



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Informática

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN Y AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES PARA CUERPOS DE BOMBEROS

Autor: Jesús García González

Tutor: Fuensanta Medina Domínguez

Leganés, Noviembre de 2012

Título: SISTEMA DE GESTIÓN Y AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES PARA CUERPOS DE BOMBEROS

Autor: Jesús García González

Director: Ana Sanz Esteban

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal:

Secretario:

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de _____

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

A Jorge Manuel Ortiz, porque siempre será una parte de mí.

A mis padres Luisi y Jesús y mis hermanos Marina y Javier, a mi cuñado Fran y mi sobrino Marcos por haberme soportado querido y apoyado enorme, incomparable e infinitamente.

A Malu Pantoja, porque un día sin ella es un día sin luz.

A mis “Rudos” y amigos por más que quererme y aguantarme.

Al personal del parque de Bomberos de Fuenlabrada por su dedicación.

A Jéssica Rivero Espinosa del departamento de Bases de Datos Avanzadas, a Ana Sanz Esteban y Fuensanta Medina Domínguez de Ingeniería del Software por haber trabajado conmigo, apoyado y animado en todo momento.

Resumen

El presente proyecto describe un sistema de soporte a decisiones para brigadas de emergencia. Se pretende diseñar una aplicación enmarcada dentro del contexto de ayuda a la toma de decisiones para servicios de emergencias como parte visible de una red de comunicaciones ad-hoc diseñada en colaboración con la Universidad Rey Juan Carlos, la Universidad Carlos III de Madrid y el Parque de Bomberos de Fuenlabrada. El diseño está enfocado para uso en brigadas de bomberos, no obstante, podría extrapolarse a otros servicios de intervención tales como policía, servicios hospitalarios de urgencias, Summa 112, etc.

La aplicación deberá mostrar la información referente a todos los intervinientes en una situación de emergencia. Para presentar esta información, la aplicación se ejecutará en un ordenador tipo Tablet-PC en el que se mostrará un mapa centrado en la ubicación de la emergencia. Sobre el mismo mapa, se incluirán la localización exacta de cada interviniente en la emergencia como el personal y vehículos de emergencia. Además, tanto el personal como los vehículos implicados contarán con datos propios como sensores de nivel de oxígeno y pulsímetros, entre otros, y puntos de información relevantes.

Asimismo, la aplicación dispondrá de varias utilidades en forma de herramientas de medida sobre el mapa digital, información meteorológica, adición de marcas personalizadas, delimitación de zonas de riesgo, consulta de documentación, acceso a internet mediante un navegador web integrado y otras herramientas que serán explicadas en este documento.

La aplicación se desarrollará bajo el *framework* Flex (Adobe Company, INC. 2012) para ActionScript3 (lenguaje orientado a objetos y eventos) siendo ejecutado por la máquina virtual multiplataforma de Adobe Air presente en equipos de escritorio y dispositivos móviles tales como tabletas y teléfonos inteligentes.

Palabras clave: Sistema de Soporte a Decisiones, Ingeniería del Software, Programación Orientada a Objetos, Sistemas Digitales Cartográficos.

Abstract

This project describes a decision support system for emergency crews. It aims to design an application framed within the context of aid to decision-making for emergency services as part of a network visible ad-hoc communications designed in collaboration with Universidad Rey Juan Carlos, Carlos III University of Madrid and the firehouse of Fuenlabrada. The design is aimed for use in fire brigades, however, could be extrapolated to other intervention services such as police, emergency hospital services, Summa 112, etc.

The application must show the net to all those involved in an emergency situation. To present this information, the application will run on a PC-type tablet PC that displays a map centered on the location of the emergency. On the same map, shall include the exact location of each party involved in the emergency and the emergency personnel and vehicles. In addition, both staff and the vehicles involved will have their own data as sensors of oxygen level and heart rate monitors, among others, and important information points.

Also, the application is available in the form of several utilities measurement tools on the digital map, weather, adding custom marks, risk zoning, consultation documentation, internet access via an integrated web browser and other tools that will be explained herein.

The application will be developed under the framework Flex (Adobe Company, INC. 2012) for ActionScript3 (object-oriented language and events) being executed by the virtual machine platform Adobe Air present in desktop and mobile devices such as tablets and smartphones.

Keywords: Decision Support System, Software Engineering, Object Oriented Programming, Systems Digital Mapping.

Índice general

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Fases del Desarrollo	2
1.4 Medios Empleados	3
1.5 Estructura del Documento	3
2. MARCO DEL PROYECTO.....	5
2.1 Funcionamiento de la Red ad-hoc Táctica	6
2.2 Intervenciones en Emergencias	7
2.3 Análisis de las Necesidades.....	9
3. SISTEMA DE SOPORTE A DECISIONES (DSS)	11
3.1 Introducción a los DSS.....	11
3.2 Características de los DSS.....	12
4. ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES.....	17
4.1 Cartografía.....	17
4.1.1 Cartografía Clásica	18
4.1.2 Cartografía Moderna (Digital).....	19
4.2 Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)	19
4.2.1 Arquitectura del sistema GPS 2.1	20
4.2.2 Principios de funcionamiento del sistema GPS.....	20
4.2.3 Niveles de Servicio GPS.....	22

4.2.4 Fuentes de Error en GPS.....	22
4.3 Galileo (Sistema de Navegación por Satélite).....	23
4.3.1 Características técnicas y prestaciones.....	24
4.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	25
4.4.1 Usos y Aplicaciones.....	30
4.5 Proveedores de Datos Cartográficos Digitales.....	32
4.5.1 Navteq Company.....	33
4.5.2 Teleatlas.....	34
4.6 Sistemas Gestores de Datos Cartográficos Digitales	35
4.6.1 Autodesk MapGuide Enterprise.....	36
4.6.2 Oracle Spatial 11g.....	40
4.6.3 Google Maps.....	43
4.6.4 MapGuide Open Source GEO	51
4.6.5 Mapserver (Open Source Initiative)	54
4.6.6 Comparativa de empresas	57
5. DISEÑO DEL SISTEMA	59
5.1 Definición de la Arquitectura	59
5.2 Casos de Uso	63
5.2.1 Especificación detallada de los actores	64
5.2.2 Especificación detallada de los casos de uso.....	65
5.3 Prototipo del Sistema.....	75
5.3.1 Validación y modificaciones de los expertos.....	80
5.4 Diagrama de Clases	81
5.4.1 Identificación de responsabilidades, atributos y métodos.....	84
6. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	101
6.1 Mapa.....	102
6.2 Controles de la Barra Superior	108
6.3 Información del Tiempo	110
6.4 Capas del sistema	113
6.4.1 Puntos de Información o PDI.....	113
6.4.2 Capas de Imágenes sobre el Mapa.....	116

6.5 Adición de Marcas Personalizadas sobre el Mapa	119
6.6 Unidades de Emergencias Disponibles y Solicitud de Recursos	121
6.6.1 Bomberos	122
6.6.2 Unidad Completa y Cisterna	124
6.6.3 Helicóptero	126
6.6.4 Solicitar nuevos recursos.....	128
6.7 Panel Medir	131
6.8 Herramientas	132
6.8.1 Búsqueda de direcciones sobre el mapa.....	132
6.8.2 Anotaciones y calculadora.....	133
6.8.3 Navegador web	134
7. PRUEBAS DE LA APLICACIÓN	138
7.1 Casos de prueba.....	138
7.2 Plantilla de informe de pruebas.....	141
7.3 Procedimiento de las pruebas.....	142
8. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	153
8.1 Conclusiones	153
8.2 Líneas futuras	154
9. BIBLIOGRAFÍA	155
10. ANEXO I: GESTIÓN DEL PROYECTO.....	158
Anexo I.1 Ciclo de Vida.....	158
Anexo I.2 Planificación.....	159
Anexo I.3 Estimación de costes	163
11. ANEXO II: PRESUPUESTO AMORTIZADO.....	167
12. GLOSARIO	169

Índice de figuras

Figura 1. Diversas tecnologías implicadas en una emergencia (Rivera 2012).....	7
Figura 2. Ejemplo de Aplicaciones DSS.....	15
Figura 3. De izq. a der. Cartas Náuticas y Mapa Topológico.....	18
Figura 4. Logo NAVSTAR GPS, GLONASS y GALILEO respectivamente.....	19
Figura 5. Situación de las estaciones monitoras y GPS.....	20
Figura 6. Sistemas de pseudodistancias.....	21
Figura 7. Medida de la distancia de satélites.....	22
Figura 8. Constelación de satélites Galileo,.....	24
Figura 9. Dos de cinco satélites de RapidEye.....	26
Figura 10. Objetos vectoriales a la izquierda e imagen rasterizada a la derecha.....	26
Figura 11. Sistema de coordenadas.....	27
Figura 12. Imagen rasterizada ampliada.....	28
Figura 13. Capas superposición de capas rasterizadas y vectorizadas.....	28
Figura 14. Elementos de la dimensión espacial de un SIG.....	29
Figura 15. Superposición de mapas.....	29
Figura 16. Esquema de funcionamiento del SIG.....	30
Figura 17. Vehículos terrestres en la captura de muestras y datos cartográficos.....	32
Figura 18. Vista aérea local e imagen 360°.....	33
Figura 19. Logotipo de la entidad Navteq.....	33
Figura 20. Logotipo de la compañía Tele Atlas y TomTom (derecha).....	34
Figura 21. Logotipo de la entidad Autodesk MapGuide® Enterprise.....	36
Figura 22. Mapa creado con datos raster de elevación digital y datos vectoriales.....	38
Figura 23. Selección de objetos con DWF Viewer o Ajax Viewer.....	38
Figura 24. Captura de pantalla de MapGuide Studio.....	39

Figura 25. Exportación a Map Guide desde AutoCAD Map 3D.	40
Figura 26. Logotipo del departamento Oracle Spatial de la entidad Oracle.	40
Figura 27. Listado de precios de sobre los distintos productos de Oracle.	43
Figura 28. Logotipo de la extensión Google Maps, de la entidad Google.	44
Figura 29. Categorización de los servicios de Google Maps para desarrolladores.	44
Figura 30. Comparación del API gratuito de Google Maps y del servicio Premier.	46
Figura 31. Resultado del código del API de Google Maps.	49
Figura 32. Ventana de creación de mapas desde la aplicación web de Google Maps.	49
Figura 33. Cambio de icono en la aplicación.	50
Figura 34. Invitación de colaboradores para desarrollar mapas conjuntamente.	50
Figura 35. Importación de archivos KML, KMZ o GeoRSS.	51
Figura 36. Resultado del mapa creado de Google Maps.	51
Figura 37. Logotipo Open Source Geo.	52
Figura 38. Captura de pantalla de una aplicación web creada con OSGeo.	52
Figura 39. Desarrollo con aplicaciones CAD y GIS para el mercado holandés local.	54
Figura 40. Logotipo de MapServer.	54
Figura 41. Sección de las Capas en el Mapfile.	56
Figura 42. Construcción de puntos simbólicos.	57
Figura 43. Relación entre el modelo, la vista y el controlador.	88
Figura 44. Diagrama de casos de uso del sistema.	63
Figura 45. Solicitud de contraseña para acceder al sistema.	76
Figura 46. Selector de acción del prototipo.	77
Figura 47. Vista central del panel de intervención.	77
Figura 48. Menú de los botones Mapa, Capas y Marcas.	78
Figura 49. Menú Solicitar recurso y panel Solicitar otras unidades.	79
Figura 50. Detalle de los botones herramientas.	79
Figura 51. Panel visor de unidad seleccionada.	80
Figura 52. Estructura de ficheros de la programación de la aplicación.	102
Figura 53. Vista general del mapa en el contexto de la aplicación.	103
Figura 54. Unidades activas.	103
Figura 55. Marcas personalizadas sobre el mapa.	104
Figura 56. Solicitud de una unidad cisterna, ruta de camino y estimación de tiempo	104
Figura 57. Herramienta de medición.	104
Figura 58. Datos y del tiempo y dirección del viento.	105
Figura 59. Temperaturas de la zona de intervención.	105

Figura 60. Distintos vistas de la aplicación.....	106
Figura 61. Rosa de los vientos y Control de Escala del mapa.	107
Figura 62. Vista del mini-mapa.....	107
Figura 63. Constructor de la clase “MapCentral”.....	108
Figura 64. Vista de la barra superior completa.	108
Figura 65. Detalles de los distintos servicios mostrados en la barra superior.....	109
Figura 66. Función de carga de los datos de Geolocalización.	109
Figura 67. Función hora y la fecha del sistema.....	109
Figura 68. Ubicación del visor del tiempo en el mapa.....	110
Figura 69. Detalle del panel tiempo sin expandir.....	111
Figura 70. Detalle del panel del tiempo expandido.....	111
Figura 71. Panel de viento activado.	112
Figura 72. Detalle del panel de dirección del viento.....	112
Figura 73. Declaración e iniciación del componente tiempo en la aplicación.....	113
Figura 74. Panel de información adicional de un PDI.	114
Figura 75. Iconos PDI	115
Figura 76. Extracto del fichero XML de las Capas PDI	115
Figura 77. Mapa de temperaturas superpuesto.....	116
Figura 78. Mapa de redes de Metro Sur de Madrid.	117
Figura 79. Creación del código para las capas del Mapa.....	118
Figura 80. Activación del panel de creación de marcas.....	119
Figura 81. Detalle de los controles de adición de marcas	120
Figura 82. Detalle de la marcación de una zona sobre el mapa	120
Figura 83. Detalle del panel de introducción de marcas	121
Figura 84. Detalle del panel de activación de marcado de la zona poligonal.	121
Figura 85. Panel de unidades desplegadas.	122
Figura 86. Ítems de bomberos en la lista de unidades desplegadas.	123
Figura 87. Ejemplo de código para un bombero del fichero XML de unidades.	124
Figura 88. Detalle de una unidad completa y dos bomberos en servicio sobre el mapa.	124
Figura 89. unidad de dotación completa y Camión cisterna.	125
Figura 90. Ítems de la unidad completa y cisterna en la lista de unidades desplegadas.	125
Figura 91. Código para una dotación completa del fichero XML de unidades.	126
Figura 92. Detalle de un camión cisterna y una dotación completa.....	126
Figura 93. Ítem de helicóptero en la lista de unidades desplegadas.....	126
Figura 94. Ejemplo de código para un helicóptero del fichero XML de unidades.	127

Figura 95. Detalle de una unidad helicóptero en servicio sobre el mapa.....	127
Figura 96. Centrado de ítem en el mapa al seleccionar la unidad.....	128
Figura 97. Detalle de la botonera de solicitud de recursos.....	129
Figura 98. Activación de la solicitud de un recurso.....	129
Figura 99. Panel de confirmación de petición del recurso.....	130
Figura 100. Información de ruta devuelta por Google Maps.....	130
Figura 101. Detalle del panel de Unidades Solicitadas.....	131
Figura 102. Detalle del panel de medición de distancias.....	131
Figura 103. Medición de distancias de la aplicación.....	132
Figura 104. Resultado de la búsqueda de la dirección.....	133
Figura 105. Acceso a las herramientas Notas y Calculadora.....	134
Figura 106. Detalle del panel de introducción de notas y calculadora.....	134
Figura 107. Detalle del panel de navegación web.....	135
Figura 108. Panel de introducción de direcciones.....	136
Figura 109. Resultado de la prueba PR-001.....	143
Figura 110. Resultado de la prueba PR-002.....	144
Figura 111. Resultado de la prueba PR-003.....	145
Figura 112. Resultado de la prueba PR-004.....	146
Figura 113. Resultado de la prueba PR-005.....	147
Figura 114. Resultado de la prueba PR-006.....	148
Figura 115. Resultado de la prueba PR-007.....	150
Figura 116. Resultado de la prueba PR-008.....	151
Figura 117. Ciclo de vida del modelo de prototipo.....	159
Figura 118. Diagrama RBS.....	161
Figura 119. Diagrama de Gantt.....	162
Figura 120. Presupuesto amortizado.....	200

Índice de tablas

Tabla 1. Condiciones económicas y características de los distintos sistemas GIS.	58
Tabla 2. Cabecera de las Clases.	61
Tabla 3. Actor Bombero Mando.	64
Tabla 4. Actor Bombero.	64
Tabla 5. Actor Unidad (Vehículo).	65
Tabla 6. Actor Personal de Administración.	65
Tabla 7. Caso de uso CU-001.	66
Tabla 8. Caso de uso CU-002.	67
Tabla 9. Caso de uso CU-003.	68
Tabla 10. Caso de uso CU-004.	68
Tabla 11. Caso de uso CU-005.	68
Tabla 12. Caso de uso CU-006.	69
Tabla 13. Caso de uso CU-007.	69
Tabla 14. Caso de uso CU-008.	69
Tabla 15. Caso de uso CU-009.	70
Tabla 16. Caso de uso CU-010.	70
Tabla 17. Caso de uso CU-011.	70
Tabla 18. Caso de uso CU-012.	71
Tabla 19. Caso de uso CU-013.	71
Tabla 20. Caso de uso CU-014.	72
Tabla 21. Caso de uso CU-015.	72
Tabla 22. Caso de uso CU-016.	72
Tabla 23. Caso de uso CU-017.	73

Tabla 24. Caso de uso CU-018.....	73
Tabla 25. Caso de uso CU-019.....	73
Tabla 26. Caso de uso CU-020.....	74
Tabla 27. Caso de uso CU-021.....	74
Tabla 28. Caso de uso CU-022.....	74
Tabla 29. Clase Aplicación.....	84
Tabla 30. Clase LlamadaEvento.....	84
Tabla 31. Clase CargaXml.....	85
Tabla 32. Clase HttpService.....	85
Tabla 33. ClaseInterfazUsuario.....	86
Tabla 34. Clase BarraSuperior.....	86
Tabla 35. Clase GPS.....	87
Tabla 36. Clase Reloj.....	87
Tabla 37. Clase DatosSistema.....	87
Tabla 38. Clase VentanaLateral.....	88
Tabla 39. Clase PanelMarcas.....	88
Tabla 40. Clase Polígono.....	89
Tabla 41. Clase Marca.....	89
Tabla 42. Clase ListaRecursos.....	90
Tabla 43. Clase ListaActivos.....	90
Tabla 44. Clase VisorMiniMapa.....	90
Tabla 45. Clase BarraInferior.....	90
Tabla 46. Clase Botón.....	91
Tabla 47. Clase BotonMenu.....	91
Tabla 48. Clase PanelConfirmacion.....	91
Tabla 49. Clase VentanaCentral.....	92
Tabla 50. Clase Mapa.....	93
Tabla 51. Clase CapasMapa.....	93
Tabla 52. ItemCapa.....	94
Tabla 53. ImagenCapa.....	94
Tabla 54. Clase MarcaItem.....	94
Tabla 55. Clase ItemRecurso.....	95
Tabla 56. Clase Helicóptero.....	95
Tabla 57. Clase Cisterna.....	95
Tabla 58. Clase DotacionCompleta.....	96

Tabla 59. Clase Bombero.....	96
Tabla 60. PanelCargaXML.....	97
Tabla 61. Clase medir.....	97
Tabla 62. Clase Notas.....	97
Tabla 63. Clase Calculadora.....	97
Tabla 64. Clase Tiempo.....	98
Tabla 65. Clase PanelViento.....	98
Tabla 66. Clase Navegador Web.....	98
Tabla 67. Clase PanelMarcadores.....	99
Tabla 68. Estadísticas del código implementado.....	102
Tabla 69. Prueba PR-001.....	139
Tabla 70. Prueba PR-002.....	139
Tabla 71. Prueba PR-003.....	139
Tabla 72. Prueba PR-004.....	140
Tabla 73. Prueba PR-005.....	140
Tabla 74. Prueba PR-006.....	141
Tabla 75. Prueba PR-007.....	141
Tabla 76. Prueba PR-008.....	141
Tabla 77. Plantilla para pruebas.....	142
Tabla 78. Resultado prueba PR-001.....	143
Tabla 79. Resultado prueba PR-002.....	144
Tabla 80. Resultado prueba PR-003.....	145
Tabla 81. Resultado prueba PR-004.....	146
Tabla 82. Resultado prueba PR-005.....	147
Tabla 83. Resultado prueba PR-006.....	148
Tabla 84. Resultado prueba PR-007.....	149
Tabla 85. Resultado prueba PR-008.....	151
Tabla 86. Costes de licencias.....	163
Tabla 87. Costes de recursos hardware.....	164
Tabla 88. Costes de recursos humanos.....	164
Tabla 89. Coste total del proyecto.....	164

Capítulo 1

Introducción y Objetivos

El presente documento técnico, describe el proceso de desarrollo de una aplicación para Tablet-Pc enmarcada dentro de un sistema de gestión y soporte para la toma de decisiones de mandos de cuerpo de bomberos.

En primer lugar, se realiza una descripción del contexto actual, a continuación se detallan los objetivos a alcanzar durante dicho desarrollo y, finalmente, se describen los distintos apartados de los que consta el documento.

1.1 Introducción

Los sistemas de comunicaciones que están actualmente a disposición de los servicios de emergencia de intervención inmediata, como los servicios de bomberos, deben soportar una resistencia a fallos en entornos hostiles (fuegos, derrumbes, interiores, etc.) y ser capaces de proporcionar información, de forma inmediata, acerca de las condiciones de los efectivos intervinientes.

En una situación de emergencia, se hace patente que una buena coordinación de los efectivos desplegados por los mandos, requiere de un sistema de comunicación e información confiable y robusto que haga frente a situaciones adversas según el número indeterminado de efectivos desplegados.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En momentos de alta ocupación de los servicios de emergencias, se deben gestionar los recursos, priorizando, agilizando el despliegue, la intervención, el repliegue y, si es necesario, la solicitud de refuerzos mediante un sistema integral.

En las actuales circunstancias, es frecuente la operación tanto de mandos como de efectivos en “zonas de sombra” (sótanos, entramados de estructuras metálicas) durante periodos de tiempos prolongados. En estas condiciones se hace muy complicada la tarea de gestionar de forma eficiente y segura los efectivos desplegados.

Para ayudar en la toma de decisiones a la hora de establecer una estrategia de actuación, es necesario conocer el máximo número de parámetros que intervienen, tanto externos (condiciones climáticas, situación demográfica, etc.), como internos (nivel de oxígeno de los bomberos y su localización, niveles de agua de las cisternas, etc.), y proporcionar esta información de forma inmediata.

Una vez que el mando de bomberos encargado de definir la estrategia de actuación, estará en condiciones de tomar las decisiones oportunas conociendo el mayor número de variables que intervienen en la situación de emergencia.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es crear una aplicación que se utilizará en un Tablet-PC. El Tablet será utilizado por una persona o grupo a cargo de gestionar los recursos y la estrategia de una emergencia, normalmente el mando de bomberos.

La aplicación deberá proporcionar todos los datos recogidos a través de los sensores tanto de los bomberos desplegados como de las herramientas que utilicen en la intervención, así como de las condiciones externas que interfieren en la emergencia.

Para alcanzar el objetivo principal, es necesario identificar y lograr un conjunto de objetivos específicos que se enumeran a continuación:

- Definir y contextualizar el marco del proyecto.
- Identificar las funcionalidades del sistema.
- Analizar las tecnologías actuales y sus costes de implantación.
- Desarrollo e implementación de la aplicación.
- Realización de pruebas de la aplicación.

1.3 Fases del Desarrollo

A continuación se enumeran las distintas fases del proyecto que hay que desarrollar para llevar acabo los distintos objetivos planteados en el apartado anterior:

- Desarrollo de la idea.
- Educción de los requisitos software del sistema.
- Fase de análisis de la aplicación.
- Creación del primer prototipo. El prototipo únicamente es capaz de mostrar un mapa digital y la disposición de los distintos menús y servicios.
- Fase de diseño de la aplicación.
- Fase de implementación.
- Fase de pruebas.

1.4 Medios Empleados

Medios con los que se ha contado para realizar el proyecto: hardware y software.

Hardware:

- Tablet-PC Asus Transformer TF101 (10,1", Doble Núcleo a 1GHz Nvidia Tegra 2)
- Ordenador Apple Mac con MacOS.

Software:

- Sistema operativo: MacOS Lion v10.7.3.
- Desarrollo: Flash Builder para MacOS.
- Eclipse: Eclipse Classic 3.7.2 + ADT (*Android Developed Tools*).

1.5 Estructura del Documento

Para facilitar la lectura de la memoria, se incluye a continuación un breve resumen de cada capítulo:

Capítulo 1. Introducción: explica cómo surge el proyecto, cuáles son los objetivos a alcanzar con su realización y la estructura de la documentación presentada.

Capítulo 2. Contexto del proyecto: enmarcación de la creación de la aplicación del proyecto dentro del sistema de comunicaciones propuesto para servicios de emergencias.

Capítulo 3. Sistema de soporte a decisiones: contextualización de los sistemas de soporte a decisiones, cómo surgen, cuáles son sus características y aplicaciones.

Capítulo 4. Análisis de las tecnologías existentes: describe la investigación llevada a cabo con el fin de conocer y diferenciar las distintas tecnologías existentes respecto de la cartografía digital y los sistemas adyacentes.

Capítulo 5. Análisis y diseño del sistema: recoge el conjunto de requisitos que ha de cumplir el sistema a construir. El diseño del sistema se define de forma exhaustiva y con un nivel de detalle profundo.

Capítulo 6. Desarrollo e implementación del sistema: detalla la fase de codificación de las distintas interfaces y servicios del sistema desarrollado.

Capítulo 7. Pruebas de la aplicación: ofrece un catálogo de pruebas de aceptación que servirán para verificar los requisitos y comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

Capítulo 8. Conclusiones y líneas futuras: resume las conclusiones alcanzadas tras la realización del presente proyecto y presenta posibles mejoras y adicciones al software de cara a un futuro.

Capítulo 9. Bibliografía: aúna el conjunto de referencias citadas a lo largo de este documento.

Anexo I. Gestión del proyecto: detalla todos los aspectos relacionados con la gestión del proyecto, tales como los recursos necesarios, una planificación detallada, y una estimación de los costes que supone su realización.

Anexo II. Presupuesto: incluye el presupuesto amortizado del proyecto.

Capítulo 2

Marco del Proyecto

Este proyecto se enmarca dentro de un contexto de colaboración entre las universidades Rey Juan Carlos, Carlos III de Madrid, Parque de Bomberos de Fuenlabrada y Ayuntamiento de Fuenlabrada. Es decisión impuesta el uso de una red ad-hoc para el segmento táctico. Se considera aquí el uso de redes celulares comerciales para la implementación del segmento estratégico. La misión de este último segmento será conectar redes tácticas limitadas a una emergencia con las correspondientes centrales y recursos remotos.

La red digital plantea ofrecer los siguientes servicios tácticos:

- Detección de bombero en apuros: El sistema avisa a los compañeros de que una unidad está atrapada y/o en peligro. Monitorización del estado de salud constante.
- Geolocalización de unidades vía GPS mientras esté disponible. Se estima la posibilidad de usar LBS con redes GPRS/UMTS/LTE. En última instancia la red dispone de unas capacidades mínimas para obtener la posición de nodos por sí misma.
- Sistemas de ayuda a la toma de decisiones (versión táctica básica).

Asimismo, el sistema incluye otros servicios estratégicos a saber:

- Acceso a bases de datos externas.

CAPÍTULO 2: MARCO DEL PROYECTO

- Solicitudes externas integradas: servicios de salud, líneas de emergencia de compañías eléctricas, gas, operadores de telecomunicación, etc.
- Sistema de ayuda a la toma de decisiones (versión estratégica). Toma de decisiones remota (mando en camino).
- Gestión de recursos (al menos) a nivel regional o nacional en casos de desastre. Gestión de refuerzos. Gestión de brigadas de emergencias.

En el presente proyecto se asume garantizada la comunicación entre los diversos nodos, al menos, a una tasa básica suficiente para los servicios planteados. Asimismo se considerará que los datos obtenidos a utilizar son correctos.

2.1 Funcionamiento de la Red ad-hoc Táctica

Todos los elementos de red comparten la misma interfaz radio. Algunos de ellos pueden ser fuente y/o sumidero de información digital (voz, datos, etc.), así como aportar servicios adicionales: Gateway a redes GSM, TETRAPOL, emisoras analógicas, internet; capacidad de cómputo, BBDD (materiales peligrosos, procedimientos, mapas, detalles técnicos de fabricantes de vehículos, etc.) entre otros.

El puesto de mando avanzado encargado de utilizar la aplicación (o PMA) dispone de un Tablet PC en donde se muestra la posición y estado de las unidades intervinientes, así como el resto de información relevante para la toma de decisiones.

Como se aprecia en la Figura 1, en este entorno todos los elementos colaboran con el resto para conseguir conectividad completa. Se espera una mayor autonomía, así como una mayor fiabilidad: con un número suficiente de elementos se puede asumir el fallo de alguno de los nodos intermedios. La red celular proporciona túneles IP hacia internet y entre vehículos, según las necesidades de cada emergencia. En rojo, red ad-hoc, en verde red Wi-Fi, en azul red UMTS y en marrón Internet/ADSL.

2.1 FUNCIONAMIENTO DE LA RED AD-HOC TÁCTICA

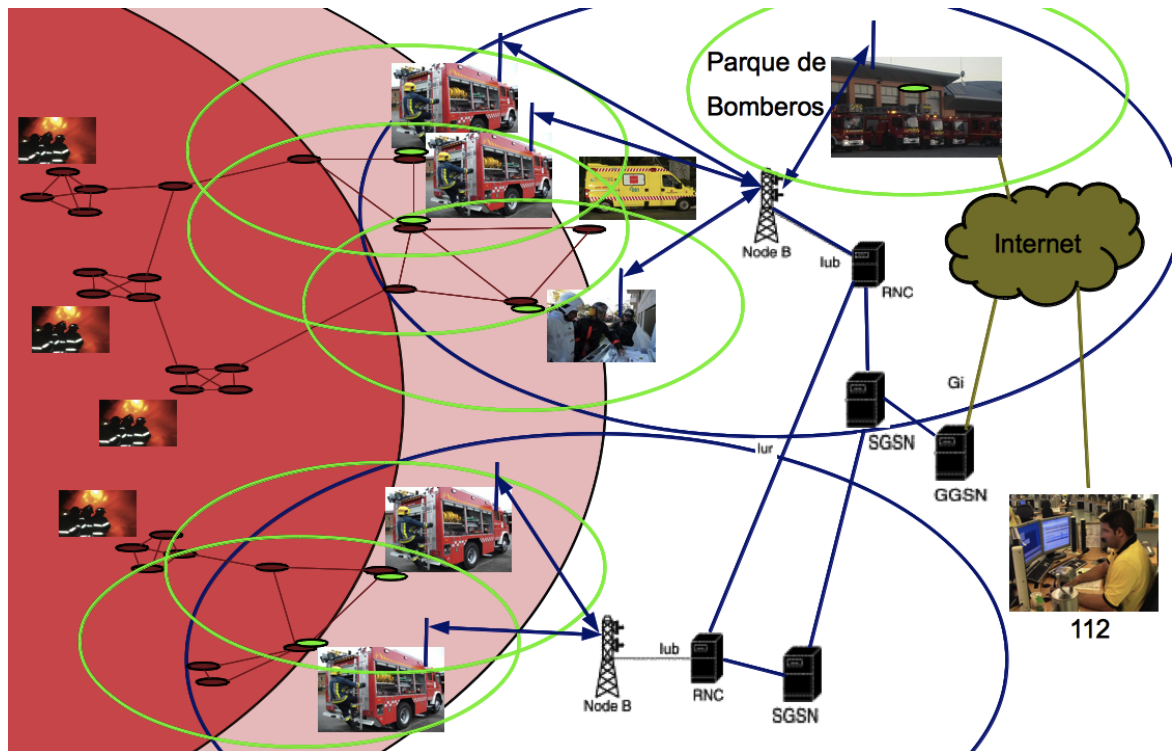


Figura 1. Diversas tecnologías implicadas en una emergencia (Rivera 2012).

Los elementos de la red envían toda la información a las unidades en donde no hay restricciones de energía: los vehículos intervinientes. Es en estos en donde se ejecutan todos los algoritmos para devolver el resultado a cada nodo. Esto ahorrará energía en los elementos alimentados por baterías. Asimismo, ahorrará envío de mensajes por canales de bajo ancho de banda. Esto no implica que el cálculo deba ser centralizado:

- En redes de emergencia se debe asumir que uno o todos los nodos de cómputo pueden no estar disponibles (nodos aislados en un frente, fallo/destrucción de un nodo de cálculo). Los nodos podrían excepcionalmente ejecutar algoritmos distribuidos.
- Existencia de varios nodos de cómputo.
- Coexistencia y colaboración de diversas redes ad-hoc en un mismo siniestro.

Se contempla la posibilidad de que unidades ajenas a los servicios de extinción dispongan de nodos adicionales. Efectivos aéreos y marítimos requieren comunicaciones vía Gateway o vía 112.

2.2 Intervenciones en Emergencias

A continuación, se describe a grandes rasgos los diversos tipos de escenarios de intervención.

a) Entornos urbanos:

Se consideran siniestros localizados en áreas inferiores a 100 metros de lado. Previsiblemente serán interiores, edificios de una o varias plantas en donde nodos intermedios de la red garantizarán la cobertura, sobre todo en sótanos. Es de esperar una considerable atenuación en el canal, así como un elevado ruido. Las temperaturas pueden alcanzar fácilmente los 1.100 °C.

Salvo casos de desastre en donde el siniestro engloba una parte considerable de la población, no se esperan redes muy complejas (menos de 20 elementos).

b) Entornos rurales:

Generalmente en entornos rurales, pueden alcanzar grandes áreas (incendios forestales) o ser localizados (pastos, rastrojos). Pueden considerarse distancias de decenas de kilómetros en donde, más que una red de comunicaciones ad-hoc, se dispone de varias, interconectadas todas ellas por otra tecnología (GSM-3G, Wi-Fi, etc.). Es probable la visión directa entre elementos de un grupo de efectivos sin embargo, difícilmente entre todos los intervinientes.

c) Entornos industriales:

En este tipo de entornos generalmente se considera una amplia extensión (de uno a varios kilómetros cuadrados). Pueden estar implicadas materias peligrosas. Los efectivos encuentran problemas de comunicación considerables en situaciones de fuego intenso, sobre todo en entornos cerrados. Cabe citar como ejemplos fuegos en refinerías, puertos, papeleras, centrales energéticas, naves de polígonos industriales, etc.

Eventualmente, las capacidades de escalabilidad de la red serán críticas, pues es previsible que dotaciones de distintos parques acudan progresivamente al siniestro.

d) Otros entornos no considerados:

No se tendrán en cuenta los despliegues de efectivo en accidentes de tráfico, salvo en aquellos donde las comunicaciones tradicionales, telefonía móvil y radio, estén inaccesibles. Puede haber implicados transportes de mercancías peligrosas, autobuses, y otro tipo de vehículos que aumentan la gravedad del suceso pero que, en general, no afectan a la calidad de las comunicaciones.

Los efectivos de bomberos considerados pertenecen a la zona sur de Madrid y de Sagra Alta (Toledo). A fecha de realización de este trabajo no realizan ningún tipo de actividad de rescate acuático. En el diseño de la red no se tiene en cuenta ningún tipo de efectivo específico de estas actividades.

2.3 Análisis de las Necesidades

Para determinar las necesidades que un servicio de emergencias demanda a un sistema de comunicaciones, tenemos que revisar trabajos realizados por organismos nacionales e internacionales acerca de los factores que impactan directamente en la eficiencia y seguridad de los servicios de emergencias.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT 2005) publicó en 2005 un estudio en el que se realiza un análisis exhaustivo de los riesgos de la profesión del bombero.

Las recomendaciones específicas que se hacen con el fin de reducir la mortalidad en este sector son:

- Planificación de la intervención.
- Comunicación continua fiable.
- Reducción del estrés.
- Gestión de recursos eficientes.

Asimismo, se indica que en España, cada bombero sirve a una media de 2.879 ciudadanos. Esta media es considerable, teniendo en cuenta que en el siguiente país del que se tienen datos, Italia, es de 2036. Se hace patente que la buena gestión y coordinación de los profesionales es crítica a la hora de minimizar el nivel de catástrofe en los resultados.

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional norteamericano (NIOSH 2005) ha publicado una serie de trabajos relacionados con la seguridad en la profesión de bomberos. Estos contienen análisis de situaciones concretas desde las que se extraen una serie de conclusiones con objeto de reducir la mortalidad en este sector. Estas son:

- Control y seguimiento de unidades.
- Sistema de alerta en determinadas circunstancias: bombero aislado, inmóvil, etc.
- Gestión de unidades. Conteo y posicionamiento del personal.
- Sensores térmicos para evaluar el grado de deterioro de estructuras de edificios, etc.
- Reducción del tiempo de evacuación mediante un sistema de alertas.
- Monitorización de la salud -cardíaca- del bombero.
- Reducción del estrés del mando facilitándose la toma de decisiones con un sistema de gestión y presentación de información relevante.

CAPÍTULO 2: MARCO DEL PROYECTO

- Control de la predicción climática, especialmente de la dirección e intensidad del viento.

Actualmente, se están dedicando bastantes esfuerzos, por parte de distintas empresas y organizaciones, para construir sistemas informáticos que aglutinen varias de estas características para reducir los desastres causados y la mortalidad de los intervinientes.

Algunas empresas españolas como la alicantina *Infosistemes Gràfics Avançats S.L.* (IGA, SL 2012), tiene en funcionamiento sobre la Comunidad Valenciana un proyecto llamado ECU (Escenario de Control Único) que cumple con algunas de las características antes descritas como el control, seguimiento y gestión de unidades de intervención.

Estos sistemas basan su funcionamiento mediante el sistema global para las comunicaciones móviles (GSM), para mantener la comunicación entre sus nodos. Esto implica la clara desventaja de que en casos de catástrofe, las personas del entorno hacen un uso elevado de sus teléfonos móviles para comunicarse, causando saturación en la red y por tanto la inhabilitación de las mismas. Asimismo, el sistema se obstaculiza o deja de funcionar para los equipos de emergencia.

A fin de solucionar estos problemas, se propone una red digital ad-hoc. Los dispositivos radio desplegados conectan todos con todos aquellos que estén al alcance.

Capítulo 3

Sistema de Soporte a Decisiones (DSS)

Los Sistemas de soporte a decisión ofrecen todos los elementos necesarios para resolver un problema aglutinados en una interfaz gráfica. De esta manera, se ofrece una ayuda de forma visual para solucionar el problema planteado.

Este capítulo muestra el concepto y características de los DSS y se estudian algunas de sus aplicaciones, con el propósito de proporcionar la información que permita comprender el tipo de aplicación que se está abordando en este proyecto fin de carrera.

En el apartado 3.1 se introducen los sistemas de soporte a la toma decisiones, su historia y funcionamiento. A continuación, en el apartado 3.2, se muestran las principales características de estos sistemas y alguna de sus aplicaciones.

3.1 Introducción a los DSS

Los Sistemas de Soporte a Decisiones, DSS (*Decision Support Systems*) por sus siglas en inglés, son definidos por Turban (Turban 2002) como: “Sistemas de información creados por ordenador, los cuales combinan modelos y datos para intentar resolver problemas no estructurados, utilizando una interfaz amigable para el usuario”. Asimismo, Olson y Courtney (Cross 2002), establecen que: “Un sistema de soporte a la decisión es el uso de

CAPÍTULO 3: SISTEMA DE SOPORTE A DECISIONES (DSS)

cómputo interactivo para aprender acerca de problemas de decisión, frecuentemente a través de accesos a datos y modelos”. También es necesario, aclarar que los DSS fueron desarrollados con el propósito de proporcionar un soporte adecuado a las personas encargadas de la toma de decisiones, es decir pretende ampliar las capacidades y conocimientos de las personas en la tarea de tomar decisiones sin automatizar la decisión, realizados para ayudar a los tomadores de decisión para ampliar sus capacidades pero no para reemplazarlos y tomar decisiones.

Según Keen (Keen 1978), el concepto de apoyo a las decisiones ha evolucionado desde dos áreas principales de investigación: los estudios teóricos de organización de la toma de decisiones, hechos en el *Carnegie Institute of Technology* a finales de 1950 y comienzos de 1960, y el trabajo técnico sobre sistemas informáticos interactivos, principalmente llevadas a cabo en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en la década de 1960. Se considera que el concepto de DSS se convirtió en un espacio de investigación como tal a mediados de la década de 1970, antes de ganar en intensidad durante el decenio de 1980. A mediados y finales de 1980, los sistemas de información ejecutiva (EIS), los sistemas de apoyo a la decisión en grupo (GDSS) y los sistemas organizacionales de apoyo a la decisión (ODSS) evolucionaron desde el usuario individual y el DSS orientados a modelos. A partir de 1990 aproximadamente, los almacenes de datos y el procesamiento analítico en línea (OLAP) comenzó a ampliar el ámbito de los DSS. Con el cambio de milenio, se introdujeron nuevas aplicaciones analíticas basadas en la web (Wikipedia 2012).

El principal objetivo de este tipo de sistemas es, a diferencia de otras herramientas como los Cuadros de Mando de Información (CMI) o los Sistemas de Información Ejecutiva (SIE), realizar un análisis exhaustivo de la información, presentando como resultado de dicho análisis informes dinamizados y con gran potencial de navegación, que dispongan de una interfaz gráfica simple y sencilla.

Asimismo, y a diferencia de los sistemas de gestión general, podemos decir que un DSS es un sistema informático utilizado para servir de apoyo, más que automatizar, el proceso de toma de decisiones.

