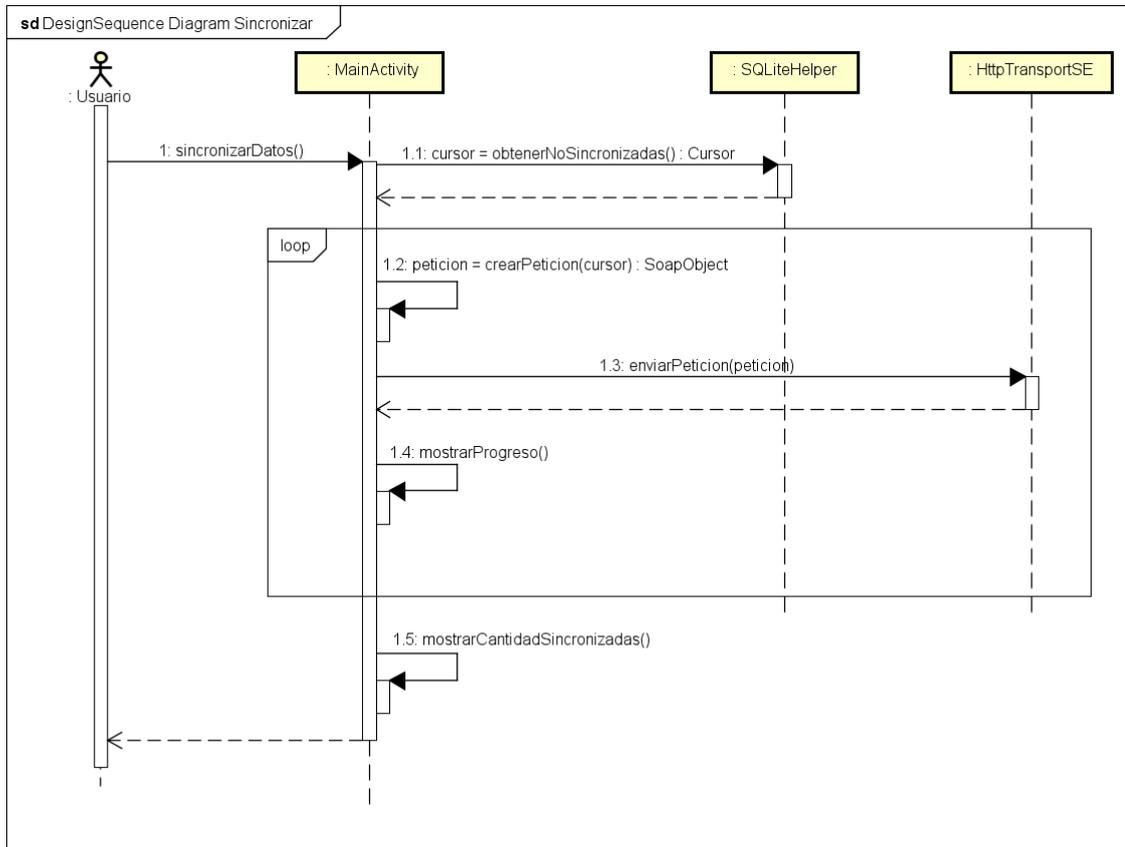


Figura 39. Diagrama de secuencia de diseño sincronizar datos con el servidor

### 5.3. Diagrama de despliegue

Mediante el diagrama de despliegue (figura 40) podemos observar la distribución física del sistema en términos de ejecución y los protocolos de comunicación entre los diferentes dispositivos que lo componen.

La aplicación está compuesta por dos módulos. Uno de ellos sólo es necesario para los dispositivos Android Wear y se encarga de obtener los datos de los sensores y enviarlos al smartphone. El otro se ejecuta en el dispositivo Android y es el encargado de la mayor parte de la lógica del sistema.

La comunicación entre los wearables y el smartphone se realiza a través de Bluetooth. La sincronización de las mediciones entre el smartphone y el servidor utiliza el protocolo SOAP a través de TCP/IP.

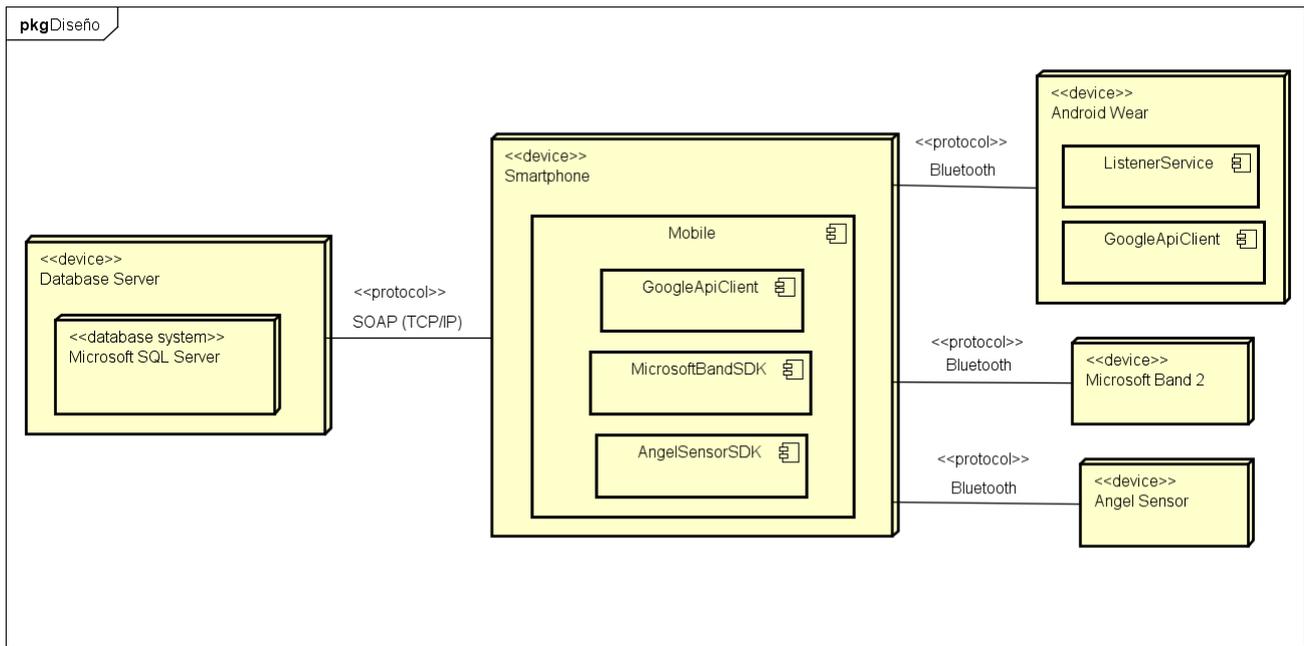


Figura 40. Diagrama de despliegue

## 5.4. Diagrama de componentes

El diagrama de componentes (figura 41) muestra los elementos de un diseño de un sistema software. Permite visualizar la estructura de alto nivel de un sistema y el comportamiento del servicio que estos componentes proporcionan y usar a través de interfaces.

