

**MOVILCRED - APLICACION EN COMPUTACION MOVIL PARA LA CAPTURA DE  
DATOS EN CAMPO COMO SOPORTE AL CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO**

**GIOVANNY ANDRES CASTRO MORA**

**JOSE LUIS LEAL GOMEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA  
BUCARAMANGA**

**2004**

**MOVILCRED - APLICACION EN COMPUTACION MOVIL PARA LA CAPTURA DE  
DATOS EN CAMPO COMO SOPORTE AL CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO**

**GIOVANNY ANDRES CASTRO MORA**

**JOSE LUIS LEAL GOMEZ**

**Proyecto de Grado para optar al título de  
Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**HERNAN PORRAS DIAZ**

**Ingeniero Civil, M.Sc., Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA  
BUCARAMANGA**

**2004**

*A Dios, quien me ha permitido llegar hasta aquí.  
A mis padres, patrocinadores incondicionales de mis anhelos.  
A mis hermanos, de quienes también es este triunfo.  
A mis amigos, por todo su apoyo.*

**GIOVANNY ANDRES CASTRO MORA**

*A mi pequeña princesa, con todo el amor y orgullo que me produce ser su padre.*

*A mi sobrina por todas sus travesuras que me alegran cada día*

*A Karito por darme la alegría mas grande de mi vida, mi hija.*

*A mis padres y hermanos por todos los momentos.*

**JOSE LUIS LEAL GOMEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, todo.

A nuestros padres, por su paciencia, entrega y apoyo incondicional.

A nuestros hermanos y demás familiares, por sus palabras de aliento y estímulo constante.

A nuestros compañeros de universidad, por todos los momentos compartidos durante la carrera.

Al Ing. Hernán Porras Díaz, por el tiempo dedicado y las enseñanzas aportadas para afrontar este proyecto.

Al Acueducto de Bucaramanga, en especial al Ing. Raúl Ernesto Vargas, Ing. Miguel Angel Ortega y la Ing. Deyanira Duarte, por su interés y colaboración.

Al grupo de investigación GEOMATICA, por la colaboración a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Al grupo de investigación en computación móvil e inalámbrica, por compartir todo su conocimiento.

A Gloria Stella Clavijo Moreno, por su constante apoyo y preocupación.

A Karoll Viviana Sanguino, por su compañía y colaboración.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>PARTE I – FUNDAMENTOS</b>	4
<b>CAPITULO 1 – ASPECTOS GENERALES</b>	5
1.1 AMBIENTACION	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo general.	10
1.3.2 Objetivos específicos.	11
1.4 JUSTIFICACION	12
1.5 ALCANCE	14
1.6 IMPACTO	14
1.6.1 Impacto técnico	14
1.6.2 Impacto económico	14
1.6.3 Impacto social	15
<b>CAPITULO 2 – FUNDAMENTOS TEORICOS</b>	16
2.1 INTRODUCCION A LA COMPUTACION MOVIL E INALAMBRICA	16
2.1.1 Definiciones.	17
2.1.1.1 Definición de computación inalámbrica.	18
2.1.1.2 Definición de computación ubicua	19
2.1.1.3 Definición de computación nómada.	19

2.1.1.4	Definición de computación desconectada.	20
2.1.1.5	Definición de computación móvil.	20
2.1.2	Características de la computación móvil e inalámbrica.	21
2.1.2.1	Movilidad	21
2.1.2.2	Adaptación	22
2.1.3	Computación móvil e inalámbrica a nivel internacional	23
2.1.4	Computación móvil e inalámbrica en Colombia	26
2.2	TECNOLOGIA EMPLEADA	30
2.2.1	Hardware	30
2.2.1.1	Dispositivos Pocket PC	30
2.2.1.2	Dispositivo móvil Compaq iPAQ H3850	31
2.2.2	Software de desarrollo	33
2.2.2.1	Software de desarrollo del PC	33
	Microsoft .NET Framework	33
	Microsoft Visual Basic .NET	35
2.2.2.2	Software de desarrollo del dispositivo móvil	35
	Microsoft .NET Compact Framework	35
	Microsoft embedded Visual Basic 3.0	36
	Software para manejo de planos: MapX Mobile	38
2.2.3	Sistema operativo del dispositivo móvil: Windows CE	39
2.2.3.1	Plataformas	42
2.2.4	Bases de datos y almacenamiento de datos en el dispositivo móvil.	44
2.2.4.1	Microsoft SQL Server CE 2.0	44
2.2.4.2	XML	45
2.3	SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS	47
2.3.1	Servicio público de acueducto	48
2.3.2	Catastro de redes	49
2.4	SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA	50
2.4.1	Definición	51
2.4.2	Componentes de un SIG	51
2.4.2.1	Hardware	51
2.4.2.2	Software	52
2.4.2.3	Datos	52