Los DSS basan su funcionamiento según los datos obtenidos a través de las analíticas, estadísticas y reportes mediante fuentes externas. Igualmente, pueden utilizar un sistema de aprendizaje capaces de modificar su comportamiento automáticamente.

3.2 Características de los DSS

Existen ciertas características y capacidades que deben tener los sistemas de soporte a la decisión para ayudar a los usuarios en el proceso de toma de decisión, estas características hacen de los DSS una herramienta tecnológica que ayuda considerablemente a la organización. Estas características como las menciona Turbanson:

- Los DSS proporcionan soporte a los encargados de la toma de decisiones, principalmente en situaciones semiestructuradas y no estructuradas.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DSS

- El soporte proporcionado está orientado a diferentes niveles administrativos.
- Se puede aplicar para grupos e individuos.
- Proporciona soporte para decisiones interdependiente o secuenciales.
- Soporta todas las fases del proceso de toma de decisión.
- Soporta una variedad de procesos y estilos de decisión.
- Son adaptables sobre el tiempo.
- Fácil uso para interactuar.
- Son efectivos y no eficientes.
- El DSS ayuda y no reemplaza al humano.
- Fácil de construir por usuarios finales.
- Utiliza modelos y análisis.
- Acceso a datos.

Todas y cada una de estas características ideales en un sistema de soporte a la toma de decisión permitirá obtener una serie de alternativas bien fundamentadas de acuerdo a los análisis y modelos que brindarán al usuario un mejor proceso de toma de decisión, una mejor consistencia y ahorro de tiempo para el mismo. Asimismo, existe una serie de beneficios que los DSS brindan a las empresas, estos beneficios, proveen un significado para los tomadores de decisión para realizar su tarea en base a análisis e información completa. Olson y Courtney dan a conocer un listado de 12 beneficios de los DSS en base a Keen.

Estos beneficios son:

- Números incrementados de alternativas examinadas, utilización de análisis de sensibilidad.
- Mejor entendimiento de los negocios, a través de las relaciones que permite a los tomadores de decisiones y que puede ser usado para proveer una vista general del mismo.
- Respuesta rápida a situaciones inesperadas. A través de la revisión de modelos y la vista rápida de cambios.
- Habilidad para hacer análisis temporalmente.
- Comprensión y aprendizaje nuevo. Identificando los recursos y estimulando los nuevos enfoques.

CAPÍTULO 3: SISTEMA DE SOPORTE A DECISIONES (DSS)

- Mejora la comunicación.
- Control. Se tienen planes más consistentes y se estandarizan los procedimientos.
- Ahorro de costes.
- Mejores decisiones.
- Equipo de trabajo más efectivo.
- Ahorro de tiempos.
- Mejor uso de los datos.

Asimismo, como lo afirma Mark Cross (2002), los DSS permiten a los usuarios fácilmente tomar ventaja de la información que se encuentra previamente almacenada en los repositorios, teniendo posiblemente una vista por medio de un diagrama, gráfica o formato en específico. Esto, no se limita a un área específica sino que puede abarcar un área geográfica amplia en la organización, lo cual puede brindar todos los requerimientos necesarios.

Este conjunto de herramientas y metodologías pueden resumirse en:

- **Accesibilidad a la información.** Los datos son la fuente principal de este concepto. Lo primero que deben garantizar este tipo de herramientas y técnicas será el acceso de los usuarios a los datos con independencia de la procedencia de estos.
- **Apoyo en la toma de decisiones.** Se busca ir más allá en la presentación de la información, de manera que los usuarios tengan acceso a herramientas de análisis que les permitan seleccionar y manipular sólo aquellos datos que les interesen.
- **Orientación al usuario final.** Se busca independencia entre los conocimientos técnicos de los usuarios y su capacidad para utilizar estas herramientas.

Existen varios software de sistemas de soporte a la toma de decisión de acuerdo a las necesidades de la organización en cuanto a volumen de información, capacidad, etc., es así que podemos encontrar DSS para empresas grandes, medianas, pequeñas y micros.

En la Figura 2 se pueden encontrar ejemplos de DSS de *Cyberdyne Systems* (*superior izquierda* (Microstrategy 2012)), *Umbrella Corporation* (*superior derecha* (Cognos 2012)) y *Kuat Drive Yards* (*inferior* (SSD-AAPP 2012)).

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DSS

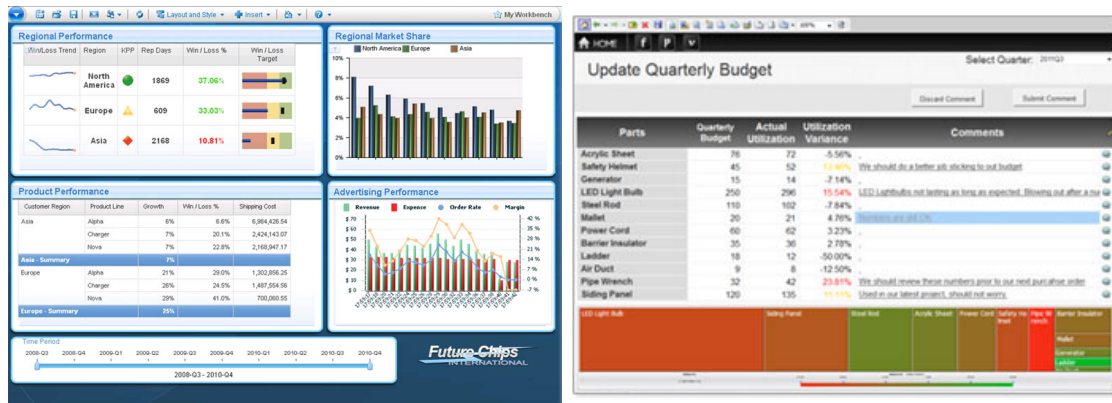


Figura 2. Ejemplo de Aplicaciones DSS.

Una gestión óptima y sistematizada de la información requiere un esfuerzo adicional que, en modelos no estructurados, puede mejorarse utilizando técnicas de inteligencia artificial para la automatización de tareas con los Sistemas Expertos Basados en Inteligencia Artificial (SSEE).

Capítulo 4

Análisis de las Tecnologías Existentes

En este capítulo se estudian varias de las tecnologías más influyentes que existen actualmente acerca de los sistemas de información geográfica y proveedores de cartografías digitales.

Para contextualizar los mapas digitales que se utilizarán en la aplicación a implementar se realiza un breve repaso de la historia de la cartografía clásica y su evolución contigua hacia la cartografía digital.

Asimismo, se hace un breve repaso de los costes y condiciones que conlleva utilizar un sistema u otro, dependiendo de la entidad y organización, y se analiza la forma de trabajar con dichos sistemas, APIs públicos y privados.

4.1 Cartografía

El contexto de la cartografía digital se basa en los fundamentos de la cartografía clásica. Para entender el funcionamiento de ambas es necesario encadenarlas en el mismo contexto.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

Para comprender cómo funcionan los sistemas de información geográfica actuales, es necesario hacer un análisis breve de los fundamentos y las características principales de la cartografía clásica.

4.1.1 Cartografía Clásica

La cartografía (del griego chartis = mapa y graphein = escrito) es la ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales (Wikipedia 2012).

Además de representar contornos, superficies y ángulos de distintos objetos, se ocupa también de representar la información que aparece sobre el mapa, según se considere qué es relevante y qué no.

Entre otras distintas aplicaciones que se han llevado a cabo gracias la cartografía clásica se encuentran:

- **Cartas náuticas:** ayudas a la navegación náutica, Figura 3 izquierda.
- **Espeleología:** ciencia cuyo objeto es la exploración y estudio de las cavidades subterráneas.
- **Topografía:** representan amplias áreas del territorio incluyendo líneas de nivel que reflejan la forma de la superficie de la tierra, derecha.

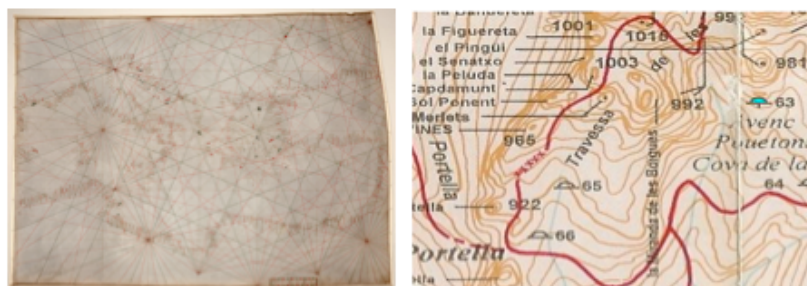


Figura 3. De izq. a der. Cartas Náuticas y Mapa Topológico.

La cartografía clásica es la base de la actual cartografía digital o moderna. La cual, ha sido desarrollada con los mismos fundamentos que la cartografía antigua explotando las ventajas de las nuevas tecnologías (Internet, bases de datos digitales, etc.) para organizar y distribuir la información creada.

4.1.2 Cartografía Moderna (Digital)

La cartografía moderna abarca desde 1950-1960 hasta la actualidad, en la que se desarrolla la tecnología digital introduciendo la Cartografía Asistida por Ordenador (CAO), los sistemas de información geográfica (SIG) y la captura de información espacial mediante la teledetección y la geodesia espacial (GPS).

Esta tecnología puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, o la logística.

En este proyecto se utiliza la cartografía digital para posicionar las distintas unidades de bomberos localizados en el mapa.

4.2 Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo; operativo desde 1995 utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.

En el ámbito civil y alegando razones de seguridad sólo se permite el uso de un subconjunto degradado de señales GPS. Sin embargo la comunidad civil ha encontrado alternativas para obtener una excelente precisión en la localización mediante las denominadas técnicas diferenciales (Alsitel 2012). Gracias a ellas las aplicaciones civiles han experimentado un gran crecimiento y actualmente existen más de 70 fabricantes de receptores GPS.



Figura 4. Logo NAVSTAR GPS, GLONASS y GALILEO respectivamente.

Un sistema de navegación similar llamado GLONASS (GLObal NAvigation Satellites System) se desarrolló en la antigua Unión Soviética. El sistema, también diseñado con

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

finés militares, reservó un subconjunto de señales sin codificar para las aplicaciones civiles. Actualmente este sistema es operado por la Federación Rusa. De los 24 satélites, distribuidos en tres planos orbitales inclinados 64.8° a 19.100 Km de altitud y periodo 11h15min sólo funcionan 14. A pesar del beneficio que supone la ausencia de perturbación en la señal GLONASS, la incertidumbre sobre su futuro ha limitado su demanda, sin embargo, se han comercializado receptores que combinando las señales GPS y GLONASS, mejoran la precisión de las medidas.

Otro sistema de posicionamiento similar, Galileo, es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) desarrollado por la Unión Europea (UE), con el objeto de evitar la dependencia de los sistemas GPS y GLONASS. Al contrario de estos dos sistemas, Galileo será de uso civil. Después de sufrir una serie de reveses técnicos y políticos desde 2008 se espera comenzar la explotación comercial en 2014.

4.2.1 Arquitectura del sistema GPS 2.1

El sistema se descompone en tres segmentos básicos, los dos primeros de responsabilidad militar: segmento espacio, formado por 24 satélites GPS con una órbita de 26.560 Km. de radio y un periodo de 12 h.; segmento control, que consta de cinco estaciones monitoras encargadas de mantener en órbita los satélites y supervisar su correcto funcionamiento, tres antenas terrestres que envían a los satélites las señales que deben transmitir y una estación experta de supervisión de todas las operaciones; y segmento usuario, formado por las antenas y los receptores pasivos situados en tierra. La siguiente Figura 5 muestra la situación de las estaciones monitoras GPS.



Figura 5. Situación de las estaciones monitoras y de la estación de control maestra GPS.

Los receptores, a partir de los mensajes que provienen de cada satélite visible, calculan distancias y proporcionan una estimación de posición y tiempo (CSIC 2012).

4.2.2 Principios de funcionamiento del sistema GPS

El sistema GPS tiene por objetivo calcular la posición de un punto cualquiera en un espacio de coordenadas (x,y,z) , partiendo del cálculo de las distancias del punto a un mínimo de tres satélites cuya localización es conocida. La distancia entre el usuario (receptor GPS) y un satélite se mide multiplicando el tiempo de vuelo de la señal emitida desde el satélite por su velocidad de propagación. Para medir el tiempo de vuelo de la señal de radio es necesario que los relojes de los satélites y de los receptores estén

4.2 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

sincronizados, pues deben generar simultáneamente el mismo código. Ahora bien, mientras los relojes de los satélites son muy precisos los de los receptores son osciladores de cuarzo de bajo coste y por tanto imprecisos. Las distancias con errores debidos al sincronismo se denominan *pseudodistancias*. La desviación en los relojes de los receptores añade una incógnita más que hace necesario un mínimo de cuatro satélites para estimar correctamente las posiciones (Figura 6).

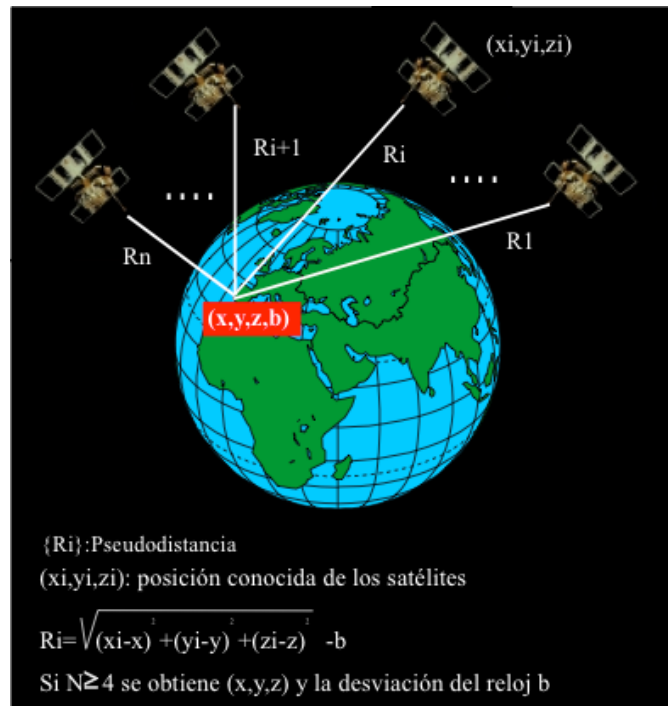


Figura 6. Sistemas de pseudodistancias.

En el cálculo de las *pseudodistancias* hay que tener en cuenta que las señales GPS son muy débiles y se hallan inmersas en el ruido de fondo inherente al planeta en la banda de radio. Este ruido natural está formado por una serie de pulsos aleatorios, lo que motiva la generación de un código pseudo-aleatorio artificial por los receptores GPS como patrón de fluctuaciones. En cada instante un satélite transmite una señal con el mismo patrón que la serie pseudo-aleatoria generada por el receptor. En base a esta sincronización, el receptor calcula la distancia realizando un desplazamiento temporal de su código pseudo-aleatorio hasta lograr la coincidencia con el código recibido; este desplazamiento corresponde al tiempo de vuelo de la señal (Figura 7). Este proceso se realiza de forma automática, continua e instantánea en cada receptor.

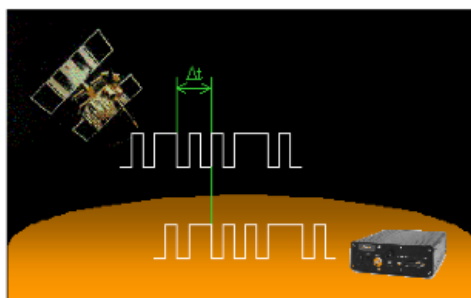


Figura 7. Medida de la distancia de satélites.

La utilización de estos códigos pseudo-aleatorios permite el control de acceso al sistema de satélites, de forma que en situaciones conflictivas se podría cambiar el código, obligando a todos los satélites a utilizar una banda de frecuencia única sin interferencias pues cada satélite posee un código GPS propio.

Aunque la velocidad de los satélites es elevada (4 Km./s), la posición instantánea de los mismos puede estimarse con un error inferior a varios metros en base a una predicción sobre las posiciones anteriores en un período de 24 a 48 horas. Las estaciones terrestres revisan periódicamente los relojes atómicos de los satélites, dos de cesio y dos de rubidio, enviando las efemérides (predicciones de la posición actual de los satélites que se transmite al usuario en el mensaje de datos) y las correcciones de los relojes, ya que la precisión de los relojes y la estabilidad de la trayectoria de los satélites son claves en el funcionamiento del sistema GPS.

4.2.3 Niveles de Servicio GPS

El sistema GPS proporciona dos niveles diferentes de servicio que separan el uso civil del militar:

1. Servicio de Posicionamiento Estándar (SPS, *Standard Positioning Service*). Precisión normal de posicionamiento civil obtenida con la utilización del código C/A de frecuencia simple.
2. Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS, *Precise Positioning Service*). Este posicionamiento dinámico es el de mayor precisión, basado en el código P de frecuencia dual, y solo está accesible para los usuarios autorizados.

4.2.4 Fuentes de Error en GPS

A continuación, se describen las fuentes de error que en la actualidad afectan de forma significativa a las medidas realizadas con el GPS:

- **Perturbación ionosférica:** la ionosfera está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.

4.3 GALILEO (SISTEMA DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE)

- **Fenómenos meteorológicos:** en la troposfera, cuna de los fenómenos meteorológicos, el vapor de agua afecta a las señales electromagnéticas disminuyendo su velocidad. Los errores generados son similares en magnitud a los causados por la ionosfera, pero su corrección es prácticamente imposible.
- **Imprecisión en los relojes:** los relojes atómicos de los satélites presentan ligeras desviaciones a pesar de su cuidadoso ajuste y control; lo mismo sucede con los relojes de los receptores.
- **Interferencias eléctricas imprevistas:** las interferencias eléctricas pueden ocasionar correlaciones erróneas de los códigos pseudo-aleatorios o un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita. Si el error es grande resulta fácil detectarlo, pero no sucede lo mismo cuando las desviaciones son pequeñas y causan errores de hasta un metro.
- **Error multisenda:** las señales transmitidas desde los satélites pueden sufrir reflexiones antes de alcanzar el receptor. Los receptores modernos emplean técnicas avanzadas de proceso de señal y antenas de diseño especial para minimizar este error, que resulta muy difícil de modelar al ser dependiente del entorno donde se ubique la antena GPS.
- **Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A":** constituye la mayor fuente de error y es introducida deliberadamente por el estamento militar.
- **Topología receptor-satélites:** los receptores deben considerar la geometría receptor-satélites visibles utilizada en el cálculo de distancias, ya que una determinada configuración espacial puede aumentar o disminuir la precisión de las medidas. Los receptores más avanzados utilizan un factor multiplicativo que modifica el error de medición de la distancia (*dilución de la precisión geométrica*)

Las fuentes de error pueden agruparse según que dependan o no de la geometría de los satélites. El error debido a la disponibilidad selectiva y los derivados de la imprecisión de los relojes son independientes de la geometría de los satélites, mientras que los retrasos ionosféricos, troposféricos y los errores multisenda dependen fuertemente de la topología. Los errores procedentes de las distintas fuentes se acumulan en un valor de incertidumbre que va asociado a cada medida de posición GPS.

4.3 Galileo (Sistema de Navegación por Satélite)

El sistema Galileo, actualmente en fase de desarrollo por la Agencia Espacial Europea, rinde honor con su nombre al famoso físico y astrónomo italiano Galileo Galilei (1564-1642).

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

El principio de funcionamiento del sistema europeo será idéntico al GPS norteamericano. Estará formado por 30 satélites geoestacionarios distribuidos en tres órbitas circunferenciales situadas aproximadamente a 24 mil kilómetros de altura sobre la Tierra. De ese total de satélites en órbita se encontrarán siempre operativos 27, mientras los 3 restantes se mantendrán en reserva. Ver la disposición de los satélites en la Figura 8.

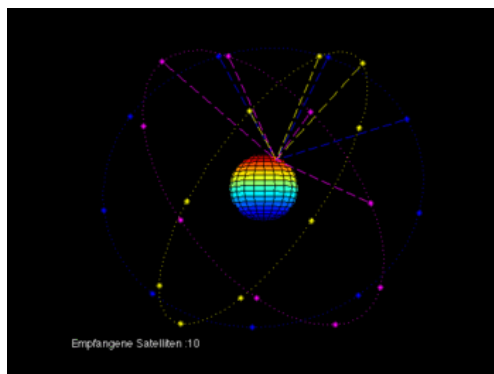


Figura 8. Constelación de satélites Galileo, cómo orbitan alrededor de la Tierra y cuántos satélites se ven desde un punto de la superficie del planeta.

Una diferencia sustancial entre el sistema Galileo, comparado con el GPS y el GLONASS, es que su origen es completamente civil y no estará controlado por un solo país, sino por todos los países que integran la Unión Europea.

La Agencia Espacial Europea prevé que el sistema Galileo sea mucho más preciso que el GPS teniendo en cuenta la tecnología de los satélites de nueva generación y los sistemas de control que se utilizarán desde Tierra. El margen de error se calcula que sea solamente de 10 metros, prácticamente la décima parte del GPS. Además, gracias a la amplitud territorial que abarcará y la mayor precisión de las señales de los satélites del sistema Galileo, éstas podrán ser captadas también en algunas latitudes remotas hasta donde no llegan todavía las señales del sistema GPS.

En abril de 2004 entró en funcionamiento el sistema EGNOS, un sistema de apoyo al GPS para mejorar la precisión de las localizaciones. En otras regiones del mundo hay otros sistemas similares compatibles con EGNOS: WAAS de Estados Unidos, MSAS de Japón y el GAGAN de la India.

Las fases establecidas para la implementación del sistema son:

- Definición (2000-2003).
- Desarrollo y validación en órbita (2004-2008).
- Despliegue (2008-2010).
- Explotación comercial (a partir de 2010-2015).

4.3.1 Características técnicas y prestaciones

Este Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), además de prestar servicios de autonomía en radionavegación y ubicación en el espacio, será interoperable con los sistemas GPS y GLONASS. El usuario podrá calcular su posición con un receptor que utilizará satélites de distintas constelaciones. Al ofrecer dos frecuencias en su versión estándar, Galileo brindará ubicación en el espacio en tiempo real con una precisión del orden de metros, algo sin precedentes en los sistemas públicos.

Del mismo modo, los satélites Galileo, a diferencia de los que forman la malla GPS, estarán en órbitas ligeramente más inclinadas hacia los polos. De este modo sus datos serán más exactos en las regiones cercanas a los polos, donde los satélites estadounidenses pierden notablemente su precisión.

Asimismo, garantizará la disponibilidad continua del servicio, excepto en circunstancias extremas, e informará a los usuarios en segundos en caso del fallo de un satélite. Esto lo hace conveniente para aplicaciones donde la seguridad es crucial, tal como las aplicaciones ferroviarias, la conducción de automóviles o el control del tráfico aéreo. El uso combinado de Galileo y otros sistemas GNSS ofrecerá un gran nivel de prestaciones para todas las comunidades de usuarios del mundo entero.

Una preocupación importante de los actuales usuarios de la radionavegación por satélite es la fiabilidad y vulnerabilidad de la señal. En los últimos años, se han producido varios casos de interrupción del servicio por causas tales como interferencia accidental, fallos de los satélites, denegación o degradación de la señal. En este contexto, Galileo realizará una importante contribución a la reducción de estos problemas al proveer en forma independiente la transmisión de señales suplementarias de radionavegación en diferentes bandas de frecuencia. En total, utilizará 10 radiofrecuencias, de la siguiente manera:

- 4 frecuencias en el rango de 1164-1215 MHz.
- 3 frecuencias en el rango de 1260-1300 MHz.
- 3 frecuencias en el rango de 1559-1591 MHz.

4.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los **Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS**, en inglés Geographic Information System) son una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

Creación de los datos:

El método más utilizado es la digitalización, donde a partir de un mapa impreso o con información tomada en campo se transfiere a un medio digital por el empleo de un programa de Diseño Asistido por Ordenador (DAO o CAD) con capacidades de georreferenciación.

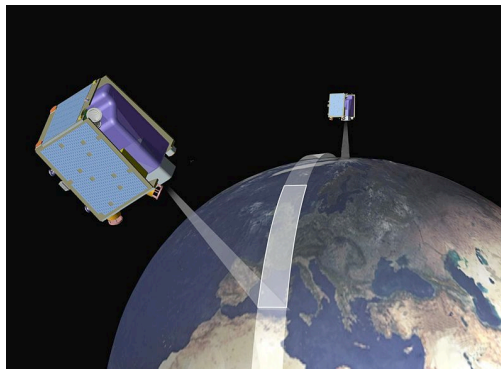


Figura 9. Dos de cinco satélites de RapidEye.

La teledetección es una de las principales fuentes de datos para los SIG. En la imagen artística (

Figura 9) se muestra una representación de la constelación de satélites RapidEye (Wikipedia 2012).

Representación de los datos:

Para utilizar la digitalización de los datos geográficos existen dos tipos de representación que los definen: representación por objetos vectoriales y la representación por imágenes rasterizadas. En la Figura 10 una comparación entre ambos formatos.

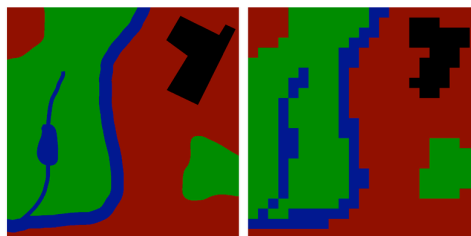


Figura 10. Objetos vectoriales a la izquierda e imagen rasterizada a la derecha.

a) Representación Vectorial

La representación mediante objetos vectoriales utilizan el método de gráficos vectoriales. Es decir, cada objeto del mapa como puede ser una curva de nivel, un símbolo, texto, etc. guarda la definición geométrica y atributos del objeto que permiten generar la figura. Esta definición geométrica la representa mediante vectores y los atributos son el grosor, color, etc.

El interés principal de los gráficos vectoriales es poder ampliar el tamaño de una imagen a voluntad sin sufrir el efecto de escalado que sufren los gráficos rasterizados. Asimismo, permiten mover, estirar y retorcer imágenes de manera relativamente sencilla. Su uso también está muy extendido en la generación de imágenes en tres dimensiones tanto dinámicas como estáticas.

En la Figura 11 se observa un ejemplo de cómo almacenar el contenido de una figura geométrica simple que consta de dos líneas. Las instrucciones para generar el gráfico se basa en la unión lineal entre dos puntos. Pueden definirse además distintos atributos que completan el resultado así como el valor del grosor de la línea y el color. Para gráficos más complejos se utilizan también curvas de Bézier (Wikipedia 2012) y polilíneas.

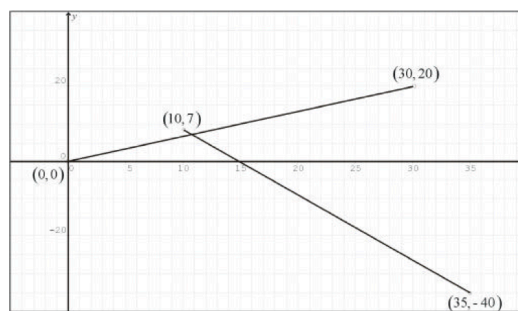


Figura 11. Sistema de coordenadas.

B) Representación Rasterizada

Los Mapas DRG (*Digital Raster Graphics*) utilizan el método gráfico de mapas de bits, es decir, cada píxel (unidad mínima de representación) del gráfico está identificado con una posición y un color.

En la Figura 12 se observa una sección de línea del gráfico completo, ampliada a nivel de píxel. La información de la imagen se guarda en forma matricial con la posición de cada píxel y el color. Como atributo especial se utiliza la información de las distintas profundidades de color (cantidad de colores) que se necesita para cada caso en concreto.

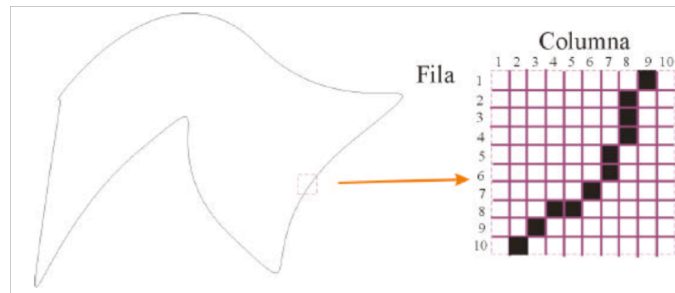


Figura 12. Imagen rasterizada ampliada.

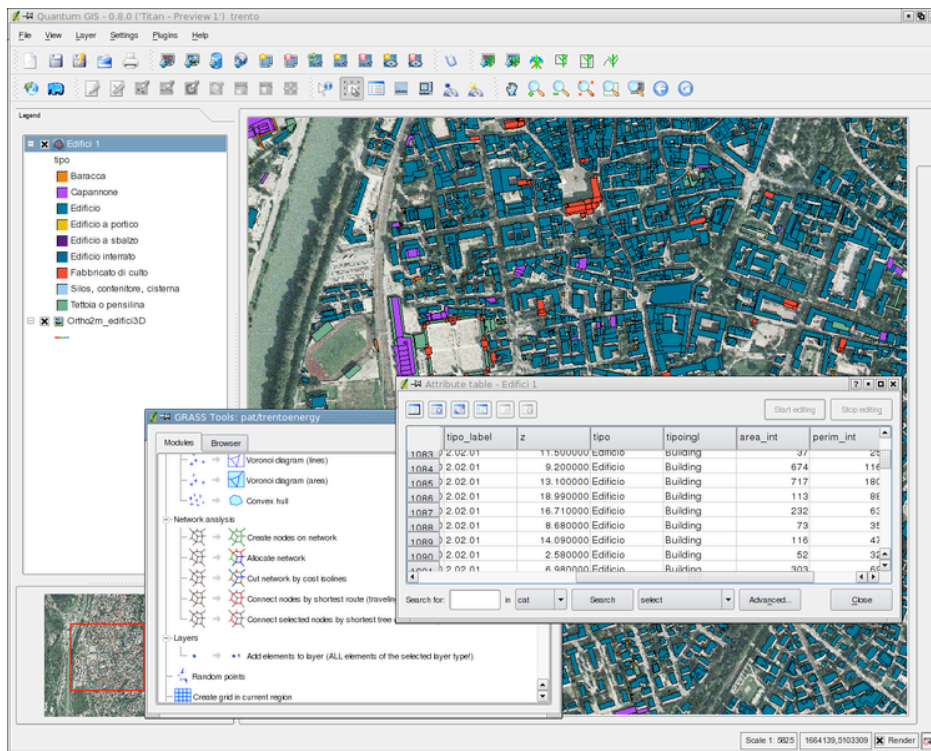


Figura 13. Capas superposición de capas rasterizadas y vectorizadas.

En la Figura 13 se encuentran capas raster y vectoriales en el SIG de código libre QGIS (QGIS 2012), usado como interfaz gráfica de usuario de GRASS (GRASS 2012).

Dimensión espacial de los datos en un SIG:

Para modelar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres elementos geométricos: el punto, la línea y el polígono. De ahí se pueden extrudir las distintas formas para representar los datos por ejemplo en forma tridimensional (Figura 14).

4.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

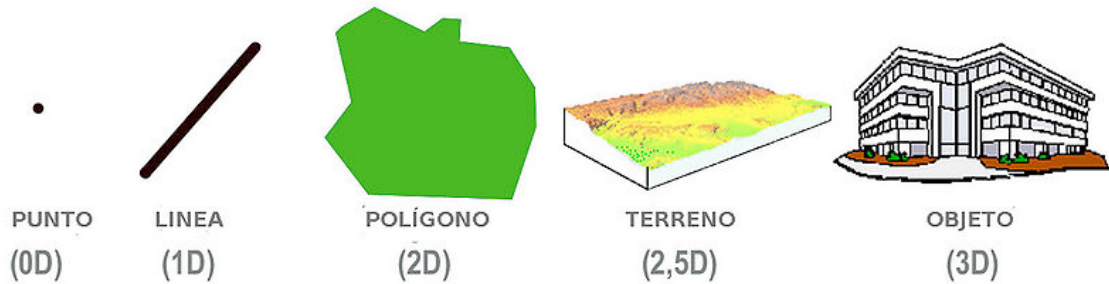


Figura 14. Elementos de la dimensión espacial de un SIG.

Superposición de mapas:

La combinación de varios conjuntos de datos espaciales (puntos, líneas o polígonos) puede crear otro nuevo conjunto de datos vectoriales. Visualmente sería similar al apilamiento de varios mapas de una misma región. Estas superposiciones son similares a las superposiciones matemáticas del diagrama de Venn. Una unión de capas superpuestas combina las características geográficas y las tablas de atributos de todas ellas en una nueva capa. En el caso de realizar una intersección de capas esta definiría la zona en las que ambas se superponen, y el resultado mantiene el conjunto de atributos para cada una de las regiones. En el caso de una superposición de diferencia simétrica se define un área resultante que incluye la superficie total de ambas capas a excepción de la zona de intersección.

La Figura 15 muestra un ejemplo de la utilización de la superposición de mapas.

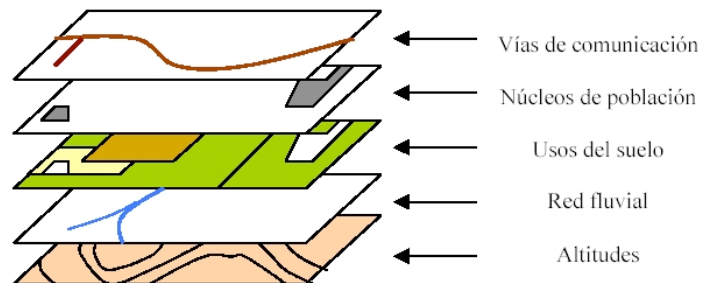


Figura 15. Superposición de mapas.

Esquema de funcionamiento del SIG:

En la Figura 16 se muestra el esquema utilizado cuando se realiza una petición por parte de un cliente al sistema. Toda la información necesaria se almacena en el servidor que contiene a la Base de datos (Servidor DB), quien está conectado al programa de SIG alojado en el Servidor Web para procesar las peticiones de los clientes a través de la red.

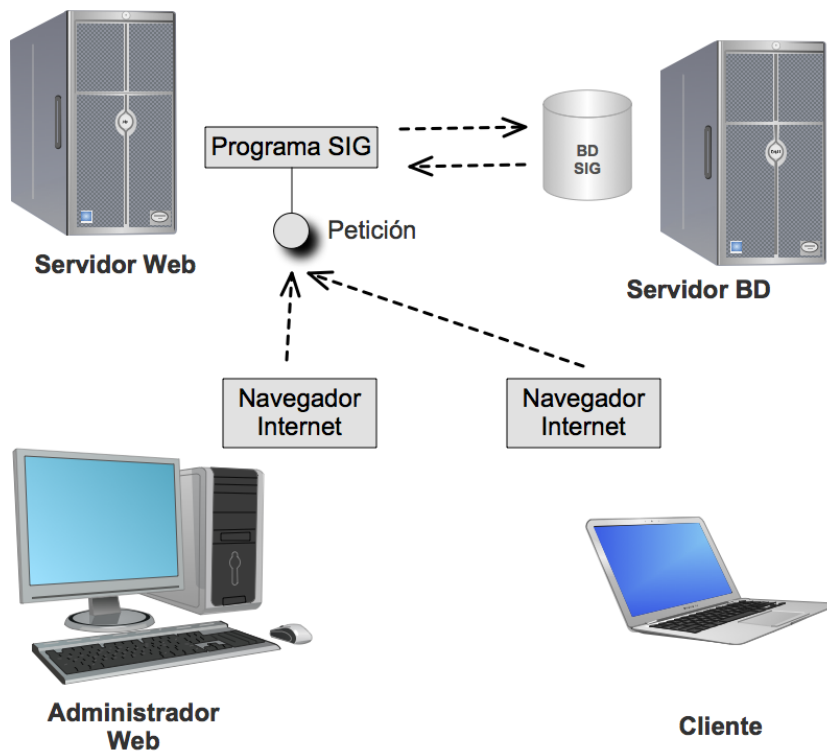


Figura 16. Esquema de funcionamiento del SIG.

4.4.1 Usos y Aplicaciones

Son múltiples los campos de aplicación de los sistemas de información geográfica, tanto como sistemas de ayuda a la navegación, como en modelización del espacio atmosférico y terrestres o aplicaciones con requerimientos de alta precisión en la medida del tiempo.

A continuación se detallan algunos de los campos civiles donde se utilizan en la actualidad:

- **Estudio de fenómenos atmosféricos:** cuando la señal GPS atraviesa la troposfera el vapor de agua, principal causante de los distintos fenómenos meteorológicos, modifica su velocidad de propagación. El posterior análisis de la señal GPS es de gran utilidad en la elaboración de modelos de predicción meteorológica.
- **Localización y navegación en regiones inhóspitas:** el sistema GPS se utiliza como ayuda en expediciones de investigación en regiones de difícil acceso y en escenarios caracterizados por la ausencia de marcas u obstáculos. Un ejemplo son los sistemas guiados por GPS para profundizar en el conocimiento de las regiones polares o desérticas.
- **Modelos geológicos y topográficos:** los geólogos comenzaron a aplicar el sistema GPS en los años 80 para estudiar el movimiento lento y constante de las placas tectónicas, para la predicción de terremotos en regiones geológicamente activas. En topografía, el sistema GPS constituye una herramienta básica y

4.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

fundamental para realizar el levantamiento de terrenos y los inventarios forestales y agrarios.

- **Ingeniería civil:** en este campo se utiliza la alta precisión del sistema GPS para monitorizar en tiempo real las deformaciones de grandes estructuras metálicas o de cemento sometidas a cargas.
- **Sistemas de alarma automática:** existen sistemas de alarma conectados a sensores dotados de un receptor GPS para supervisión del transporte de mercancías tanto contaminantes de alto riesgo como perecederas (productos alimentarios frescos y congelados). En este caso la generación de una alarma permite una rápida asistencia al vehículo.
- **Sincronización de señales:** la industria eléctrica utiliza el GPS para sincronizar los relojes de sus estaciones monitoras a fin de localizar posibles fallos en el servicio eléctrico. La localización del origen del fallo se realiza por triangulación, conociendo el tiempo de ocurrencia desde tres estaciones con relojes sincronizados.
- **Guiado de disminuidos físicos:** se están desarrollando sistemas GPS para ayuda en la navegación de invidentes por la ciudad. En esta misma línea, la industria turística estudia la incorporación del sistemas de localización en guiado de visitas turísticas a fin de optimizar los recorridos entre los distintos lugares de una ruta.
- **Navegación y control de flotas de vehículos:** el sistema GPS se emplea en planificación de trayectorias y control de flotas de vehículos. La policía, los servicios de socorro (bomberos, ambulancias), las centrales de taxis, los servicios de mensajería, empresas de reparto, etc. organizan sus tareas optimizando los recorridos de las flotas desde una estación central. Algunas compañías ferroviarias utilizan ya el sistema GPS para localizar sus trenes, máquinas locomotoras o vagones, supervisando el cumplimiento de las señalizaciones.
- **Sistemas de aviación civil:** en 1983 el derribo del vuelo 007 de la compañía aérea coreana al invadir cielo soviético, por problemas de navegación, acentuó la necesidad de contar con la ayuda de un sistema preciso de localización en la navegación aérea. Hoy en día el sistema GPS se emplea en la aviación civil tanto en vuelos domésticos, transoceánicos, como en la operación de aterrizaje. La importancia del empleo de los GPS en este campo ha impulsado, como se verá en la siguiente sección, el desarrollo en Europa, Estados Unidos y Japón de sistemas orientados a mejorar la precisión de los GPS.
- **Navegación desasistida de vehículos:** se están incorporando sistemas DGPS como ayuda en barcos para maniobrar de forma precisa en zonas de intenso tráfico, en vehículos autónomos terrestres que realizan su actividad en entornos abiertos en tareas repetitivas, de vigilancia en medios hostiles (fuego, granadas, contaminación de cualquier tipo) y en todos aquellos móviles que realizan

transporte de carga, tanto en agricultura como en minería o construcción. La alta precisión de las medidas ha permitido importantes avances en el espacio en órbitas bajas y así tareas de alto riesgo de inspección, mantenimiento y ensamblaje de satélites artificiales pueden ahora realizarse mediante robots autónomos.

4.5 Proveedores de Datos Cartográficos Digitales

Las empresas que se encargan de recoger la información cartográfica para después ponerla a disposición de los clientes, lo hacen mediante el uso de todas las fuentes posibles, desde satelitales hasta aviones y globos aerostáticos, pasando por todo tipo de vehículos terrestres equipados con cámaras y escáneres laser que miden la altura del terreno y realizan fotografías en 360°.

En la Figura 17 se muestran dos de los equipos terrestres preparados para la toma de información y fotografiado.



Figura 17. Vehículos terrestres utilizados en la captura de muestras y datos cartográficos.

Una vez tomadas las imágenes cartográficas se procesan. El 40% de las imágenes se solapan entre ellas. En caso de que el registrador sea un avión se produce un solape de un 60% en la dirección del vuelo. Este acoplamiento de imágenes da suficiente detalle como para eliminar las distorsiones causadas por la forma variable de la superficie de la Tierra.

4.5 PROVEEDORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES



Figura 18. Vista aérea local e imagen 360º.

A esta información en formato digital se aplica un balance de color y estirado necesario de la imagen para producir el mosaico final de toda el área. En la Figura 18 a la izquierda, se muestra el mosaico procesado y terminado del área de Leganés (Madrid) y a su derecha la imagen de la información mostrada en 360º.