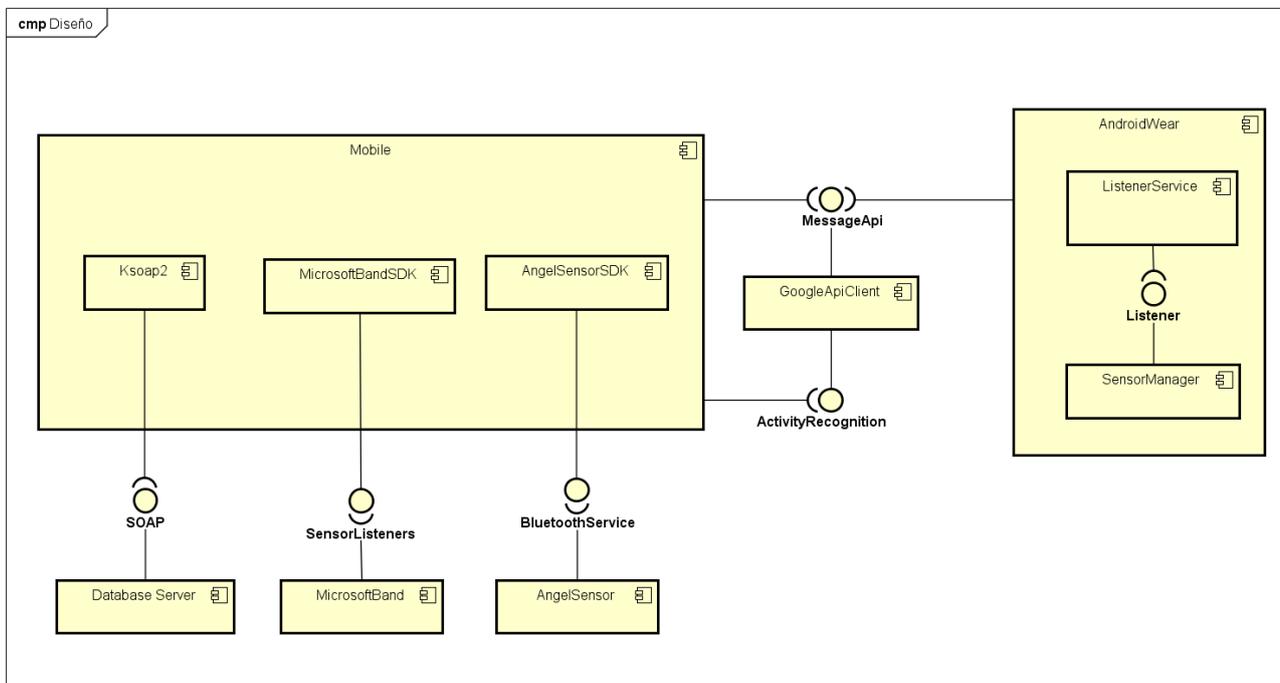


Figura 41. Diagrama de componentes

# **CAPÍTULO VI: IMPLEMENTACIÓN**



## 6.1. Decisiones de implementación

### 6.1.1. Interfaz de usuario

La interfaz de usuario de la aplicación ha sido diseñada para ser lo más sencilla e intuitiva posible. En cada una de las actividades aparece la información y los controles necesarios para que el usuario realice las acciones con el menor número de errores posible.

Siempre que ha sido posible se ha intentado seguir la especificación de Material Design de Google para el diseño de las interfaces gráficas [16].

La orientación de todas las actividades de la aplicación es vertical ya que es la más cómoda para el usuario. No se ha encontrado ningún motivo para implementar la orientación horizontal, la visualización de todos los datos es correcta con el otro formato.

A continuación se presentará la interfaz de cada una de las actividades que componen la aplicación [17]. Cuando accedemos a la aplicación la primera pantalla que aparece es la de selección del tipo de dispositivo que vamos a utilizar y si va a ser de forma manual o automática (figuras 42 y 43). En ella podemos hacer *scroll* hacia abajo para ver todas las opciones:



Figura 42. Interfaz activity principal I

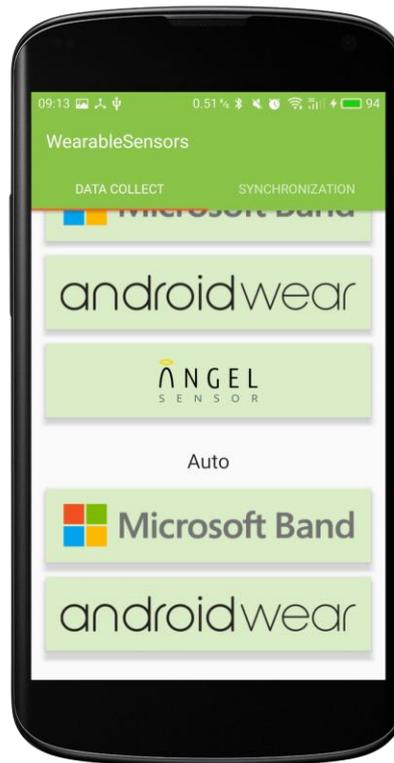


Figura 43. Interfaz activity principal II

Al pulsar cualquiera de los botones aparecerá un diálogo en el que se pide al usuario que introduzca los datos relativos a la muestra que va a recoger (figura 44).

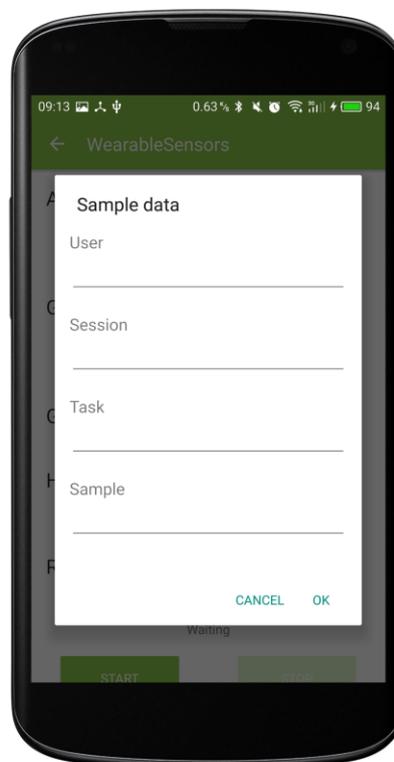


Figura 44. Interfaz diálogo datos muestra

En las figuras 45, 46 y 47 se muestran cada una de las interfaces de recogida manual dependiendo del dispositivo.