2.4.2.4 Personal	53
2.4.3 Usos de los SIG	53
2.5 ESTADO DEL ARTE DE LAS APLICACIONES MOVILES PARA EL SERVICIO PUBLICO DE ACUEDUCTO	55
2.5.1 Estado del arte a nivel internacional.	55
2.5.1.1 Soluciones ofrecidas por SAP	55
2.5.1.2 Caso URAGUA	56
2.5.2 Estado del arte en Colombia.	57
2.5.2.1 Caso AGUAZUL S.A. E.S.P	58
2.5.2.2 Caso EMSERCO S.A. E.S.P	59
2.5.2.3 Caso E.P.M	59
<b>CAPITULO 3 – MARCO METODOLOGICO</b>	<b>61</b>
3.1 ELECCION DE LA METODOLOGIA	62
3.2 EL PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO DE SOFTWARE	63
3.3 LENGUAJE DE MODELADO	65
<b>PARTE II – FASE DE INICIO</b>	<b>69</b>
<b>CAPITULO 4 – PLANEACION DE LA FASE DE INICIO</b>	<b>70</b>
4.1 HITOS Y ASIGNACIONES DE TIEMPO	70
4.2 FLUJOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS A ENTREGAR	71
<b>CAPITULO 5 – ITERACION UNICA: ANALISIS DEL NEGOCIO</b>	<b>72</b>
5.1 CAPTURA DE REQUISITOS	72
5.1.1 Lista de características	73
5.1.2 Riesgos Críticos	75
5.1.3 Contexto del sistema	76
5.1.3.1 Modelo del negocio	77
5.1.3.2 Modelo del dominio	79

5.1.4 Actores y casos de uso	80
5.1.4.1 Actores	81
5.1.4.2 Casos de uso	82
5.1.5 Casos de uso en detalle	86
5.1.6 Requisitos adicionales	88
5.2 ANALISIS	89
5.2.1 Análisis de la arquitectura	89
5.2.1.1 Paquetes del análisis generales	89
5.2.1.2 Clases de entidad derivadas del modelo de análisis	92
5.2.2 Análisis de casos de uso	93
5.3 DISEÑO	96
5.3.1 Diseño de la arquitectura	96
5.3.1.1 Identificación de nodos y configuraciones de red	96
<b>CAPITULO 6 – EVALUACION: ¿ES VIABLE CONTINUAR?</b>	98
6.1 ESTRUCTURACION DEL MODELO DE CASOS DE USO	98
6.2 VISTA DE LA ARQUITECTURA	99
6.3 EVALUACION Y CUMPLIMIENTO	101
<b>PARTE III – FASE DE ELABORACION</b>	103
<b>CAPITULO 7 – PLANEACION DE LA FASE DE ELABORACION</b>	104
7.1 HITOS Y ASIGNACIONES DE TIEMPO	104
7.2 FLUJOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS A ENTREGAR	105
<b>CAPITULO 8 – ITERACION UNICA: PUESTA EN MARCHA</b>	106
8.1 CAPTURA DE REQUISITOS	106
8.1.1 Actores y casos de uso	106
8.1.1.1 Actores	106
8.1.1.2 Casos de uso.	107

8.2 ANALISIS	111
8.2.1 Análisis de la arquitectura	111
8.2.2 Análisis de los casos de uso	112
8.2.2.1 Paquetes de análisis de la aplicación del dispositivo	113
Paquete de análisis Gestión de información de daños	113
Paquete de análisis Gestión de generación de archivos	114
8.2.2.2 Paquetes de análisis de la aplicación del PC	115
Paquete de análisis Gestión de información de daños	115
Paquete de análisis Gestión de generación de archivos	116
8.3 DISEÑO	117
8.3.1 Diseño de la arquitectura	117
8.3.1.1 Nodos y configuraciones de red	118
8.3.1.2 Subsistemas	119
8.3.2 Diseño de los casos de uso	122
8.3.3 Diseño de una clase	124
8.3.4 Diseño de las bases de datos	127
8.4 IMPLEMENTACION	133
8.4.1 Implementación de la arquitectura	133
<b>CAPITULO 9 – EVALUACION DE LA FASE DE ELABORACION</b>	<b>135</b>
9.1 ESTRUCTURA DEL MODELO DE CASOS DE USO	135
9.2 VISTA DE LA ARQUITECTURA	136
<b>PARTE IV – FASE DE CONSTRUCCION</b>	<b>139</b>
<b>CAPITULO 10 – PLANEACION DE LA FASE DE CONSTRUCCION</b>	<b>140</b>
10.1 HITOS Y ASIGNACIONES DE TIEMPO	140
10.2 FLUJOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS A ENTREGAR	141