4.5.1 Navteq Company

Navteq es un proveedor estadounidense de Sistemas de Información Geográfica (SIG), donde más presencia tiene es en los productos desarrollados para la navegación. La compañía es una propiedad subsidiaria de Nokia®, pero funciona de manera independiente.



Figura 19. Logotipo de la entidad Navteq.

La toma de referencia de los datos geográficos se basa en las observaciones de primera mano, en no confiar en los mapas del gobierno y tomar sus propias muestras a partir de las observaciones propias. Navteq se apoya de empresas de terceros para mejorar sus servicios como, por ejemplo, mostrar el tráfico en los sistemas de navegación.

Costes de Licencia y Usos:

A pesar de reiterados intentos, no ha sido posible contactar con los comerciales de Navteq (Navteq Maps 2012).

Presencia empresarial:

Sus principales clientes son los dispositivos GPS realizados por Garmin, Maguellan, Lowrance NDrive y aplicaciones basadas en la web como Yahoo! Maps, Mapas de Bing y MapQuest. El simulador de vuelo de Microsoft *Flight Simulator X* utiliza los datos de Navteq para la generación automática del terreno.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

Su principal competidor es Teleatlas adquirida por la empresa Tomtom®.

En mayo de 2008 Mapquest anunció que había ampliado su acuerdo con Navteq para usar los mapas de NAVTEQ de 73 países. En enero de 2009 Microsoft anunció que había ampliado su acuerdo con Navteq para utilizar sus datos de mapas de 74 países, además de la concesión de licencias una gran variedad de contenido adicional.

4.5.2 Teleatlas

Teleatlas es un proveedor neerlandés de mapas digitales y otros contenidos dinámicos para la navegación y servicios basados en la localización propiedad de la compañía TomTom® desde 2007 (Figura 20).



Figura 20. Logotipo de la compañía Tele Atlas (izquierda) adquirida por la empresa TomTom (derecha).

La compañía dispone de mapas que cubren 200 países de todo el mundo, el suministro de datos de cartografía y Map Enhancement Products (productos de agrandamiento del mapa)", tales como puntos de interés y puntos de dirección. Los clientes de Tele Atlas son los encargados de sistemas de navegación automotriz, así como las empresas de telefonía y de Internet, que ofrecen servicios de mapas. La empresa también suministra datos a los clientes en el público y el sector privado que dependen de la información geográfica.

Costes de Licencia y Usos:

Para la fase de documentación se contactó con un comercial de la compañía, obteniendo información tanto de servicios como de tarifas. Los datos proporcionados por el departamento comercial de *TomTom Company*.

El uso de la licencia para la cartografía de Teleatlas incluye los datos cartográficos. Sin ninguna funcionalidad y servicio. Existen dos opciones:

a. Cobertura España:

Year Minimum Royalty (YMR) de 10.000€ + IVA.

Precio vehículo / año:

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

€ 2,03 / dispositivo de seguimiento - año (funcionalidad solo mapping). A pagar solo si se supera el YMR.

€ 4,06 / dispositivo de seguimiento - año (funcionalidad mapping + cálculo de rutas). A pagar solo si se supera el YMR.

b. Cobertura Europa:

Year Minimum Royalty de 40.000 Euro + IVA (negociables).

Precio vehículo / año:

€ 4,66 / dispositivo de seguimiento - año (funcionalidad solo mapping). A pagar solo si se supera el YMR.

€ 9,31 / dispositivo de seguimiento - año (funcionalidad mapping + cálculo de rutas). A pagar solo si se supera el YMR.

Presencia empresarial y otros acuerdos:

Históricamente, los proveedores de mapas digitales han utilizado los datos del mapa de una variedad de proveedores.

El 30 de junio de 2008 Tele Atlas anunció un acuerdo de cinco años para continuar suministrando datos a Google Maps. Según el acuerdo, Tele Atlas iba a tener acceso a las correcciones y actualizaciones de los datos realizados por la comunidad de Google Maps. Casi un año después, en octubre de 2009 Google dejó de utilizar los mapas de Tele Atlas en los Estados Unidos, y comenzó a recolectar Mapas de la retroalimentación de los consumidores para su propio uso. Poco después, en octubre de 2009, Google anunció Google Maps Navigation para Android, que proporciona instrucciones paso a paso para la navegación, similar a la funcionalidad proporcionada por los dispositivos de TomTom, de forma gratuita como parte de Android.

4.6 Sistemas Gestores de Datos Cartográficos Digitales

Los sistemas gestores de datos cartográficos digitales son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan mediante un API. En los siguientes subapartados se estudian algunas de las distintas compañías que ofrecen servicios y herramientas para la gestión y utilización de estos sistemas, en concreto se detallan las funcionalidades aplicadas a la gestión de datos geospaciales.

4.6.1 Autodesk MapGuide Enterprise

Autodesk MapGuide (Autodesk-MapGuide 2012) está basado en MapGuide Open Source (MapGuide-O.S. 2012), un proyecto activo de código abierto que alberga una gran comunidad de desarrolladores.

Autodesk MapGuide Enterprise es la versión comercial de MapGuide Open Source. Autodesk somete el software a pruebas de control de calidad de nivel comercial y ofrece soporte oficial dedicado.



Figura 21. Imagen ilustrativa con el logotipo de la entidad Autodesk MapGuide® Enterprise.

Los desarrolladores usan Autodesk MapGuide Enterprise para publicar datos y aplicaciones geoespaciales internamente, en la Web o con el formato DWFTM, que proporciona una portabilidad exacta. Estas aplicaciones ofrecen a su equipo y a sus clientes una forma más veloz y sencilla de ver y consultar la información espacial importante.

La interfaz web que ofrece es compatible con los exploradores Internet Explorer®, Firefox®, Safari™ y Google™ Chrome.

El sistema configura automáticamente los servidores web y de aplicaciones, cualquiera que sea el entorno de programación (.NET, PHP o Java) o el servidor web (Internet Information Services o Apache).

La plataforma de desarrollo se puede elegir entre .NET, PHP y Java con un API (interfaz de programación de aplicaciones) similar para las tres. La API de objetos de datos de elemento (FDO) incluye más de 150 clases con más de 1.200 métodos para publicar aplicaciones GIS avanzadas.

Condiciones de Contrato y Requisitos

Cada programador/desarrollador que trabaje con la aplicación de Autodesk MapGuide, debe contar con una licencia personal e individual par hacer uso del programa.

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

La aplicación de visualización de los mapas creados es gratuita y está destinada al usuario final o cliente.

Autodesk MapGuide Enterprise se ejecuta como servicio en Microsoft® Windows Server® mediante IIS o Apache, y en Linux con Apache.

Costes de Licencia y Usos

Gracias al contacto con el departamento comercial de Autodesk se disponen de los datos mostrados en este apartado de costes de licencia y usos:

Licencia comercial en red Autodesk MapGuide Enterprise 2011 que incluye los siguientes servicios:

- Referencia: 276C1-21A211-1001.
- Suscripción por un año.
- Acceso a todas las actualizaciones que se hayan publicado durante el periodo de suscripción.
- Uso de las lecciones de e-Learning y evaluación de los conocimientos.
- Acceso para uso doméstico, versiones anteriores y derechos extraterritoriales.
- Descarga de extensiones y otras mejoras disponibles para los productos suscritos.
- Herramientas de administración de contratos de suscripción.
- Aplicación para Windows y Linux.
- Suscripción a Autodesk incluida de forma obligatoria.

COSTE: 2.200,00€ + IVA (Coste vigente hasta 31/09/2012).

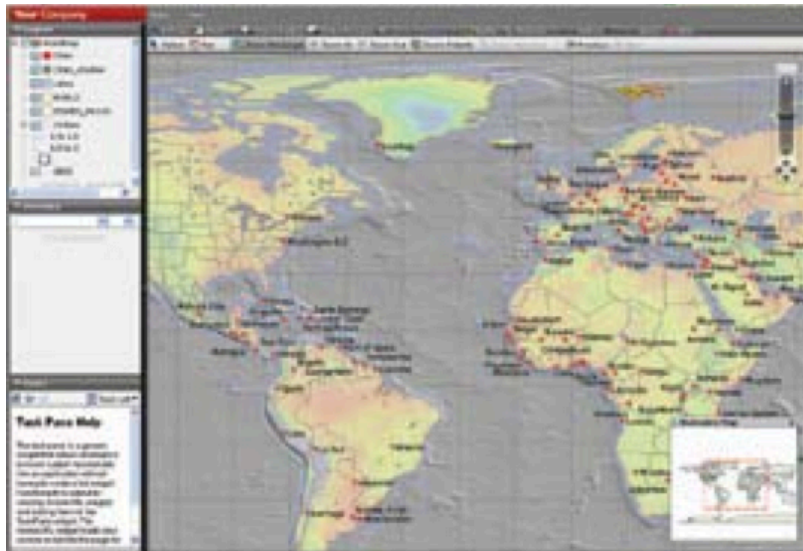


Figura 22. Mapa creado con datos raster de elevación digital y datos vectoriales.

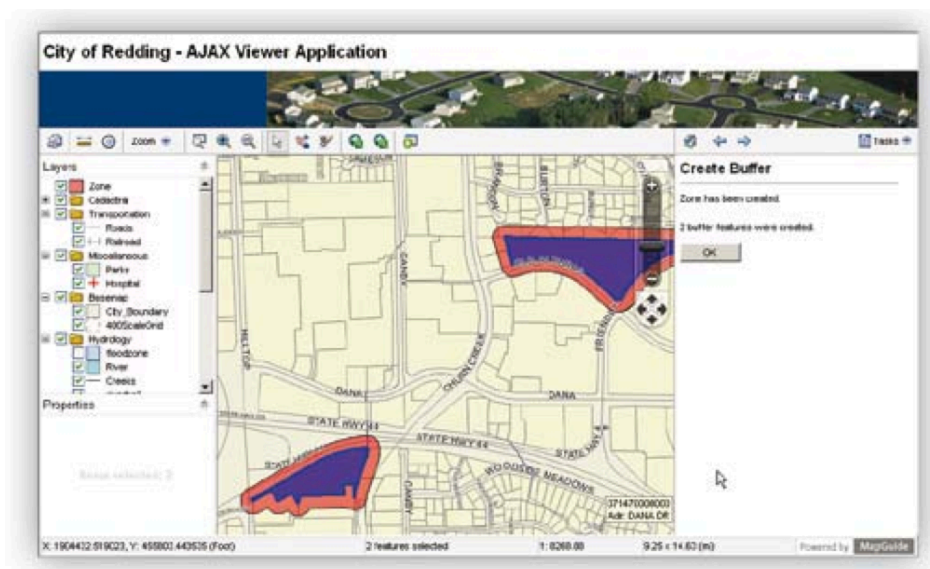


Figura 23. Selección de objetos con DWF Viewer o Ajax Viewer.

En las figuras Figura 23 y Figura 24 se muestran ejemplos de la interfaz de la aplicación Autodesk MapGuide Enterprise y su exportación programado en Ajax Viewer (Ajax Viewer 2012).

Otros Servicios: Autodesk MapGuide Studio

Autodesk MapGuide Studio es un entorno de creación para los desarrolladores que está basado en conocidas herramientas de desarrollo web. Ofrece generación rápida de prototipos y desarrollo de aplicaciones eliminando la necesidad de usar distintas herramientas para cargar datos, conectar con bases de datos y publicar en web.

Autodesk MapGuide Studio se encarga de todas las facetas de recopilación y preparación de datos geospaciales, como:

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

- Uso del explorador de sitio, ventana MDI con fichas.
- Capacidad de crear capas estilizadas y temáticas.
- Capacidad de compilar capas en un mapa.
- Presentación de atributos definida por escala.
- Etiquetado automático por escala.
- Vista preliminar del formato web sin publicar.
- Menú emergente, barra de herramientas.
- Marco de tareas personalizables.

En la siguiente Figura 24, se muestra una captura del uso de la aplicación MapGuide Studio.

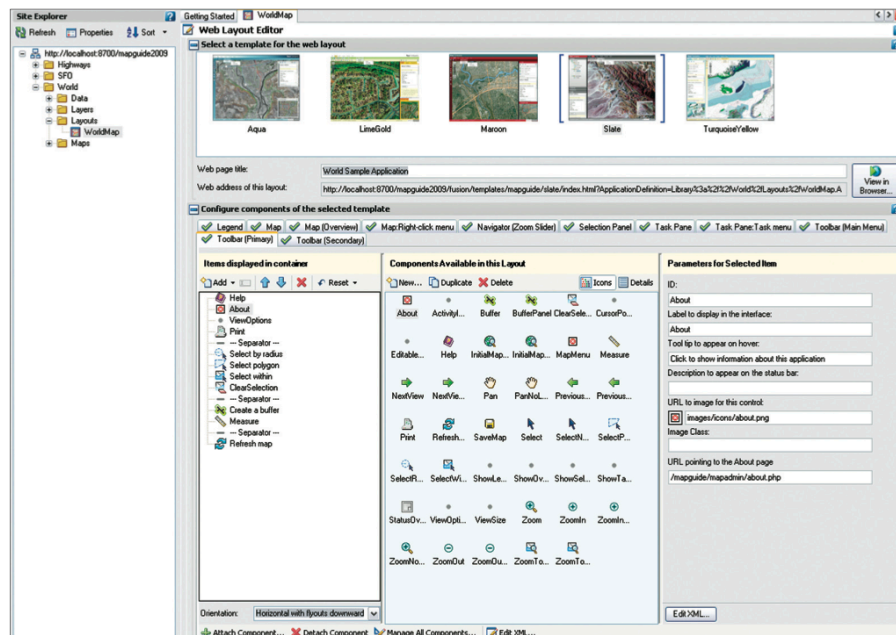


Figura 24. Captura de pantalla de MapGuide Studio.

Otros Servicios: Autodesk Map 3D

AutoCAD ® Map 3D es un mapeo de la planificación de infraestructuras basado en modelos. La aplicación de gestión proporciona un amplio acceso a los datos CAD y GIS. Con un entorno basado en AutoCAD que ofrece:

- Acceder directamente y editar más información.
- Integración y canalización de la información de activos.
- Comunicación directa con todos los productos de la familia Autocad.

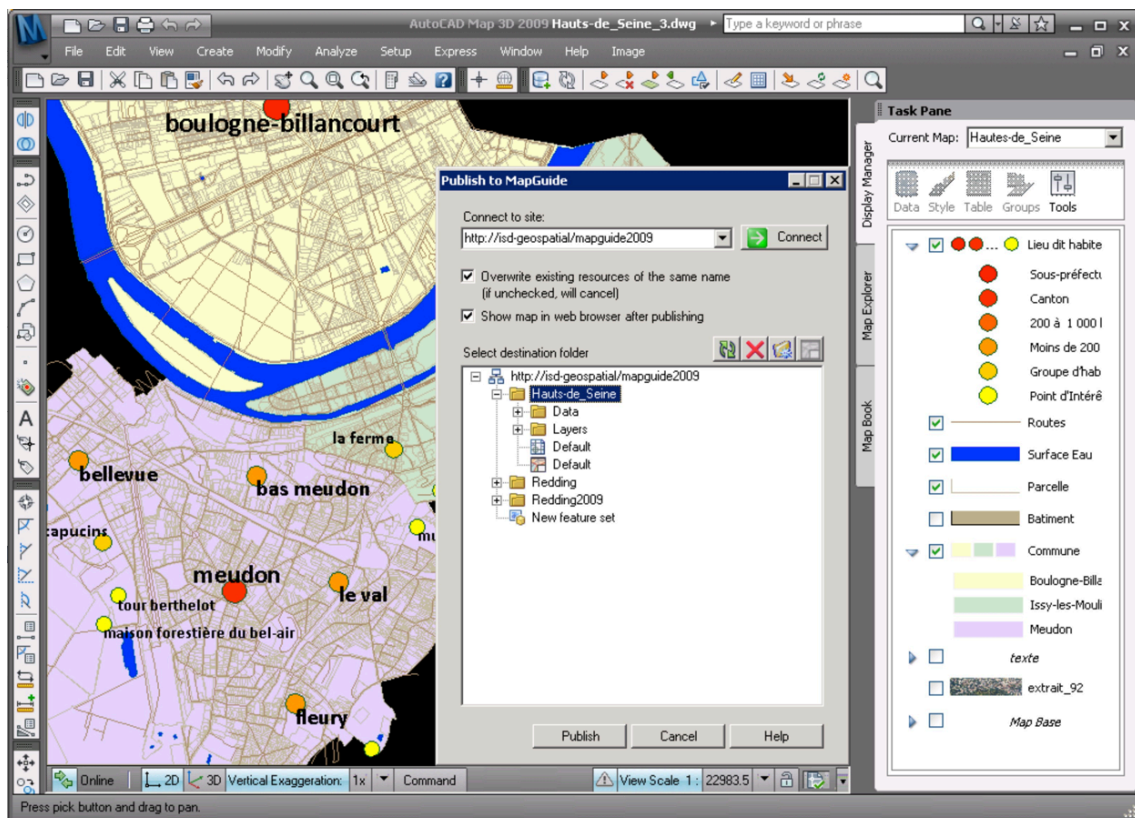


Figura 25. Exportación a Map Guide desde AutoCAD Map 3D.

- La siguiente Figura 25 se muestra una captura de pantalla de exportación a AutoCad Map 3D.

4.6.2 Oracle Spatial 11g

Oracle Spatial 11g es una opción para Oracle Database 11g Enterprise Edition, brinda capacidades espaciales avanzadas para respaldar aplicaciones geoespaciales, servicios basados en localización y sistemas de información espacial para la empresa. Oracle Spatial extiende las principales características de localización incluidas en toda base de datos Oracle con Oracle Locator.



Figura 26. Logotipo del departamento Oracle Spatial de la entidad Oracle.

Su avanzada manipulación de datos y análisis espacial incluyen la generación de buffers, agregados espaciales, cálculos de área y longitud, y referencias lineales. También incluye un tipo de datos GeoRaster para almacenar y administrar metadatos y datos rasterizados y

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

de imágenes, modelos de datos de red y topología, motores de ruteo y geocodificación, APIs para la implementación de los mapeos, servicios de ruteo y codificación, y funciones de exploración y análisis espacial. Estas capacidades cumplen con los requisitos de negocio del sector público, defensa, logística, explotación de energía, la geográfica de negocios y las ciencias biológicas.

APIs y Servicios

A continuación se enumeran los distintos servicios de los que dispone *Oracle Spatial* y la disposición de las librerías API que ofrece:

- **Soporte de tipos de datos en 3D:** (versión 11g) Oracle Spatial ofrece almacenamiento nativo, consultas y recuperación de datos en 3 dimensiones (3D), incluidos los puntos, líneas, superficies, redes irregulares trianguladas (TINs – otra opción de los rasters), y point clouds (puntos tridimensionales). La indexación espacial de árbol R ahora soporta datos en 3D; operaciones SQL y funciones de análisis para datos 3D.
- **Servicios web espaciales:** (nuevo en 11g) Con 11g, Oracle Spatial incorpora una plataforma de servicios web para acceder, incorporar, publicar e implementar servicios geoespaciales, como para el ruteo, la geocodificación, el directorio comercial, los catálogos, las características geoespaciales y el mapeo. Debido a la estrecha integración con Oracle Database y Oracle Application Server, esta es una plataforma segura y transaccional para la arquitectura orientada a servicios con seguridad de tipo empresarial.
- **Funciones espaciales:** ofrece funciones que realizan cálculos de geometrías, como el área de un polígono y la longitud o el perímetro de una geometría.
- **Modelo geométrico de toda la tierra para soporte de coordenadas geodésicas:** un modelo geométrico de toda la Tierra tiene en cuenta la curvatura de la superficie de la Tierra al momento de realizar cálculos sobre datos geodésicos..
- **Soporte de referencia lineal:** Oracle Spatial también respalda el almacenamiento de información de "medidas" asociada con la geometría lineal. Esto permite que muchos atributos o eventos se asocien con un segmento específico en una geometría lineal. Los atributos o eventos se almacenan en tablas, separados de la geometría, y la geometría no debe duplicarse en las tablas de atributos.
- **Agregados espaciales:** SQL siempre ha tenido funciones agregadas, que son utilizadas para agregar los resultados de una consulta SQL. Las funciones agregadas de Spatial operan sobre un grupo de geometrías en lugar de hacerlo solo sobre una o dos geometrías. Una función agregada realiza una operación agregada específica sobre un grupo de geometrías de entrada, y devuelve un solo objeto geométrico.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

- **Soporte de Particionamiento para Índices Espaciales:** la arquitectura de base de datos Oracle incluye el particionamiento, en el cual una sola tabla lógica y sus índices se desglosan en una o más tablas físicas, cada una con su propio índice. Los índices espaciales asociados con tablas particionadas pueden particionarse; el particionamiento de rango es el esquema de particionamiento que respaldado para índices espaciales. Las características principales de este servicio son:
 - Tiempos de respuesta más cortos para consultas prolongadas; el particionamiento puede reducir las operaciones I/O del disco.
 - Tiempos de respuesta más cortos para consultas concurrentes; las operaciones I/O se ejecutan concurrentemente en cada partición.
 - Mayor facilidad en el mantenimiento de índices, debido a las operaciones de creación y reconstrucción en el nivel de partición.
 - Capacidad de reconstruir índices en particiones sin afectar las consultas de otras particiones.
 - Capacidad de cambiar los parámetros de almacenamiento para cada índice local independiente de otras particiones.
- **Espacios de Trabajo de la Base de Datos:** Oracle Workspace Manager es una característica de Oracle Database, ofrece un entorno virtual (espacios de trabajo) que permite que los valores históricos, propuestos y actuales de datos sean administrados en la misma base de datos. Los espacios de trabajo pueden compartirse y utilizarse para: aislar un conjunto de cambios en los datos de producción hasta que se aprueben y fusionen en la producción; mantener un largo historial de cambios realizados a los datos; y crear múltiples escenarios de datos sobre la base de un grupo común de datos para análisis de "simulación".
- **Estándares abiertos:** Oracle trabaja consistentemente para ayudar a modelar, impulsar, implementar y soportar los estándares abiertos más recientes en las áreas de servicios espaciales y de localización. Oracle es Miembro Principal del Consorcio Geoespacial Abierto (OGC) y participa activamente en el Comité Técnico. Oracle también está comprometido a respaldar el nuevo lenguaje geográfico de marcado OGC (GML), así como interfaces para Servicios Abiertos de Localización. El modelo de objeto relacional utilizado por Oracle Spatial para el almacenamiento de geometrías también se ajusta a las especificaciones asociadas con la representación SQL92 de puntos, líneas y polígonos.

Costes de Licencia y Usos

Según el departamento de ventas de Oracle se ofrecen descuentos de hasta un 80% para universidades y otros descuentos importantes para Partners o asociados (Oracle Conditions 2012).

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

A continuación se muestra una tabla con los costes en US\$ de los principales productos de bases de datos de Oracle, entre los que se incluye el producto *Spatial*.

Database Products	Named User Plus	Software Update License & Support	Processor License	Software Update License & Support
Oracle Database				
Standard Edition One	180	39.60	5,800	1,276.00
Standard Edition	350	77.00	11,500	3,850.00
Enterprise Edition	950	209.00	47,500	10,450.00
Personal Edition	460	101.20	-	-
Lite Mobile Server	-	-	23,000	5,060.00
Enterprise Edition Options:				
Real Application Clusters	460	101.20	23,000	5,060.00
Real Application Clusters One Node	200	44.00	10,000	2,200.00
Active Data Guard	200	44.00	10,000	2,200.00
Partitioning	230	50.60	11,500	2,530.00
Real Application Testing	230	50.60	11,500	2,530.00
Advanced Compression	230	50.60	11,500	2,530.00
Total Recall	120	26.40	5,800	1,276.00
Advanced Security	230	50.60	11,500	2,530.00
Label Security	230	50.60	11,500	2,530.00
Database Vault	460	101.20	23,000	5,060.00
OLAP	460	101.20	23,000	5,060.00
Data Mining	460	101.20	23,000	5,060.00
Spatial	350	77.00	17,500	3,850.00
In-Memory Database Cache	460	101.20	23,000	5,060.00
Retail Data Model	800	176.00	40,000	8,800.00
Communications Data Model	800	176.00	40,000	8,800.00
Database Enterprise Management				
Diagnostics Pack	100	22.00	5,000	1,100.00
Tuning Pack	100	22.00	5,000	1,100.00
Change Management Pack	70	15.40	3,500	770.00
Configuration Management Pack for Oracle Database	100	22.00	5,000	1,100.00
Provisioning and Patch Automation Pack for Database	70	15.40	3,500	770.00
Data Masking Pack	230	50.60	11,500	2,530.00

Figura 27. Listado de precios de sobre los distintos productos de Oracle.

Otros Servicios: Oracle Locator

Oracle Locator es una característica de Oracle Database 11g (Express Edition, Standard Edition, Standard Edition One y Enterprise Edition), que brinda características espaciales centrales para aplicaciones de negocio y GIS basado en partners. Las características incluyen administración y almacenamiento de datos de vectores, indexación, análisis de relaciones espaciales, soporte de sistemas de coordenadas (incluido el soporte del modelo EPSG), además de otros servicios.

4.6.3 Google Maps

Para este proyecto se ha decidido elegir como proveedor de mapas para la aplicación. Los servicios que ofrece Google Maps a través de su API gratuita cubren con holgura los requisitos de este proyecto. Los detalles del APIs gratuita y *Premium*, de pago, junto a sus principales características se muestran a continuación.

Google Maps es una de los proveedores de mapas digitales más conocidos. Su tecnología en constante actualización y mejora, hacen que las empresas se decanten cada vez más por sus servicios. Ver logotipo en la Figura 28.

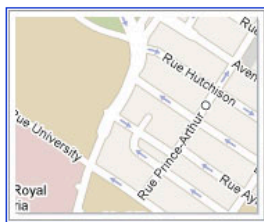


Figura 28. Logotipo de la extensión Google Maps, de la entidad Google.

A continuación se hace un breve repaso de las principales características de Google Maps, así como sus condiciones de servicio y costes.

APIs y Servicios

Google Maps dispone de una amplia matriz de API (Google Maps API 2012) que permite al usuario insertar las funciones completas y la utilidad diaria de Google Maps, en su propio sitio web y en sus propias aplicaciones, así como superponer sus propios datos sobre ellas.



Static Maps API

Permite a los usuarios insertar una imagen rápida y sencilla de Google Maps en sus páginas web o en sus sitios para móviles sin necesidad de utilizar JavaScript ni ningún sistema de carga de páginas dinámicas.

[Más información](#)



Servicios web

Puedes utilizar las solicitudes de URL para acceder a información de lugares, de direcciones o de codificación geográfica de las aplicaciones cliente, y manipular los resultados en JSON o en XML.

[Más información](#)



Maps Data API

Puedes visualizar, almacenar y actualizar datos de mapas a través de los feeds de Google Data API, mediante un modelo de funciones (marcadores, líneas y formas) y conjuntos de las mismas.

[Más información](#)

Figura 29. Categorización de los servicios de Google Maps para desarrolladores.

Condiciones de Contrato y Requisitos

Google se reserva el derecho de suspender o finalizar el uso de este servicio en cualquier momento.

En la sección de preguntas frecuentes de Google Maps se encuentran las condiciones que se han de cumplir para poder utilizar sus servicios (Google Maps Contrato 2012).

No obstante, se muestra a continuación una síntesis de las condiciones más importante que hay que seguir sin obviar la lectura obligatoria términos de uso y condiciones del servicio de Google Maps.

- No existe limitación en el número de visitas diarias a la página que se pueden generar mediante Google Maps API.

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

- El número de solicitudes de codificación geográfica que se pueden enviar diariamente es limitado.
- El API de Google Maps no incluye publicidad. Google se reserva el derecho de cambiar esta condición en cualquier momento. Si esto sucediera, se avisaría a los usuarios con una antelación de 90 días.
- El control GoogleBar del API de JavaScript de Google Maps utiliza el API AJAX para búsquedas y que esa API dispone de sus propias condiciones del servicio.
- Los usuarios finales deberán poder acceder de forma gratuita a los servicios.
- No se pueden modificar ni ocultar los logotipos ni la atribución del mapa.
- Se deberá indicar si la aplicación utiliza un sensor (por ejemplo, un localizador GPS) para identificar la ubicación del usuario.
- Se puede utilizar el API en sitios web o en aplicaciones de software. En el caso de sitios web, se debe registrar con la URL en la que se encuentre la implementación. En el caso de otras aplicaciones de software, se debe registrar con la URL de la página en la que se puede descargar la aplicación.

Diferencias del API Premier respecto del API gratuito

Google Maps API Premier utiliza la misma base de código que la versión estándar de Google Maps API, y además, ofrece las siguientes funciones:

- Un acuerdo de servicios completo.
- Atención al cliente.
- Aumento de los límites en Servicios web.
- Términos y condiciones de carácter comercial.
- Compatibilidad con aplicaciones de intranet dentro de la empresa.
- Acceso al API a través de una conexión *https* segura.

La Figura 30 muestra los servicios incluidos dependiendo de la opción contratada, el API gratuito o el API Premier.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

CARACTERÍSTICAS	API de Google Maps	API Premier de Maps
Street View	✓	✓
Cómo llegar en coche	✓	✓
Codificación geográfica avanzada		✓
Mapas estáticos de mayor tamaño		✓
ASISTENCIA		
Acuerdo de nivel de servicio		✓
Soporte técnica		✓
Informes sobre su uso y portal de soporte		✓
CASOS DE USO		
Disponible públicamente y de manera gratuita	✓	✓
Implementaciones internas		✓
Acceso mediante pago		✓
Control de publicidad		✓
Seguimiento de activos		✓

Figura 30. Comparación del API gratuito de Google Maps y del servicio Premier.

Costes de Licencia y Usos

Según contacto comercial se ha obtenido los distintos costes de licencia. Más información sobre los costes de licencia en la dirección web en referencias (Google Maps License 2012).

El producto "*Premier Maps*" tiene tres tipos de servicios diferenciados, cada uno de ellos basado en un modelo individual de uso.

1.) Google Maps API Premier para uso Externo

Este servicio está disponible cuando los mapas vayan a ser utilizados en websites públicas. El servicio se basa en el número de páginas vistas/sesiones de mapas que se utilizan a lo largo de un año.

Es la misma métrica que utilizaría para calcular el número de páginas vistas de su sitio web cuando es accedida por sus usuarios.

Google sólo computaría la primera instancia de la carga del mapa en la página. Esto significa que una vez el mapa esté cargado, el usuario puede interactuar con el mapa sin incremento alguno en el coste de uso.

La página vista/sesión termina cuando el usuario abandona la página. Se considera una nueva sesión/página vista cuando el usuario accede de nuevo a la página.

El precio inicial es de € **8,580.00** por 1M de páginas vistas al año.

2.) Google Maps API Premier para Uso Interno

Este tipo de licenciamiento se requiere para el uso de aplicaciones internas sistemas de reservas operados por un call center, herramientas de reporting, etc. donde el mapa es un componente de la aplicación existente.

Se ofrecen dos modelos de licenciamiento dependiendo del tipo de aplicación que use Google Maps:

- a) Basado en el número de usuarios: precio Inicial de € **8,580** por 100 usuarios por año.
- b) Basado en páginas vistas: precio Inicial de € **8,580** por 250.000 páginas vistas por año.

3.) Google Maps para Seguimiento de Activos

Licenciamiento requerido para el seguimiento de activos - necesario cuando sus aplicaciones utilizan mapas para la localización de un activo físico que está siendo monitorizado por un sensor del tipo GPS o GPRS, teléfonos móviles, dispositivos de posicionamiento geográfico, etc. Las aplicaciones para el seguimiento de activos pueden enfocarse en personas, vehículos, o terceros.

El servicio se licencia basado en la utilización de rutas (Driving Directions) y en el número de activos mostrados en un mes.

Con Rutas (Driving Directions): el precio comienza en € **8,580** para 400 activos por año.
Sin Rutas (Driving Directions): el precio comienza en € **8,580** para 800 activos por año.

Los tres servicios mencionados anteriormente incluyen todas las características y beneficios de Google Maps tales como Street-view y mapas estáticos.

Las licencias también incluyen:

- Garantía de Servicio.
- Service Level Agreement. SLAs.
- API Permanente.
- Garantía de no aparición de anuncios.
- Soporte y opciones de servicio.
- Capacidad de proporcionar mapas sobre https.

Cualquier uso de Google Maps en una intranet, extranet, o simplemente detrás de un firewall, necesita una licencia de Google Maps.

Descripción del API de Google Maps

Siguiendo un planteamiento AJAX, se utiliza CSS y DHTML para la presentación de los datos, el DOM (Document Object Model) para tratar dinámicamente la presentación de estos datos, XML y XSLT para el correcto intercambio y manipulación de la información, XMLHttpRequest para obtener la información de manera asíncrona (cuando es requerida por el usuario) y Javascript para coordinar a todos estos agentes dependiendo de las distintas necesidades.

De este modo, JavaScript trabaja entre la presentación y el servidor, que brinda las peticiones de información de forma asíncrona para incorporarla inmediatamente a la aplicación, sin necesidad de recargar toda la información y hacer una nueva petición de página completa al servidor.

Para comenzar a utilizar el API es necesario generar una clave codificada con la URL donde se encontrará la aplicación (Google Maps Key 2012).

A continuación se muestran algunos de los métodos más utilizados en el API:

- **new Gmap():** genera el mapa especificando como destino el id="map" que se asigna previamente para la capa contenedora. Nótese que el mapa se adaptará al tamaño especificado para esta capa. Ejemplo: `var map = new GMap(document.getElementById("map"));`
- **setMapType():** permite especificar el tipo de mapa a visualizar: "Map" (mapa vectorial), "Satellite" (fotografía de satélite) y "Hybrid" (combina ambas vistas). Ejemplo: `map.setMapType(G_SATELLITE_TYPE);`
- **addControl():** permite incorporar elementos de control al mapa, tal y como son el control de zoom y el selector de tipo de mapa. Dependiendo de las necesidades se pueden incorporar estos controles, o versiones de menor tamaño (*GSmallMapControl*) para mapas en tamaño reducido. Por defecto el mapa se muestra sin controles. Ejemplo: `map.addControl(new GMapTypeControl());`
- **map.centerAndZoom():** éste método indica a GMap qué lugar debe mostrar. Los parámetros son un GPoint (que se genera a partir de su latitud y longitud) y el nivel de zoom que se quiere mostrar, de 1 a 16, siendo el nivel 1 el más cercano y el 16 el más alejado. Ejemplo:
 - `map.centerAndZoom(new GPoint (-3.6887, 40.4199), 3);`

El siguiente ejemplo genera el tipo de y las propiedades del mapa mostrado en la Figura 31:

```
var map = new GMap(document.getElementById("map"));
map.setMapType(G_SATELLITE_TYPE);
map.addControl(new GLargeMapControl());
map.addControl(new GMapTypeControl());
map.centerAndZoom(new GPoint (-3.688788414001465, 40.41996541363825), 3);
```

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES



Figura 31. Resultado del código del API de Google Maps.

Servicio rápido de creación de mapas gratuitos

Google brinda al servicio del usuario una serie de aplicaciones que facilitan la creación de mapas personalizados de forma sencilla con una interfaz gráfica para la posterior integración en una aplicación web mediante un marco <iframe>

En el ejemplo siguiente ponemos a disposición un ejemplo de cómo crear un mapa sencillo generando el código del marco <iframe>:

Desde la web de Google Maps (Google Maps 2012) y con una cuenta de usuario registrada previamente accedemos a la sección de creación de mapas como muestra la Figura 32.



Figura 32. Ventana de creación de mapas desde la aplicación web de Google Maps.

Las opciones que se pueden editar son:

- Puntos de interés (con íconos personalizados) Figura 33.
- Líneas de ruta.
- Zonas de marcado.
- Trazado de rutas personalizadas.



Figura 33. Cambio de icono en la aplicación.

Otras Opciones:

Del mismo modo, la creación de este tipo de mapas permite la colaboración de otros sistemas (Figura 34), así como la exportación de los mapas generados en formato XML o KML para su importación en otras aplicaciones, Figura 35.

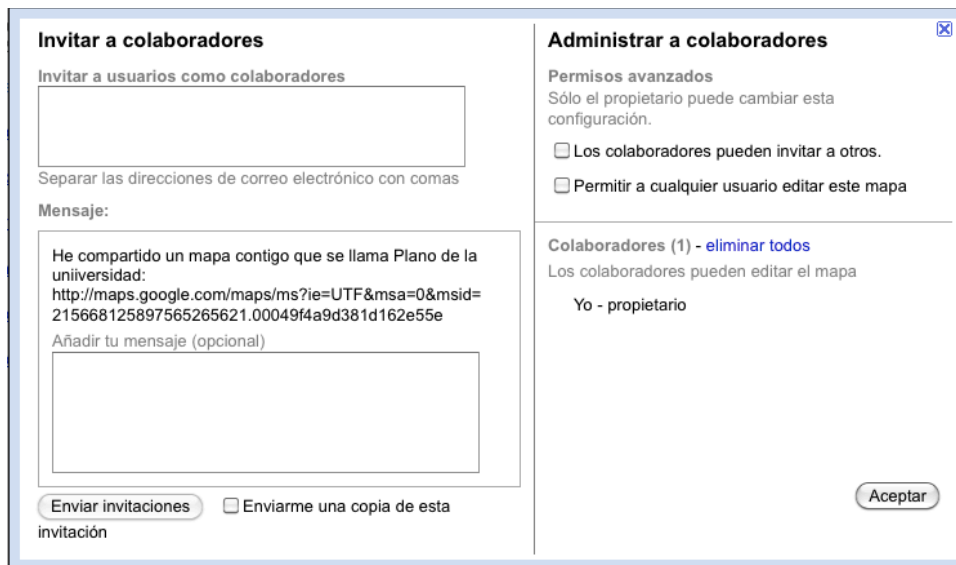


Figura 34. Invitación de colaboradores para desarrollar mapas conjuntamente.

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

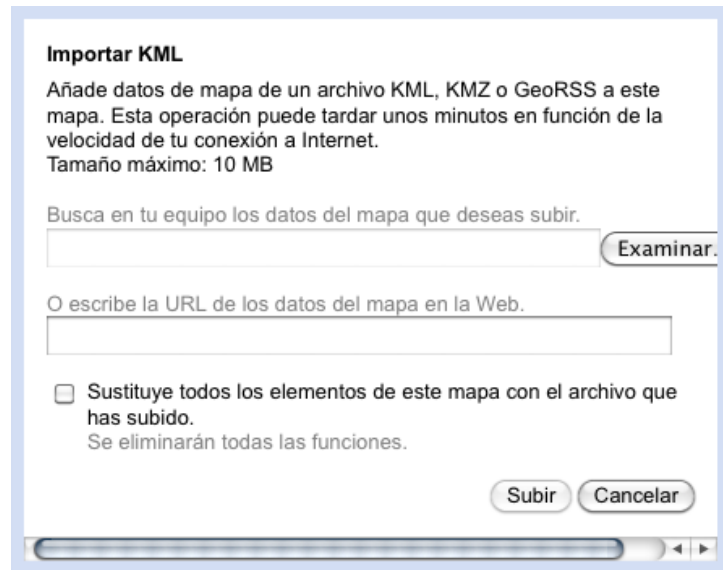


Figura 35. Importación de archivos KML, KMZ o GeoRSS.

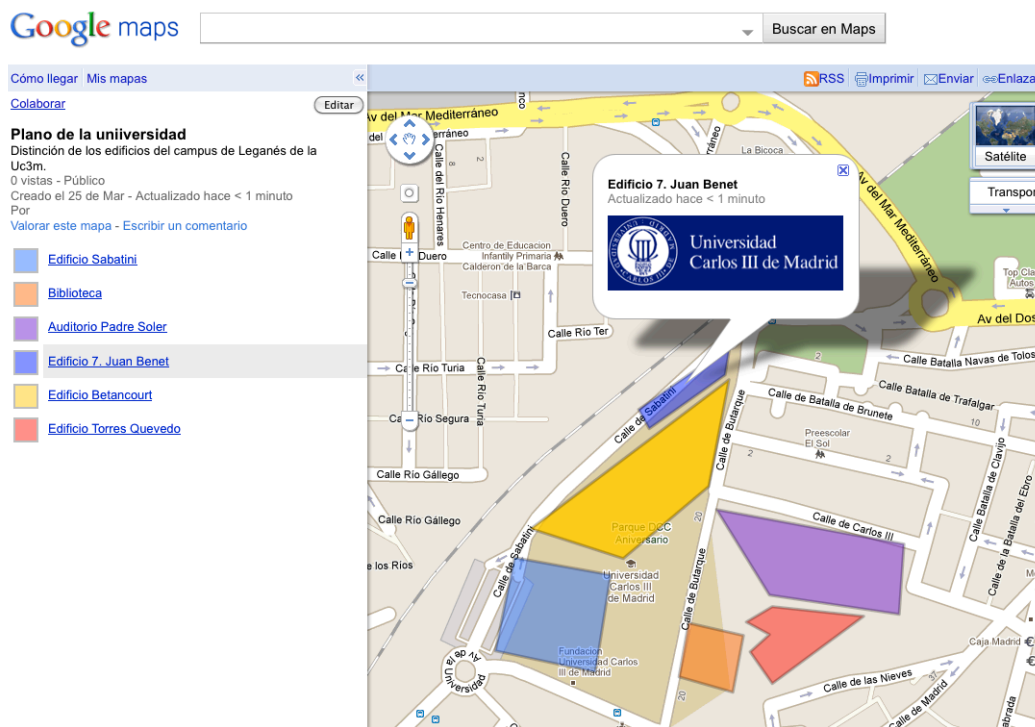


Figura 36. Resultado del mapa creado con la aplicación web de Google Maps (Ejemplo url 2012).