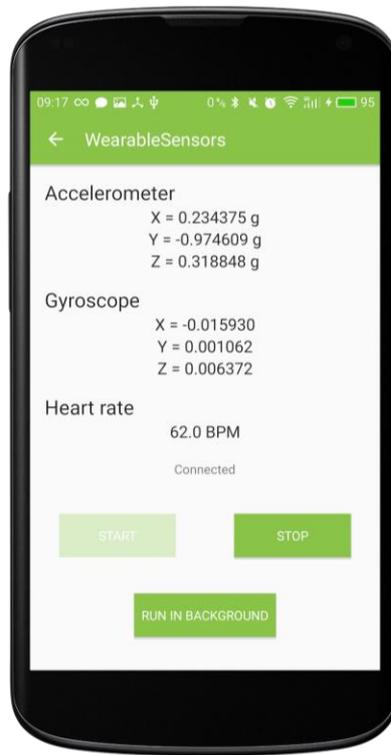


Figura 45. Interfaz recogida manual Android Wear

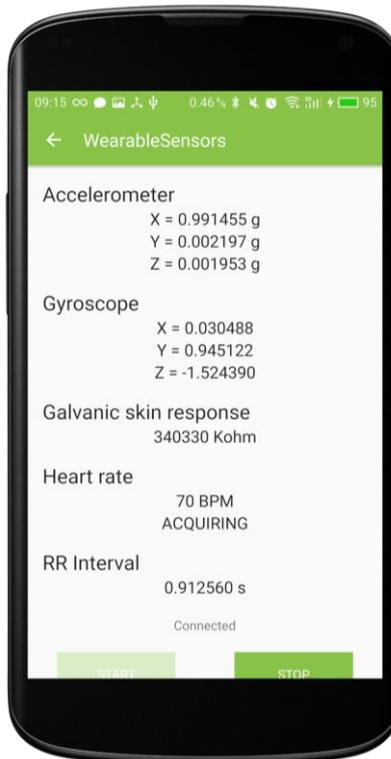


Figura 46. Interfaz recogida manual Microsoft Band 2

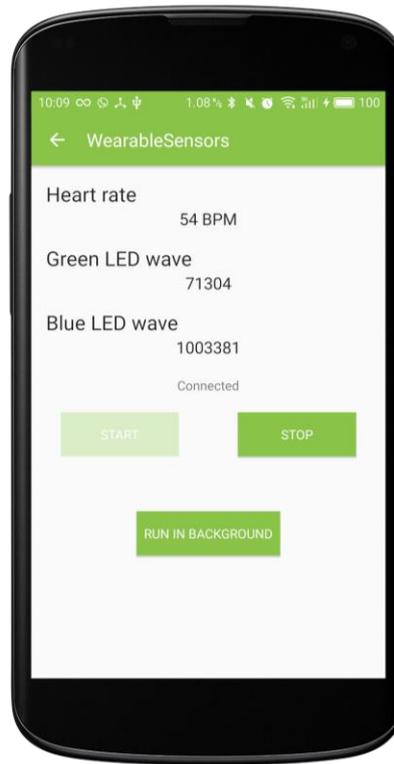


Figura 47. Interfaz recogida manual Angel Sensor

La interfaz de recogida automática es la misma tanto para dispositivos Microsoft Band 2, como para dispositivos Android Wear (figura 48).

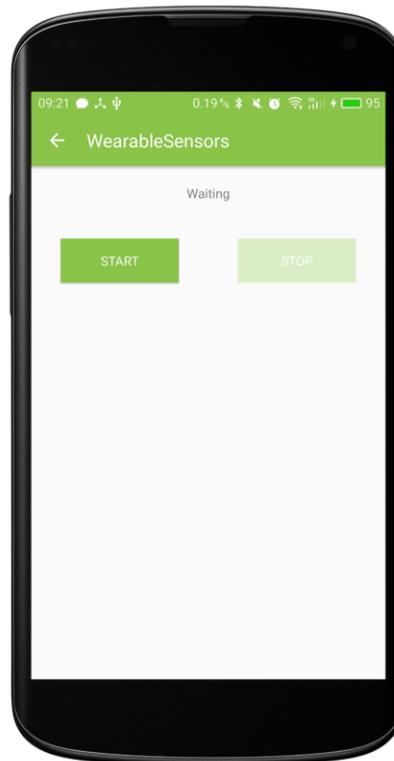


Figura 48. Interfaz recogida automática

Cuando el usuario termina de recoger una muestra, aparece un diálogo que le pregunta si desea guardar la muestra o descartarla (figura 49).

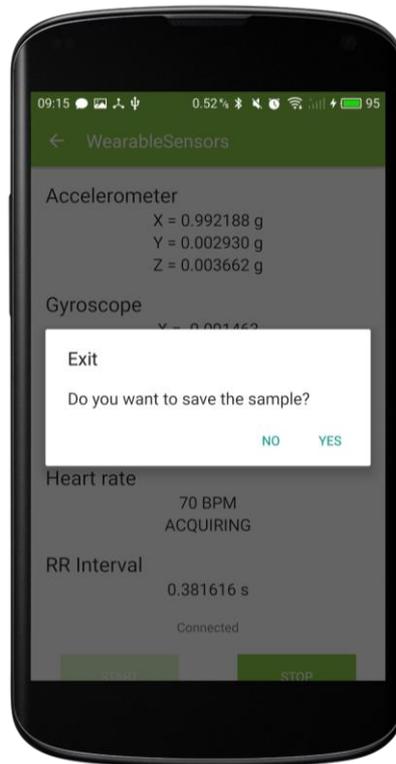


Figura 49. Interfaz diálogo guardado

Desde la pantalla inicial podemos acceder a la interfaz de sincronización pulsando en el botón de la barra superior o haciendo *scroll* hacia la derecha (figura 50). En ella aparecerán el número de mediciones que están pendientes de sincronizar.

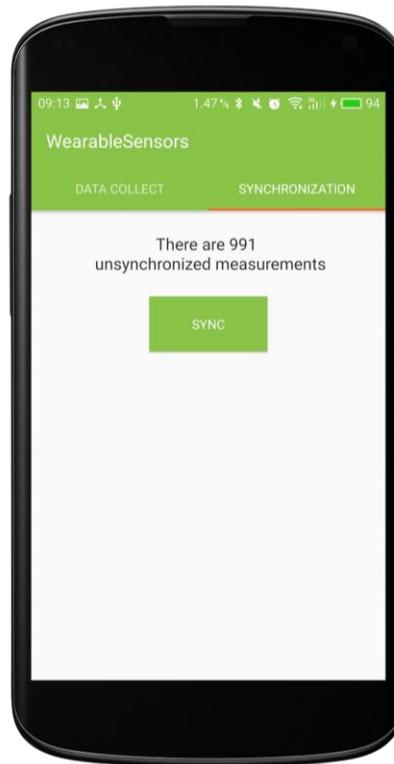


Figura 50. Interfaz sincronización mediciones

Al pulsar el botón aparecerá un diálogo que nos muestra el progreso de la sincronización (figura 51).

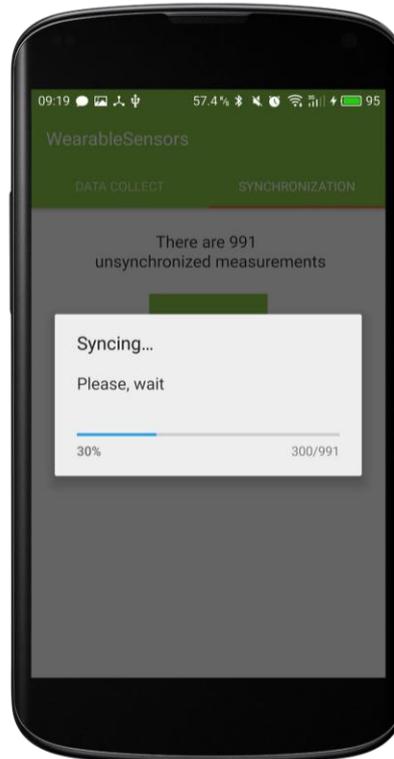


Figura 51. Interfaz progreso sincronización

Cuando la sincronización termina se muestra un *toast* que indica el número muestras sincronizadas correctamente con el servidor (figura 52).

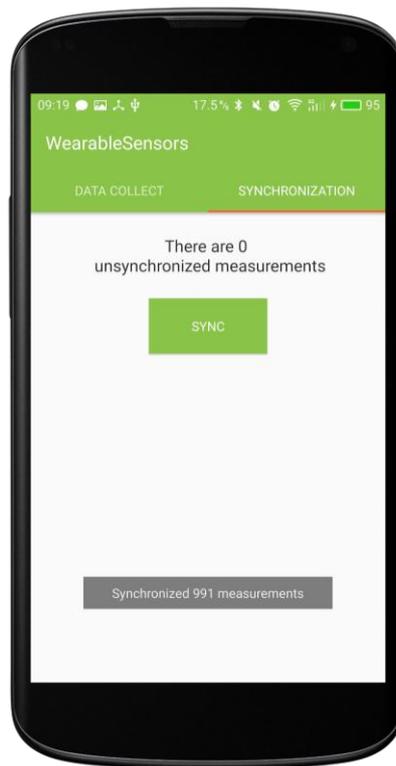


Figura 52. Interfaz mensaje sincronizadas

### 6.1.2. Conexión con dispositivos wearables

Para establecer la conexión con dispositivos Android Wear se decidió utilizar la API GoogleApiClient-WearableApi [8] [9]. Esta API se encarga de llevar a cabo la conexión y la transmisión de mensajes entre el smartphone y el dispositivo Android Wear.

Cuando el usuario pulsa el botón *Empezar*, el smartphone envía un mensaje al *wearable* para que inicie la recogida. Una vez iniciada, cada vez que se recibe un evento de algún sensor, el *wearable* envía un mensaje al smartphone con los datos relativos a ese evento.

Para la conexión con los dispositivos Microsoft Band 2 y Angel sensor se utilizan los métodos y servicios de sus respectivos SDK [14] [15].

### 6.1.3. Guardado de muestras en la base de datos local

Para la base de datos local se utilizó el sistema gestor de bases de datos SQLite. Nuestra base de datos estaba compuesta por una única tabla con los siguientes campos: id (int), imei (text), wearable (text), tipo\_sensor (text), fecha (text), datos0 (text), datos1 (text), datos2 (text), estado (int), pendiente\_insercion (int), pendiente\_guardado (int), usuario (text), sesión (text), tarea (text), muestra (text).

En los dispositivos Android Wear y Microsoft Band 2, cada vez que se reciben los datos del evento de un sensor, estos son guardados en la base de datos y marcados como “Pendiente\_guardado” y “Pendiente\_insercion”. Cuando el usuario detiene la recogida decide si guardar la muestra o descartarla. Si selecciona guardar la muestra, las mediciones son desmarcadas como “Pendiente\_guardado”. Si selecciona descartar la muestra, las mediciones son eliminadas de la base de datos.

En los dispositivos Angel Sensor, cada vez que se reciben los datos de un sensor estos son almacenados en un ArrayList. No se guardan directamente en la base de datos por motivos de eficiencia. Cuando termina la recogida, si el usuario desea guardar la muestra, se insertan en la base de datos todas las mediciones guardadas en el ArrayList y se marcan como “Pendiente\_insercion”. Si el usuario selecciona descartar la muestra, las mediciones del ArrayList son eliminadas.

#### **6.1.4. Detección de actividades en la recogida automática**

Para la recogida de datos automática es necesario saber cuándo un usuario está caminando. Para detectar esto utilizamos la API de GoogleApiClient-ActivityRecognitionAPI [10]. Esta API procesa periódicamente datos de los sensores del smartphone y devuelve la probabilidad de cada una de las actividades que podría estar realizando el usuario en ese momento.

Cuando la probabilidad de que el usuario esté caminando supera un determinado límite, la aplicación activa la recogida de datos en el dispositivo que se haya seleccionado (Android Wear o Microsoft Band 2). Cuando esta probabilidad desciende por debajo del límite, el sistema detiene la recogida.

Este tipo de recogida continúa en funcionamiento hasta que el usuario la detiene pulsando el botón de parar.

#### **6.1.5. Sincronización de muestras con el servidor**

El servidor utilizado para sincronizar las muestras es propiedad de 3G Mobile Group, empresa donde el alumno realizó las prácticas curriculares.

El sistema gestor de bases de datos instalado es Microsoft SQL Server 11.0.2100. La base de datos que utilizamos estaba compuesta por una única tabla con los siguientes campos: imei (varchar), tipopulsera (varchar), tipomedida (varchar), dfecha (datetime), dato1 (float), dato2 (float), dato 3 (float), tarea (varchar), sesión (varchar), muestra (varchar), individuo (varchar).

Al alumno se le proporcionó un usuario y una contraseña para poder gestionar esta base de datos. Esta tarea se realizó a través de la aplicación Microsoft SQL Server Management Studio.

La inserción de nuevas mediciones en la tabla debía hacerse mediante peticiones SOAP cuyo formato estaba definido en el WSDL del servicio [12]. Para facilitar la creación y el envío de estas peticiones se decidió utilizar la biblioteca ksoap2-android-assembly-3.4.0 [11]. Debido a la gran cantidad de mediciones que se podría requerir sincronizar en un determinado momento, se decidió que el número de mediciones por petición fuera de 100, para así evitar que se excediera el límite de datos en una petición.

Cada vez que una medición se envía al servidor, se desmarca como “Pendiente\_insercion” en la base de datos local para que no vuelva a ser enviada.

# **CAPÍTULO VII: PRUEBAS**



## 7.1. Pruebas de dominio de la aplicación

A continuación se muestran los resultados de las distintas pruebas que se han realizado para comprobar las respuestas de la aplicación ante información introducida o acciones realizadas por el usuario (tablas 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81 y 82).

<b>PDOM-0001</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Empezar en la pantalla de recogida manual Android Wear.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	El sistema comienza a recoger datos del acelerómetro, giroscopio y ritmo cardíaco.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 71. Prueba de dominio 0001*

<b>PDOM-0002</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Empezar en la pantalla de recogida manual Microsoft Band 2.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	El sistema comienza a recoger datos del acelerómetro, giroscopio, respuesta galvánica de la piel, ritmo cardíaco y tiempo entre latidos.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 72. Prueba de dominio 0002*

<b>PDOM-0003</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Empezar en la pantalla de recogida manual Angel Sensor.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	El sistema comienza a recoger datos de los sensores LED verde, LED azul y ritmo cardíaco.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 73. Prueba de dominio 0003*

<b>PDOM-0004</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Empezar en la pantalla de recogida automática.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Cuando el sistema detecte que el usuario está caminando, comenzará la recogida de datos con el dispositivo seleccionado anteriormente.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 74. Prueba de dominio 0004*

<b>PDOM-0005</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Parar en cualquiera de las pantallas de recogida.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Se detiene la recogida de datos.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 75. Prueba de dominio 0005*

<b>PDOM-0006</b>	
Descripción	Actualización del número de mediciones por sincronizar en la pantalla de sincronización.
Entrada	Acceso a la pantalla de sincronización
Resultado esperado	Se debe actualizar automáticamente el número de mediciones por sincronizar cada vez que se accede a la pantalla de sincronización.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 76. Prueba de dominio 0006*

<b>PDOM-0007</b>	
Descripción	Mensaje de aviso cuando se pulse el botón Empezar en cualquier pantalla de recogida y el bluetooth no esté encendido.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Deberá aparecer un mensaje de aviso cuando se pulse el botón Empezar y el bluetooth no esté encendido.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 77. Prueba de dominio 0007*

<b>PDOM-0008</b>	
Descripción	Notificación en la barra de estado cuando comience una recogida de datos.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Cuando se pulse el botón Empezar en cualquier pantalla de recogida, deberá mostrarse una notificación en la barra de estado.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 78. Prueba de dominio 0008*

<b>PDOM-0009</b>	
Descripción	Notificación de recogida en los dispositivos Android Wear.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Cuando se pulse el botón Empezar en la pantalla de recogida Android Wear, deberá mostrarse una notificación en el wearable.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 79. Prueba de dominio 0009*

<b>PDOM-0010</b>	
Descripción	Sincronización correcta de las mediciones con el servidor.
Entrada	Mediciones recogidas
Resultado esperado	Los datos sincronizados en el servidor deberán corresponder con los almacenados localmente.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 80. Prueba de dominio 0010*

<b>PDOM-0011</b>	
Descripción	El usuario deberá dar permiso para acceder a los datos sobre su ritmo cardíaco en la recogida con Microsoft Band 2.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	El sistema no recogerá datos sobre el ritmo cardíaco del usuario hasta que este no pulse el botón Dar permiso y Aceptar en el diálogo de permiso
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 81. Prueba de dominio 0011*

<b>PDOM-0012</b>	
Descripción	El usuario debe dar permiso para acceder a los datos sobre su ritmo cardíaco en la recogida de datos con Android Wear.
Entrada	Pulsación de botón en dispositivo Android Wear
Resultado esperado	El sistema no recogerá datos sobre el ritmo cardíaco del usuario hasta que este no de su permiso pulsando el botón de Dar permiso en la notificación de su dispositivo Android Wear.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 82. Prueba de dominio 0012*

## 7.2. Pruebas de la interfaz gráfica

A continuación se muestran los resultados de las pruebas relacionadas con la interfaz gráfica de la aplicación. Estas pruebas validan la correcta interacción entre el usuario y el sistema (tablas 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99 y 100).