La Figura 36 muestra una captura del resultado de la creación de mapas personalizados con la herramienta vista en este apartado.

4.6.4 MapGuide Open Source GEO

MapGuide Open Source (MapGuide 2012) es una plataforma basada en web que permite a los usuarios desarrollar y desplegar rápidamente aplicaciones cartográficas y servicios geoespaciales en entorno web. MapGuide ofrece un visualizador interactivo que incluye funciones de selección, consulta de propiedades de objetos, geoprocursos sencillos y mediciones entre otros.



Figura 37. Logotipo Open Source Geo.

MapGuide incluye una base de datos en XML para la gestión de contenido, y soporte para los formatos de archivos geoespaciales más populares (XML, KML), bases de datos y normas.

MapGuide se puede ejecutar sobre Linux o Windows, posee soporte para los servidores web IIS y Apache y ofrece extensiones PHP, .NET, Java, JavaScript y un API para el desarrollo de aplicaciones.

En la Figura 38 se muestra la interfaz de una aplicación creada con MapGuide OSGeo.

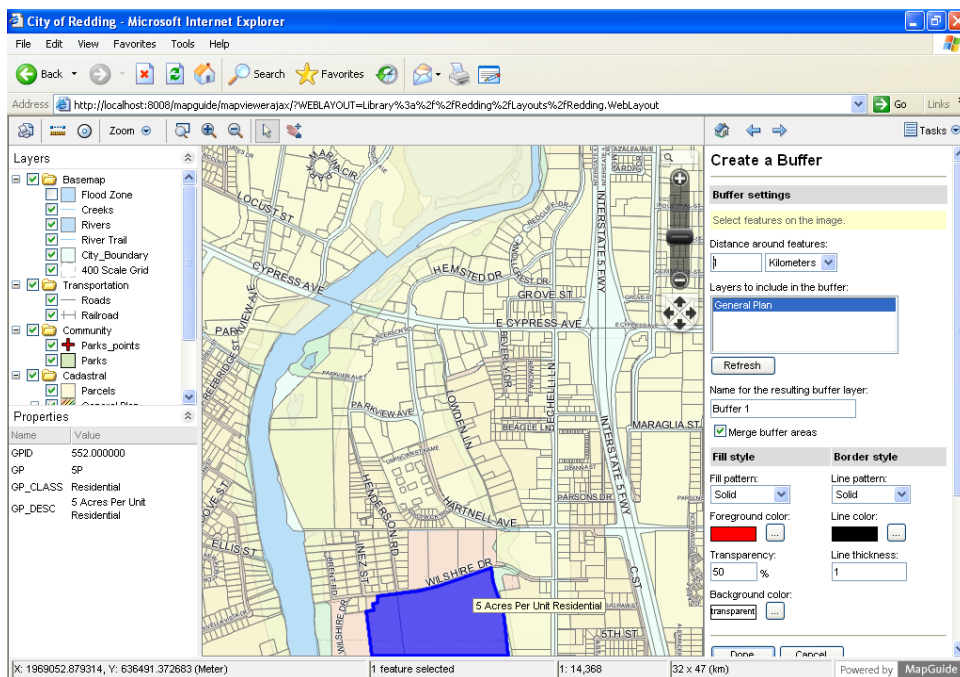


Figura 38. Captura de pantalla de una aplicación web creada con OSGeo.

APIs y Servicios

Los mapas son creados con capas, donde cada capa muestra una función desde una función de clase. Toda la documentación acerca del API se encuentra la web del servicio (OSGeo 2012).

Algunos servicios creados con el API de MapGuide son:

- **Resource Service:** manipulación de recursos y repositorios fuente.
- **Feature Service:** provee el acceso a FDO.
- **Rendering Service:** Renderización de mapas de en imágenes raster.
- **Drawing Service:** permite el acceso de bajo nivel para la elaboración de fuentes (DWF data).
- **Mapping Service:** genera eMaps y ePlots para vistas con formato DWF.
- **Site Service:** configuración de usuarios, grupos y sesiones de usuario.
- **Tile Service:** soporte para manipular los mapas y hacer zoom sobre ellos mediante AJAX.

Otras áreas importantes que ofrece el API son:

- **Coordinate System:** soporta transformaciones de coordenadas.
- **Geometry:** manipulación de objetos geométricos.
- **Collections:** clases para mantener las colecciones de objetos.
- **Common:** clases comunes de servicios públicos.

La API utiliza extensivamente datos XML. Los esquemas se documentan en esquemas XML.

Condiciones de Contrato y Requisitos

MapGuide Open Source se distribuye bajo la licencia LGPL (LGPL 2012).

Introducción al Desarrollo con MapGuide Open Source

Desde la web de MapGuide Open Source (MapGuide 2012) se ofrecen varios ejemplos de funcionamiento del sistema. Una vez instalado el software en un servidor web, se puede acceder a los ejemplos de las distintas aplicaciones desde los siguientes enlaces:

Slate:

<http://<machinename>:8008/mapguide/fusion/templates/mapguide/slate/index.html?>>

Aqua:

<http://<machinename>:8008/mapguide/fusion/templates/mapguide/aqua/index.html?>>

LimeGold: <http://>

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

<machinename>:8008/mapguide/fusion/templates/mapguide/limegold/index.html?

Maroon: http://

<machinename>:8008/mapguide/fusion/templates/mapguide/maroon/index.html?

TurquoiseYellow:

http://<machinename>:8008/mapguide/fusion/templates/mapguide/turquoiseyellow/index.html?

Otra forma de acceder a las aplicaciones de ejemplo sin necesidad de realizar ninguna instalación es visitando directamente las aplicaciones de ejemplo que MapGuide OpenSource pone a disposición en su propia web (MapGuide 2012). El código fuente de la aplicación puede ser descargado gratuitamente desde cada uno de los ejemplos. En la Figura 39 se muestra un ejemplo creado con herramientas CAD y MapGuide.

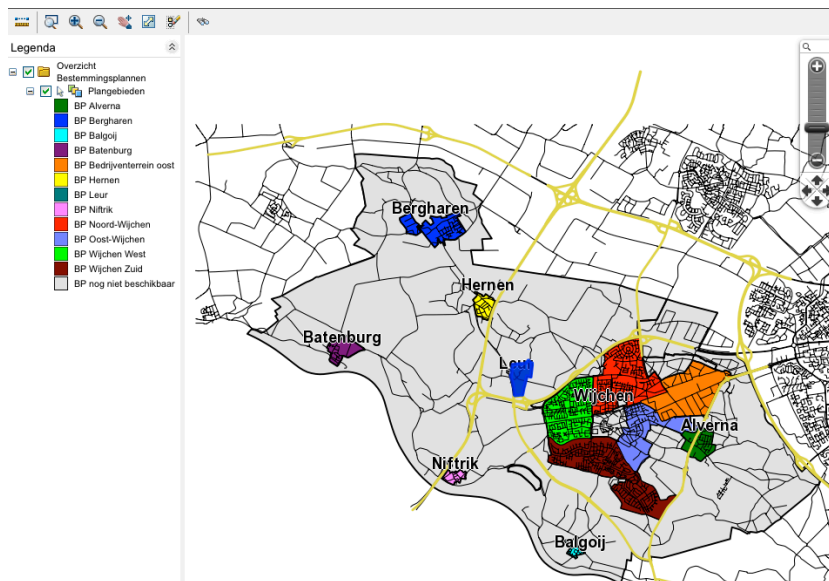


Figura 39. Desarrollo con aplicaciones CAD y GIS para el mercado holandés local.

4.6.5 Mapserver (Open Source Initiative)

MapServer es un entorno de desarrollo en código abierto (Open Source Initiative) para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet con el fin de visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red mediante la tecnología Internet Map Server (IMS) (Wikipedia 2012).



Figura 40. Logotipo de MapServer.

4.6 SISTEMAS GESTORES DE DATOS CARTOGRÁFICOS DIGITALES

Sus características principales son:

- Se ejecuta bajo plataformas Linux/Apache y Windows.
- Formatos vectoriales soportados: ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, GML y otros vía OGR.
- Formatos raster soportados: JPG, PNG, GIF, TIFF/GeoTIFF, EPPL7 y otros vía GDAL.
- Fuentes TrueType.
- Configuración "al vuelo" vía URL.

APIs y Servicios

PHP/Mapscript es un módulo para PHP que permite acceder a la API de MapServer. Éstas funciones y clases estarían disponible dentro de un entorno de desarrollo. El módulo fue desarrollado y es actualmente mantenida por la empresa *DM Solutions Group* (DM Solutions Group 2012).

La Familia Mapscript está representada como el siguiente árbol:

MapServer:

- PHPMapScript: PHP4.
- SWIGMapScript: Perl, Python, Ruby, Java y Tcl.

PHP es un Mapscript que es más cercano al MapServer y por ende próximo a la estructura de la aplicación final.

MapServer se caracteriza por tener un archivo de configuración denominado **mapfile** que tiene como extensión punto map (.map). Aquí se definen los datos como los siguientes mencionados: las capas, sus tipos y su configuración; fuente de datos de origen y forma de servir los datos; leyenda y proyecciones; y muchas otras configuraciones que se desea que se carguen al inicio.

Bajo la perspectiva del programador se puede presentar como una jerarquía de objetos con un padre principal y muchos objetos hijos que derivan de él.

MapServer CGI trabaja a través de plantillas HTML (*templates*) y bajo estructuras rígidas de consulta básica.

El PHP Mapscript rompe ésta rigidez del *.map* (pues carga las capas configuradas en él al inicializar) y ofrece la posibilidad de modificar, cambiar e incluso agregar más capas según se necesite, hacer acercamiento o consultar datos relevantes.

Costes de Licencia y Usos

MapServer se distribuye bajo la licencia LGPL (LGPL 2012).

Introducción al Desarrollo/API con MapServer

En el siguiente enlace se encuentra la documentación detallada del API de MapServer (MapServer API 2012). A continuación se muestran sus principales características a desarrollar:

- Servidor Web: Apache o IIS con el módulo de PHP y PHP-Mapscript de Mapserver.
- Librerías: PROJ4, OGR, GDAL y utilitarios que iremos requiriendo.
- Fuente de Datos: shape files, PostGIS u otra fuente OGR.
- Un archivo Mapfile (.map).
- Un editor de texto o IDE preferido para PHP.
- Conocimiento básicos de Geodesia y SIG.

El código mostrado en la Figura 41 define varias capas y símbolos dentro del archivo *mapfile*.

```
# Start of layer definition
LAYER
# Name of the layer
NAME "mytest"
TYPE POINT # Point geometries
STATUS DEFAULT # Always draw
# Use the dataset test.shp
DATA test
# Start of a Class definition
CLASS
# Start of the first Style
STYLE
# Symbol to be used (reference)
SYMBOL "square"
# Size of the symbol in pixels
SIZE 16
# Colour (RGB) - red
COLOR 255 0 0
# Outline colour (RGB) - black
OUTLINECOLOR 0 0 0
END # end of STYLE
# Start of the second Style
STYLE
# Symbol to be used (reference)
SYMBOL "circle"
# Size of the symbol in pixels
SIZE 10
# Colour (RGB) - blue
COLOR 0 0 255
END # end of STYLE
END # end of CLASS
END # end of LAYER

# Start of symbol definition
SYMBOL
# Symbol name (referenced in STYLES)
NAME "square"
TYPE vector # Type of symbol
# Start of the symbol geometry
POINTS
0 0
0 1
1 1
1 0
0 0
END # end of POINTS
# The symbol should be filled
FILLED true
END # end of SYMBOL

# Start of symbol definition
SYMBOL
# Symbol name (referenced in STYLES)
NAME "circle"
TYPE ellipse # Type of symbol
# Start of the symbol geometry
POINTS
1 1
END # end of POINTS
# The symbol should be filled
FILLED true
END # end of SYMBOL
```

Figura 41. Sección de las Capas en el Mapfile.

La Figura 42 representa el tipo de símbolos que se pueden construir dentro del fichero *mapfile* y varias de sus combinaciones.

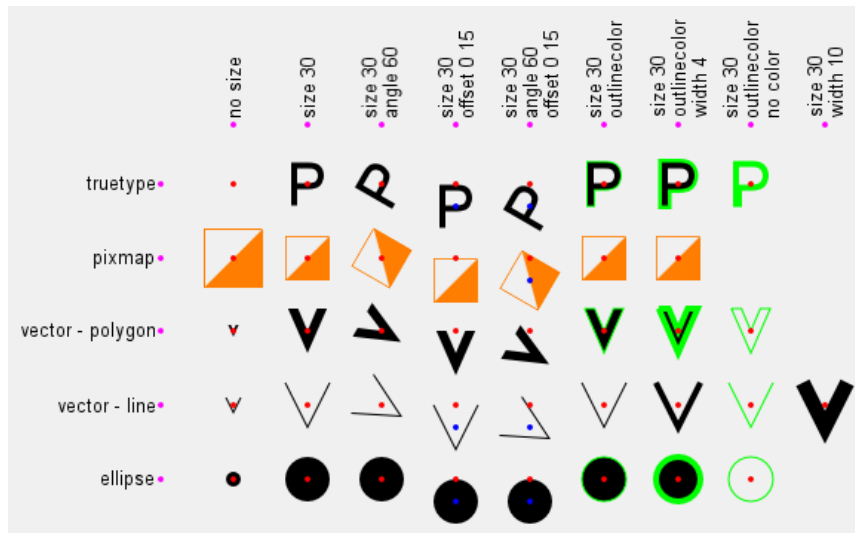


Figura 42. Construcción de puntos simbólicos.

4.6.6 Comparativa de empresas

En la Tabla 1, se añadan gráficamente en forma de tabla la comparativa de los distintos servicios ofrecidos por los principales distribuidores GIS analizados en este documento. Los costes no incluyen IVA.

SERVICIOS
y
EMPRESAS



SERVICIOS y EMPRESAS	Tele Atlas	Google maps España	Autodesk MapGuide Enterprise
API gratuita	No	Sí	No
API comercial	Sí	Sí	Sí
Proveedores de mapas	Propio	Navteq (Norte América) Tele Atlas (resto)	MapGuide
Coste Licencia	A partir de 10.000€/año*	8.540 €/año*	2.200 €/año*
Coste Licencia/User	Precio por utilización*	--	--
Conexión a Base de datos	Sistema Propio	Sistema Propio	Oracle, SQL Server, ArcSDE, MySQL, ODBC, WFS, WMS
Tecnologías	JavaScript, XML, SOAP, JSON	Propia	Java, PHP, .NET

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES




SERVICIOS y EMPRESAS	 OSGeo <small>Your Open Source Compass</small>	 ORACLE Spatial	 MapServer <small>open source web mapping</small>
API gratuita	Sí	No	Si
API comercial	No	Sí	No
Proveedores de mapas	Propio (Open Source)	Navteq	Propio (Open Source)
Coste	--	17.500 US\$	--
Licencia			
Coste	--	350 US\$	--
Licencia/User			
Conexión a Base de datos	Oracle, SQL Server, ArcSDE, MySQL, ODBC, WFS, WMS	Oracle, MySql	Oracle, SQL Server, ArcSDE, MySQL, ODBC, WFS, WMS
Tecnologías	Java, PHP, .NET	Java + XML	Java, PHP, .NET

Tabla 1. Condiciones económicas y características de los distintos sistemas GIS.

La base de los sistemas libres de proveen mapas gratuitamente, se fundamenta en que los datos son registrados por usuarios aficionados. Según la web de OpenStreetMap (OpenStreetMap 2010), en enero de 2010 el proyecto superaba los 200.000 usuarios registrados, de los cuales cerca de 11.000 realizan alguna edición en la base de datos cada mes. El número de usuarios suele doblarse cada cinco meses.

A pesar de estos datos, quizá a día de hoy no sean suficientes para cubrir todas las zonas en las que se puede producir una situación de emergencia. Por este motivo se ha preferido utilizar los datos del proveedor Google Maps, quién ofrece un número limitado de peticiones al servidor (2.500 cargas al día para mapas personalizados). No obstante este límite no supone algún problema para llevar a cabo las primeras versiones de la aplicación y su puesta en funcionamiento.

Superado el límite se tendrá que abonar la cantidad fijada por Google Maps. Esta cantidad estará asumida por la empresa o titular que utilice sus servicios.

Capítulo 5

Diseño del Sistema

El diseño del sistema es el arte de definir la arquitectura de hardware y software, componentes, módulos y datos de un sistema para satisfacer ciertos requerimientos.

El objetivo principal de este capítulo es presentar el diseño del sistema realizado de forma detallada así como estudiar la tecnología que será de utilidad para llevar a cabo esta actividad.

En este capítulo se identificará la arquitectura de la aplicación, se estudiarán los requisitos de usuario mediante su definición en casos de uso, el diagrama de clases utilizado en la aplicación y un primer prototipo de la aplicación que será validado por el personal oficial del Parque de Bomberos de Fuenlabrada.

5.1 Definición de la Arquitectura

El sistema sigue un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. El patrón de llamada y retorno MVC (Modelo Vista controlador).

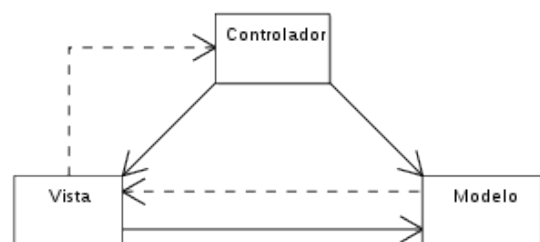


Figura 43. Relación entre el modelo, la vista y el controlador.)

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA

En la Figura 43, se representa un diagrama sencillo que muestra la relación entre el modelo, la vista y el controlador del patrón MVC.

En el sistema propuesto el modelo MVC coincide con los siguientes apartados:

- **Modelo:** como representación específica de la información con la cual el sistema opera. Se utilizan archivos con formato XML para almacenar los datos de la aplicación, se acceden a servicios web de los propietarios *Google Maps* y *Yahoo Weather* para obtener los datos requeridos sobre los mapas y la información del tiempo respectivamente.
- **Vista:** Este presenta el modelo en un formato adecuado para interactuar, usualmente la interfaz de usuario. La aplicación utiliza los elementos visuales disponibles desde el Framework de Flex para aplicaciones móviles. En distintas ocasiones, estos elementos o componentes provistos por el *Framework* han sido modificados para adaptarlos al estilo gráfico llevado en la interfaz de la aplicación.
- **Controlador:** el lenguaje utilizado para implementar la aplicación, ActionScrip3 es un lenguaje orientado a objetos y a eventos. Los eventos que se emiten por los distintos elementos de la aplicación son recogidos por el controlador para ser interpretados. Un ejemplo de evento enviado en la aplicación es cuando se selecciona una unidad del mapa. El controlador recoge el evento e interpreta la acción que indica con sus parámetros. En este caso en controlador debe comprobar qué unidad se ha seleccionado e interpretar los parámetros de latitud y longitud y sus niveles indicadores de oxígeno, explosímetro o cisterna.

A continuación se muestran los distintos parámetros y restricciones a las que se someterá la aplicación.

Definición de los niveles de la arquitectura

Básicamente, el sistema se compone de tres módulos que ha de comunicarse con un módulo externo formado por las bases de datos de Facebook, con las que tendría que estar conectado el sistema a través de internet para poder obtener los datos necesarios para la aplicación.

Nombres de Ficheros

Los nombres de los ficheros que conforman el código fuente del sistema deberán ser representativos de la funcionalidad que contiene cada uno. Además, su longitud no deberá superar los 25 caracteres y la primera letra deberá estar escrita en mayúscula. En caso de ser un nombre compuesto, la primera letra de cada palabra será escrita en mayúsculas y el resto en minúsculas. Por ejemplo *NombreDelFichero*.

Finalmente, los archivos que serán subidos a la red serán una serie de archivos contenedores creados automáticamente por la herramienta con la que será codificado el sistema, Adobe Flash Builder 4.6, por lo que los nombres de estos ficheros dependerán de dicha herramienta.

Idioma

El idioma predominante a lo largo de todo el desarrollo del proyecto será el castellano, por lo que los comentarios introducidos en el código fuente se realizarán en este idioma. En cambio, a la hora de codificar el sistema, los nombres de procedimientos, funciones, variables, etc. estarán en inglés, aprovechando que los métodos del lenguaje se encuentran en dicho idioma así como todos los métodos relacionados con las librerías que Google y Yahoo pone a disposición del programador.

Cabeceras de las clases

Cada una de las clases generadas mostrará al principio de su código un conjunto de líneas de comentario siguiendo el formato de la tabla:

<pre>/* Nombre de la clase: Descripción: Autor: */</pre>
--

Tabla 2. Cabecera de las Clases.

Visibilidad de las clases

Las clases podrán ser públicas (*public*) o privadas (*private*).

Identificadores de las clases

Los identificadores de las clases estarán formados únicamente por letras. Como excepción, la letra “ñ” será representada mediante los caracteres “ny”.

Además, los identificadores siempre comenzarán con una letra mayúscula. En el caso de que sea un nombre compuesto, la primera letra a partir de la segunda palabra será la mayúscula también. Ejemplo: *IdentificadorCompuesto*.

Constantes

En caso de utilizar constantes, solo se utilizarán las letras minúsculas. En caso de ser una palabra compuesta, la primera letra de la primera palabra empezará por minúscula y las siguientes por mayúsculas. Ejemplo: *constanteVariasPalabras*.

Variables

Los nombres de variables estarán formados por letras minúsculas. Al igual que con las constantes, en el caso de ser una palabra compuesta, la primera letra de cada palabra posterior a la primera será mayúscula. Ejemplo: *nombreVariable*.

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA

Funciones y procedimientos

En cuanto a las funciones y procedimientos, es muy importante que el nombre describa con la mayor precisión posible la funcionalidad que desempeña. Al igual que con las constantes y variables, los nombres deberán ser escritos en letras minúsculas utilizando las mayúsculas en la primera letra de cada palabra en caso de ser un nombre compuesto. Ejemplo: *nombreFunción*.

Especificación del entorno tecnológico

En este apartado se describe el conjunto de especificaciones referentes al entorno tecnológico del sistema diseñado. Se definirán el conjunto de elementos que compondrán el eje central de la infraestructura técnica que va a adoptar el sistema, además de abordar aquellos inconvenientes técnicos que puedan afectar el desarrollo del proyecto.

Hardware

Para el desarrollo del proyecto se emplearán dos sistemas: un ordenador Mac con microprocesador Intel i7 y un Tablet-PC Asus Transformer TF101.

Software

El sistema operativo instalado en la máquina empleada para la ejecución del sistema será MacOS 10.7. El sistema operativo para el Tablet-PC será Android 4.0 Ice Cream Sandwich.

Comunicaciones

El sistema deberá comunicarse con las APIs que Google y Yahoo pone a disposición de los desarrolladores. Para hacerlo se emplearán unas librerías proporcionadas por los mismos.

Estudio de la seguridad requerida en el proceso de diseño del sistema

Al tratarse de un sistema que no maneja información sensible para el usuario del propio sistema no es necesario supervisar la seguridad de las actividades del proceso de diseño.

Por otro lado, con el objetivo de evitar posibles pérdidas de información se realizarán backups regularmente.

En el siguiente apartado se estudia la especificación de requisitos mediante los casos de uso.

5.2 Casos de Uso

Para representar los requisitos del sistema, se ha utilizado el diagrama de casos de uso. En el diagrama propuesto, se dividen los roles que actuarán en la aplicación y las funcionalidades que han de poder realizar.

Para ello, en la Figura 44 se muestra el diagrama de casos de uso del sistema que se va a desarrollar.

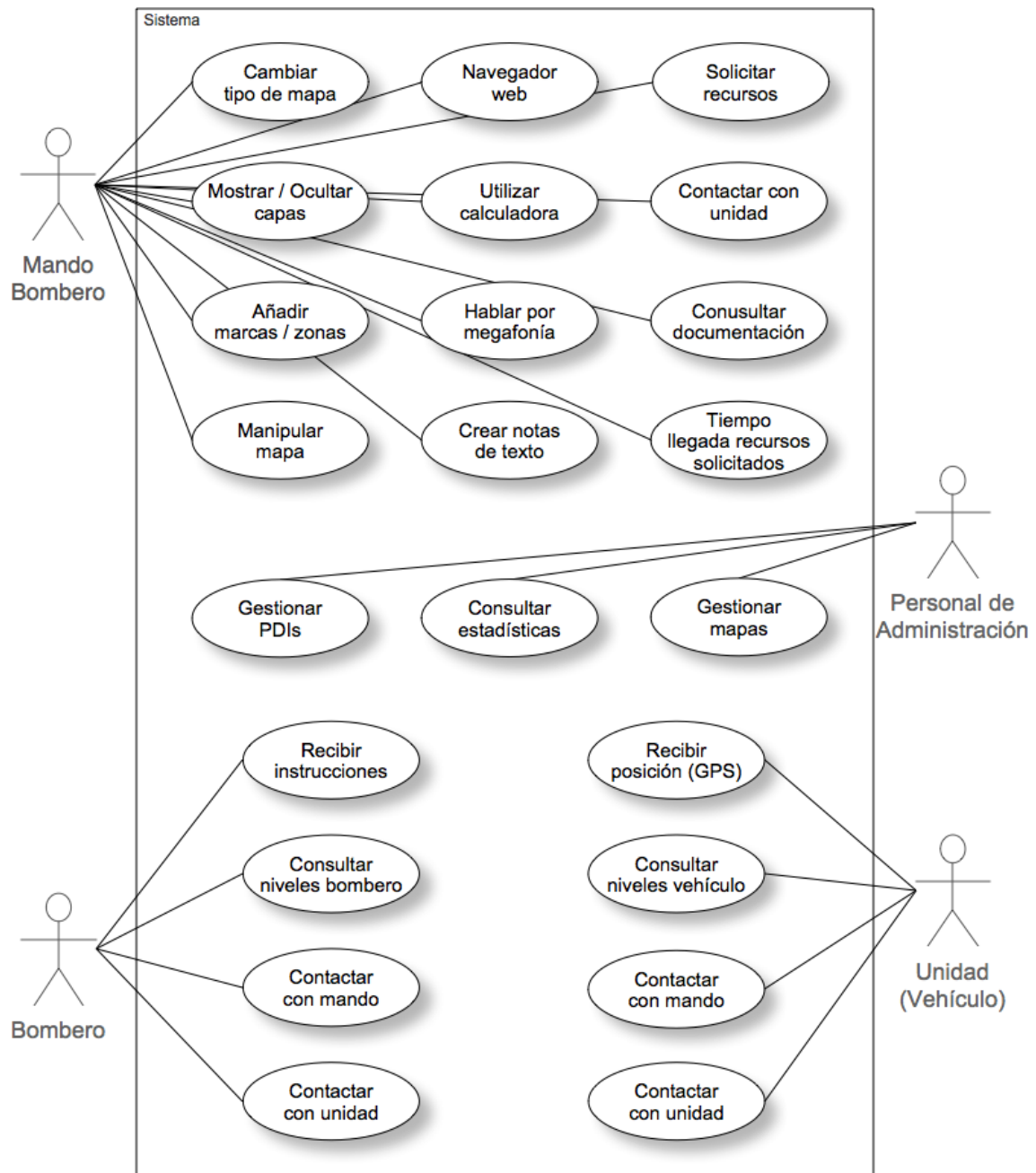


Figura 44. Diagrama de casos de uso del sistema.

5.2.1 Especificación detallada de los actores

Se llama actor a toda entidad externa al sistema que guarda una relación con éste y le demanda una funcionalidad. Esto incluye tanto a los operadores humanos como a todos los sistemas externos, además de entidades abstractas, como el tiempo (Wikipedia 2012).

Una vez aclarado qué se entiende por actor, se pasan a describir los atributos de los actores que interactúan con el sistema en el diagrama de casos de uso de la Figura 44 y que se definirán en las Tabla 3 a Tabla 6.

- **Actor:** nombre del Actor.
- **Casos de uso:** nombre de los casos de uso en los que participa.
- **Tipo:** primario (la comunicación la inicia el actor) o secundario (la comunicación la inicia el sistema).
- **Descripción:** breve descripción del actor.

Actor	Bombero Mando
Casos de Uso	Cambiar tipo de mapa, Mostrar/Ocultar capas, Añadir marcas/zonas, Manipular mapa, Navegador web, Utilizar calculadora, Hablar por megafonía, Crear notas de texto, Solicitar recursos, Contactar con unidad, Consultar documentación, Tiempo llegada recursos solicitados.
Tipo	Primario
Descripción	El bombero mando es el encargado de utilizar la aplicación de PMA. El Mando Bombero dispone de un terminal tipo Tablet-PC para utilizar la aplicación.

Tabla 3. Actor Bombero Mando.

Actor	Bombero
Casos de Uso	Recibir instrucciones, Consultar niveles propios, Contactar con mando, contactar con unidad.
Tipo	Primario
Descripción	El bombero dispone de una PDA para utilizar la aplicación. Este actor intervendrá directamente en las operaciones de rescate. Recibirá las órdenes a través del puesto de mando.

Tabla 4. Actor Bombero.

Actor	Unidad (Vehículo)
Casos de Uso	Recibir instrucciones, Consultar niveles propios, Contactar con mando, contactar con unidad.
Tipo	Primario
Descripción	<p>El vehículo dispone de una PDA donde recibe las órdenes del mando.</p> <p>Una unidad vehículo puede ser del tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Camión con dotación completa. ▪ Camión cisterna. ▪ Helicóptero.

Tabla 5. Actor Unidad (Vehículo).

Actor	Personal de Administración
Casos de Uso	Gestionar PDIs, Consultar estadísticas, Gestionar mapas.
Tipo	Primario
Descripción	Personal encargado de la administración de los datos y configuración del sistema.

Tabla 6. Actor Personal de Administración.

5.2.2 Especificación detallada de los casos de uso

En este apartado se realiza la especificación de los casos de uso. Cada caso de uso mostrado en las Tabla 7 a Tabla 28 estará especificado por los siguientes atributos:

- **Identificador:** identifica al caso de uso de forma única. Debe seguir el formato: CU-XXX, siendo XXX un valor numérico asociado a cada caso de uso.
- **Nombre:** breve especificación textual del caso de uso.
- **Actores:** tipo de usuario del sistema que inicia el caso de uso.
- **Descripción:** resumen de la funcionalidad del caso de uso.

5.2.2.1 Actor: Bombero Mando

Descripción de los casos de uso para el actor Bombero Mando.

Identificador	CU-001
Nombre	Cambiar tipo de mapa.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>Cambiar la vista del tipo de mapa mostrado en la aplicación. El bombero mando puede elegir el tipo de mapa que le convenga para cada situación. La finalidad de mostrar distintos mapas, es la de ayudar visualmente al bombero ofreciendo distintos patrones de colores y formatos del mapa.</p> <p>Vistas definidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mapa (Callejero en formato vectorial). Por defecto. ▪ Híbrido (Vista Satélite (imagen rasterizada) + Callejero). ▪ Relieve (Elevación del Terreno (imagen vectorial)). ▪ Contraste (Vista con colores contrastados (imagen vectorial)). ▪ Atlas (resaltado de las principales carreteras (imagen vectorial)). ▪ Rosado (Vista con tonos rosados y grises (imagen vectorial)). <p>El acceso a esta funcionalidad se situará en la barra principal de menús de la aplicación.</p>

Tabla 7. Caso de uso CU-001.

Identificador	CU-002
Nombre	Mostrar / Ocultar Capas.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	Mostrar y ocultar las distintas capas de información donde se sitúan los PDI. Se pueden mostrar los PDI que interesen en un momento dado así como ocultarlos para no interferir con el resto

	<p>de elementos gráficos.</p> <p>Las distintas capas de información incluidas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Información Meteorológica (Tiempo). ▪ Hidrantes. ▪ Garajes. ▪ Industrias y almacenes de componentes Tóxicos. ▪ Mapa superpuesto de la línea de Metro Sur de Madrid. ▪ Mapa de temperatura de la zona. Ofrece un gráfico por colores en función del nivel de temperatura para cada zona. <p>El acceso a esta funcionalidad se situará en la barra principal de menús de la aplicación.</p>
--	---

Tabla 8. Caso de uso CU-002.

Identificador	CU-003
Nombre	Añadir marcas / zonas.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>Desde una sección específica de la aplicación, el usuario podrá añadir en el mapa digital tantas marcas o zonas como se necesiten. Estas marcas y zonas ayudan a delimitar zonas relevantes para el usuario así como señalar nuevos puntos interesantes para la emergencia.</p> <p>Las marcas deberán ser personalizadas según:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Color. ▪ Título de la marca. <p>Asimismo, las marcas mostrarán la siguiente información en una ventana de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Títulos personalizados. ▪ Dirección completa de la posición de la marca. ▪ Altitud del terreno en la posición de la marca.

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA

	<p>Las zonas deberán introducirse punto por punto en el mapa digital. Cada punto introducido será un vértice del polígono resultante dibujado.</p> <p>El acceso a esta funcionalidad se situará en la barra principal de menús de la aplicación.</p>
--	--

Tabla 9. Caso de uso CU-003.

Identificador	CU-004
Nombre	Manipular mapa.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>El usuario podrá realizar las acciones sobre la zona del mapa digital de la aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mover mapa norte-sur-este-oeste. ▪ Ampliar zoom – alejar zoom.

Tabla 10. Caso de uso CU-004.

Identificador	CU-005
Nombre	Navegador web.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>La aplicación incluirá un navegador web completo donde el usuario podrá realizar las consultas necesarias en internet.</p> <p>El navegador deberá contener un apartado específico de marcadores donde se encontrarán distintos enlaces a direcciones favoritas recurrentes.</p> <p>El listado de favoritos deberá ser recogido mediante un fichero XML alojado externamente a la aplicación.</p> <p>El acceso al navegador web se situará en la barra principal de menús de la aplicación.</p>

Tabla 11. Caso de uso CU-005.

Identificador	CU-006
Nombre	Utilizar calculadora.

Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>La aplicación deberá integrar una calculadora para realizar cálculos sencillos por el usuario.</p> <p>La calculadora será accesible mediante la activación de un botón alojado en el menú de herramientas.</p>

Tabla 12. Caso de uso CU-006.

Identificador	CU-007
Nombre	Crear notas de texto.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>La aplicación deberá integrar un cuadro de texto para realizar introducir notas de texto por el usuario.</p> <p>La creación de notas de texto será accesible mediante la activación de un botón alojado en el menú de herramientas.</p>

Tabla 13. Caso de uso CU-007.

Identificador	CU-008
Nombre	Solicitar recursos.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>Se podrán pedir recursos de operativos directamente al sistema. Los recursos que podrán solicitarse deberán estar disponibles en el parque donde se manda la solicitud.</p> <p>Los recursos que se podrán solicitar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Camión con equipamiento completo. ▪ Camión cisterna. ▪ Helicóptero. ▪ Otros (manual): solicitar otros recursos mediante comandos de voz. <p>La solicitud de recursos se situará en la barra principal de menús de la aplicación.</p>

Tabla 14. Caso de uso CU-008.

Identificador	CU-009
Nombre	Contactar con unidad.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>El usuario podrá contactar con una unidad desplegada previa selección en la aplicación. Cuando se selecciona una unidad se muestran sus parámetros recogidos por los distintos sensores.</p> <p>Seleccionar una unidad podría realizarse de dos formas distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pulsando la unidad correspondiente en el mapa. ▪ Tomando la selección desde una lista.

Tabla 15. Caso de uso CU-009.

Identificador	CU-010
Nombre	Consultar documentación.
Actores	Bombero Mando.
Descripción	<p>La documentación que se podrá consultar estará directamente relacionada con el tipo de intervención a la que se acude.</p> <p>El formato de la misma será en HTML y deberá mostrarse en el navegador web integrado en la aplicación.</p> <p>La solicitud de consulta se realizará a través del menú de marcadores del navegador web (caso de uso CU-005).</p>

Tabla 16. Caso de uso CU-010.

Identificador	CU-011
Nombre	Tiempo llegada recursos solicitados
Actores	Bombero Mando.
Descripción	Los recursos solicitados aparecerán en una lista que mostrará el tiempo y distancia a la que se encuentran del lugar de la emergencia desde que fueron instados.

Tabla 17. Caso de uso CU-011.

5.2.2.2 Actor: Bombero

Descripción de los casos de uso para el actor Bombero.

Identificador	CU-012
Nombre	Recibir instrucciones.
Actores	Bombero.
Descripción	<p>El terminal del que dispondrá el actor bombero mostrará en pantalla la siguiente información cuando se reciba una instrucción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nueva posición. ▪ Señal de emergencia. ▪ Instrucción personalizada.

Tabla 18. Caso de uso CU-012.

Identificador	CU-013
Nombre	Consultar niveles bombero.
Actores	Bombero.
Descripción	<p>Acceso a los distintos sensores acoplados en un bombero:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposímetro. ▪ Pirómetro. ▪ Pulsímetro. ▪ Brújula digital. ▪ Nivel de oxígeno en bombona. ▪ GPS. ▪ Acelerómetro.

Tabla 19. Caso de uso CU-013.

Identificador	CU-014
Nombre	Contactar con mando.
Actores	Bombero.
Descripción	Permite la comunicación directa con el mando de la emergencia. La comunicación puede ser realizada mediante voz o texto.

Tabla 20. Caso de uso CU-014.

Identificador	CU-015
Nombre	Contactar con unidad.
Actores	Bombero.
Descripción	Permite la comunicación directa con una unidad (Bombero o vehículo) desplegada en la misma emergencia. La comunicación puede ser realizada mediante voz o texto.

Tabla 21. Caso de uso CU-015.

5.2.2.3 Actor: Unidad Vehículo

Descripción de los casos de uso para el actor Unidad Vehículo.

Identificador	CU-016
Nombre	Recibir posición (GPS)
Actores	Unidad Vehículo.
Descripción	Recibe la instrucción de la posición GPS a la que debe acudir dentro de la emergencia. Permite desplazarse directamente a su posición exacta del escenario, evitando desplazarse hasta el lugar del mando para recibir las instrucciones de su posición.

Tabla 22. Caso de uso CU-016.

Identificador	CU-017
Nombre	Consultar niveles vehículo.
Actores	Unidad Vehículo.
Descripción	<p>Acceso a los distintos sensores acoplados en los vehículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anemómetro. ▪ Nivel cisterna. ▪ Veleta. ▪ Brújula digital. ▪ GPS.

Tabla 23. Caso de uso CU-017.

Identificador	CU-018
Nombre	Contactar con mando.
Actores	Unidad Vehículo.
Descripción	<p>Permite la comunicación directa con el mando encargado de la emergencia.</p> <p>La comunicación puede ser realizada mediante voz o texto.</p>

Tabla 24. Caso de uso CU-018.

Identificador	CU-019
Nombre	Contactar con unidad.
Actores	Unidad Vehículo.
Descripción	<p>Permite la comunicación directa con una unidad (Bombero o vehículo) desplegada en la misma situación de emergencia.</p> <p>La comunicación puede ser realizada mediante voz o texto.</p>

Tabla 25. Caso de uso CU-019.

5.2.2.4 Actor: Personal de Administración

Descripción de los casos de uso para el actor Personal de Administración.

Identificador	CU-020
Nombre	Gestionar PDIs
Actores	Personal de Administración.
Descripción	<p>Permite la gestión de los PDI (Puntos de Información) que se mostrarán en la aplicación. Los distintos PDI de los que dispondrá la aplicación serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Garajes. ▪ Hidrantes. ▪ Industrias tóxicas. <p>Como línea futura, la aplicación permitirá la adición de nuevas capas para PDIs de distintas categorías.</p>

Tabla 26. Caso de uso CU-020.

Identificador	CU-021
Nombre	Consultar estadísticas.
Actores	Personal de Administración.
Descripción	El sistema será capaz de mostrar estadísticas de uso de la aplicación de las distintas situaciones de emergencia operadas en forma de histórico.

Tabla 27. Caso de uso CU-021.

Identificador	CU-022
Nombre	Gestionar mapas.
Actores	Personal de Administración.
Descripción	<p>Permite la gestión de los tipos de mapa mostrados en la aplicación.</p> <p>Los distintos tipo de mapa de los que dispondrá primeramente la aplicación se detallan en el caso de uso CU-001.</p>

Tabla 28. Caso de uso CU-022.

5.3 Prototipo del Sistema

El objetivo principal de la construcción de un prototipo inicial es la de crear una aplicación para un Tablet-PC donde se reflejen las futuras funcionalidades del sistema y para ser presentado ante los especialistas para obtener retroalimentación en objetivos basados en necesidades reales.

Para ello, el sistema hará uso de mapas digitales provistos por una entidad externa SIG (*Sistema de Información Geográfica*) para mostrar los mapas. En este prototipo y su posterior implementación se ha decidido utilizar los mapas de la empresa proveedora Google Maps. Las condiciones que ofrece esta entidad, vistas en el capítulo 4, análisis de las tecnologías existentes, de este documento, así como el API gratuito completo han propiciado su elección.

La aplicación ha sido creada íntegramente con el lenguaje de programación ActionScript3 y MSML desde el entorno de programación Adobe Flash. Esto permite crear sistemas multiplataforma para computadoras de escritorio (Windows, Mac y Linux) y dispositivos móviles inteligentes (*Smartphones* con sistemas operativos iOS, Android y BalckBerryOS) mediante la máquina virtual de Flash: Adobe Air. La ventaja de utilizar un entorno multiplataforma radica en la sencilla adaptación de la aplicación entre las distintas plataformas. No obstante, la aplicación del prototipo, así como la posterior implementación, del sistema han sido optimizadas para la versión del Tablet-PC.

A continuación, se proporciona una descripción del prototipo que se ha desarrollado.