<b>PGUI-0001</b>	
Descripción	En la pantalla principal se pulsa el botón de sincronización.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	La pantalla principal cambia a la pantalla de sincronización.
Resultado prueba	Correcto

Tabla 83. Prueba de interfaz 0001

<b>PGUI-0002</b>	
Descripción	En la pantalla principal se hace <i>scroll</i> hacia la derecha.
Entrada	<i>Scroll</i> hacia la derecha
Resultado esperado	La pantalla principal cambia a la pantalla de sincronización.
Resultado prueba	Correcto

Tabla 84. Prueba de interfaz 0002

<b>PGUI-0003</b>	
Descripción	En la pantalla de sincronización se pulsa el botón de recogida de datos.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	La pantalla de sincronización cambia a la pantalla principal.
Resultado prueba	Correcto

Tabla 85. Prueba de interfaz 0003

<b>PGUI-0004</b>	
Descripción	En la pantalla de sincronización se hace <i>scroll</i> hacia la izquierda.
Entrada	<i>Scroll</i> hacia la izquierda
Resultado esperado	La pantalla de sincronización cambia a la pantalla principal.
Resultado prueba	Correcto

Tabla 86. Prueba de interfaz 0004

<b>PGUI-0005</b>	
Descripción	En la pantalla principal se pulsa alguno de los botones de recogida.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Aparece el diálogo para introducir los datos de la muestra a recoger.
Resultado prueba	Correcto

Tabla 87. Prueba de interfaz 0005

<b>PGUI-0006</b>	
Descripción	En el diálogo de introducción de los datos de la muestra se pulsa el botón Cancelar.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	El diálogo se cierra volviendo a la pantalla principal.
Resultado prueba	Correcto

Tabla 88. Prueba de interfaz 0006

<b>PGUI-0007</b>	
Descripción	En el diálogo de introducción de los datos de la muestra se deja algún campo sin rellenar y se pulsa el botón Aceptar.
Entrada	Campo sin rellenar y pulsación de botón
Resultado esperado	Se muestran mensajes de error en los campos indicando que se deben rellenar todos.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 89. Prueba de interfaz 0007*

<b>PGUI-0008</b>	
Descripción	En el diálogo de introducción de los datos de la muestra se rellenan todos los campos y se pulsa el botón Aceptar.
Entrada	Campos rellenos y pulsación de botón
Resultado esperado	Aparece la pantalla de recogida de datos del dispositivo seleccionado anteriormente.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 90. Prueba de interfaz 0008*

<b>PGUI-0009</b>	
Descripción	En alguna de las pantallas de recogida manual se pulsa el botón Empezar.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Aparecen los datos recibidos en tiempo real y el botón de Ejecutar en segundo plano y se habilita el botón de Parar.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 91. Prueba de interfaz 0009*

<b>PGUI-0010</b>	
Descripción	En alguna de las pantallas de recogida manual se pulsa el botón Parar.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Se dejan de mostrar los datos en tiempo real, desaparece el botón Ejecutar en segundo plano y se habilita el botón Empezar.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 92. Prueba de interfaz 0010*

<b>PGUI-0011</b>	
Descripción	En alguna de las pantallas de recogida automática se pulsa el botón Empezar.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Aparece el botón de Ejecutar en segundo plano y se habilita el botón de Parar.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 93. Prueba de interfaz 0011*

<b>PGUI-0012</b>	
Descripción	En alguna de las pantallas de recogida automática se pulsa el botón Parar.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Desaparece el botón de Ejecutar en segundo plano y se habilita el botón de Empezar.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 94. Prueba de interfaz 0012*

<b>PGUI-0013</b>	
Descripción	En alguna de las pantallas de recogida se pulsa el botón Ejecutar en segundo plano.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	La aplicación pasa a ejecutarse en segundo plano.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 95. Prueba de interfaz 0013*

<b>PGUI-0014</b>	
Descripción	Cuando la aplicación está ejecutándose en segundo plano se pulsa la notificación de la barra de estado.
Entrada	Pulsación de notificación
Resultado esperado	Se abre la pantalla de recogida desde la que se inició la ejecución en segundo plano.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 96. Prueba de interfaz 0014*

<b>PGUI-0015</b>	
Descripción	Pulsación el botón de retroceso del móvil o de la fecha de la <i>toolbar</i> en alguna de las pantallas de recogida.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Aparece el diálogo de guardado.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 97. Prueba de interfaz 0015*

<b>PGUI-0016</b>	
Descripción	Pulsación del botón No en el diálogo de guardado.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Cierre del diálogo y aparición de la pantalla principal.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 98. Prueba de interfaz 0016*

<b>PGUI-0017</b>	
Descripción	Pulsación del botón Sí en el diálogo de guardado.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Cierre del diálogo y aparición de la pantalla principal.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 99. Prueba de interfaz 0017*

<b>PGUI-0018</b>	
Descripción	Pulsación del botón Sincronizar en la pantalla de sincronización.
Entrada	Pulsación de botón
Resultado esperado	Aparición del diálogo de progreso de la sincronización y de un toast cuando esta termine.
Resultado prueba	Correcto

*Tabla 100. Prueba de interfaz 0018*



# **CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES**



## 8.1. Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto, podemos afirmar que se han cumplido todos los objetivos y requisitos propuestos en un principio. Un usuario puede realizar la recogida manual de una muestra de datos con un dispositivo Android Wear, Microsoft Band 2 o Angel Sensor. También puede realizar una recogida automática de una muestra para dispositivos Android Wear o Microsoft Band 2. Por último, la aplicación es capaz de sincronizar los datos locales con una base de datos en un servidor para poder después realizar un análisis de los mismos en búsqueda de patrones biométricos.

Este proyecto ha supuesto un reto muy interesante. Durante la duración del mismo se han tenido que combinar los conocimientos adquiridos en diversas asignaturas de la carrera, con conocimientos adquiridos recientemente para el correcto uso de estas nuevas tecnologías como son los dispositivos *wearables*. Se han utilizado los procesos propios de la ingeniería del software como son la planificación, análisis de riesgos, estimación de tiempos y costes, identificación de requisitos, diseño de un sistema, implementación, etc. En cuanto al desarrollo de software para *wearables* se ha tenido que empezar casi desde cero, ya que es un campo que ha aparecido hace poco y está evolucionando continuamente, introduciendo nuevos cambios y funcionalidades cada poco tiempo.

Hay que destacar la gran cantidad de tiempo invertido en el estudio de los *wearables*. Al ser dispositivos de diferentes fabricantes cada uno de ellos tiene diferentes sensores, APIs, SDKs y protocolos de comunicación. Hubo que estudiar los sensores de los que disponía cada uno; el tipo y la frecuencia de los datos que proporcionaban; localizar las APIs y SDK, si estaban disponibles, y comprender su funcionamiento; y adaptarse a los posibles cambios que los fabricantes pudieran introducir durante el desarrollo del proyecto.

Una de las partes más complicadas del proyecto fue implementar correctamente el envío de datos entre un dispositivo Android Wear y el smartphone. Para poder obtener muestras de datos útiles en el estudio de biometrías es necesario que la frecuencia de recogida de datos de los sensores sea bastante elevada. Los dispositivos *wearables*, debido a la funcionalidad para la que están pensados, no tienen una gran capacidad de procesamiento. Esto suponía un problema al recoger una muestra ya que, con el paso del tiempo, las mediciones comenzaban a encolarse y el sistema acababa bloqueándose produciendo que éstas no fueran útiles. Para solucionar esto se tuvo que optimizar todo lo posible esta parte del código hasta conseguir que las mediciones de los sensores no se encolasen al ser enviadas.

A nivel personal, el desarrollo de este proyecto ha supuesto una experiencia muy satisfactoria. Me ha permitido poner a prueba los conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria estos años además de adquirir otros nuevos durante su duración. Sobre todo, ha supuesto una mejora en mis habilidades de desarrollo en el sistema operativo Android y en el correcto uso e integración de APIs y SDKs proporcionados por diferentes fabricantes. Creo que todo lo aprendido durante este proyecto será útil para la realización de otros en el mundo laboral.

## 8.2. Futuras mejoras

A continuación, se proponen posibles futuras mejoras que se podrían llevar a cabo en el sistema.

### 8.2.1. Compatibilidad para otros wearables

En este proyecto se ha desarrollado la aplicación para recoger datos de los dispositivos Android Wear, Microsoft Band 2 y Angel Sensor. La aplicación se podría ampliar para que permita utilizar otros dispositivos que existen actualmente o incluso dispositivos que salgan a la venta en un futuro.

### **8.2.2. Mejora del sistema de identificación de muestras**

Actualmente es el usuario es el que debe introducir los datos manualmente para identificar inequívocamente una muestra, en cuanto a número de sesión, tarea y muestra. Esto podría realizarse de forma automática haciendo una consulta al servidor de base de datos para obtener el identificador de la última muestra recogida y que se autoincremente el identificador de la que se va a obtener.

### **8.2.3. Portado a otras plataformas**

La aplicación se ha desarrollado para el sistema operativo Android ya que es el más utilizado en la actualidad. Una de las mejoras que se podría implementar es desarrollar versiones para otros sistemas operativos como puede ser iOS.

### **8.2.4. Vista previa de los datos en una gráfica**

Otra posible mejora que podría resultar interesante es dibujar una gráfica con los datos obtenidos en una muestra antes de elegir si guardarla o no. Esto podría ayudar al usuario a decidir si la muestra recogida es correcta o ha ocurrido algún error durante el proceso.

# **BIBLIOGRAFÍA**



## **Bibliografía de planificación de proyectos**

[1] A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) [Online]

<http://www.cs.bilkent.edu.tr/~cagatay/cs413/PMBOK.pdf>

Project Management Institute, 2000

Fecha de última consulta: 28/06/2016

[2] Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams [Online]

[https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251\\_bestpractices\\_TP026B.pdf](https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf)

Rational Software Corporation, 1998

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía de análisis y diseño software**

[3] Ian Sommerville. “Ingeniería del software”.

7ª edición, PEARSON EDUCATION, 2005. ISBN: 84-7829-074-5

[4] C. Larman. “UML Y PATRONES. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado”.

2ª Edición, Prentice-Hall, 2004. ISBN: 9789701702611

[5] The Unified Modeling Language [Online]

<http://www.uml-diagrams.org/class-diagrams-overview.html>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía de programación en Java**

[6] Java Platform, Standard Edition 8 API Specification [Online]

<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía de programación en Android**

[7] Android Developers [Online]

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

Fecha de última consulta: 28/06/2016

[8] Google API Client [Online]

<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/common/api/GoogleApiClient>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

[9] Wearable API [Online]

<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/wearable/Wearable#nested-class-summary>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

[10] Activity Recognition API [Online]

<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionApi>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

[11] Ksoap2 [Online]

<http://simpligility.github.io/ksoap2-android/index.html>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

[12] WSDL Servidor Base de Datos [Online]

<http://uva.3gmg.com/notificaciones.asmx?WSDL>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía de programación Android Wear**

[13] Android Developers | Android Wear [Online]

<https://developer.android.com/wear/index.html?hl=es>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía de programación Microsoft Band 2**

[14] Microsoft Band SDK [Online]

<https://developer.microsoftband.com/bandsdk>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía de programación Angel Sensor**

[15] Angel Sensor SDK [Online]

<https://github.com/AngelSensor/angel-sdk>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía interfaz gráfica de usuario**

[16] Material Design Google [Online]

<https://material.google.com/>

Fecha de última consulta: 28/06/2016

## **Bibliografía general**

[17] Marcos para las capturas de pantalla [Online]

<http://mockuphone.com/>

Fecha de última consulta: 28/06/2016



# **ANEXO I**



# I. Manual de usuario

## 1. Instalación

Para instalar la aplicación tan solo será necesario conectar el smartphone a un ordenador y copiar el archivo `mobile-realease.apk`, incluido en el CD, a un directorio al que tengamos acceso. Después, con el explorador de archivos del smartphone seleccionamos el archivo, aceptamos los permisos y pulsamos el botón *Instalar* (figura 53).

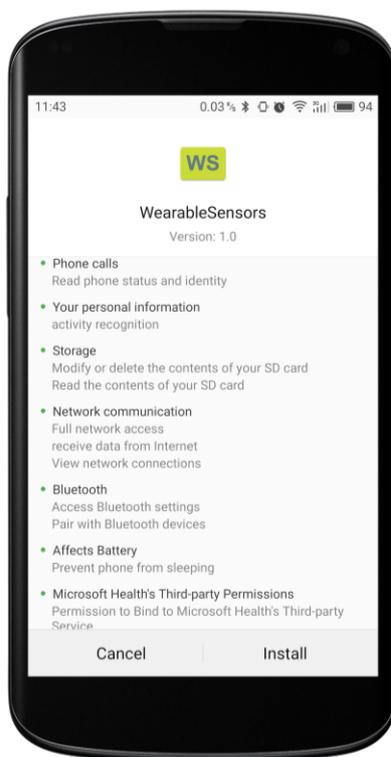


Figura 53. Permisos instalación

En los dispositivos Android Wear es necesario un módulo adicional para obtener los datos de los sensores y realizar la comunicación con el smartphone. Este módulo se añade automáticamente en la instalación del `.apk` si el dispositivo está sincronizado con el smartphone a través de la aplicación Android Wear – Smartwatch.

Para poder obtener datos de la pulsera Microsoft Band 2 es necesario tener instalada la aplicación Microsoft Health.

## 2. Elección de tipo de recogida y datos de la muestra

Al iniciar la aplicación aparece la pantalla principal (figura 54). En ella podemos elegir entre una recogida manual o una recogida automática y el tipo de dispositivo con el que la vamos a realizar.



Figura 54. Pantalla principal

Cuando pulsemos en alguno de los 3 botones de recogida manual aparecerá un diálogo para introducir los datos de la muestra: nombre de usuario, número de sesión, número de tarea, y número de muestra (figura 55).

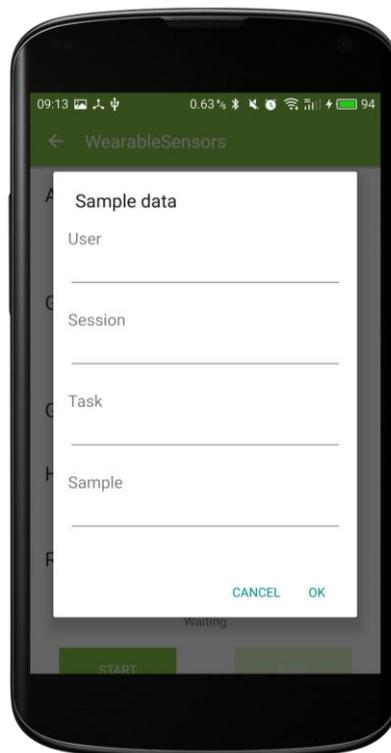


Figura 55. Diálogo datos muestra recogida manual

En el caso de que se quiera realizar una recogida automática, el diálogo solo nos solicitará el nombre de usuario y el número de sesión.