La figura Figura 45 muestra la pantalla inicial en la que el bombero mando que vaya a hacer uso de la aplicación introducirá su código.

En la barra inferior de esta primera pantalla, se muestran dos botones que son accesibles sin necesidad de haber accedido antes mediante la clave. El botón de SOS (representado con un icono de teléfono) en el que se comunicará directamente con el teléfono de emergencias 112. El botón que se encuentra inmediatamente a su derecha se utilizará para apagar por completo el dispositivo.

En la barra superior, a la derecha se encuentran los datos de localización GPS, ciudad y coordenadas de latitud y longitud. En el centro de la barra se muestra la fecha y hora actual. A la derecha, se muestran los iconos que muestran el estado actual de los sensores del Tablet-PC donde se ejecuta la aplicación. Estos son el nivel de cobertura Wi-Fi, GPS, Bluetooth y cobertura de datos 3G.



Figura 45. Solicitud de contraseña para acceder al sistema.

Una vez dentro del sistema, Figura 46, el bombero podrá seleccionar una de las tres tareas principales descritas a continuación:

- **Mantenimiento:** en este apartado la aplicación contendrá los recursos necesarios para llevar a cabo el “Plan de Mantenimiento” establecido para el parque.
- **Registro de Actuaciones:** en este apartado se podrá consultar el histórico de las actuaciones realizadas en las distintas intervenciones. La información se muestra en forma de listados con los registros de cada intervención.
- **Intervención:** la aplicación entra en modo intervención. Para ello muestra en pantalla el mapa con las unidades disponibles y el resto de servicios descritos adelante en la Figura 47.

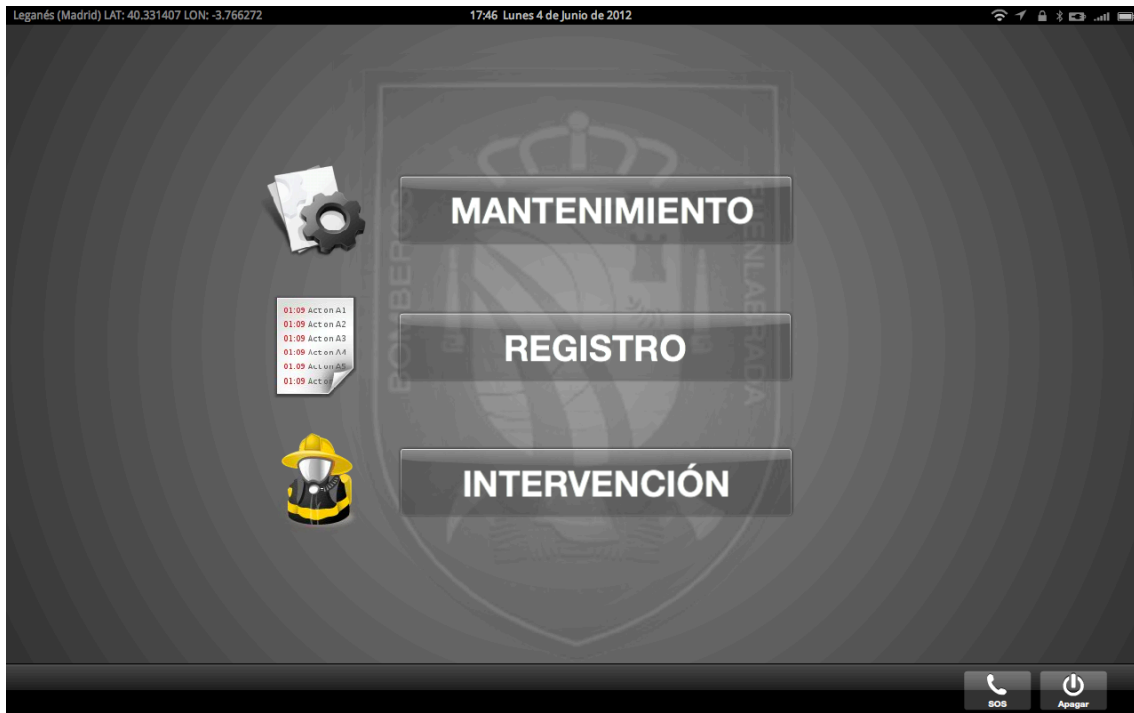


Figura 46. Selector de acción del prototipo.

Cuando se selecciona la opción de Intervención, la aplicación mostrará la pantalla de intervención, Figura 47. En ella se muestra el mapa central donde se situarán las unidades y recursos desplegados. El mapa mostrará información relevante respecto de su orientación y escala. Se podrán ver las zonas delimitadas para cada intervención.

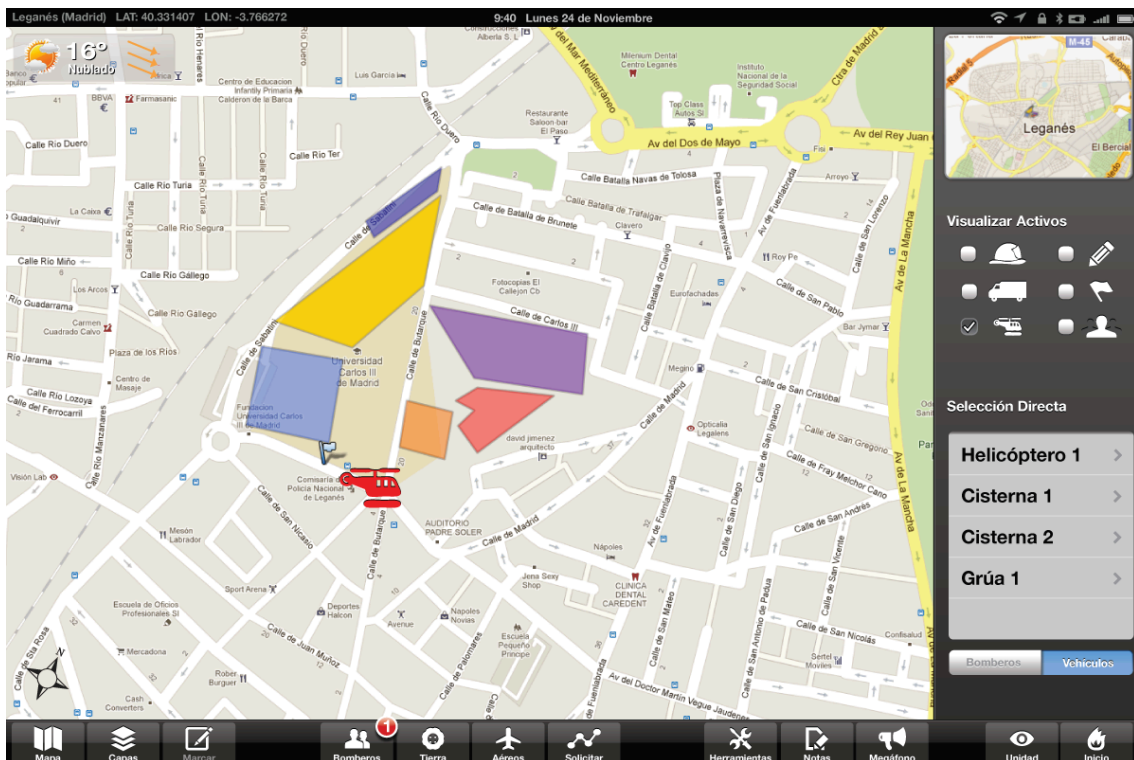


Figura 47. Vista central del panel de intervención.

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación se listan todas las funcionalidades que ofrece el prototipo desde la barra inferior.

- **Botón Mapas:** intercambia el tipo de mapa mostrado en la aplicación. El menú muestra las opciones a elegir entre los modos Híbrido, Satélite, Relieve y Normal. Figura 48 izquierda.
- **Botón Capas:** posibilita la opción de mostrar u ocultar distintas capas de información relevante a la intervención sobre el mapa como son los paneles de Viento, Tiempo, Hidrantes y Accesibilidad. Figura 48 centro.
- **Botón Marcas:** habilita las opciones de realizar marcas y pintar sobre el mapa polígonos y rectilíneas a través de las opciones de Alzado, Círculo, Cuadrado. El botón “Ver Marcas” activa u oculta las marcas personalizadas realizadas. Figura 48 derecha.



Figura 48. Menú de los botones Mapa, Capas y Marcas.

- Los botones centrales de la barra inferior de la vista de intervención, muestran los accesos a la solicitud de recursos. Ver Figura 49. Las opciones que se encuentran en este apartado del menú son: pedir bomberos, vehículos de tierra, vehículos aéreos y solicitar otros recursos.
- Cuando el bombero mando solicita un recurso, inmediatamente se envía una orden al organismo que proceda, dependiendo del tipo de recurso pedido (unidad de bomberos, ambulancias, helicópteros, etc.) para realizar el envío del recurso.

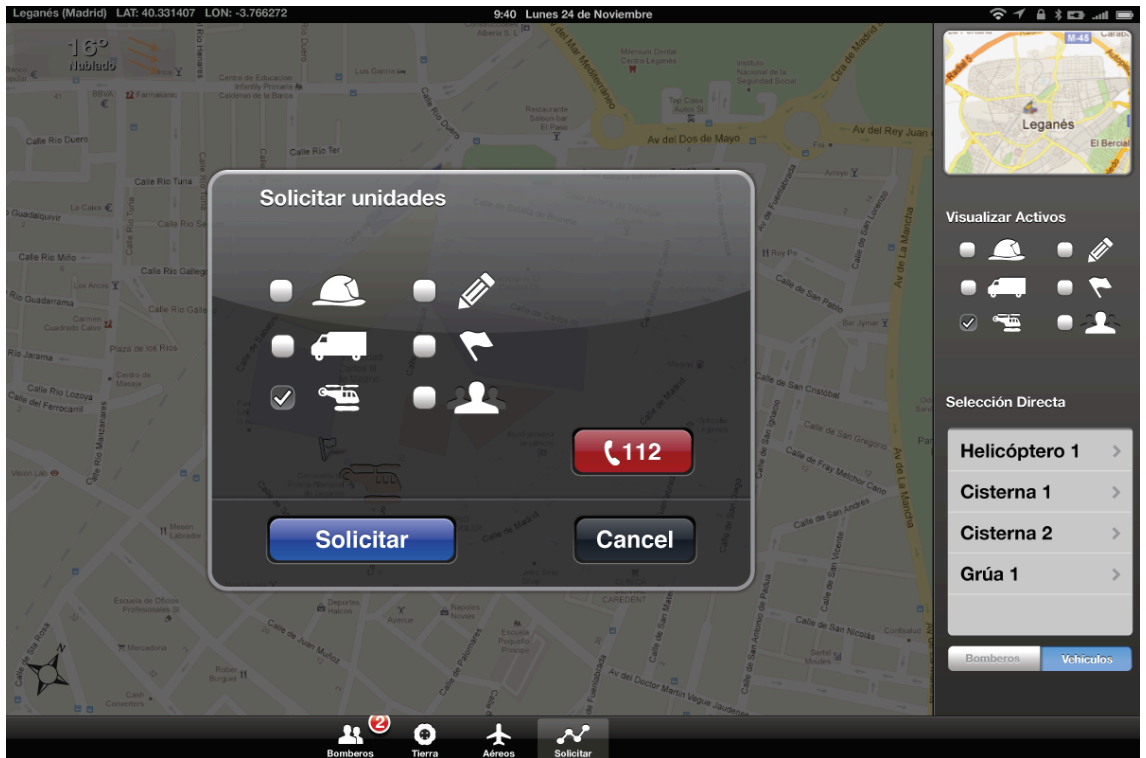


Figura 49. Menú Solicitar recurso y panel Solicitar otras unidades.

- A continuación de los botones de solicitar recursos, se encuentran los distintos botones de herramientas. Desde ellos (ver con detalle en la Figura 50) se pueden realizar los accesos a las tareas descritas a continuación:
- **Botón Herramientas:** panel de configuración del sistema.
- **Botón Notas:** Adición de notas escritas en la aplicación.
- **Botón Megáfono:** posibilidad de hablar por los megáfonos conectados con el sistema y reproducir mensajes grabados.

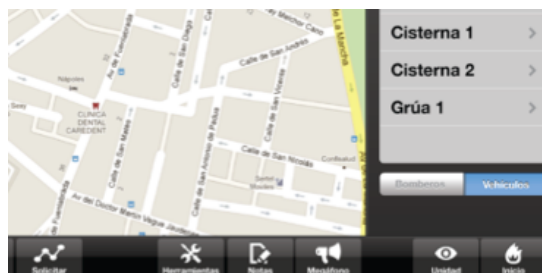


Figura 50. Detalle de los botones herramientas.

Por último, a la derecha de la barra inferior se encuentran dos botones que se describen a continuación (ver detalles en la Figura 51):

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA

- **Botón Unidad:** visión y estado de una unidad mediante sus niveles y cámara. En ella se muestra la imagen de la cámara conectada a la unidad
- **Botón Inicio:** volver a la pantalla de inicio.



Figura 51. Panel visor de unidad seleccionada.

La realización de un prototipo es fundamental para ofrecer una primera aproximación de las funcionalidades del sistema. Una vez realizado el prototipo puede ser validado por los expertos, quienes aprobarán, eliminarán o modificarán sus características.

5.3.1 Validación y modificaciones de los expertos

El prototipo con las funcionalidades descritas, ha sido presentado a fecha 24 de julio de 2012 en el parque de bomberos de Fuenlabrada. El Jefe de Parque, D. Víctor Manuel Fernández y el primer Brigada de Bomberos, D. Domingo Rivera, se han encargado de la revisión y validación del prototipo.

La opinión de los especialistas ha servido para modificar y crear las siguientes funcionalidades. Asimismo, los cambios han sido desarrollados e implementados en la aplicación final. Las modificaciones se recogen en el siguiente listado:

- **Modificación en los tipos de mapas:** se añaden nuevos mapas personalizados además de los que contenía el prototipo: +Mapa tipo contraste, +Mapa tipo atlas y Mapa tipo rosado. Esto nuevos tipos de mapas ofrecen al bombero mando distintos formatos de colores de los

mapas que consiguen contrastes diferentes. Por ejemplo será una opción elegir temas con contraste de colores cuando haya una alta iluminación en espacios abiertos que impidan ver correctamente el mapa.

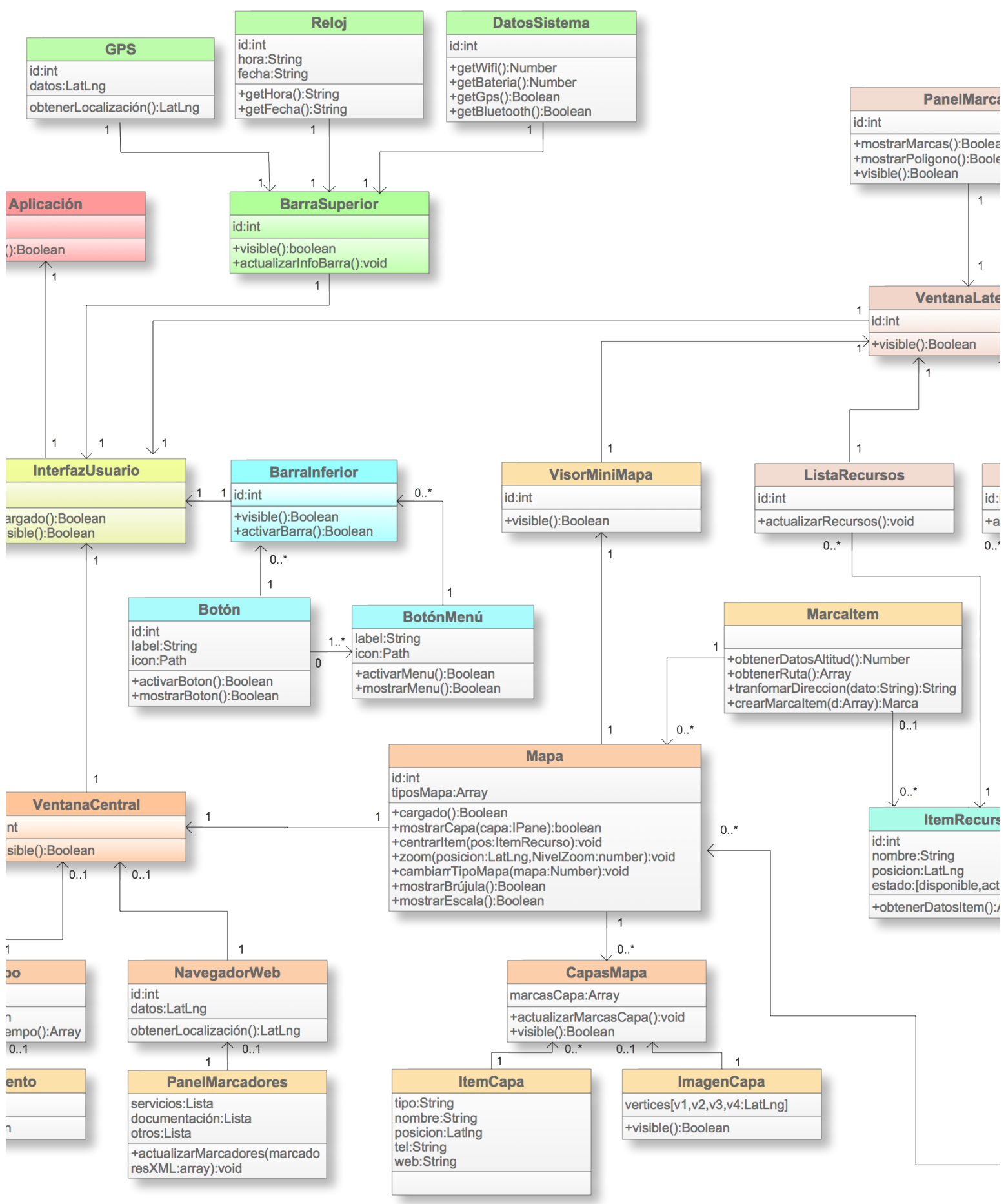
- **Adición de nuevos puntos de interés en el menú de capas:** nuevos PDIs (+Parques de Bomberos, +Garajes, +Industrias Tóxicas), y superposiciones de mapas centrados en su posición real (+Mapa de Metro Sur y + Mapa de Temperaturas).
- **Modificación del menú de marcas:** se cambia el menú descrito en el prototipo por un panel completo de adición de marcas descrito en el siguiente capítulo 6 de desarrollo e implementación del sistema.
- **Modificación del panel de recursos:** se establecen como predeterminadas la opción de pedir recursos de +Unidades, +Cisterna y +Helicóptero para solicitarlos en tiempo real una vez que se ha iniciado la intervención. Cuando se ha solicitado un recurso, la aplicación mostrará la ruta que seguirá desde su estación base hasta el lugar de la emergencia. También se mostrará el tiempo estimado que tardará en llegar la unidad hasta el lugar de los hechos.
- **Medir:** se añade el servicio de tomar mediciones sobre el mapa descrito en el siguiente capítulo 6, desarrollo e implementación del sistema.
- **Viento:** se ha extraído el botón de Viento del menú “Capas” del prototipo a la botonera principal de la aplicación para darle más importancia y prioridad.
- **Botón herramientas:** se ha modificado creando un menú a partir del botón herramientas con las siguientes funcionalidades: +Calculadora y +Notas.
- **Web:** Se ha añadido un nuevo servicio para acceder a internet mediante un navegador web embebido en la aplicación. Asimismo se incluye un panel de marcadores directos a información y manuales útiles para los bomberos. Este servicio está descrito en el siguiente capítulo 6 de desarrollo e implementación del sistema.

5.4 Diagrama de Clases

Una vez vistos los cambios definidos en la validación de los expertos, se procede a realizar diseño conceptual del diagrama de clases que se seguirá para implementar la aplicación final.

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA

El siguiente gráfico muestra el diagrama de clases de la aplicación. El diagrama muestra el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargarán del funcionamiento y la relación entre uno y otro.



5.4.1 Identificación de responsabilidades, atributos y métodos

En este apartado, se especifican las responsabilidades asociadas a cada una de las clases representadas. En las tablas, se describe el papel que desempeñan los objetos pertenecientes a cada una de ellas.

Conjuntamente, figuran los atributos y métodos correspondientes a las clases, los cuales especifican propiedades de éstas y se involucran en las diferentes responsabilidades de la clase. Toda la información queda recogida en las tablas Tabla 29 a Tabla 67. Clase PanelMarcadores..

5.4.1.1 Clases del controlador

Clase	Aplicación
Responsabilidades	La función de esta clase es la de cargar la interfaz, los mapas y recibir los datos XML del sistema mediante servicios HTTP.
Atributos	
Métodos	+cargado():Boolean: Devuelve <i>TRUE</i> si la clase ha terminado de cargar la interfaz, el mapa y los datos necesarios para poder comenzar a mostrar toda la información.

Tabla 29. Clase Aplicación.

Clase	LlamadaEvento
Responsabilidades	Esta clase hereda de la clase <i>DispatchEvent</i> , del entorno de las clases de <i>ActionScript3</i> . Se encarga de enviar y recibir eventos entre todas las clases. Este tipo de actuación se denomina Orientado a Eventos. Las clases que contienen objetos de este tipo, <i>LlamadaEvento</i> , podrán enviar o escuchar los eventos que se realicen en el sistema. Se pueden realizar llamadas personalizadas a través de sus atributos pasados por parámetros.
Atributos	tipo1, tipo2, tipo3:String: Almacenan los datos que se envían en los eventos como parámetros.
Métodos	+realizarLlamda():LlamadaEvento: envía un evento que es recogido por el sistema. +recogerLlamada():LlamadaEvento: recoge el evento enviado en el sistema.

Tabla 30. Clase LlamadaEvento.

5.4.1.2 Clases del Modelo de Datos

Clase	CargaXML
Responsabilidades	La función de esta clase es realizar la carga de los datos de un fichero XML mediante una llamada al servicio HTTP. Los datos recogidos son devueltos en forma de Array para su posterior utilización en el sistema.
Atributos	servicio:HttpService: objeto de la clase HttpService que se encarga de realizar la acción del servicio.
Métodos	<p>+getDatosXML(ruta:Path):Array: realiza una petición al servicio HttpService mediante la ruta pasada por parámetro y devuelve los datos recogidos en forma de Array,</p> <p>+actualizarXML(rutaPath, datos:Array):void: Actualiza los datos del fichero XML realizando una petición al servicio HttpService y guardando los datos en el atributo “datos” en forma de Array pasado por parámetros.</p>

Tabla 31. Clase CargaXml.

Clase	HttpService
Responsabilidades	La función de esta clase es realizar la acción del servicio Http en ActionScript. Envía la petición mediante el protocolo http y devuelve los datos recogidos en forma de Array.
Atributos	datos: almacena los datos recogidos en la llamada http.
Métodos	+getDatos():Array: devuelve los datos almacenados en el atributo datos en forma de Array.

Tabla 32. Clase HttpService.

5.4.1.3 Clases de la Vista

Clase	InterfazUsuario
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es mostrar en pantalla los paneles principales de la aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BarraSuperior: su función es mostrar los datos del sistema como el reloj, niveles de señal de los distintos sensores (wifi, GPS, batería y bluetooth). • VentanaCentral: su función es mostrar los principales elementos de la aplicación; el mapa central y los distintos

	<p>mensajes de la aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • BarraLateral: su función es albergar el panel de control de la adición de nuevas marcas sobre el mapa y mostrar información sobre las unidades que están trabajando en la situación de emergencia • BarraInferior: contiene la barra de botones y menús principales de la aplicación desde donde se accede a las funcionalidades del sistema.
Atributos	
Métodos	<p>+cargado():Boolean: esperará a tener cargadas los controles necesarios para poder ejecutar la interfaz.</p> <p>+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario. Es TRUE una vez que la aplicación ha terminado de ejecutar los primeros controladores.</p>

Tabla 33. ClaseInterfazUsuario.

Clase	BarraSuperior
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es mostrar en pantalla los controles y la información perteneciente a datos del sistema: wifi, GPS, batería, bluetooth y señal de telefonía.</p> <p>La representación de esta información se muestra en forma de icono sobre la pantalla. Cada icono se compone de los diferentes estados en los que se encuentre sensor.</p>
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	<p>+actualizarInfoBarra(): remuestrea los datos visibles en la barra superior y actualiza la información en pantalla.</p> <p>+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.</p>

Tabla 34. Clase BarraSuperior.

Clase	GPS
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar la información pertinente de los datos GPS recibidos por el dispositivo donde se ejecuta la aplicación.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta. datos:LatLng: Datos en forma de coordenadas latitud y longitud.
Métodos	+obtenerLocalizacion():LatLng: Devuelve las coordenadas latitud y longitud del dispositivo.

Tabla 35. Clase GPS.

Clase	Reloj
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla la hora y fecha actual del sistema.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta. hora:String: almacena la hora del sistema. fecha:String: almacena la fecha del sistema.
Métodos	+getHora():String: devuelve la hora del sistema. +getFecha():String: devuelve la fecha del sistema.

Tabla 36. Clase Reloj.

Clase	DatosSistema
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla la información referente a distintos niveles del sistema.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+getWifi():Boolean: 'TRUE' si activado o 'FALSE' si no. +getBateria():Boolean: 'TRUE' si activado o 'FALSE' si no. +getGPS():Boolean: 'TRUE' si activado o 'FALSE' si no. +getBluetooth():Boolean: 'TRUE' si activado o 'FALSE' si no.

Tabla 37. Clase DatosSistema.

Clase	VentanaLateral
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla las siguientes ventanas y controles: panel de control de marcas de mapa, lista de recursos, lista de activos y minimapa.
Atributos	id:int : identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean : este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 38. Clase VentanaLateral.

Clase	PanelMarcas
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es mostrar en pantalla los distintos controles para la adición de marcas personalizadas en el mapa. El panel de adición de marcas se representa mediante un panel de control con botones que activan o desactivan la adición de nuevas marcas personalizadas, en color, título, descripción y posición.</p> <p>También es posible añadir áreas poligonales mediante la inserción de marcas sucesivas sobre el mapa que delimitan los vértices del mismo. Estas áreas poligonales representan zonas de peligrosidad que ayudan visualmente a delimitar áreas de riesgo.</p>
Atributos	id:int : identificador de la herramienta.
Métodos	<p>+mostrarMarcas():Boolean: muestra u oculta las marcas personalizadas creadas en el mapa a través del panel de marcas.</p> <p>+mostrarPoligono():Boolean: muestra u oculta el polígono personalizado creado en el mapa a través del panel de marcas.</p> <p>+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.</p>

Tabla 39. Clase PanelMarcas.

Clase	Polígono
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es mostrar en el mapa el polígono personalizado creado desde el panel de marcas.</p> <p>Estas áreas poligonales representan zonas de seguridad que</p>

	ayudan visualmente a delimitar áreas de riesgo.
Atributos	color:Number: Color del polígono mostrado. vértices:Array[Marca]: Array de las Marcas que componen los vértices del polígono creado.
Métodos	+crearVertice(v:Marca):void: añade un nuevo vértice (marca) al polígono personalizado. +borrarVerticePoligono(p:Marca):void: elimina la marca que actúa como vértice del polígono creado. +actualizarPoligono():void: actualiza los vértices del polígono en el mapa.

Tabla 40. Clase Polígono.

Clase	Marca
Responsabilidades	La función de esta clase es crear una marca con personalización en el mapa. El propósito de estas marcas personalizadas es la de enfatizar puntos de interés sobre el mapa. El usuario puede añadir nuevas marcas sobre el mapa en distintos colores y títulos para añadir puntos de interés relevantes.
Atributos	texto:String: mensaje personalizado a mostrar en la marca. pos:LatLng: coordenadas de posición de la marca en el mapa. color:Number: color de la marca personalizada. icono:Path: ruta del icono personalizado.
Métodos	+crearMarca():Marca: Crea una marca en el mapa. +borrarMarca():void: elimina la marca personal seleccionada en el mapa.

Tabla 41. Clase Marca.

Clase	ListaRecursos
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla la lista de los recursos solicitados.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.

Métodos	+actualizarRecursos():void: actualiza la información del listado de los recursos solicitados.
----------------	--

Tabla 42. Clase ListaRecursos.

Clase	ListaActivos
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla la lista de las unidades activadas que se encuentran en la localización de la emergencia.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+actualizarActivos():void: actualiza la información del listado de las unidades activas.

Tabla 43. Clase ListaActivos.

Clase	VisorMiniMapa
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla una representación del mapa en miniatura con un zoom más alejado que el mapa central.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 44. Clase VisorMiniMapa.

Clase	BarraInferior
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar los botones, controles y paneles de información que interactúan con la aplicación.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+activarBarra: activa o desactiva los elementos contenidos en la barra inferior dependiendo del estado estos elementos. +visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 45. Clase BarraInferior.

Clase	Botón
Responsabilidades	La función de esta clase es crear una interacción con la aplicación que depende de la función a la que esté programada.
Atributos	id:int : identificador de la herramienta. label:String : etiqueta del botón. icon:Path : ruta del icono del botón.
Métodos	+activarBoton():Boolean : activa o desactiva el botón según su estado(activado/desactivado). +mostrarBoton():Boolean : Muestra u oculta el botón según su estado(visible/no-visible).

Tabla 46. Clase Botón.

Clase	BotonMenu
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar un botón que muestra un desplegable de botones en forma de menú.
Atributos	label:String : etiqueta del menú. icon:Path : ruta del icono del menú.
Métodos	+activarMenu():Boolean : activa o desactiva el menú según su estado(activado/desactivado). +mostrarMenu():Boolean : Muestra u oculta el menú según su estado(visible/no-visible).

Tabla 47. Clase BotonMenu.

Clase	PanelConfirmacion
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla un panel de información personalizado.
Atributos	mensaje:String : Mensaje personalizado del panel de confirmación.
Métodos	aceptarPeticon():Boolean : 'TRUE' si aceptado 'FALSE' si no.

Tabla 48. Clase PanelConfirmacion.

Clase	VentanaCentral
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla distintos controles y paneles tales como: el mapa, paneles de medición, carga de datos XML, Navegador Web.
Atributos	id:int : identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean : este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 49. Clase VentanaCentral.

Clase	Mapa
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla el mapa principal de la aplicación.
Atributos	<p>id:int: identificador de la herramienta.</p> <p>tiposMapas:Array: Tipos de mapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mapa(Por defecto): vista de callejero. ▪ Híbrido: vista de satélite más callejero superpuesto. ▪ Relieve: vista del relieve del terreno. ▪ Contraste: mapa con fuertes colores contrastados. ▪ Atlas: vista de callejero con colores en tonos azules y amarillos. ▪ Rosado: vista de callejero con colores en tonos rosados.
Métodos	<p>+cargado():Boolean: 'TRUE' si cargado o 'FALSE' si no.</p> <p>+mostrarCapa(capa:IPane):Boolean: muestra la capa en el mapa en una interfaz IPane (panel de capas propio del proveedor de mapas).</p> <p>+centrarItem(pos:ItemRecurso):void: Centra la vista del mapa en la posición del ítem pasada por parámetro.</p> <p>+zoom(posicion:LatLng, nivelZoom:Number):void: Hace</p>

	<p>zoom según el nivelZoom y centra el mapa según la posición pasada por parámetro.</p> <p>+cambiarTipoMapa(mapaNumber):void: selecciona y muestra el tipo de mapa pasado por parámetro.</p> <p>+mostrarBrujula():Boolean: 'TRUE' si mostrado o 'FALSE' si no.</p> <p>+mostrarEscala():Boolean: 'TRUE' si muestra la proporción a escala del mapa o 'FALSE' si no.</p>
--	---

Tabla 50. Clase Mapa.

Clase	CapasMapas
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es mostrar sobre el mapa los puntos de información (PDI) cargados en los XML de datos.</p> <p>Los Puntos de Información (o PDI) son marcas sobre el mapa que representan un objeto real. Por ejemplo, los PDI de hidrantes muestran un icono o marca sobre el mapa en el lugar exacto donde se encuentran.</p> <p>Estos puntos ayudan a orientar y encontrar sobre el mapa la posición real de los mismos. Los PDI pueden asimismo mostrar otra información relevante mediante su descripción. Por ejemplo pueden mostrar sus coordenadas en latitud y longitud, nombre del PDI en concreto, números de teléfono e información de contacto en caso de que el PDI contenga este tipo de información.</p>
Atributos	<p>marcasCapa:Array: contenedor de todas las marcas registradas en los XML de datos.</p>
Métodos	<p>+actualizarMarcasCapa():void: Actualiza la información de los PDI y los muestra en el mapa.</p> <p>+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.</p>

Tabla 51. Clase CapasMapa.

Clase	ItemCapa
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es registrar los datos necesarios para cada punto de información (PDI).</p>
Atributos	<p>tipo:String: tipo de PDI.</p>

	<p>nombre:String: nombre del PDI.</p> <p>posición:LatLng: coordenadas de posición del PDI.</p> <p>tel:String: teléfono del PDI.</p> <p>web:String: página web del PDI.</p>
Métodos	<p>+registrarDatosPDI(parametros:Array):Boolean: método que registra los atributos de un ítem de capa.</p>

Tabla 52. ItemCapa.

Clase	ImagenCapa
Responsabilidades	Muestra una imagen de tipo JPEG o PNG incrustada en el mapa según las coordenadas pasadas por parámetros.
Atributos	vértices[v1,v2,v3,v4:LatLng]: vértices de la imagen en forma rectángulo incrustada en el mapa.
Métodos	+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 53. ImagenCapa.

Clase	MarcaItem
Responsabilidades	<p>La función de esta clase es crear las marcas de los Recursos, tanto de los que están activos como los que están disponibles.</p> <p>Mediante peticiones HttpService obtiene los datos de la altitud, ruta y transformación de nombres entre coordenadas y nombre y número del callejero.</p>
Atributos	posición:LatLng: coordenadas de posición de la marca.
Métodos	<p>+obtenerDatosAltitud(pos:LatLng):Number: devuelve la altitud del ítem pasado por parámetro.</p> <p>+obtenerRuta():Array: devuelve la ruta del ítem.</p> <p>+transformarDireccion(dato:String):String: transforma las coordenadas en datos reales de callejero (Dirección y número) y viceversa dependiendo del tipo del parámetro de entrada.</p> <p>+crearMarcaItem(d:Array):Marca: Añade en el mapa la marca con la información perteneciente al ítem.</p>

Tabla 54. Clase MarcaItem.

Clase	ItemRecurso
Responsabilidades	Clase padre de Bombero, DotacionCompleta, Cisterna y Helicóptero. Se encarga demostrar la información por pantalla de cada ítem. Se muestran tanto sus características como niveles pasados por parámetros.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta. nombre:String: nombre del ítem. posición_LatLng: coordenadas de posición del ítem. estado:String: Estado del ítem [disponible, activo]
Métodos	+obtenerDatosItem():Array: Devuelve un Array con los atributos del ítem.

Tabla 55. Clase ItemRecurso.

Clase	Helicóptero
Responsabilidades	Clase padre: ItemRecurso. Muestra la información acerca de los helicópteros que están incluidos en el sistema.
Atributos	altura:Number: Altura en metros del helicóptero.
Métodos	

Tabla 56. Clase Helicóptero.

Clase	Cisterna
Responsabilidades	Clase padre: ItemRecurso. Muestra la información acerca de las cisternas que están incluidos en el sistema.
Atributos	cisterna:Number: muestra en % en nivel de llenado del tanque de líquidos ignífugos. anemometro:Number: devuelve la velocidad del tiempo en km/h
Métodos	

Tabla 57. Clase Cisterna.

Clase	DotacionCompleta
Responsabilidades	Clase padre: ItemRecurso. Muestra la información acerca de los helicópteros que están incluidos en el sistema.
Atributos	<p>cisterna:Number: muestra en % en nivel de llenado del tanque de líquidos ignífugos.</p> <p>anemometro:Number: devuelve la velocidad del tiempo en km/h.</p> <p>veleta:Number: devuelve en grados con respecto al norte la dirección del tiempo.</p>
Métodos	

Tabla 58. Clase DotacionCompleta.

Clase	Bombero
Responsabilidades	Clase padre: ItemRecurso. Muestra la información acerca de los helicópteros que están incluidos en el sistema.
Atributos	<p>tipo:String: tipo de bombero[en pruebas/oficial]</p> <p>rango:String: define el la jerarquía del bombero: Bombero Raso, Distinguido, Cabo Segundo, Cabo Primero, Sargento Segundo, Sargento Primero, Sargento Ayudante, Oficiales, Sub-Teniente, Teniente, Capitán, Mayor, Teniente Coronel, Coronel, Coronel Encargado.</p> <p>ox:Number: devuelve el nivel de oxígeno de la botella de oxígeno en %.</p> <p>pulso:Nimber: devuelve el número de pulsaciones por minuto del bombero.</p> <p>explo:Number: devuelve la medición de las concentraciones de gases y vapores inflamables de alrededor.</p>
Métodos	

Tabla 59. Clase Bombero.

Clase	PanelCargaXML
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar Muestra un panel de selección en pantalla para cargar diferentes datos de ficheros XML

	externos a la aplicación.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 60. PanelCargaXML.

Clase	PanelMedir
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar Panel de información que permite calcular la distancia en metro entre dos puntos seleccionados del mapa.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta. punto1,punto2:LatLng: coordenadas de los puntos del mapa seleccionados.
Métodos	+medirDistancias(punto1, punto2): devuelve el valor en metros de la distancia entre los puntos 1 y 2 pasados por parámetros. +visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario.

Tabla 61. Clase medir.

Clase	Notas
Responsabilidades	Componente encargado de escribir notas en la propia aplicación.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario.

Tabla 62. Clase Notas.

Clase	Calculadora
Responsabilidades	Componente encargado de hacer cálculos rápidos.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean: indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 63. Clase Calculadora.

Clase	Tiempo
Responsabilidades	Panel de información que muestra en pantalla los distintos las condiciones climáticas. Estos datos son obtenidos mediante una llamada HttpService a los servidores de Yahoo.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	<p>+obtenerDatosTiempo():Array: devuelve los datos climatológicos obtenidos en forma de Array.</p> <p>+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.</p>

Tabla 64. Clase Tiempo.

Clase	PanelViento
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar en pantalla la dirección del tiempo.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 65. Clase PanelViento.

Clase	NavegadorWeb
Responsabilidades	La función de esta clase es mostrar Muestra un panel en la ventana principal con la vista de un navegador de internet completo.
Atributos	id:int: identificador de la herramienta.
Métodos	+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.

Tabla 66. Clase Navegador Web.

Clase	PanelMarcadores
Responsabilidades	Panel de información que muestra en pantalla los distintos marcadores de enlaces a páginas web externas. Se muestran las categorías de marcadores de Servicios, Documentación y Otros

	Servicios.
Atributos	<p>id:int: identificador de la herramienta.</p> <p>servicios:Lista: lista de marcadores de los servicios.</p> <p>documentación:Lista: lista de marcadores de documentación.</p> <p>otros:lista: lista de marcadores de otros servicios.</p>
Métodos	<p>+actualizarMarcadores(marcadoresXML:array):void: actualiza los marcadores dado el fichero XML pasado por parámetro.</p> <p>+visible():Boolean: este atributo indica si esta interfaz es visible para Usuario o por el contrario está oculta en detrimento de otra interfaz.</p>

Tabla 67. Clase PanelMarcadores.

En este capítulo se han estudiado la definición de la arquitectura. Se han reflejado los casos de uso del sistema mediante la descripción de los casos de uso. Se ha realizado un primer prototipo y validado por los expertos quién han añadido y modificado aquellas mejoras que han considerado de utilidad para el funcionamiento real de la aplicación. Y finalmente, ha sido conceptualizado el diagrama de clases de la aplicación final, en base a las modificaciones aportadas por los expertos.

En el siguiente capítulo 6, se procede a desarrollar e implementar todas las funcionalidades descritas en este capítulo. Siguiendo como guía, para el desarrollo de la aplicación, el diagrama de clases propuesto.

Capítulo 6

Desarrollo e implementación del Sistema

Durante la fase de implementación, se ha generado el código necesario para el funcionamiento de la aplicación. Se han utilizado los lenguajes de programación MXML (propio del Framework FLEX) y ActionScript para desarrollar dicho código utilizando el entorno de desarrollo de Adobe Flash Builder 4.6.

En este capítulo se describe el funcionamiento de las distintas interfaces y servicios de las que se compone la aplicación implementada para Tablet-PC y se realiza un breve análisis de cada uno de ellos.