En ambos tipos de recogida se deben completar todos los campos del diálogo, si alguno queda vacío aparecerá un mensaje solicitándolo (figura 56).

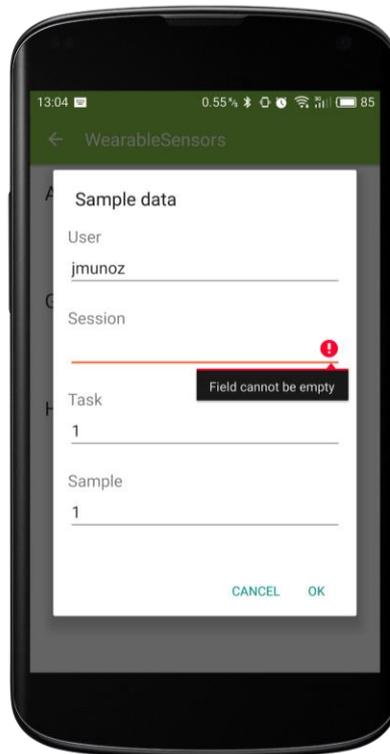


Figura 56. Mensaje de campo vacío

### 3. Recogida manual

En el caso de que hayamos seleccionado realizar una recogida manual y rellenado los datos de la muestra aparecerá una pantalla con los sensores disponibles para ese dispositivo (figura 57). Para comenzar la recogida pulsaremos el botón *Empezar* y la aplicación comenzará a mostrar los datos que va recibiendo del *wearable* en tiempo real.

En el caso particular de la pulsera Angel Sensor será necesario pulsar primero el botón físico del dispositivo para iniciarla y después pulsar *Empezar* en la aplicación.

Cuando la recogida haya comenzado, aparecerá el botón *Ejecutar en segundo plano*. Pulsando este botón haremos que la aplicación pase a segundo plano, pero continúe recogiendo datos del dispositivo. Podemos abrirla de nuevo pulsando en la notificación que aparecerá en la barra de estado o pulsando en el propio icono de la aplicación.

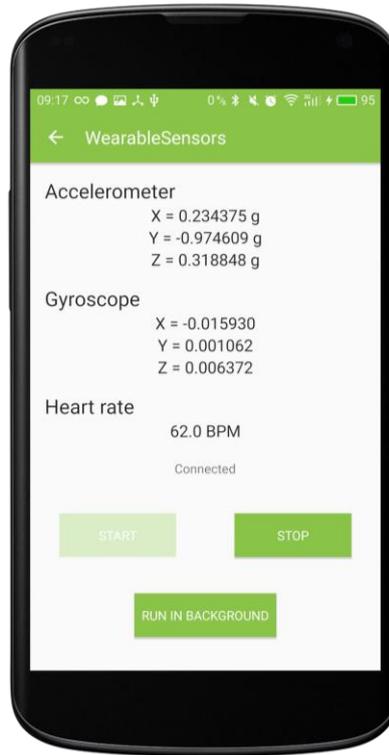


Figura 57. Recogida manual

Podemos pausar la recogida pulsando el botón *Parar* y volver a iniciarla pulsando de nuevo el botón *Empezar*.

Para finalizar la recogida debemos pulsar el botón de *Atrás* o la fecha que aparece en la *toolbar*. Una vez hecho esto nos aparecerá un diálogo preguntándonos si deseamos guardar la muestra o no (figura 58).

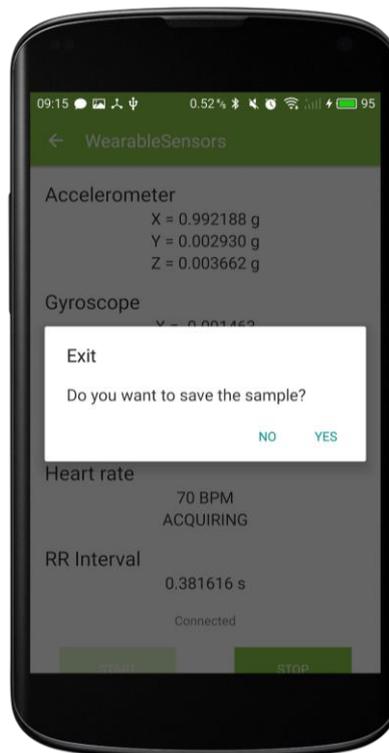


Figura 58. Diálogo de guardado

#### 4. Recogida automática

Si hemos seleccionado realizar una recogida automática nos aparecerá la pantalla de recogida automática después de completar el diálogo con los datos de la muestra (figura 59).

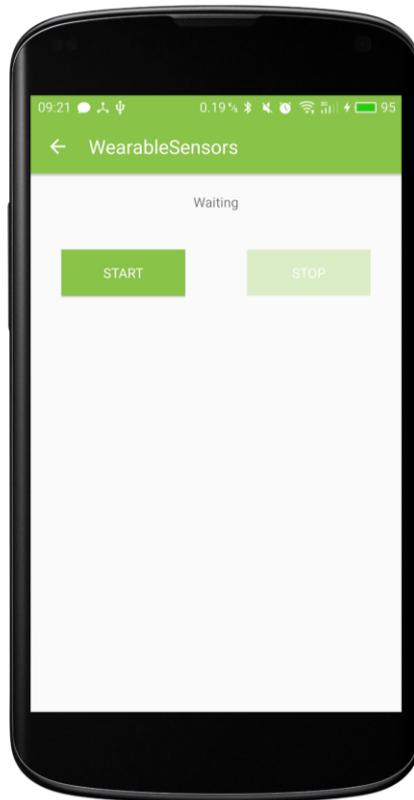


Figura 59. Recogida automática

Al pulsar el botón *Empezar*, aparecerá el botón *Ejecutar en segundo plano* y el sistema empezará a detectar el tipo de actividad que está realizando el usuario. Cuando detecte que el usuario está caminando, será cuando empezará a tomar datos de los sensores del *wearable*. Cuando detecte que el usuario ha dejado de caminar, la recogida de datos se pausará.

Para finalizar la recogida y guardar la muestra hay que seguir los mismos pasos que en caso de la recogida manual.

#### 5. Permisos para obtener datos sobre el ritmo cardíaco

Para poder obtener datos sobre el ritmo cardíaco en la pulsera Microsoft Band 2 es necesario que el usuario dé su consentimiento. Si la aplicación no dispone de ese permiso, cuando se inicie una recogida con esta pulsera aparecerán mensajes de aviso en la pantalla y un botón *Dar Permiso* (figura 60).

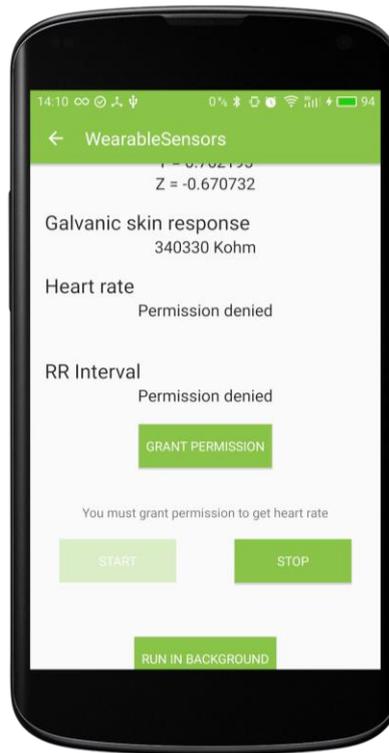


Figura 60. Botón Dar Permiso Microsoft Band 2

Al pulsar este botón se abrirá un diálogo preguntándonos si deseamos dar permiso para acceder a nuestro ritmo cardíaco (figura 61). Una vez aceptemos ya se podrán recuperar los datos normalmente y no será necesario volver a dar el permiso para recoger otras muestras en un futuro.

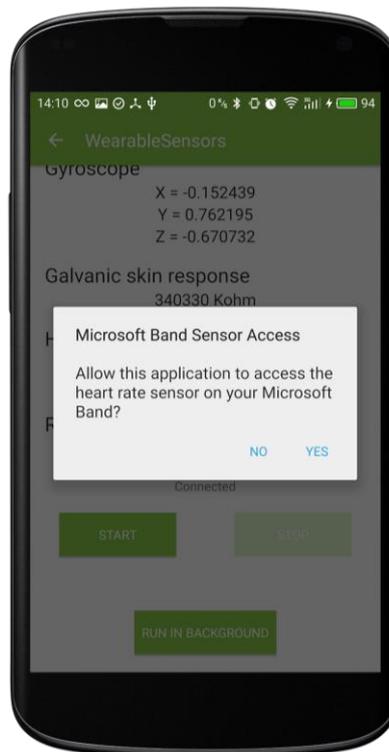


Figura 61. Diálogo permiso Microsoft Band 2

En el caso de Android Wear debemos dar permiso desde el propio reloj para acceder a los datos del ritmo cardíaco. Cuando empiece la recogida aparecerá una notificación en el dispositivo solicitándonos el permiso (figura 62). Haciendo *scroll* hacia la derecha nos mostrará el botón para dar el permiso (figura 63).



Figura 62. Notificación Android Wear

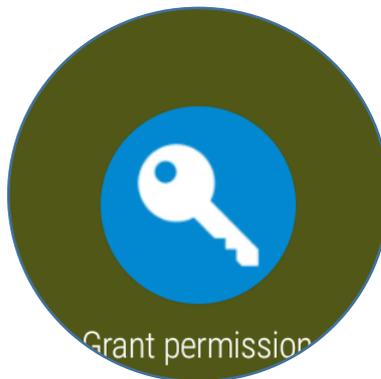


Figura 63. Botón Dar permiso Android Wear

Pulsamos en él y aceptamos en el diálogo que se mostrará (figura 64).

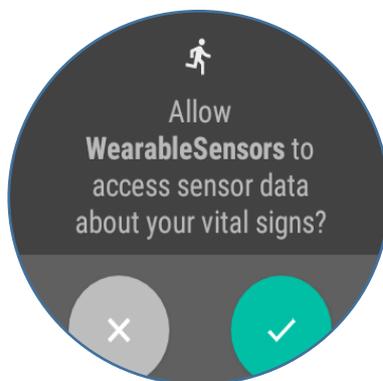


Figura 64. Diálogo permiso Android Wear

Otra manera de dar el permiso en el dispositivo Android Wear es ir a *Ajustes > Permisos > wearablesensors* y habilitarlo.

## 6. Sincronización con el servidor

Para acceder a la pantalla de sincronización podemos hacer *scroll* hacia la derecha desde la pantalla principal o pulsar el botón *Sincronización*. En esta pantalla nos aparecerá un texto en la parte superior indicándonos el número de mediciones que están pendientes de sincronizar (figura 65).

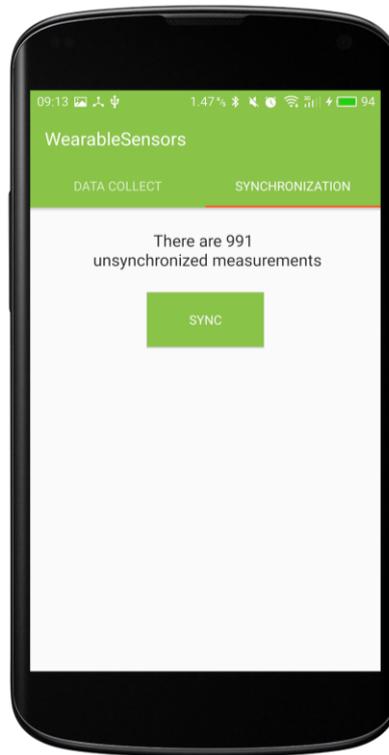


Figura 65. Sincronización

Al pulsar el botón *Sincronizar* comenzará la sincronización y aparecerá un diálogo mostrando el progreso de la misma (figura 66).

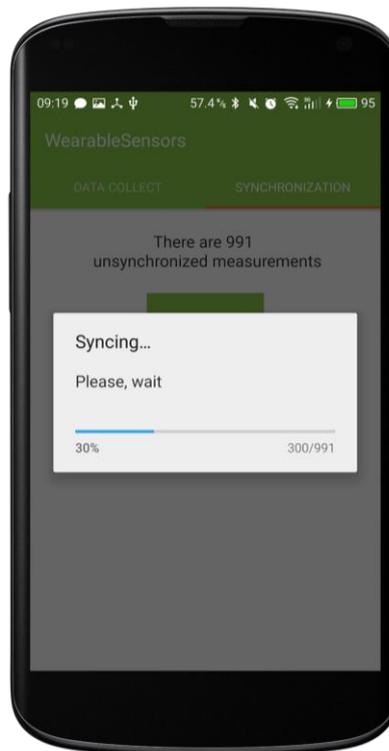


Figura 66. Progreso sincronización

Por último, cuando la sincronización finalice, se mostrará un *toast* indicando el número de mediciones que se han sincronizado correctamente (figura 67).

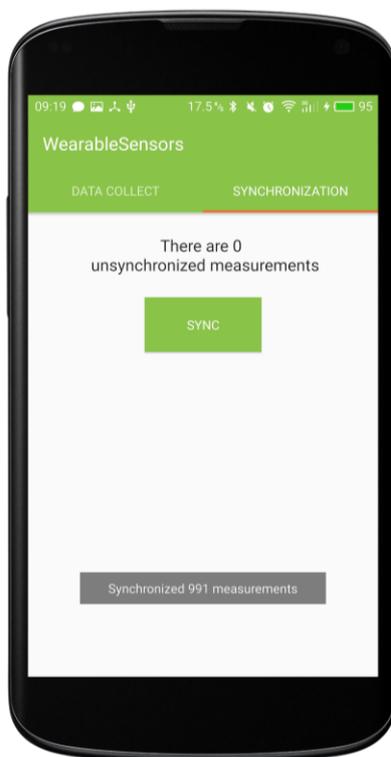


Figura 67. Sincronización finalizada



# **ANEXO II**

## **I. Contenido del CD**

En el CD se encuentran los directorios que se describen a continuación:

### **1. WearableSensors**

Carpeta que contiene el proyecto de Android Studio. En ella podemos encontrar todo el código fuente desarrollado durante el proyecto, tanto de módulo del móvil como de los dispositivos Android Wear.

### **2. Diagramas**

En este directorio encontramos el archivo Diagramas.asta en el cual se encuentran todos los diagramas de análisis y diseño realizados durante el proyecto. Para poder abrir este archivo habrá que utilizar la herramienta Astah.

### **3. Figuras**

En esta carpeta se encuentran las figuras incluidas en la memoria en un tamaño mayor para facilitar su visualización.

### **4. Archivo de instalación**

En este directorio se encuentra el archivo mobile-realease.apk, es el archivo que se utiliza para instalar la aplicación.

### **5. Memoria**

Contiene una copia en formato PDF de esta memoria.