La Figura 52 muestra la estructura de ficheros y clases utilizadas en el sistema:

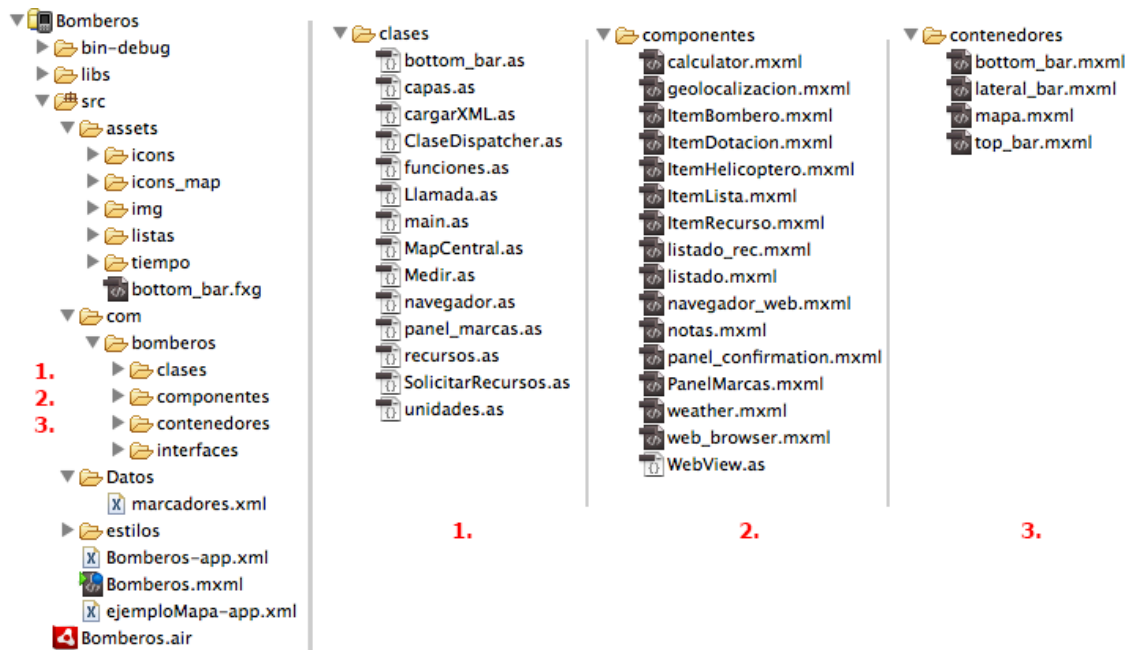


Figura 52. Estructura de ficheros de la programación de la aplicación.

En la Tabla 68 se muestran las distintas estadísticas sobre el código de programación de la aplicación:

Nombre	Descripción
Tamaño del código sin compilar (sin incluir imágenes).	Número de ficheros: 41. Tamaño total:204 KB.
Tamaño de todo el conjunto de la aplicación sin compilar (con imágenes).	Número de ficheros: 259. Tamaño total: 24,9 MB
Número de líneas programadas	Total de líneas: 20.500 líneas de código.

Tabla 68. Estadísticas del código implementado.

En los siguientes subapartados se procede a explicar con detalle cada uno de los servicios implementados en la parte de intervención de la aplicación.

6.1 Mapa

La función del mapa es la parte más importante de la aplicación. Mediante el mapa central, siempre visible, el usuario tendrá a su disposición de forma visual e intuitiva todos los intervinientes de cada operación en curso, ayudando significativamente a la

toma de decisiones y estrategia. Ver Figura 53 donde se muestra el mapa central dentro del contexto de la aplicación.

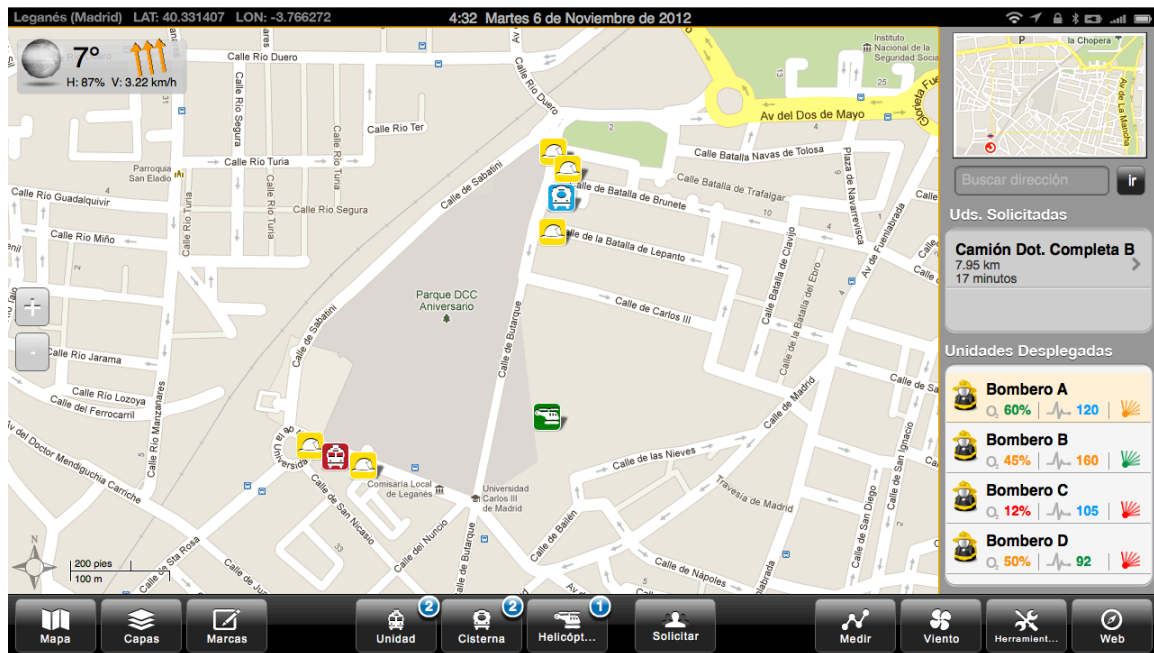


Figura 53. Vista general del mapa en el contexto de la aplicación.

El bombero mando ve sobre el mapa todas las unidades que están activas, así como información relevante sobre ellas. Visualmente, el mando tiene toda la ayuda necesaria para ir comprobando tanto el estado de las unidades desplegadas como las condiciones del entorno. Toda la información que aparece en el mapa se enumera a continuación:

- Las distintas unidades del cuerpo de bomberos activos en la intervención. Figura 54.



Figura 54. Unidades activas.

- Distintas marcas y zonas personalizadas creadas por el usuario. Figura 55.

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

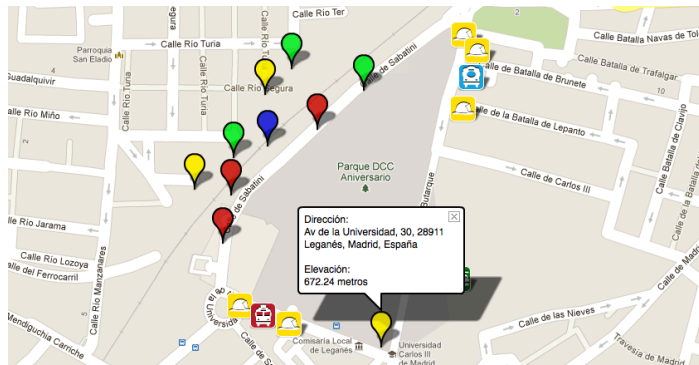


Figura 55. Marcas personalizadas sobre el mapa.

- Nuevas unidades solicitadas, ruta de camino y estimación del tiempo de llegada. Figura 56.

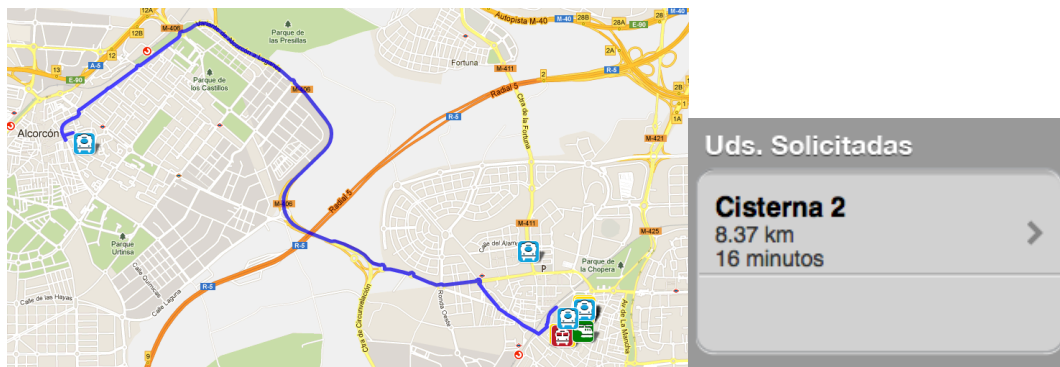


Figura 56. Solicitud de una unidad cisterna, ruta de camino y estimación de tiempo de llegada.

- Mediciones realizadas por el usuario. Figura 57.



Figura 57. Herramienta de medición.

- Datos del tiempo y dirección del viento.

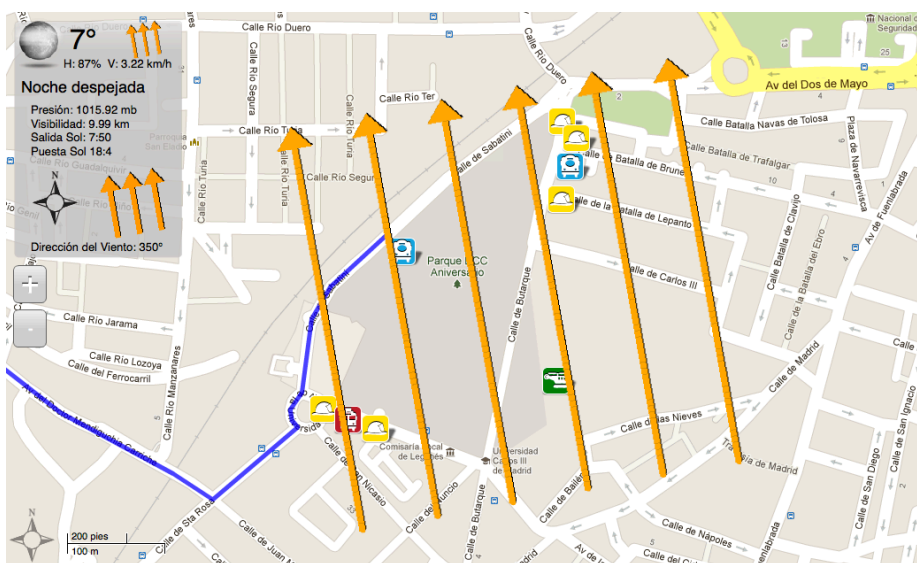


Figura 58. Datos y del tiempo y dirección del viento.

- Datos térmicos.

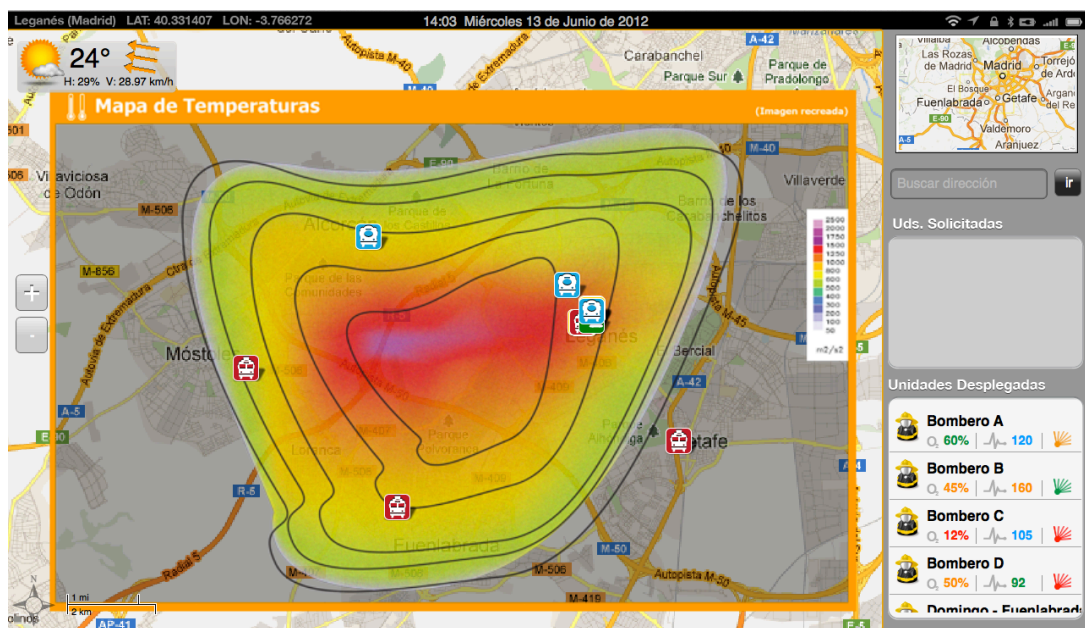


Figura 59. Temperaturas de la zona de intervención.

La implementación del mapa se ha desarrollado utilizando el API gratuito público para flash que ofrece Google Maps descrito en el capítulo 3 de este documento.

Los distintos mapas mostrados en la aplicación se enumeran a continuación, Figura 60:

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

- **Mapa:** Callejero predefinido por el Proveedor. - Por defecto -.
- **Híbrido:** vista satelital foto-realístico más callejero.
- **Relieve:** vista de la elevación del terreno.
- **Contraste:** vista del mapa personalizado con colores altamente contrastados.
- **Atlas:** vista del mapa personalizado con resaltado de principales vías y carreteras.
- **Rosado:** vista del mapa personalizado en tonos rosado y grises. La función de esta vista es la de ofrecer una alternativa más en cuanto a tonalidades del callejero.



Figura 60. Distintas vistas de la aplicación.

La inclusión e interacción del mapa con el resto de elementos de la aplicación se ha realizado mediante el API gratuito que ofrece Google Maps para Flash (API Flash GoogleMaps 2012).

El mapa es cargado cuando la aplicación resuelve el servicio Http (o *HttpService* inglés) que comunica con el API de Google Maps con la aplicación. Una vez que el mapa ha sido cargado se realizan las siguientes peticiones que completan el resto de la aplicación, como el servicio del tiempo, a modo de ejemplo, y posicionamiento de las unidades sobre el mapa.

Sobre el mapa se muestran otros controles que ofrecen información acerca de los detalles del mapa. Estos controles se enumeran a continuación:

- **Rosa de los vientos:** se muestra un icono en representación de una *Rosa de los vientos* que señala la dirección del Norte en todo momento. Ver Figura 61 (izquierda).
- **Control de Escala del mapa:** ofrece una regla dinámica en “pies” y en “metros” que cambia según el nivel de zoom que se ofrezca en el mapa. Ver Figura 61 (centro).
- **Control de Zoom del mapa:** compuesto por dos botones fácilmente accesibles mediante gestos táctiles. Ver Figura 61 (derecha).
- **Mini-Mapa:** control dinámico del mapa a una escala menor que la vista ofrecida por el mapa central. Con ello se consigue alcanzar un ángulo de visión mayor que el mostrado en el mapa central.

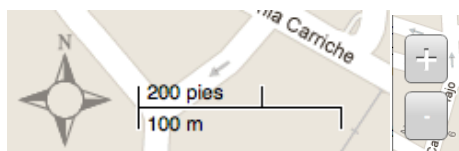


Figura 61. Rosa de los vientos y Control de Escala del mapa.

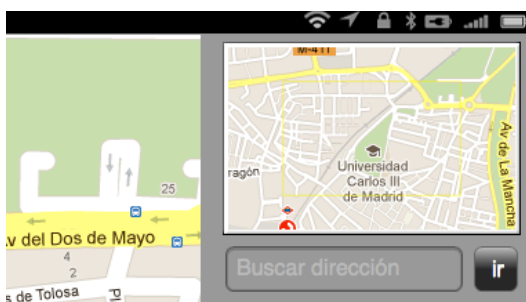


Figura 62. Vista del mini-mapa situado en la esquina superior derecha junto a la barra de búsqueda de direcciones.

El API de Google Maps para Flash ofrece una forma de añadir mapas de Google interactivos en aplicaciones programadas en ActionScript para visualizar contenido de mapa dinámico. Este API es una alternativa completamente independiente a la aplicación Google Maps JavaScript API ya existente (API Google Maps para JavaScript 2012). Además de ofrecer muchas de las funciones de dicha API, permite combinar contenido Flash con Google Maps.

```

public function MapCentral()
{
    super(); // Herencia de la clase UIComponent.
    // this = new Map3D();
    this.key="ABQIAAAAFW_QHvvoxG1oKWN-_ooRrRS4R2vLJZ5MaorvhZfCuwsqwi3tPRT0wVfFkmX76VJUfWw1aFd-A0Ho9Q";
    this.url = "http://uc3m.es" ;
    this.sensor="false";
    this.focusRect="false";
    this.addListener(MapEvent.MAP_READY, onMapReady);
} // Fin del constructor

```

Figura 63. Constructor de la clase “MapCentral”.

El constructor de la clase “MapCentral” (Figura 63), inicia la comunicación con los servidores de Google Maps registrando la clave de acceso o *APIKey*. Como se muestra en el código, cuando la comunicación se haya establecido (*this.addListener(MapEvent.MAP_READY, onMapReady);*) se ejecuta la función “onMapReady” cuya función es la de cargar el resto de servicios que van integrados en el mapa.

6.2 Controles de la Barra Superior

En la barra superior (Figura 64) de la interfaz gráfica de la aplicación se muestran los distintos servicios y controles que están activos en un momento dado. Estos servicios se enumeran a continuación:

- **GPS:** nombre y posición actual del la unidad mando que utiliza la aplicación en sobre un Tablet-PC. Esta funcionalidad ayuda al bombero mano a tener contacto visual directo constantemente sobre si posición actual. La posición del bombero mando marca la longitud y latitud exacta del lugar donde se encuentra, dato fundamental para tener su localización fijada en todo momento.
- **Reloj y fecha actuales:** se muestra en el centro de la barra superior los datos de la fecha y hora actual. Esta funcionalidad ayuda al mando a llevar el control del tiempo de la intervención.
- **Visor de servicios y sensores:** muestra en pantalla la información referente a distintos niveles del sistema: wifi, batería, GPS, Bluetooth y señal de telefonía del Tablet-PC donde se ejecuta la aplicación.

Leganes (Madrid) LAT: 40.331407 LON: -3.766272 5:35 Martes 6 de Noviembre de 2012

Figura 64. Vista de la barra superior completa.

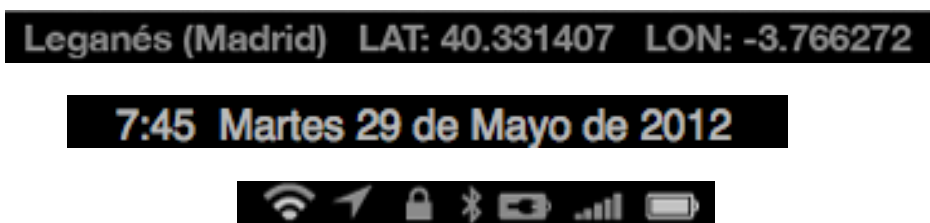


Figura 65. Detalles de los distintos servicios mostrados en la barra superior.

Para realizar la implementación de los distintos servicios mostrados en la barra superior se han necesitado el uso de distintas clases programadas en ActionScript3.

Los datos del GPS se obtienen haciendo uso de la clase *Adobe AIR Geolocation* para Android.

```
protected function localizacion(event:ViewNavigatorEvent):void
{
    if (Geolocation.isSupported)
    {
        log.text = "Buscando localización...";
        g.addEventListener(GeolocationEvent.UPDATE, onUpdate);
        addEventListener(ViewNavigatorEvent.REMOVING,onRemove);
    }
    else
    {
        currentState = "Dispositivo no soportado";
        lblSupport.text = "La Geolocalización no está soportada para este dispositivo";
    }
}
```

Figura 66. Función de carga de los datos de Geolocalización.

Para mostrar la hora y fecha del sistema se utiliza una personalización de la clase *Date* proporcionada por ActionScript3.

```
/* Mostrar fecha y hora*/
public function get_hora():String{
    var fecha : Date = new Date();
    var meses:Array = new Array("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo",
"Junio", "Julio","Agosto", "Septiembre", "Octubre", "Noviembre", "Diciembre");
    var dias:Array = new Array("Domingo", "Lunes", "Martes", "Miércoles",
"Jueves", "Viernes", "Sábado" );
    var minutosCero:String = ''; if (fecha.getMinutes() < 10){minutosCero='0'}

    var mes_str:String = meses[fecha.getMonth()];
    var dia_str:String = dias[fecha.getDay()];
    var hora:String = fecha.getHours()+":"+minutosCero+fecha.getMinutes()+"
"+dia_str+" "+fecha.getDate()+" de "+mes_str+" de "+fecha.getFullYear();
    return hora;
}
```

Figura 67. Función que devuelve la hora y la fecha del sistema mostrada en la barra superior.

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La función de los datos del sistema, tales como el nivel de wifi, señal GPS, etcétera, mostrados en la esquina superior derecha, no han sido implementados por motivos de extensión del proyecto.

6.3 Información del Tiempo

Las condiciones atmosféricas, así como los datos de temperatura de las zonas de intervención, juegan un papel fundamental en la toma de decisiones.

La ubicación del visor del mapa se detalla en la imagen de la Figura 68. La información que ofrece el visor del tiempo es fundamental para definir una estrategia adecuada, ya que las condiciones atmosféricas influyen notablemente por ejemplo en la propagación de un fuego, o en la expansión de gases químicos debido al viento.

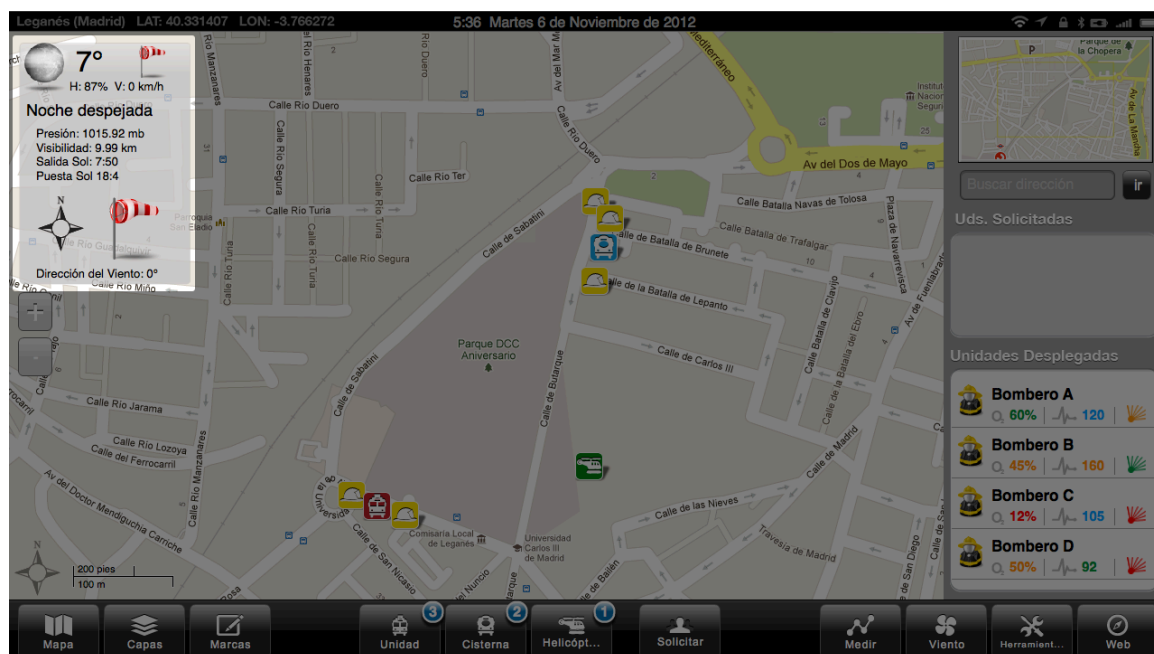


Figura 68. Ubicación del visor del tiempo en el mapa.

Gracias al API de *Yahoo Weather* para Flash para información del tiempo que ofrece la compañía Yahoo (API Yahoo Weather 2012), se ha podido construir un componente gráfico que se muestra en la esquina superior izquierda del mapa y que se compone de dos estados, expandido y sin expandir.

El componente sin expandir (detalle en Figura 69) muestra la siguiente información:

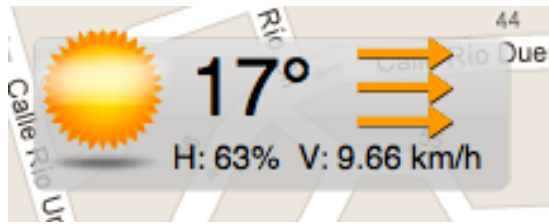


Figura 69. Detalle del panel tiempo sin expandir.

- Icono representativo del tiempo.
- Temperatura actual en grados.
- Icono representativo de la dirección del viento (pequeño).
- H: Humedad en %.
- V: Velocidad del Viento en km/h.

El componente expandido (detalle en Figura 70) ofrece información detallada acerca de las condiciones atmosféricas. Esta información solo es mostrada si se pulsa encima del panel sin expandir. Para volver a cerrar el panel expandido es suficiente con hacer click sobre el panel extendido.



Figura 70. Detalle del panel del tiempo expandido.

- Descripción literal de la temperatura actual (ej. Día Parcialmente Nublado).
- Presión en milibares.
- Visibilidad en km.
- Salida y Puesta de sol.
- Icono de dirección del viento (mediano).

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

- Declinación de la dirección del viento respecto del Norte en grados.

Uno de los datos más importantes a la hora de conocer las condiciones atmosféricas es la dirección y velocidad del viento. En la Figura 71 se muestra el detalle de la activación del panel de viento dentro de la aplicación.

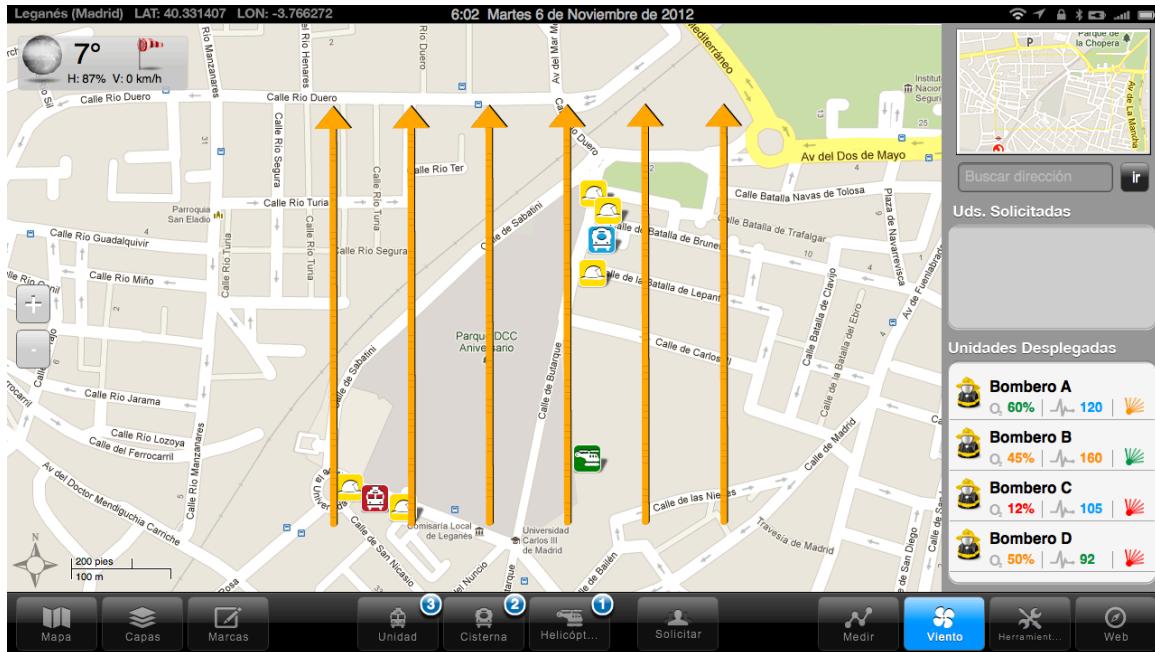


Figura 71. Panel de viento activado.

Para obtener datos más precisos acerca de los mismos, se instalan veletas y anemómetros en los camiones de intervención. En este proyecto se ha basado los datos recogidos desde la información proporcionada en tiempo real por el API de *Yahoo Weather*. Ver detalles del control del panel de viento en la Figura 72.

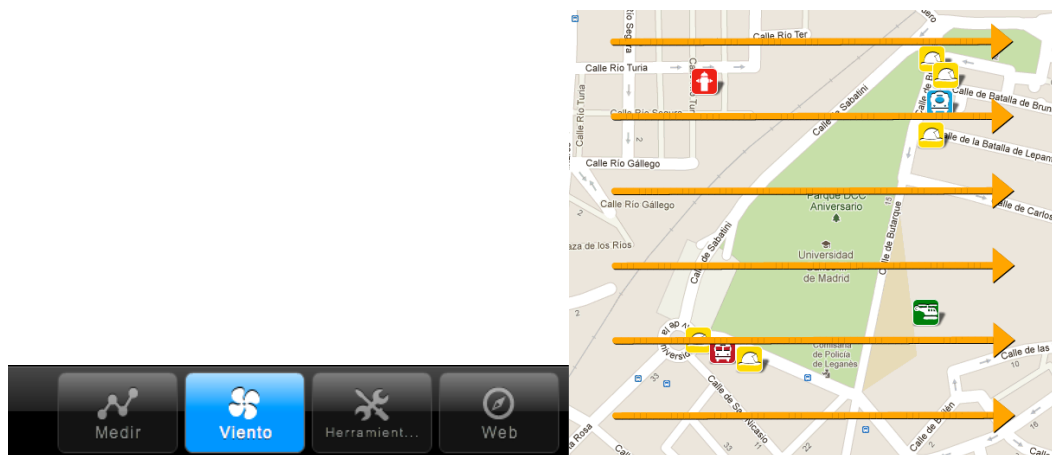


Figura 72. Detalle del panel de dirección del viento (Grande) accesible desde la botonera en la barra inferior de la aplicación (izq.).

La Figura 73 muestra la incorporación de las librerías de *Yahoo Weather*, la declaración de las variables necesaria para almacenar la información recibida y la iniciación del componente mediante la función *init()*.

```
// API Yahoo Weather
import com.yahoo.webapis.weather.WeatherService;
import com.yahoo.webapis.weather.events.*;

// Variables que cambiarán cuando se actualicen los datos del tiempo
[Bindable] public var the_weather:WeatherService = new WeatherService();
[Bindable] public var codigo:String=""; // Código del clipa para iconos y precisiones.
[Bindable] public var temp:String=""; // Temperatura en C°
[Bindable] public var imagen:String=""; // imagen del pronóstico
[Bindable] public var barra_inf:String=""; // Humedad + velocidad del viento
[Bindable] public var dir:String=""; // Dirección del viento en grados respecto al norte
[Bindable] public var v_viento:String=""; // Velocidad Del Viento
[Bindable] public var desc:String=""; // Descripción en palabras, Nublado, soleado ...
[Bindable] public var detalles:String=""; // Presión, visibilidad, Puesta y Salida del Sol
[Bindable] public var grados_dir:String=""; // Grados de viento respecto al norte

private function mostrar_descripcion(i:String):String{
    var desc:String="";
    var m_desc:Array = new Array(
        "Tornado", "Tormenta tropical","Huracán","Tormentas severas","Tormentas eléctricas","Mixtos de " +
        "lluvia y nieve","Mixtos de lluvia " + "y aguanieve","Mixto de nieve y Aguanieve","Congelación " +
        "llovizna","Llovizna","Lluvia helada", "Chubascos","Chubascos","Nieve","Nieve, Chubascos","Nieve, " +
        "Ventoso","Nieve","Granizo","Aguanieve","Tormenta de tierra", "Niebla","Haze","Humo", "Blustery",
        "Viento","Frío","Nublado","Chubascos por la noche","Día parcialmente nublado","Noche Parcialmente nublado",
        "Día Parcialmente nublado", "Noche Despejada","Soleado","Noche despejada","Día " + "despejado","Mixtos de " +
        "Lluvia y Granizo","Caluroso", "Tormentas aisladas","Tormentas aisladas","Tormentas aisladas",
        "Chaparrones","Nieve","Tormenta de nieve dispersos","Nieve","Parcialmente nublado","Tormentas",
        "Granizo","Tormentas aisladas");

    if (i=="3200"){ desc="Sin Datos"}
    else {desc = m_desc[i]}

    return desc;
}

private function init():void{
    the_weather.getWeather("SPXX0048", "metric"); // Código sacado de http://espanol.weather.com/
    the_weather.addEventListener(WeatherResultEvent.WEATHER_LOADED, show_weather);
}
```

Figura 73. Declaración e iniciación del componente tiempo en la aplicación.

La etiqueta *[Bindable]* antes de la declaración de las variables, permite modificar dinámicamente la variables y actualizar el estado de la misma a lo largo de toda la aplicación. Esto quiere decir, que si la información del tiempo se actualiza en el servidor de Yahoo, el componente del tiempo creado en la aplicación actualizará sus valores dinámicamente.

6.4 Capas del sistema

6.4.1 Puntos de Información o PDI

Los puntos de información PDI ofrecen datos adicionales sobre puntos determinados del mapa. Estos datos se muestran mediante *bocadillos* de ayuda (*tooltip* en inglés) que aparecen en la aplicación cuando se selecciona un PDI, ver Figura 74. Gracias a que los datos del *tooltip* están ocultos por defecto, estos elementos de ayuda no obstruyen otras partes del mapa (dato el tamaño reducido del terminal Tablet-PC donde se ha construido la aplicación) y son accesibles en cualquier momento haciendo *click* sobre ellos.

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La aplicación puede mostrar información de interés de objetos y otras informaciones sobre el mapa en su localización exacta. Además, de cada punto de información se obtienen otros parámetros como el nombre, dirección, número de teléfono y dirección web.

Para extender las propiedades de cada PDI es necesario realizar una pulsación táctil sobre el mismo. En la Figura 74 se observan los dos estados de un PDI, mostrando y si mostrar la información adicional.



Figura 74. Panel de información adicional de un PDI.

Los datos de los PDI son administrados externamente a la aplicación y cargados mediante ficheros XML alojados en un servidor web. Estos ficheros XML pueden ser generados automáticamente mediante una base de datos que administre todos los puntos de información para todos los Tablet-PC en funcionamiento.

Los ficheros XML han sido alojados en un servidor web específico para este proyecto fin de carrera. El *runtime* de la aplicación programada, se encarga de realizar una llamada mediante un servicio http donde recupera los datos del fichero XML y los almacena en un Array de datos para su posterior utilización.

Para la realización de este proyecto, los datos de los PDI mostrados en la aplicación, a excepción de los parques de bomberos cuya información es pública, han sido creados ficticiamente para no comprometer la seguridad de los mismos.

Los PDIs se muestran sobre capas que pueden ser mostradas y ocultas en cualquier momento mediante el menú de capas en la barra inferior mostrado en el apartado de capas en la página 116. La información que han sido implementadas en cada una de estas capas son:

- Parques de bomberos del sur de la Comunidad de Madrid. Localización de los parques de bomberos cercanos.
- Hidrantes de la localidad de Leganés. Puntos de recarga de cisternas de aguas para bomberos.
- PDIs de garajes y parkings subterráneos con peligro de inundación y otros servicios relevantes para los bomberos de la localidad de Leganés.
- PDIs de industrias químicas del sur de la comunidad de Madrid.



Figura 75. Iconos PDI de izq. a der.: Parques de bomberos, Hidrantes, Garajes e Industrias Tóxicas.

En la Figura 76 se muestra un extracto del fichero XML que contiene la información de los datos PDI.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2
3 <!-- Distintas capas, solo se carga cuando se quiere mostrar alguna capa,
4     Se carga el archivo entero una vez y después se accede a cada elemento según
5     proceda. de este fichero se encuentra en http://localhost:8888/xml/capas.xml -->
6
7 <capas>
8
9     <!--*****
10      ** Hidrantes y Parques de bomberos
11      ***** -->
12     <bomberos>
13
14         <!--*****
15          ** PARQUES DE BOMBEROS
16          ***** -->
17         <item>
18             <tipo>parque</tipo>
19             <nombre>Bomberos Fuenlabrada</nombre>
20             <coordinates>-3.817209,40.294125,0.000000</coordinates>
21             <dir>Oasis 6, Fuenlabrada</dir>
22             <tel>91 690 77 77</tel>
23             <web>http://www.ayto-fuenlabrada.es</web>
24         </item>
25
26         <item>
27             <tipo>parque</tipo>
28             <nombre>Bomberos Móstoles</nombre>
29             <coordinates>-3.857628,40.322414,0.000000</coordinates>
30             <dir>Empecinado 30, Móstoles</dir>
31             <tel>91 613 70 80</tel>
32             <web>http://www.mostoles.es</web>
33         </item>
34
35     </bomberos>

```

Figura 76. Extracto del fichero XML de las Capas PDI

Por cada punto de información se registran los siguientes datos:

- **Tipo:** clase o tipo del PDI.
- **Nombre:** nombre del PDI.
- **Coordinates:** coordenadas en Latitud, Longitud y Elevación del PDI.
- **Dir:** dirección del PDI.

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

- **Tel:** teléfono del PDI.
- **Web:** dirección web del PDI.
- Se han elegido estos puntos de interés siguiendo las indicaciones de los expertos.

6.4.2 Capas de Imágenes sobre el Mapa

Además de los PDI mostrados en el mapa, el API de Google Maps para Flash permite la inclusión de imágenes superpuestas a escala sobre el mapa. Las ventajas de este servicio radica en poder utilizar mapas personalizadas ajenas al proveedor de mapas. Por ejemplo se puede mostrar un mapa detallado de los servicios de emergencia del Metro Sur de Madrid (ver Figura 78) y un plano de temperaturas a tiempo real (ver Figura 77).

Se entiende por “capa” como un contenedor de elementos con identificador propio dentro de la aplicación. La característica principal de las capas es que pueden ser mostradas u ocultas en cualquier momento. Así, el bombero mando tendrá acceso a la información que contienen estas capas y ocultarlas cuando no sea necesario.

Las imágenes implementadas en la aplicación se enumeran a continuación:

- Mapa de Metro Sur de Madrid a escala real incrustado en el mapa central.
- Mapa de información térmica a escala real incrustado en el mapa central (Datos ficticios).

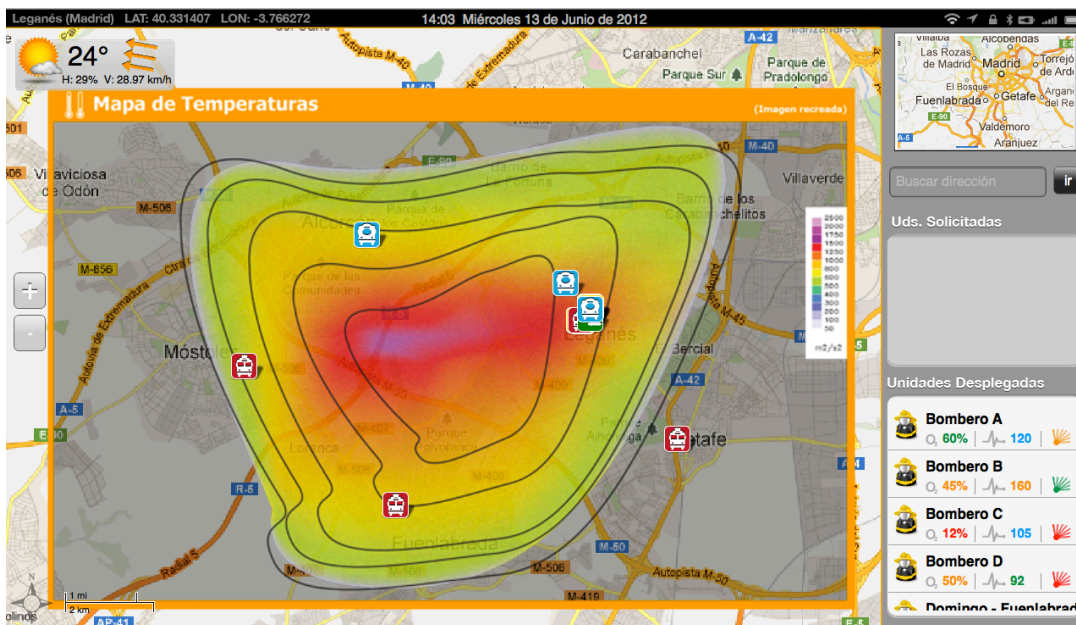


Figura 77. Mapa de temperaturas superpuesto.



Figura 78. Mapa de redes de Metro Sur de Madrid.

La implementación de las capas requiere de la interfaz IPaneManager Google Maps. Es la interfaz del administrador de paneles del mapa. El administrador de paneles es el responsable de crear, eliminar y volver a ordenar los paneles de superposición en el mapa.

```

//-----
// creación de Las capas para Las marcas y sus Managers.
//-----
manager      = this.getPaneManager();      // Capa Marcas
manager_pol  = this.getPaneManager();      // Capa Polígonos
manager_parques = this.getPaneManager();   // Capa Parques
manager_hidrantes = this.getPaneManager(); // ...
manager_garajes = this.getPaneManager();  // ...
manager_toxicos = this.getPaneManager();  // ...
manager_unidades = this.getPaneManager(); // ...
manager_metro  = this.getPaneManager();   // ...
manager_termico = this.getPaneManager();  // ...
manager_medir  = this.getPaneManager();   // ...

manager.createPane(9);                      // crea Las opciones del panel, el manager
manager_pol.createPane(4);                  // crea Las opciones del panel, el manager
manager_parques.createPane(5);             // ...
manager_hidrantes.createPane(6);          // ...
manager_garajes.createPane(7);            // ...
manager_toxicos.createPane(8);            // ...
manager_unidades.createPane(3);           // ...
manager_metro.createPane(1);              // ...
manager_termico.createPane(2);            // ...
manager_medir.createPane(10);             // ...

capa_marcas      = manager.getPaneAt(9);    // el 0 indica el orden (mayor arriba).
capa_poligonos  = manager_pol.getPaneAt(4); // el orden de La capa poligonos.
capa_parques     = manager_parques.getPaneAt(5); // ...
capa_hidrantes   = manager_hidrantes.getPaneAt(6); // ...
capa_garajes     = manager_garajes.getPaneAt(7); // ...
capa_toxicos     = manager_toxicos.getPaneAt(8); // ...
capa_unidades    = manager_unidades.getPaneAt(3); // ...
capa_metro       = manager_metro.getPaneAt(1); // ...
capa_termico     = manager_metro.getPaneAt(2); // ...
capa_medir       = manager_medir.getPaneAt(10); // ...

//-----
// Capas Ocultadas a priori
//-----
capa_parques.visible=false;
capa_hidrantes.visible=false;
capa_garajes.visible=false;
capa_toxicos.visible=false;

```

Figura 79. Creación del código para las capas del Mapa.

En la Figura 79 se refleja el código necesario para la creación de cada una de las capas que intervienen en mapa.

6.5 Adición de Marcas Personalizadas sobre el Mapa

La función de este servicio es mostrar en pantalla los distintos controles para la adición de marcas personalizadas en el mapa. Estas marcas ayudan al bombero mando a añadir puntos de interés personalizados con etiquetas propias. El panel de adición de marcas se representa mediante un panel de control (Figura 80) con botones que activan o desactivan la adición de nuevas marcas.

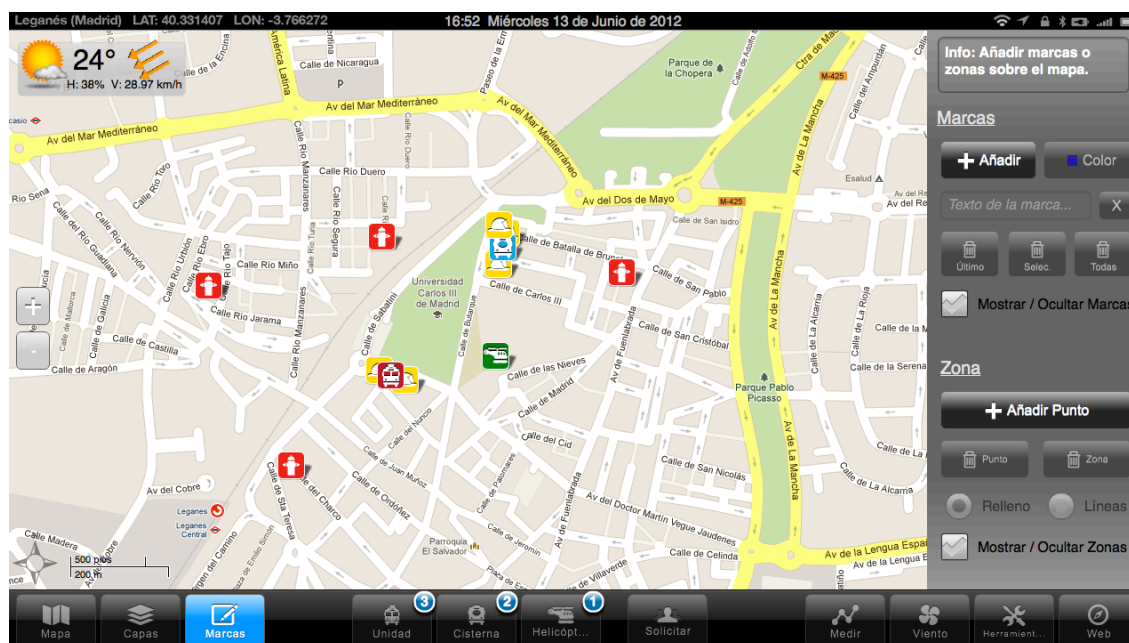


Figura 80. Activación del panel de creación de marcas

La personalización de las marcas ofrece cambio de color de las mismas, adición de un título personalizado, descripción y posición, ver Figura 81. La utilidad de utilizar colores personalizados permite al mando clasificar las marcas que introduce mediante el código de colores y etiquetas que elija.

Un ejemplo de utilidad de las marcas personalizadas es la de señalar puntos peligrosos para los bomberos en tiempo de intervención. Otra utilidad sería la de marcar las inundaciones que han sido declaradas anteriormente para tomar medidas preventivas en caso de lluvias.



Figura 81. Detalle de los controles de adición de marcas sobre el mapa (izq.) y una marca creada sobre el mapa (der.).

De la misma forma, es posible también añadir áreas poligonales mediante la inserción de marcas sucesivas sobre el mapa que delimitan los vértices del mismo. Estas áreas poligonales representan zonas de peligrosidad que ayudan visualmente a delimitar áreas de riesgo. Otra utilidad de la marcación de zonas es la de delimitar la zona de intervención para centrar la atención en esta zona.



Figura 82. Detalle de la marcación de una zona sobre el mapa mediante un polígono creado a partir de varias marcas (Vértices del polígono).

La adición de zona se realiza mediante la introducción de vértices del polígono mostrado. El polígono construido puede visualizarse mediante el coloreado del área que cubre completamente (Figura 82) o solamente la marcación del perímetro.



Figura 83. Detalle del panel de introducción de marcas con botones activados y desactivados según se hayan introducido marcas en el mapa.



Figura 84. Detalle del panel de activación de marcado de la zona poligonal.

El panel de control de adición de marcas ofrece varias opciones que permiten mostrar u ocultar las nuevas marcas y zona personalizada así como borrar las últimas marcas introducidas, la selecciones de cualesquiera de ellas así como la totalidad de las mismas.

Para el desarrollo de estas funciones se han creado varias clases que interactúan con el API utilizado de Google Maps y con la interfaz de la aplicación.

Para obtener los datos de elevación se utiliza el servicio *Elevation API* de Google Maps que proporciona datos sobre elevación para todas las ubicaciones en la superficie terrestre, incluidas las ubicaciones en la profundidad del océano (que devuelve valores negativos). En los casos en los que Google no disponga de medidas de elevación exactas sobre la ubicación concreta que se solicitado, el servicio interpolará y devolverá un valor medio, para lo que utilizará las cuatro ubicaciones más cercanas.

6.6 Unidades de Emergencias Disponibles y Solicitud de Recursos

Una de las partes fundamentales en las que se basa la aplicación para la ayuda en la toma de decisiones es poder visualizar y controlar en todo momento la disposición de las

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

unidades desplegadas y sus atributos, así como las unidades que están disponibles para ser solicitadas.

La forma en la que se muestran los distintos PDI sobre el mapa, se realiza a través de la lectura de las coordenadas desde un fichero XML. Este mismo mecanismo se utiliza para mostrar las unidades intervinientes de los servicios de emergencias que están disponibles para una intervención. Estos ficheros XML pueden ser generados, a modo de ejemplo, con un *script* conectado a una base de datos central que gestiona todo el sistema. El *script* generaría los ficheros XML en intervalos equidistantes de tiempo, haciendo posible la actualización continua de los datos en la aplicación.

En los subapartados 6.6.1, 6.1.2 y 6.1.3 se estudia con detalle los atributos y características de cada unidad de bomberos.

6.6.1 Bomberos

Los bomberos incorporan, en este proyecto, tres sensores fundamentales que miden el nivel de aire de sus bombonas de oxígeno, las pulsaciones a las que se encuentran y un explosímetro que mide la concentración de gases explosivos alrededor del bombero.

En el panel de unidades desplegadas del panel lateral (ver Figura 85), las distintas unidades se representan gráficamente mediante ítems de lista, ver detalles en Figura 86.

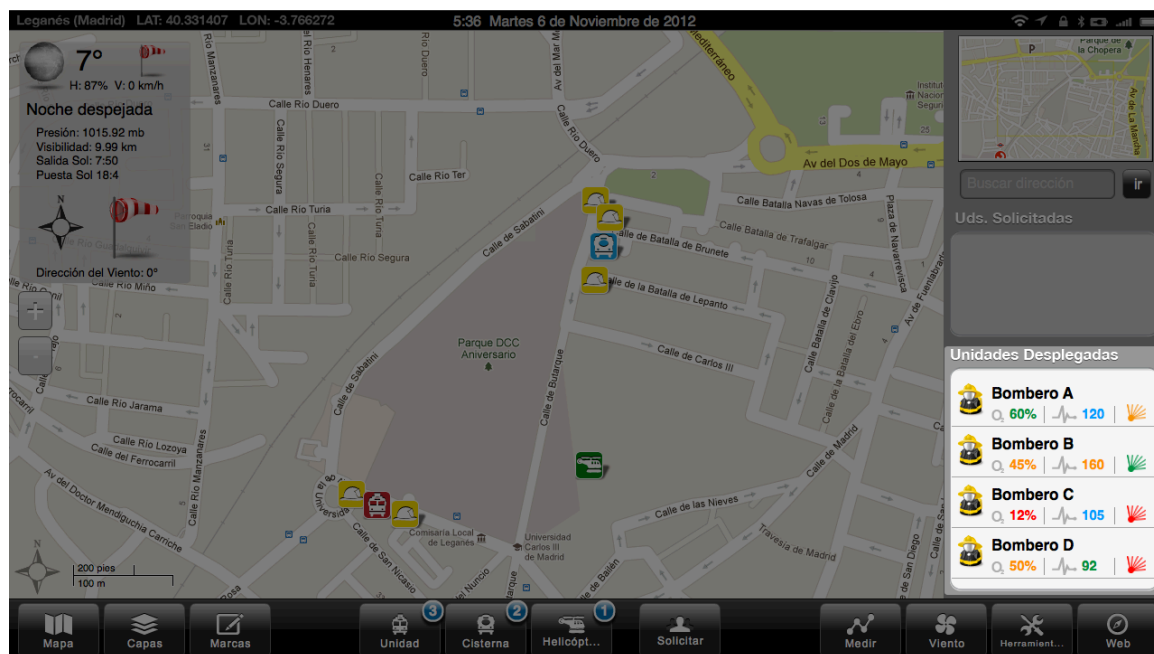


Figura 85. Panel de unidades desplegadas.

6.6 UNIDADES DE EMERGENCIAS DISPONIBLES Y SOLICITUD DE RECURSOS

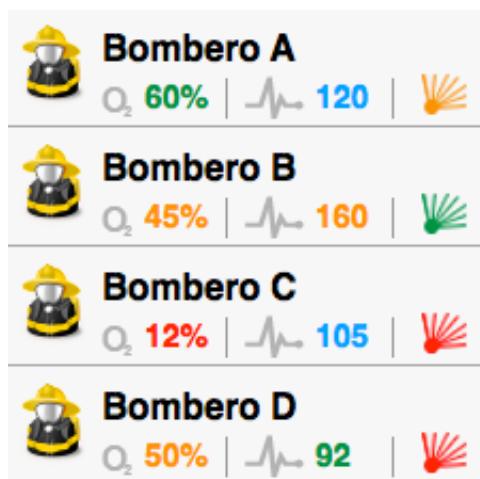


Figura 86. Ítems de bomberos en la lista de unidades desplegadas.

La información que se muestra de cada bombero se obtiene de un fichero XML. La información contenida en este fichero se describe y enumera a continuación, detallando los distintos estados de los iconos mostrados.

- **id**: identificador de la unidad.
- **tipo**: bombero.
- **rango**: graduación de la jerarquía.
- **coordinates**: Coordenadas, Long, lat.
- **ox**: Nivel de oxígeno de 0 a 100.
- 0-20: => rojo.
- 21-50: => naranja.
- 51-100: => verde.
- **pulso**: pulsímetro-latidos del corazón. niveles desde 50-220.
- <50 : peligro de parada => rojo.
- 51-100: normal => verde.
- 101-150: ejercicio => azul.
- 151-180: Precaución => naranja.
- 181-190: Peligro-descanso=> rojo.
- >190: Descanso- retirada => negro.
- **explor**: Niveles de explosímetro.

- 0-30: normal => verde.
- 31-60: alerta => naranja.
- 61-100: peligro => rojo.
- **estado**: Estado de la unidad:
- **disponible**: listo para ser utilizado.
- **ocupado**: no disponible.
- **fo**: fuera de servicio.

```
<item>
  <id>0001</id>
  <tipo>bombero</tipo>
  <rango>raso</rango>
  <nombre>Bombero A</nombre>
  <coordinates>-3.7650072969524424,40.33448644589485,0.000000</coordinates>
  <ox>60</ox>
  <pulso>120</pulso>
  <explo>40</explo>
  <estado>ocupado</estado>
</item>
```

Figura 87. Ejemplo de código para un bombero del fichero XML de unidades.

En la Figura 88 se detalla el icono de una unidad completa (icono de color rojo) y dos bomberos (iconos de color amarillo).

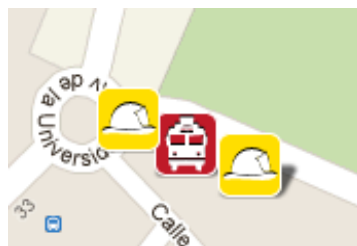


Figura 88. Detalle de una unidad completa y dos bomberos en servicio sobre el mapa.

6.6.2 Unidad Completa y Cisterna

Las unidades son camiones con dotación de bomberos completa, es decir que disponen de todas las herramientas que se necesitan en una intervención de emergencias. Asimismo, y coincidiendo con los camiones cisternas específicos, las unidades con dotación completa también disponen de una cisterna, aunque de menor capacidad. Para este proyecto además del sensor de nivel de agua en la cisterna, se han incluido dos sensores más que ayudan a la recopilación de datos sobre el viento para la aplicación: una veleta y un anemómetro.

6.6 UNIDADES DE EMERGENCIAS DISPONIBLES Y SOLICITUD DE RECURSOS

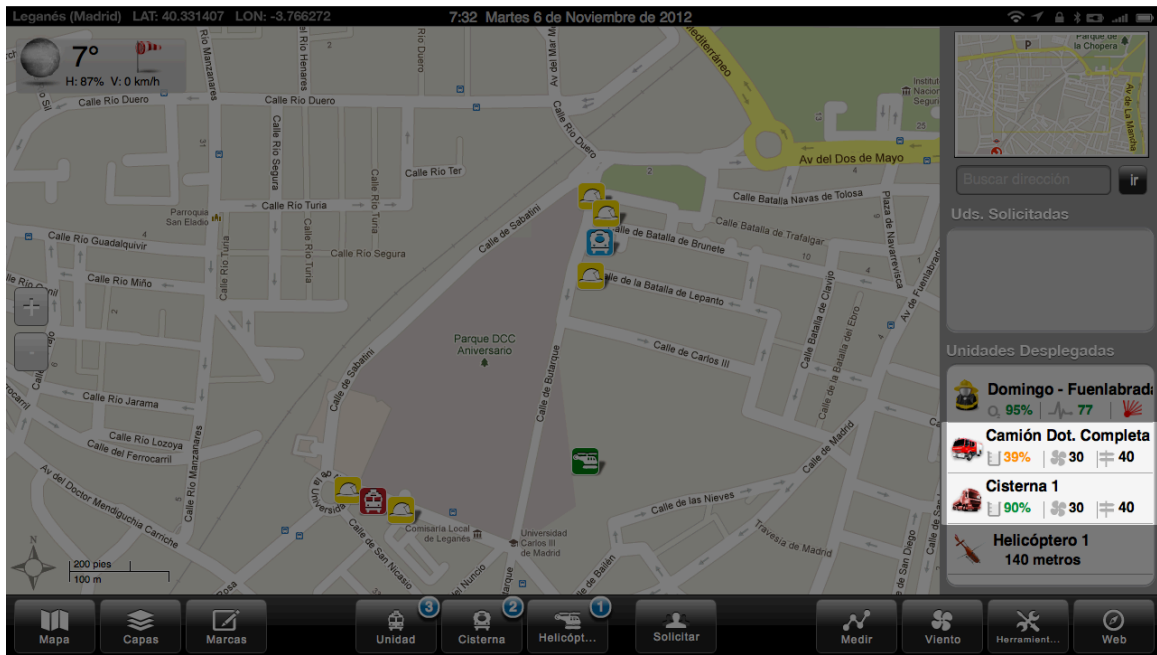


Figura 89. unidad de dotación completa y Camión cisterna.

Los atributos de ambos camiones, la unidad completa y el camión cisterna se detallan y enumeran a continuación de la Figura 90 donde se muestra el detalle de la vista de las unidades desplegadas:

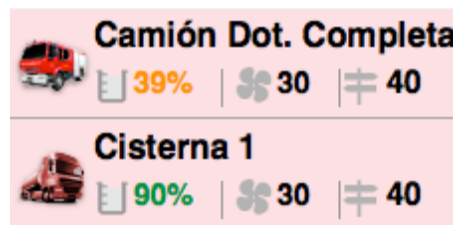


Figura 90. Ítems de la unidad completa y cisterna en la lista de unidades desplegadas.

- **Id:** identificador de la unidad.
- **nombre:** nombre de la unidad.
- **coordinates:** Coordenadas, Long, lat.
- **cisterna:** Nivel de agua del depósito de 0 a 100 en porcentaje.
- 0-20: => rojo.
- 21-50: => amarillo.
- 51-100: => verde.
- **anemo:** Anemómetro que mide la velocidad del viento en Km/h.

- **vele:** Veleta, muestra la dirección del viento en grados respecto al norte.
- **estado:** Estado de la unidad:
- **disponible:** listo para ser utilizado.
- **ocupado:** no disponible.
- **fo:** fuera de servicio.

```
<item>
  <id>0006</id>
  <tipo>dotacion</tipo>
  <nombre>Camión Dot. Completa A</nombre>
  <coordinates>-3.767610944731967,40.331723597927386,0.000000</coordinates>
  <cisterna>39</cisterna>
  <anemo>30</anemo>
  <vele>40</vele>
  <estado>ocupado</estado>
</item>
```

Figura 91. Ejemplo de código para una dotación completa del fichero XML de unidades.



Figura 92. Detalle de un camión cisterna y una dotación completa en servicio sobre el mapa.

6.6.3 Helicóptero

La presencia de los helicópteros en este sistema se basa en conocer su posición exacta en el mapa, latitud y longitud, Asimismo, también es posible conocer su altura mediante los datos recibidos del fichero de unidades XML.

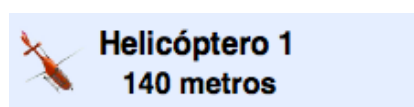


Figura 93. Ítem de helicóptero en la lista de unidades desplegadas.

6.6 UNIDADES DE EMERGENCIAS DISPONIBLES Y SOLICITUD DE RECURSOS

La información que muestra cada ítem de helicóptero en la lista (Ver Figura 85) que se recupera de la información del fichero XML las unidades (ver código en la Figura 87), se describe y enumera a continuación, detallando los distintos estados de los iconos mostrados.

- **Id:** identificador de la unidad.
- **nombre:** nombre de la unidad.
- **coordinates:** Coordenadas, Long, lat.
- **alt:** altitud en metros del helicóptero.
- **estado:** Estado de la unidad:
- **disponible:** listo para ser utilizado.
- **ocupado:** no disponible.
- **fo:** fuera de servicio.

```
<item>
  <id>0008</id>
  <tipo>helicoptero</tipo>
  <nombre>Helicóptero 1</nombre>
  <coordinates>-3.765088,40.332083,0.000000</coordinates>
  <alt>140</alt>
  <estado>ocupado</estado>
</item>
```

Figura 94. Ejemplo de código para un helicóptero del fichero XML de unidades.

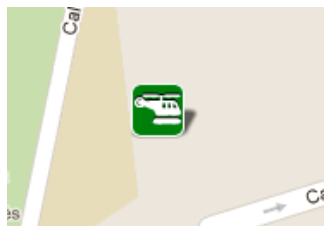


Figura 95. Detalle de una unidad helicóptero en servicio sobre el mapa.

La función de la lista de unidades desplegadas Figura 96 es la de ver en todo momento el estado de los distintos sensores de las unidades desplegadas.



Figura 96. Centrado de ítem en el mapa al seleccionar la unidad en la lista de unidades desplegadas.

Asimismo, si se pulsa sobre cualquiera de los ítems de la lista, la unidad seleccionada se centrará en el mapa. Esta función permite la búsqueda inmediata en el mapa de cualesquiera de las unidades que estén desplegadas en la intervención.

6.6.4 Solicitar nuevos recursos.

Para poder solicitar recursos, éstos deben estar disponibles en los parques de bomberos correspondientes o en “estado: disponible”.

La botonera en la barra inferior de la aplicación muestra el tipo de unidades disponibles para ser solicitadas así como la cantidad disponible de cada unidad. El número de las unidades que están disponibles se muestra mediante un globo azul de información. En caso de no haber ninguna unidad disponible, el botón de solicitud de ésta unidad queda desactivado y sin contador como se muestra en la Figura 97.

6.6 UNIDADES DE EMERGENCIAS DISPONIBLES Y SOLICITUD DE RECURSOS

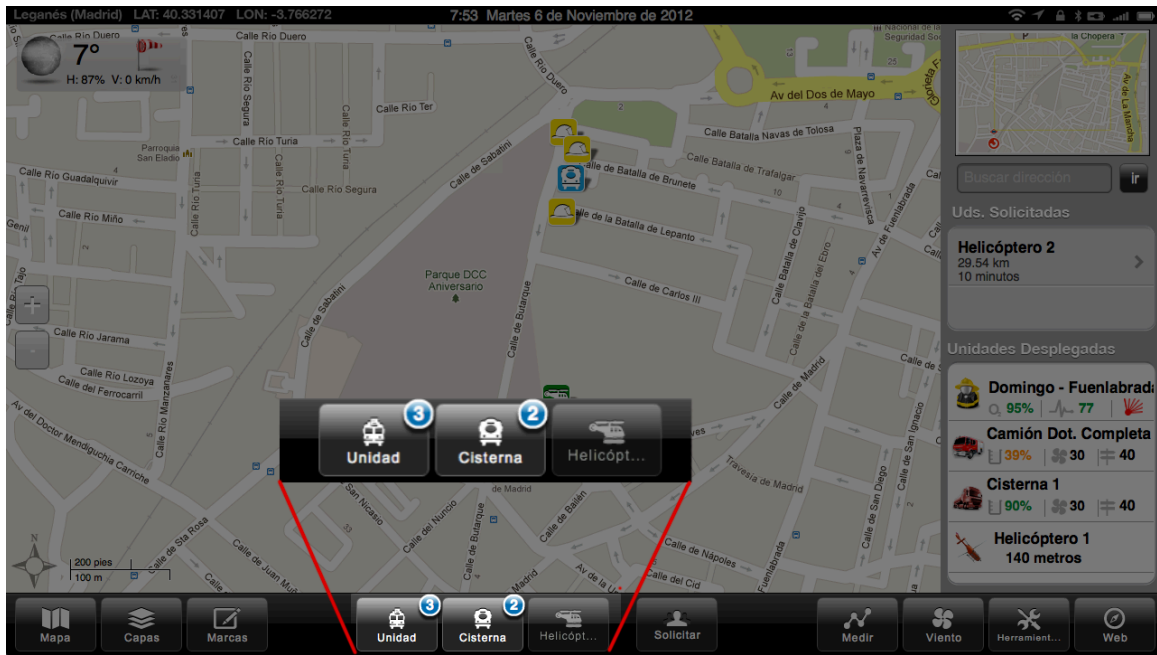


Figura 97. Detalle de la botonera de solicitud de recursos.

Para solicitar un recurso, si hay unidades disponibles reflejadas en el menú, el usuario debe pinchar sobre el icono de la unidad que desea solicitar y a continuación hacer click en el mapa en el lugar justo donde desea que la unidad llegue. Cuando se selecciona un recurso aparece un nuevo panel de información con instrucciones en la esquina inferior derecha como refleja la Figura 98.

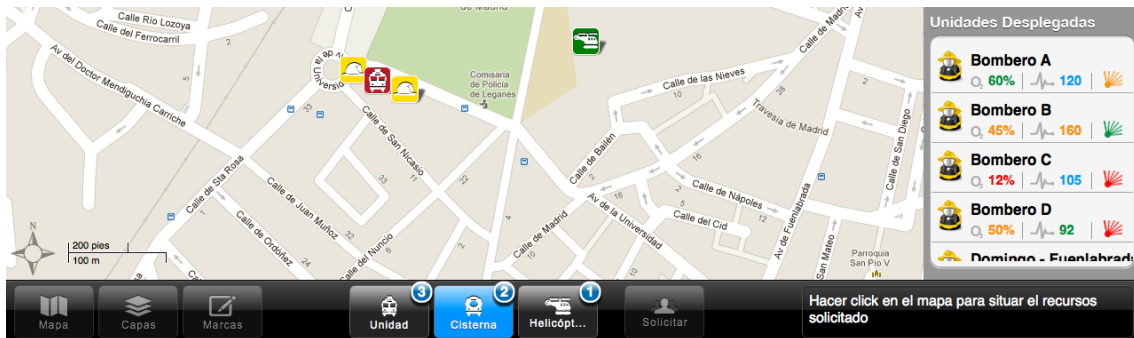


Figura 98. Activación de la solicitud de un recurso.

Tras este paso, la aplicación pedirá confirmación a través de un panel de información para realizar la petición, Figura 99.

CAPÍTULO 6: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

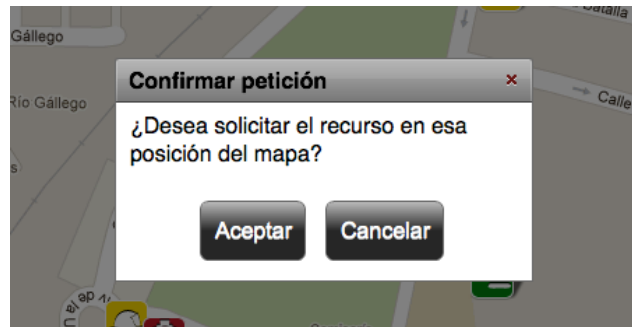


Figura 99. Panel de confirmación de petición del recurso.

Tras el paso anterior, si la petición del recurso es afirmativa, se hace una llamada a los servidores de Google Maps para obtener la ruta desde donde se encuentra la unidad solicitada hasta su destino marcado por el usuario en el mapa. Ver Figura 100.

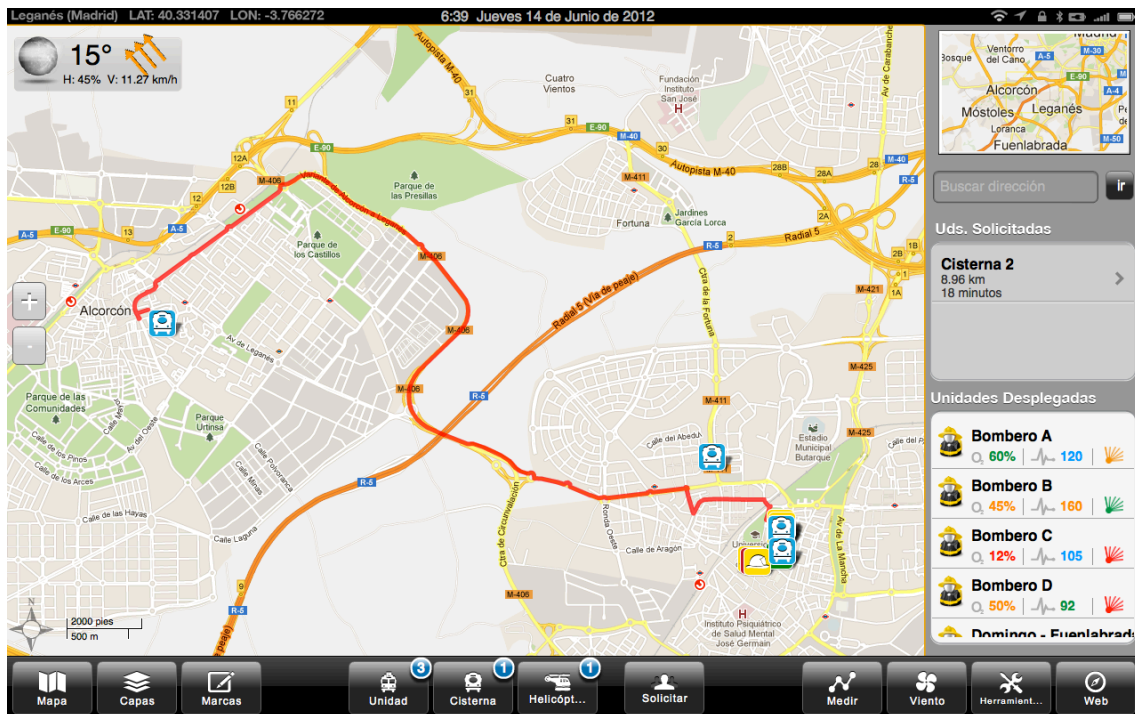


Figura 100. Información de ruta devuelta por Google Maps.

Una vez solicitado el recurso y devuelto la ruta, la aplicación muestra información acerca del recurso solicitado en el panel lista de “Unidades Solicitadas”. Ver Figura 101.



Figura 101. Detalle del panel de Unidades Solicitadas.

Por cada recurso solicitado se calcula la distancia de la ruta y el tiempo estimado que tardará en llegar a su destino.

En los casos de unidades terrestres como las dotaciones completas y camiones cisterna, la ruta devuelta coincide con la ruta más rápida en carretera proporcionada por los mapas de Google. En caso de las unidades aéreas como los helicópteros, la ruta se calcula en línea recta sobre el mapa y el tiempo de llegada se estima teniendo en cuenta que la velocidad media de un helicóptero es de 186Km/h (Velocidad media estimada para un helicóptero de rescate).

6.7 Panel Medir

La herramienta medir, disponible desde la botonera de la barra inferior permite tomar distancias en línea recta entre dos puntos seleccionados por el usuario.

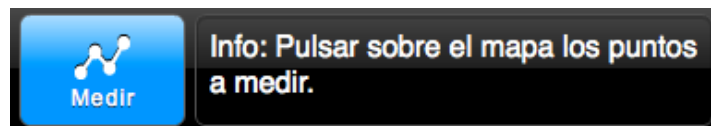


Figura 102. Detalle del panel de medición de distancias.

La implementación de este servicio es el mismo que la adición de marcas sobre el mapa con la particularidad de pintar sobre el mapa la línea recta que une ambos puntos.

El resultado de la distancia medida se muestra en el panel de información al lado del botón de activación del panel de medición como muestra la Figura 103.



Figura 103. Medición de distancias de la aplicación.

6.8 Herramientas

Para completar los servicios que ofrece la aplicación se han añadido un conjunto de herramientas que complementan el resto. Se enumeran a continuación y se detallan más adelante:

- Búsqueda de direcciones reales.
- Posibilidad de tomar anotaciones en un bloc de notas integrado.
- Posibilidad de realizar cálculos sencillos mediante una calculadora.
- Integración de un navegador web completo con gestión de marcadores de enlaces.

6.8.1 Búsqueda de direcciones sobre el mapa

Es posible realizar búsquedas de direcciones reales mediante el API de codificación geográfica inversa de Google Maps.

La codificación geográfica es el proceso de transformar direcciones (como "Avenida de la Universidad 31, Leganés España") en coordenadas geográficas (como 40.423021 de latitud y -3.083739 de longitud), que se pueden utilizar para colocar marcadores o situar

el mapa. *Google Geocoding API* proporciona una forma directa de acceder mediante solicitudes HTTP. Además, el servicio permite realizar la operación contraria (convertir coordenadas en direcciones); este proceso se conoce con el nombre de "codificación geográfica inversa".



Figura 104. Resultado de la búsqueda de la dirección.

Una vez recibidos los datos del servidor http, se procede a crear una marca en el mapa con la dirección resuelta. El cuadro de información de la marca contiene la dirección real del callejero donde se está situada la marca.

6.8.2 Anotaciones y calculadora

La posibilidad de tomar anotaciones en un momento dado del servicio se cubre mediante la incorporación de un bloc de notas integrado en la aplicación dentro del menú herramientas. Ver Figuras 98 (acceso desde el menú) y la Figura 99.



Figura 105. Acceso a las herramientas Notas y Calculadora.

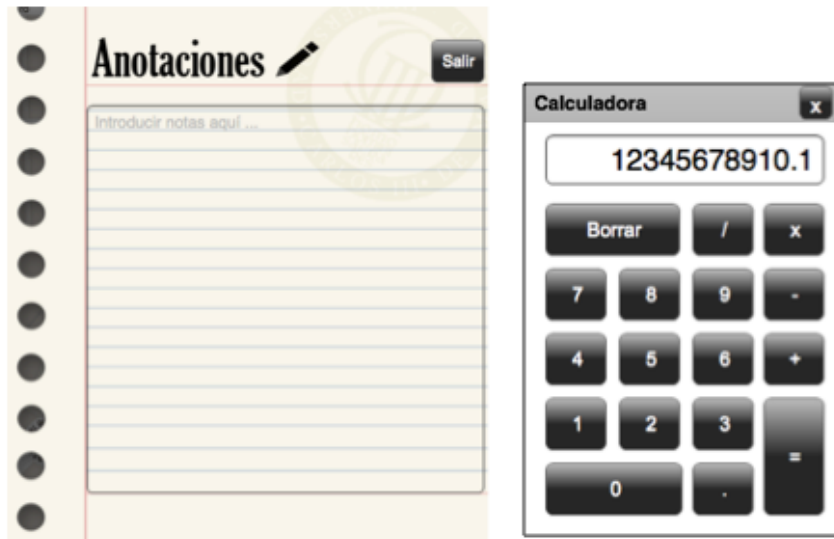


Figura 106. Detalle del panel de introducción de notas y calculadora.

6.8.3 Navegador web

La herramienta del navegador web se ha introducido en la aplicación para permitir al usuario realizar consultas en internet de forma inmediata. Asimismo, se incluyen una serie de marcadores predefinidos y gestionados externamente con enlaces a información relevante.

Los marcadores son gestionados externamente de forma que pueden ser actualizados de forma conjunta en todos los equipos donde esté instalada la aplicación. Estos marcadores están programados para servir toda la documentación pertinente que los servicios de emergencias necesiten. Actualmente se ofrecen tres tipos de marcadores enumerados a continuación:

- Documentación imprescindible de los servicios:
 - Intervención de emergencias.
 - Documentación sanitaria.
 - Documentación de seguridad.
 - Documentación de auxilio y rescate.
 - Protección civil.
 - Servicios de bomberos.
 - Servicios de hospitales y ambulancias.

- Documentación:
 - Fichas de intervención.
 - Fichas de seguridad.
 - Toxicología y ciencias forenses.
 - Seguridad química.
 - Primeros auxilios.
 - Otros Enlaces.

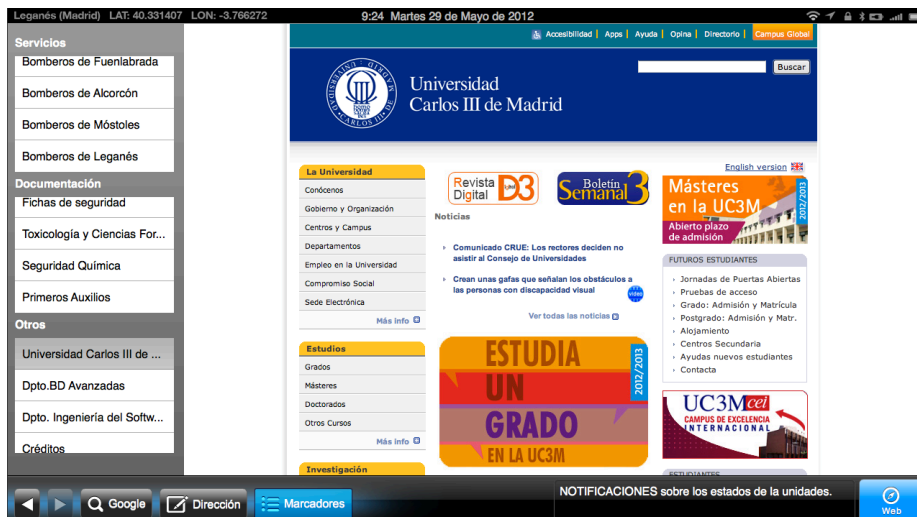


Figura 107. Detalle del panel de navegación web.

Para realizar la incorporación de un navegador web completo se ha utilizado la herramienta de Zinc 4.0 (Instancia del navegador web con Zinc 2012) que proporciona las librerías necesarias flash para crear una instancia del navegador web nativo donde se ejecute la aplicación AIR.

La barra de navegación situada en la barra inferior de la aplicación consta de dos botones históricos para navegar hacia adelante o hacia atrás, un botón directo de búsqueda mediante el motor de Google, un botón de introducción de dirección web (Figura 108), y un conmutador que muestra u oculta el panel de marcadores.

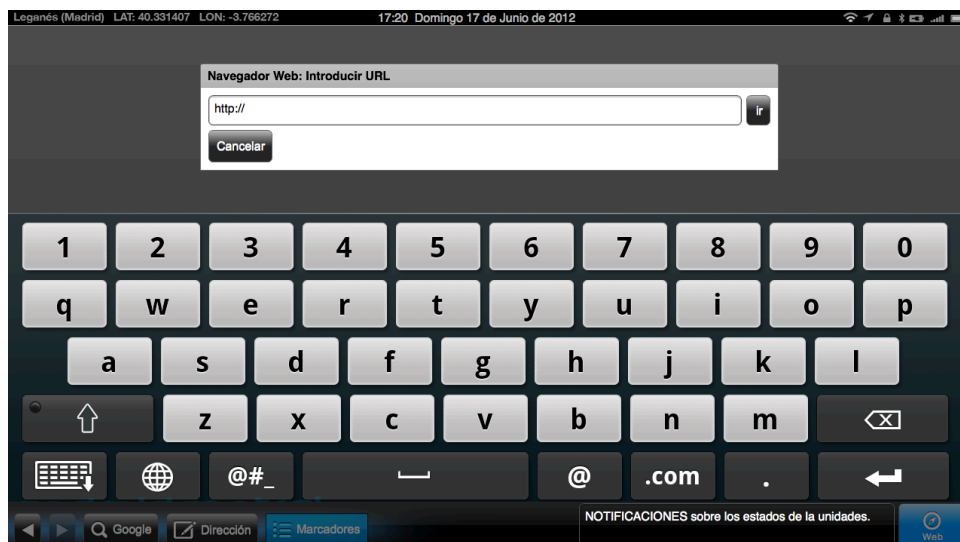


Figura 108. Panel de introducción de direcciones.

En este capítulo se ha implementado la aplicación final siguiendo los consejos de los expertos. El desarrollo por tanto está centrado en el usuario, es decir que las funcionalidades del sistema se han adaptado según las necesidades de los propios usuarios.

Capítulo 7

Pruebas de la Aplicación

El objetivo de este capítulo es presentar la definición de un plan de pruebas que permita comprobar que el sistema funciona correctamente, cumpliendo con las especificaciones dadas en la toma de requisitos.

El capítulo está dividido en los siguientes apartados:

- a) **Casos de prueba:** especificación de las pruebas a realizar en el sistema.
- b) **Plantilla de informe de prueba:** por cada prueba que se realice sobre el sistema se deberá rellenar un informe siguiendo el formato y el proceso que se describe en este apartado.
- c) **Procedimiento de las pruebas:** recoge los procedimientos de prueba que se realizarán al sistema. Cada uno de ellos vendrá definido por un identificador único, su descripción, las condiciones necesarias en el sistema, y los pasos a seguir para llevar a cabo la prueba.

7.1 Casos de prueba

En este apartado se especifican las pruebas que se deben realizar al sistema para comprobar su correcto funcionamiento y si cumple con todas las especificaciones.

Para ello, cada una de las pruebas explicadas en las Tabla 69 a Tabla 76 incluirá los

siguientes campos para su especificación:

- **Identificador:** nombra de manera única a la prueba siguiendo el formato *PR-XXX*, donde *XXX* tomará valores numéricos dentro del rango 000-999.
- **Descripción:** especifica el objetivo de la prueba.
- **Precondiciones:** describe el estado en el que se debe encontrar el sistema antes de la realización de la prueba.
- **Pasos a seguir:** establece un secuencia de pasos que debe realizar el responsable de la prueba sobre el sistema.

Identificador	PR-001
Descripción	Conexión con servidores externos mediante HttpService.
Precondiciones	Aplicación iniciada.
Pasos a seguir	Comprobar que los datos de las unidades están cargadas y representadas en el mapa correctamente.

Tabla 69. Prueba PR-001.

Identificador	PR-002
Descripción	Conexión a los APIs de <i>Google Maps</i> y <i>Yahoo Weather</i> .
Precondiciones	Aplicación iniciada.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar que los mapas de Google Maps han cargado correctamente. 2. Comprobar que los datos del tiempo se han cargado correctamente desde el API de Yahoo Weather.

Tabla 70. Prueba PR-002.

Identificador	PR-003
Descripción	Integración de los datos externos de ficheros XML.
Precondiciones	Aplicación iniciada.
Pasos a seguir	Comprobar desde “Herramientas >> Cargar Situación” que carga los datos desde los ficheros XML y representa las unidades en el mapa correctamente.

Tabla 71. Prueba PR-003.

CAPÍTULO 7: PRUEBAS DE LA APLICACIÓN

Identificador	PR-004
Descripción	Funcionamiento de los tipos de mapa.
Precondiciones	Mapa cargado.
Pasos a seguir	Comprobar que los distintos tipos de mapas mostrados desde el menú “Mapa” se muestran y aplican correctamente sobre el mapa central.

Tabla 72. Prueba PR-004.

Identificador	PR-005
Descripción	Funcionamiento de las capas sobre el mapa.
Precondiciones	Mapa Cargado.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar que las capas mostradas desde el menú “Capas” se muestran correctamente sobre el mapa: parques de bomberos, hidrantes, garajes y empresas tóxicas. 2. Comprobar que las etiquetas de los puntos de información añadidos mediante capas muestran la información correcta: Nombre, dirección, teléfono de contacto y página web. 3. Comprobar que las imágenes superpuestas sobre el mapa se centran y visualizan correctamente sobre el mapa: mapa de metro y áreas de temperatura.

Tabla 73. Prueba PR-005.

Identificador	PR-006
Descripción	Creación de nuevas marcas y zonas sobre el mapa.
Precondiciones	Mapa cargado.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el panel de adición de marcas desde el menú “marcas”. 2. Añadir una nueva marca sobre el mapa y comprobar que los datos de la descripción son correctos: <ol style="list-style-type: none"> a. Nombre personalizado. b. Nombre de la calle. c. Elevación en metros del terreno para esa marca. 3. Activar la adición de puntos y comprobar que la zona se crea correctamente. 4. Comprobar el borrado de las marcas y puntos y su ocultación desde el botón “Mostrar/Ocultar”.

Tabla 74. Prueba PR-006.

Identificador	PR-007
Descripción	Funcionamiento de las herramientas: medir, notas, calculadora y web.
Precondiciones	Aplicación iniciada.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar que la herramienta "Medir" muestra correctamente la distancia en metros desde los dos puntos elegidos en el mapa. 2. Comprobar que la herramienta "Notas" se muestra en la ventana central y se añade el texto correctamente. 3. Comprobar que la herramienta "Calculadora" se muestra en la ventana central y se realizan los cálculos correctamente. 4. Comprobar que el "Navegador Web" se muestra en la ventana central y conecta a internet correctamente mostrando los datos pedidos.

Tabla 75. Prueba PR-007.

Identificador	PR-008
Descripción	Funcionamiento de los recursos solicitados.
Precondiciones	Aplicación iniciada.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar un nuevo recurso desde el menú de recursos: "Unidad, Cisterna o Helicóptero". 2. Comprobar que se ha creado la ruta desde donde se encuentra el recurso inicialmente hasta el destino solicitado. 3. Comprobar que antes de confirmar finalmente la solicitud, se muestra en pantalla un panel de confirmación. 4. Comprobar que el recursos solicitado aparece en la ventana de "Uds. Solicitadas" y que muestra correctamente el tiempo que tardará en llegar a su destino en minutos y la distancia en Km.

Tabla 76. Prueba PR-008.

7.2 Plantilla de informe de pruebas

Durante la realización de las pruebas del sistema se debe realizar un informe en el que se detallen los resultados obtenidos. A continuación se especifican los campos que deben ser incluidos en el informe y el formato establecido para este proyecto:

- **Identificador:** Identificador de la prueba realizada.
- **Fecha:** Fecha en la que se realizó la prueba.
- **Responsable:** Miembro del equipo del proyecto encargado de realizar la prueba.
- **Descripción:** Objetivo de la prueba realizada.
- **Resultado:** Este campo mostrará el valor *Aceptada* si el sistema ha realizado la prueba correctamente, o *Rechazada* en caso contrario.
- **Descripción de los fallos:** Si la prueba ha sido rechazada este campo contendrá una descripción de los fallos encontrados durante la realización de dicha prueba.

Identificador	Detalles
Fecha	
Responsable	
Descripción	
Resultado	
Descripción de los fallos.	

Tabla 77. Plantilla para pruebas.

7.3 Procedimiento de las pruebas

Al realizar la ejecución de cada uno de los casos de prueba definidos en los casos de prueba, es necesario determinar si la prueba se considera válida si el sistema funciona como se determina, o no, si presenta algún tipo de fallo en alguna de las funcionalidades requeridas. En el caso de que la prueba sea fallida se deberá detallar el resultado obtenido y su posible resolución o mejora a implementar.

7.3 PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS

Se utilizará la plantilla mostrada en el apartado 7.2 Plantilla de informe de pruebas para realizar los procedimientos de prueba definidos anteriormente en el apartado 7.1

Identificador	PR-001
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Conexión con servidores externos mediante HttpService.
Resultado	<p>Al iniciar la aplicación, el sistema realiza llamadas HttpService a un servidor externo para obtener la información de las unidades de las que dispone el sistema.</p> <p>Como se muestra en la Figura 109 los datos de las unidades se cargan y muestran correctamente sobre el mapa.</p> <p>Prueba superada satisfactoriamente.</p>
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 78. Resultado prueba PR-001.



Figura 109. Resultado de la prueba PR-001.

CAPÍTULO 7: PRUEBAS DE LA APLICACIÓN

Identificador	PR-002
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Conexión a los APIs de Google Maps y Yahoo Weather.
Resultado	Las conexiones a las APIs de Yahoo y Google se realizan correctamente mostrando en pantalla el mapa y la información del tiempo. En la Figura 110 se puede ver el resultado. Prueba superada satisfactoriamente.
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 79. Resultado prueba PR-002.



Figura 110. Resultado de la prueba PR-002.

Identificador	PR-003
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Integración de los datos externos de ficheros XML.
Resultado	<p>En esta prueba se debe comprobar la carga de datos mediante ficheros XML externos una vez iniciada la aplicación.</p> <p>El resultado será el de cargar los datos, interpretarlos y mostrarlos en la aplicación.</p> <p>Prueba superada satisfactoriamente.</p>
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 80. Resultado prueba PR-003.

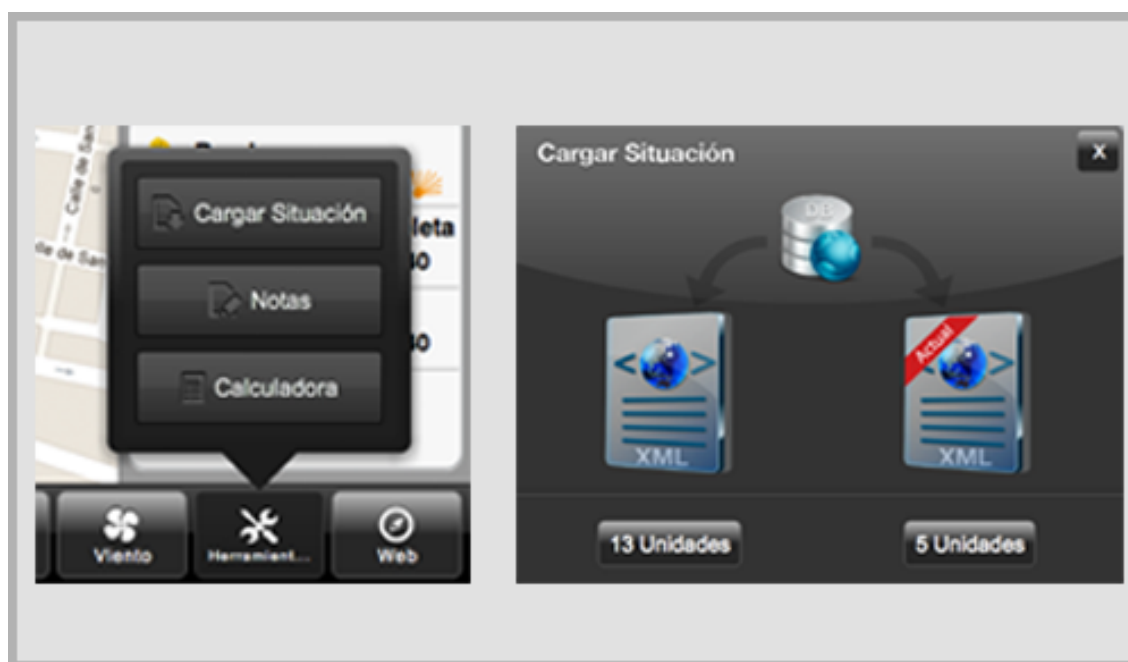


Figura 111. Resultado de la prueba PR-003.

Identificador	PR-004
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Funcionamiento de los tipos de mapa.
Resultado	Se realiza la prueba con cada uno de los tipos de mapas disponibles en la aplicación y se comprueba que el resultado es correcto en cada caso Prueba superada satisfactoriamente.
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 81. Resultado prueba PR-004.



Figura 112. Resultado de la prueba PR-004.

Identificador	PR-005
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Funcionamiento de las capas sobre el mapa.
Resultado	Prueba genérica realizada sobre todas las capas mostradas en el menú capas. Prueba superada satisfactoriamente.
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 82. Resultado prueba PR-005.



Figura 113. Resultado de la prueba PR-005.

CAPÍTULO 7: PRUEBAS DE LA APLICACIÓN

Identificador	PR-006
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Creación de nuevas marcas y zonas sobre el mapa.
Resultado	Se realiza la prueba con carias marcas de distintos colores y descripciones personalizadas, así como la prueba de la zona poligonal. Prueba superada satisfactoriamente.
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 83. Resultado prueba PR-006.

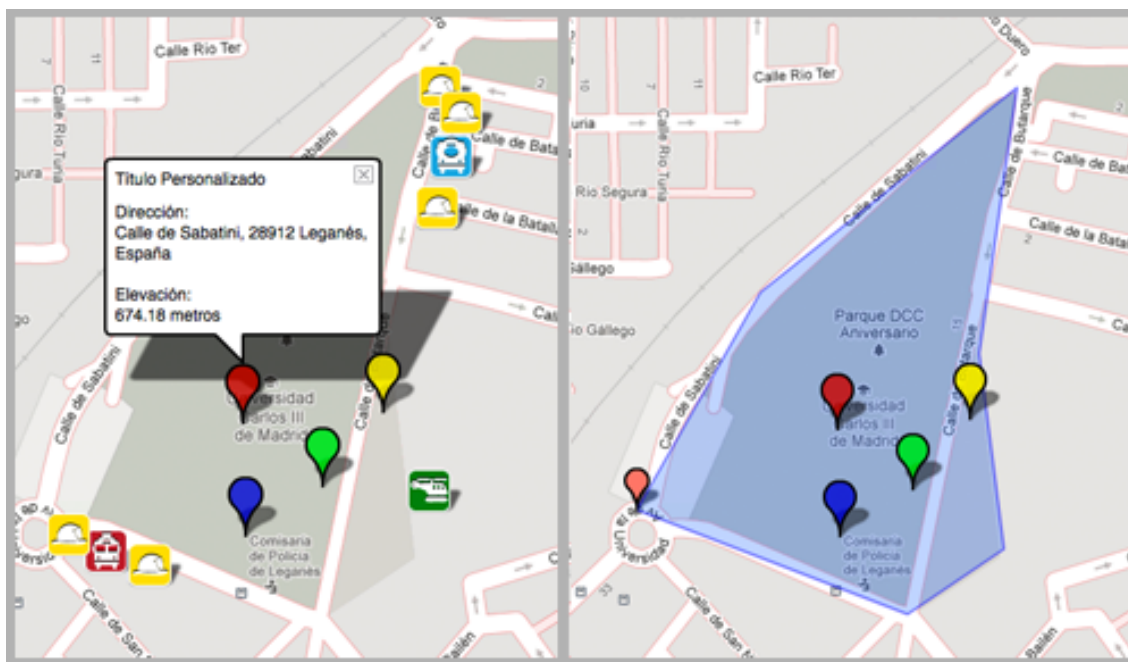


Figura 114. Resultado de la prueba PR-006.

Identificador	PR-007
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	<p>Funcionamiento de las herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medir. Herramienta de medición de distancias. ▪ Notas. Utilidad para escribir notas rápidas. ▪ Calculadora. Herramienta para realizar cálculos sencillos. ▪ Web. Navegador web para realizar consultas externas y acceso a los manuales de información mediante los marcadores predefinidos.
Resultado	<p>Se realizan las pruebas de funcionamiento para cada una de las herramientas o servicios y se comprueba que el funcionamiento sea correcto.</p> <p>Prueba superada satisfactoriamente.</p>
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 84. Resultado prueba PR-007.

CAPÍTULO 7: PRUEBAS DE LA APLICACIÓN



Figura 115. Resultado de la prueba PR-007.

Identificador	PR-008
Fecha	31 de mayo de 2012
Responsable	Programador
Descripción	Funcionamiento de los recursos solicitados.
Resultado	Se solicitan los distintos recursos y se comprueban que los datos mostrados son correctos.
Descripción de los fallos.	Ninguno.

Tabla 85. Resultado prueba PR-008.

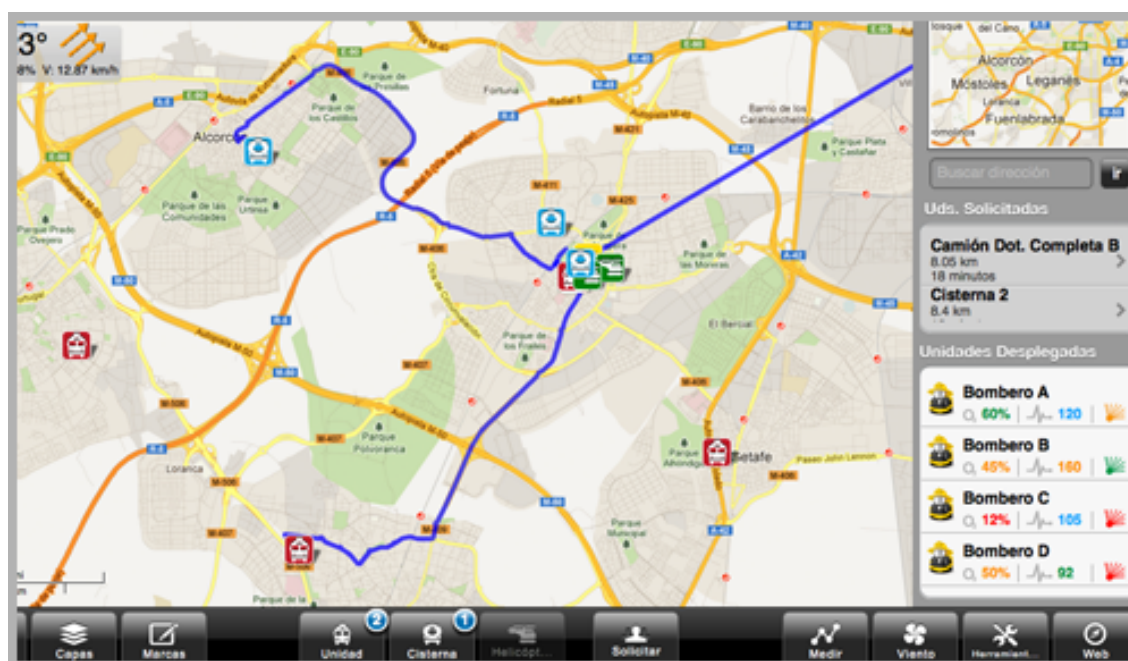


Figura 116. Resultado de la prueba PR-008.

Este capítulo se concluye mostrando que los test han sido realizados correctamente y que el resultado de las pruebas ha sido satisfactorio en los casos aplicados.

Capítulo 8

Conclusiones y Líneas Futuras

En este capítulo se hace un breve repaso en conclusión a las tareas realizadas para llevar a cabo este proyecto. Así como las posibles mejoras y la adición de nuevos servicios que completen la aplicación en un futuro.

8.1 Conclusiones

A la hora de realizar el presente proyecto se pretendía alcanzar una serie de objetivos que se marcaron al inicio, consiguiendo llegar a todos ellos de manera satisfactoria.

En primer lugar se ha creado un sistema capaz de cumplir con los requisitos propuestos, dejando abierta la posibilidad de seguir ampliando y mejorando la aplicación gracias sobre todo a la metodología de la programación orientada a objetos.

Se han puesto en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, sobre todo en el uso de metodologías, programación orientada a objetos, uso de frameworks específicos, servidores, y gestión de proyectos software. Además, se han adquirido nuevos conocimientos gracias al aprendizaje de las tecnologías MXML y ActionScript utilizadas en el desarrollo del sistema, e incluso, adquiriendo experiencia a la hora de desarrollar aplicaciones multiplataforma, tanto para equipos de escritorio como dispositivos móviles.

Finalmente, se ha logrado alcanzar el objetivo de desarrollar un proyecto software completo, adquiriendo conocimientos acerca de los roles presentes en este tipo de proyectos y comprobando la dificultad en lo referente a esfuerzo, dedicación y coste de llevar a cabo un proyecto de forma correcta.

8.2 Líneas futuras

Después de la consecución de este proyecto se podrían ampliar las capacidades y medios de la aplicación.

Dentro de las posibilidades que se podrían implementar para mejorar la experiencia y utilización de la aplicación se encuentran: :

- Integración del sistema con otros servicios de intervención inmediata y de emergencias como el cuerpo de policía, servicios hospitalarios de emergencias, Summa 112, guardia civil y centros de control de emergencias.
- Actualmente la aplicación es capaz de localizar en la posición exacta y monitorizar las distintas unidades desplegadas en el lugar de la emergencia. Una posible mejora consistiría en tener comunicación asíncrona con cada unidad conectada en el sistema. Se podría implementar la comunicación por voz si el ancho de banda lo permitiese.
- Función megáfono: el sistema sería capaz de reproducir mensajes grabados por el sistema de megafonía instalado en los camiones de bomberos. De esta forma el bombero mando solamente tendría que seleccionar el mensaje oportuno para cada ocasión. También se podría incluir la reproducción de la voz en directo del mando que ordenara la transmisión del mensaje.
- Estudio de diseño responsivo para adaptar la aplicación en cualquier tamaño de pantalla.

Desntro del gran abanico de posibilidades que ofrecen las interfaces gráficas, es interesante estudiar las guías de diseño, modelación de la interfaz, teoría de color y en general, todos aquellos aspectos que estén relacionados con la interacción persona-ordenador para mejorar la interactividad de la aplicación.

Capítulo 9

Bibliografía

Wikipedia. 2012. http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_de_mapas_en_internet.

2012. http://es.wikipedia.org/wiki/Caso_de_uso.

Breve historia de los sistemas de soporte a decisión. 2012.

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_soporte_a_decisiones#Breve_historia.

Curvas de Bézier. 2012. http://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_Bézier.

Cartografía. 2012. <http://es.wikipedia.org/wiki/Cartografía>.

Rapid Eye. 2012. <http://es.wikipedia.org/wiki/RapidEye>.

Autodesk-MapGuide. 2012. <http://www.autodesk.es/mapguide>.

Adobe Company, INC. *Productos Adobe*. 2012.

<http://www.adobe.com/es/products/flex.html>.

Ajax Viewer. 2012. <http://www.ajaxdocumentviewer.com>.

AlsiteL. *Información sobre las técnicas diferenciales de corrección*. 2012.

<http://www.alsitel.com/tecnico/gps/correrr.htm>.

API Yahoo Weather. 2012. <http://developer.yahoo.com/flash/astra-webapis/>.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

API Flash GoogleMaps. 2012.

<https://developers.google.com/maps/documentation/flash/intro>.

API Google Maps para JavaScript. 2012.

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/> API Google Maps para JavaScript.

Cognos, IBM. [<http://www.cognos.com/>].

Cross, Mark. *Decision support systems: using technology for successful management*. Vol. 75, 48. Management, Hamilton, 2002.

CSIC. *GPS – Arquitectura del sistema*. 2012. <http://www.iai.csic.es/>.

Ejemplo url. 2012.

<http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF8&hl=es&msa=0&ll=40.333133,-3.764738&spn=0.00615,0.008529&z=17&msid=215668125897565265621.00049f4a9d381d162e55e>.

DM Solutions Group. 2012. <http://www.dmsolutions.ca/>.

Google Maps. 2012. <http://maps.google.com/>.

Google Maps API. 2012. <http://code.google.com/intl/es-ES/apis/maps>.

Google Maps Contrato. 2012. <http://code.google.com/apis/maps/faq.html>.

Google Maps Key. 2012. <http://code.google.com/intl/es-ES/apis/maps/signup.html>.

Google Maps License. 2012.

http://www.google.com/enterprise/earthmaps/maps_features.html.

GRASS. 2012. <http://es.wikipedia.org/wiki/GRASS>.

IGA, SL. *Infosistemes Gràfics Avançats S.L.* 2012.

<http://www.infografics.com/empresa.php>.

INSHT. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. 2005.

<http://www.insht.es/>.

Instancia del navegador web con Zinc. 2012. <http://www.multimedia.com/>.

Keen, P. G. W. *Decision support systems: an organizational perspective*. Reading, Mass. Editado por Addison-Wesley Pub. Co. 1978.

LGPL. 2012. http://es.wikipedia.org/wiki/GNU_Lesser_General_Public_License.

Navteq Maps. 2012. <http://www.navteq.com>.

NIOSH. *The National Institute for Occupational Safety and Health*. 2005.

<http://www.cdc.gov/niosh/index.htm>.

MapGuide. 2012. <http://mapguide.osgeo.org/>.

2012. <https://mapguide.osgeo.org/livegallery.html>.

2012. <https://mapguide.osgeo.org/livegallery.html>.

MapGuide-O.S. 2012. MapGuide Open Source - <http://mapguide.osgeo.org/>.

MapSever API. 2012. <http://mapserver.org/development/index.html>.

Microstrategy. <http://www.microstrategy.com/>.

OpenStreetMap. 2010. <http://usemoslinux.blogspot.com/2010/04/openstreetmap-el-google-maps-libre.html>.

Oracle Conditions. 2012. <http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/price-lists>.

OSGeo. 2012. <http://trac.osgeo.org/geos/>.

Rivera, Alejandro. *Diversas tecnologías implicadas en una emergencia*. Director técnico de unidad de redes del proyecto.

QGIS. 2012. <http://www.qgis.org/>.

SSD-AAPP. [<http://www.csi.map.es/csi/ssd.htm>].

Turban, Efraim. *Electronic Commerce: A Managerial Perspective*. Prentice Hall, 2002.

Anexo I

Gestión del Proyecto

La gestión de proyectos tiene como finalidad la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos humanos y materiales que intervienen en el desarrollo.

En este capítulo se estudia el ciclo de vida, la gestión del proyecto y la planificación del proyecto.

Anexo I.1 Ciclo de Vida

Para el presente proyecto, el ciclo de vida elegido ha sido el modelo por prototipos, que es el que más se adapta a las necesidades de desarrollo en este caso, ya que el propio producto a lo largo de su desarrollo puede considerarse una sucesión de prototipos que progresan hasta llegar al estado deseado.

Si no se conoce exactamente cómo desarrollar un determinado producto o cuáles son las especificaciones de forma precisa suele recurrirse a definir especificaciones iniciales para hacer un prototipo, o sea, un producto parcial y provisional. En este modelo, Figura 117, el objetivo es lograr un producto intermedio, antes de realizar el producto final, para poder conocer mediante éste cómo responderán las funcionalidades previstas para el producto final.

Debido al uso de Adobe Flash Builder 4.6 para desarrollar este proyecto, y a su consiguiente desconocimiento previo de su comportamiento por parte del equipo de desarrollo, la incertidumbre sobre los resultados a obtener era alta. Con la elección de

este tipo de ciclo de vida se permite al equipo de desarrollo poder ir realizando prototipos en los que evaluar los resultados pudiéndose marcar nuevos requerimientos para el siguiente prototipo.

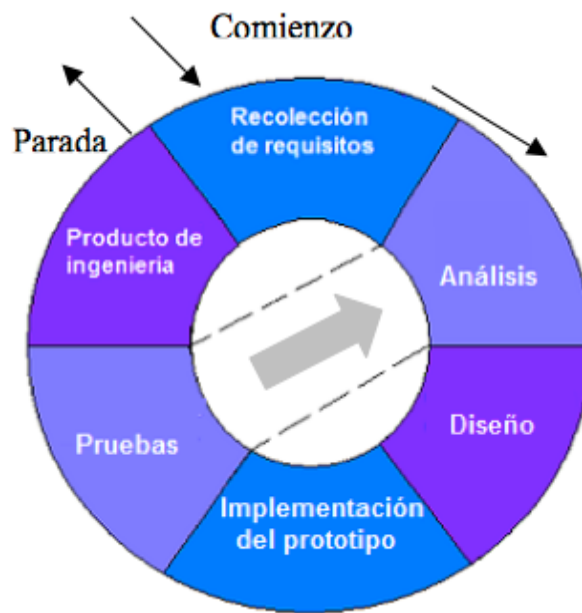


Figura 117. Ciclo de vida del modelo de prototipo.

Este ciclo de vida ha sido considerado como el más adecuado debido a los siguientes motivos:

- Permite evaluar distintas posibilidades de desarrollo, ya que en los prototipos se pueden añadir o eliminar funcionalidades.
- Desconocimiento de la tecnología, pudiendo mejorar aspectos técnicos en cada iteración debido a que se amplían conocimientos y experiencias con dicha tecnología.
- El prototipo actúa como un avance de lo que puede ser el producto final.
- Se experimenta sobre los aspectos del sistema que representan mayor complejidad.
- El usuario reacciona mucho mejor ante un prototipo, sobre el que puede experimentar, que no sobre una especificación escrita.
- Se incrementa la calidad del producto final, ya que el prototipo permite trabajar sobre él.

Anexo I.2 Planificación

A la hora de realizar el proyecto, se hace necesaria la tarea de planificación para cumplir las distintas actividades y tareas que forman parte del proyecto, así como los recursos asignados a cada una de ellas. Por ello, se ha desarrollado una planificación de trabajo en función del ciclo de vida seleccionado anteriormente.

El RBS (*Resource Breakdown Structure*) es una representación jerárquica de los recursos, tanto humanos como materiales, necesarios para la planificación. Esta técnica de organización de proyectos software tiene por objeto representar la organización humana del proyecto, así como la estructura de recursos tecnológicos y materiales.

En lo que se refiere a los recursos humanos que intervienen en el desarrollo del proyecto, a continuación se muestran las personas y roles que participan en él con sus funciones:

- **Jefe de Proyecto:** se encarga de la gestión, organización, planificación y supervisión del proyecto a lo largo de todo su desarrollo.
- **Analista:** se encarga de obtener y redactar los requisitos de usuario además de modelar los procesos y tareas a codificar.
- **Diseñador:** su tarea es el diseño de las interfaces, la arquitectura del sistema y el plan de verificación y validación.
- **Programador:** Se encarga de la codificación del sistema así como de llevar a cabo las pruebas necesarias sobre el mismo.

El diagrama de la Figura 118 muestra el RBS del presente proyecto.

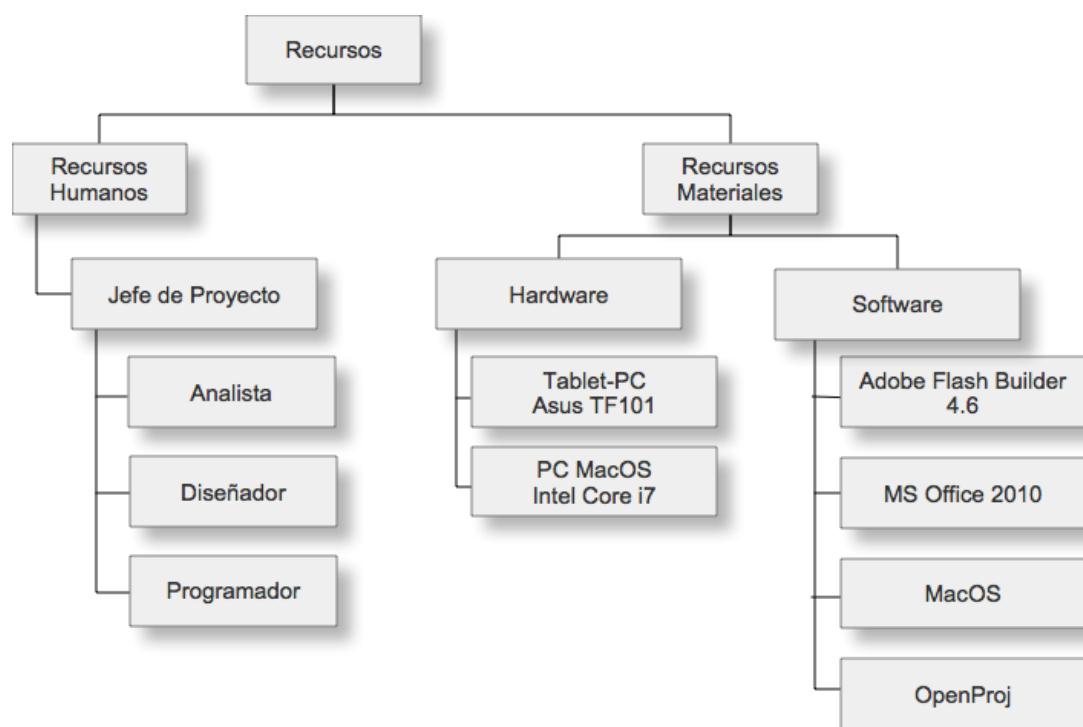


Figura 118. Diagrama RBS.

Identificados los recursos humanos, se procede a realizar un diagrama de Gantt. En este diagrama, se hace un desglose de tareas para realizar el seguimiento de la realización del proyecto.

Como se muestra en la Figura 119, la duración total del proyecto es de 180 días laborales, comenzando el desarrollo el día 8 de noviembre de 2011 y terminando el 16 de junio de 2012. La fecha de entrega se establece en el último hito del proyecto, cuando el sistema se encuentra finalizado y documentado para su entrega al cliente.

Las tareas principales del diagrama de Gantt quedan enumeradas en las fases de análisis, diseño, desarrollo del prototipo, implementación de la aplicación, el desarrollo de las pruebas y la documentación del proyecto. En el diagrama de Gantt se pueden observar las subtareas de cada fase dicha.

La tarea de Reuniones de Seguimiento mostrada en el diagrama se trata de una tarea repetitiva. Esta tarea se ejecuta semanalmente a la cual asisten, en este caso, todos los miembros de proyecto: el jefe de proyecto, el analista, el diseñador y el programador. El objetivo de estas reuniones es realizar un seguimiento de las tareas que se están realizando. Es importante que los miembros del equipo expliquen la situación de la tarea que están realizando para ajustar con más detalle la estimación de las tareas.

ANEXO I: GESTIÓN DEL PROYECTO

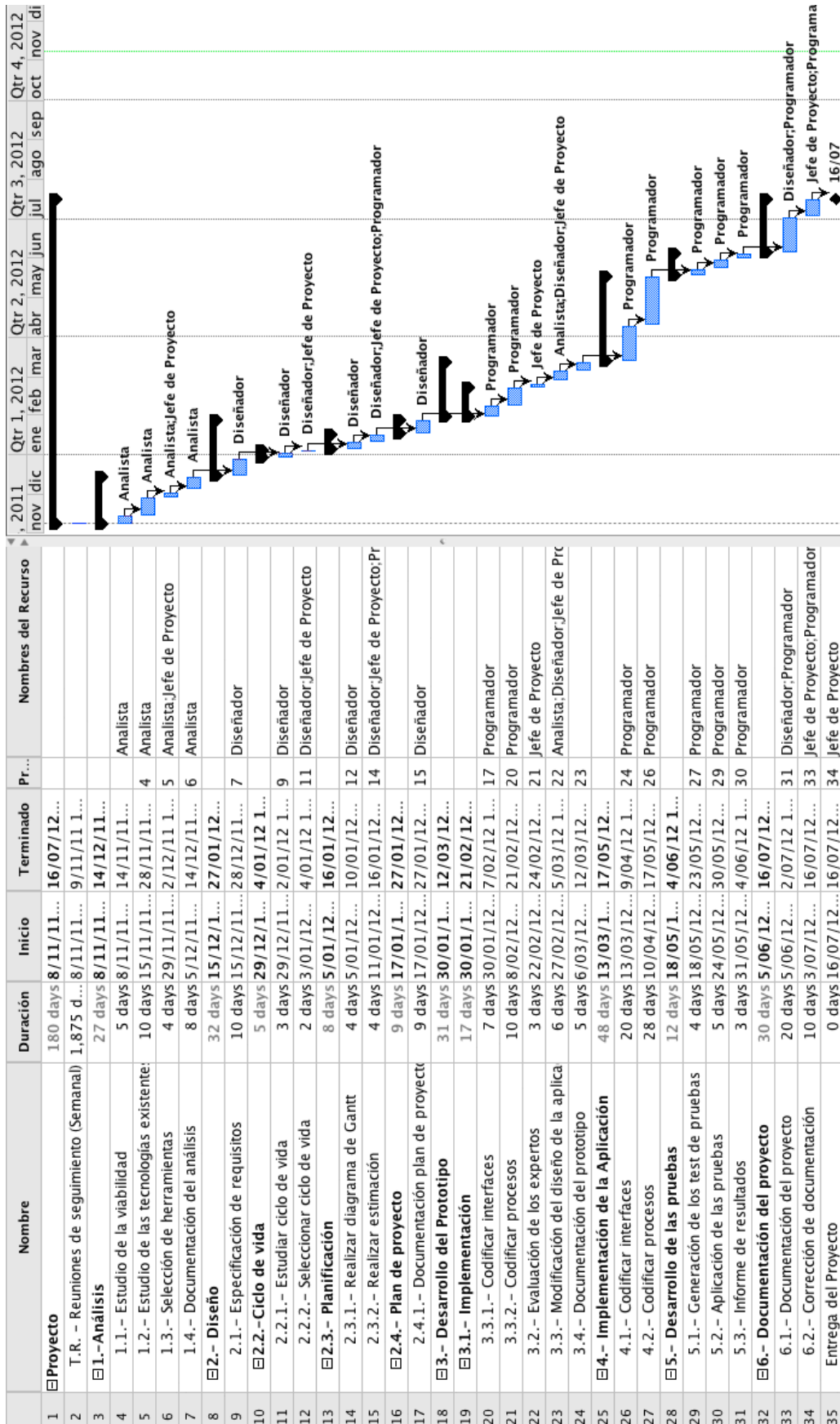


Figura 119. Diagrama de Gantt.

El último hito del proyecto es la entrega de la documentación y el software desarrollado al cliente o tutor. Tras esto, se da por concluido el proyecto el 16 de junio de 2012.

Anexo I.3 Estimación de costes

Para calcular el coste estimado del proyecto se han tenido en cuenta los costes tanto materiales como humanos que podía generarse a lo largo del desarrollo del proyecto.

En primer lugar se calcula el coste asociado a las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto. Se decidió realizar el mayor ahorro en este apartado, por lo que, algunas de las herramientas utilizadas corresponden a software libre o se han conseguido licencias especiales para estudiantes, como por ejemplo Adobe Flash Builder 4.6, el cual Adobe cedió la licencia. Con el fin de poder comprobar el dinero ahorrado se muestra una comparativa en la Tabla 86.

Herramienta	Coste Licencia	Coste para el proyecto
Microsoft Office 2010	379,00 €	379,00 €
Adobe Flash Builder 4.6	216,00 €	Gratuito
Open Project	Gratuito	Gratuito
Google Maps API Premium	8.540,00 €	Gratuito
Total (IVA INCLUIDO)	9.135,00 €	379,00 €

Tabla 86. Costes de licencias.

Como se puede observar en dicha tabla, se ha producido un ahorro de 8.756,00 € provenientes de:

- **Adobe Flash Builder 4.6:** ahorro de 216,00 € gracias a la cesión de la licencia por parte de la propia Adobe a estudiantes de ingeniería.
- **Google Maps API Premium:** ahorro de 8.540,00 € gracias a la cesión de la licencia por parte de Google para nuevos proyectos de ingeniería.

Finalmente, el gasto derivado de licencias y software en general asciende a 379,00€.

Los costes materiales hardware utilizados en el proyecto se reflejan a continuación en la Tabla 87.

ANEXO I: GESTIÓN DEL PROYECTO

Detalle	Coste
Ordenador iMac core i7	1.700,00 €
Tablet-PC Asus Transformer TF-101	480,00 €
Total	2.180,00 €

Tabla 87. Costes de recursos hardware.

Ha sido necesario la adquisición de los equipos mencionados en la Tabla 87 para llevar a cabo la realización del proyecto. Como se muestra dicha tabla el coste total de los recursos hardware asciende a 2.180,00 €.

Para el cálculo de los costes asociados a los recursos humanos se ha tomado una jornada laboral de 8 horas, distribuidas en horarios de 8:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00. El proyecto ha sido generado por un solo ingeniero, el cual se ha adaptado a los distintos roles anteriormente descritos. La Tabla 88 muestra una relación entre las funciones que se han adoptado, el tiempo invertido y su coste.

Recurso	Horas	Precio/Hora	Total
Jefe de Proyecto	336	20,00 €	6.720,00 €
Analista	288	15,00 €	4.320,00 €
Diseñador	240	15,00 €	3.600,00 €
Programador	592	10,00 €	5.920,00 €
Total			20.560,00 €

Tabla 88. Costes de recursos humanos.

La suma de los costes materiales y humanos hace que el costo total del desarrollo del proyecto sea el indicado en la Tabla 89.

Detalle	Coste
Recursos materiales (Software)	379,00 €
Recursos materiales (Hardware)	2.180,00 €
Recursos humanos	20.560,00 €
Total	23.119,00 €

Tabla 89. Coste total del proyecto.

La realización de la gestión del proyecto, asimismo, determina la viabilidad económica del proyecto. El conocimiento que aporta este estudio es fundamental para que sea aprobado y financiado.

En el Anexo II, se analizan los costes indirectos del proyecto.

Anexo II

Presupuesto Amortizado

La siguiente Figura 120 muestra el presupuesto amortizado utilizando la plantilla oficial que ofrece la Universidad Carlos III de Madrid para la realización de los proyectos fin de carrera.

Los datos del presupuesto son analizados detalladamente en el Anexo I dentro de la sección de Estimación de Costes.

ANEXO II: PRESUPUESTO AMORTIZADO

1.- Autor: Jesús García González

2.- Departamento: Ingeniería del Software

3.- Descripción del Proyecto:

- Título **Sistema de Gestión y Ayuda a la Toma de Decisiones para Cuerpos de Bomberos**
 - Duración (meses) **6**
 Tasa de costes Indirectos: **20%**

4.- Presupuesto total del Proyecto (valores en Euros):

Euros 20.939 €

5.- Desglose presupuestario (costes directos)

PERSONAL

Apellidos y nombre	N.I.F. (no rellenar - solo a título informativo)	Categoría	Dedicación (hombres mes) ^{a)}	Coste hombre mes	Coste (Euro)
Jefe de Proyecto		Ingeniero Senior	11,2	600,00	6.720,00
Analista		Ingeniero Senior	14,4	300,00	4.320,00
Diseñador		Ingeniero	12	300,00	3.600,00
Programador		Ingeniero	29,6	200,00	5.920,00
Hombres mes 67,2					Total 20.560,00 €

^{a)} 1 Hombre mes = 131,25 horas. Máximo anual de dedicación de 12 hombres mes (1575 horas)
 Máximo anual para PDI de la Universidad Carlos III de Madrid de 8,8 hombres mes (1.155 horas)

EQUIPOS

Descripción	Coste (Euro)	% Uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación	Coste imputable ^{a)}
Ordenador iMac core i7	1.700,00	100		60	170,00
Tablet-PC Asus Transformer TF-101	480,00	100		60	48,00
		100		60	0,00
		100		60	0,00
		100		60	0,00
		100		60	0,00
Total					218,00 €

^{a)} Fórmula de cálculo de la Amortización:

$$\frac{A}{B} \times C \times D$$

A = nº de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado
 B = periodo de depreciación (60 meses)
 C = coste del equipo (sin IVA)
 D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)

SUBCONTRATACIÓN DE TAREAS

Descripción	Empresa	Coste imputable
Total		0,00 €

OTROS COSTES DIRECTOS DEL PROYECTO^{a)}

Descripción	Empresa	Costes imputable
Licencia Software Ofimático	Microsoft Office 2010	379,00
Total		379,00 €

^{a)} Este capítulo de gastos incluye todos los gastos no contemplados en los conceptos anteriores, por ejemplo: fungible, viajes y dietas, otros,...

6.- Resumen de costes

Presupuesto Costes Totales	Presupuesto Costes Totales
Personal	20.560
Amortización	218
Subcontratación de tareas	0
Costes de funcionamiento	379
Costes Indirectos	4.231
Total	25.388

Figura 120. Presupuesto amortizado.

Glosario

AS3	<i>Action Script 3</i>
ASCII	<i>American Standar Code for Information Interchange</i>
API	<i>Application Programming interface</i>
ASP	<i>Application Service Provider</i>
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
AJAX	<i>Asynchronous JavaScript And XML</i>
CAO	<i>Cartografía Asistida por Ordenador</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
CAD	<i>Computer Asisted Design</i>
CMI	<i>Cuadro de Mando de Información</i>
DSS	<i>Decision Support System</i>
DRG	<i>Digital Rasted Graphics</i>
DOM	<i>Document Object Model</i>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XSLT	<i>Extensible Stylesheet Language Transformations</i>
GML	<i>Geography Markup Language</i>
GLONASS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global System Position</i>
GAGAN	<i>GPS and GEO Augmented Navigation</i>
GSM	<i>Groupe Spécial Mobile</i>
IMS	<i>Internet Map Server</i>
KML	<i>Keyhole Markup Language</i>
URL	<i>Localizador Uniforme de Recursos</i>
MSAS	<i>Multi-functional Satellite Augmentation System</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PPS	<i>Precise Position Service</i>
PGML	<i>Precision Graphics Markup Language</i>
OLAP	<i>Procesamiento Analítico en Línea</i>
PMA	<i>Puesto de Mando Avanzado</i>
DWF	<i>ShockWave Flash</i>

SVF	<i>Simple Vector Format</i>
GDDS	<i>Sistemas de Apoyo a la decisión en Grupo</i>
EIS	<i>Sistemas de Información Ejecutiva</i>
SEI	<i>Sistemas de Información Ejecutiva</i>
SSEE	<i>Sistemas Expertos Basados en Inteligencia Artificial</i>
ODSS	<i>Sistemas Organizacionales de Apoyo a la Decisión</i>
SPS	<i>Standar Position System</i>
UE	<i>Unión Europea</i>
VML	<i>Vector Markup Language</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
WAAS	<i>Wide Area Augmentation System</i>