<b>CAPITULO 11 – ITERACIONES DE LA FASE DE CONSTRUCCION</b>	142
11.1 CAPTURA DE REQUISITOS	142
11.1.1 Casos de uso	142
11.1.1.1 Nuevos casos de uso en la aplicación del PC	142
11.1.1.2 Nuevos casos de uso en la aplicación del dispositivo	144
11.1.2 Interfaz de usuario del dispositivo	145
11.1.2.1 Diseño de Interfaz del dispositivo móvil	145
11.1.2.2 Diseño de interfaz del PC	150
11.2 IMPLEMENTACION	152
11.2.1 Implementación de las clases	152
11.2.1.1 Implementación de las clases de la aplicación del dispositivo	152
11.2.1.2 Implementación de las clases de la aplicación del PC	154
11.2.2 Implementación de los subsistemas	154
11.2.2.1 Implementación de los subsistemas del dispositivo	154
11.2.2.2 Implementación de los subsistemas del PC	157
11.3 PRUEBAS	157
11.3.1 Planificación de las pruebas	158
11.3.2 Diseño de las pruebas	158
11.3.3 Realización de las pruebas	162
<b>CAPITULO 12 – EVALUACION DE LA FASE DE CONSTRUCCION</b>	163
12.1 ESTRUCTURACION DE LOS CASOS DE USO	164
<b>CONCLUSIONES</b>	166
<b>RECOMENDACIONES</b>	168
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	170
<b>ANEXOS</b>	180

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Aplicaciones de la computación móvil e inalámbrica	18
Tabla 2. Grados de movilidad	22
Tabla 3. Oportunidades y riesgos de las empresas inalámbricas	28
Tabla 4. Especificaciones técnicas Compaq iPAQ H3850	32
Tabla 5. Versiones del sistema operativo Windows CE	42
Tabla 6. Plataformas soportadas por Windows CE	43
Tabla 7. Algunas áreas de aplicación de los SIG	54
Tabla 8. Diagramas UML utilizados	67
Tabla 9. Criterios de evaluación de la fase de inicio	71
Tabla 10. Clasificación de las características de la aplicación	73
Tabla 11. Listado de características	74
Tabla 12. Listado de riesgos críticos	75
Tabla 13. Plantilla de descripción de los procesos del negocio	78
Tabla 14. Descripción del proceso del negocio Asignar órdenes de trabajo	79
Tabla 15. Descripción de los actores del sistema	81
Tabla 16. Descripción del modelo de casos de uso general	84
Tabla 17. Descripción del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC	86
Tabla 18. Descripción del caso de uso Visualizar planos	86
Tabla 19. Descripción detallada del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC	87
Tabla 20. Descripción detallada del caso de uso Visualizar planos	88
Tabla 21. Requisitos adicionales	89
Tabla 22. Casos de uso identificados durante la fase de inicio	99
Tabla 23. Vista de la arquitectura de la fase de inicio	100
Tabla 24. Criterios de evaluación de la fase de elaboración	105
Tabla 25. Descripción del actor administrador	107

Tabla 26. Descripción del modelo de casos de uso del actor Jefe de redes	108
Tabla 27. Descripción del modelo de casos de uso del actor Cuadrillero	109
Tabla 28. Descripción del modelo general de casos de uso del actor Administrador	110
Tabla 29. Requerimientos hardware y software de los nodos	118
Tabla 30. Descripción de los subsistemas de la aplicación del dispositivo	120
Tabla 31. Descripción de los subsistemas de la aplicación del PC	120
Tabla 32. Descripción de las operaciones de la clase OTs	125
Tabla 33. Descripción de las operaciones de la clase ArchivoXML	126
Tabla 34. Estructura inicial de la base de de datos	129
Tabla 35. Descripción de las tablas agregadas a la estructura inicial	129
Tabla 36. Descripción de la base de datos del dispositivo	131
Tabla 37. Casos de uso identificados durante la fase de elaboración	135
Tabla 38. Vista de la arquitectura de la fase de elaboración	137
Tabla 39. Descripción del nuevo caso de uso para el actor Jefe de redes	143
Tabla 40. Descripción de los nuevos casos de uso para el actor Auxiliar de archivo	143
Tabla 41. Descripción de los nuevos casos de uso para el actor Cuadrillero	144
Tabla 42. Funcionalidades de la aplicación del PC por usuario	150
Tabla 43. Implementación en Visual Basic .NET de la clase OTs	152
Tabla 44. Equivalencia entre subsistemas de diseño y construcción del dispositivo	155
Tabla 45. Equivalencia entre subsistemas de diseño y construcción del PC	157
Tabla 46. Casos de prueba del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC	158
Tabla 47. Caso de prueba del caso de uso Visualizar planos	159
Tabla 48. Procedimientos de prueba para el caso de uso Enviar archivos a Pocket PC	159
Tabla 49. Procedimientos de prueba para el caso de uso Visualizar planos	161
Tabla 50. Casos de uso del sistema MovilCred v1.0	164

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Proceso de reparación de daños	7
Figura 2. Compaq iPAQ H3850 Pocket PC	31
Figura 3. Visualización de planos en un Pocket PC.	38
Figura 4. Estructura de un archivo XML	46
Figura 5. Componentes software de un SIG	53
Figura 6. Un proceso de desarrollo de software	61
Figura 7. Proceso unificado de desarrollo de software	63
Figura 8. Diagramas utilizados en UML.	67
Figura 9. Casos de uso del modelo del negocio	78
Figura 10. Modelo del dominio	80
Figura 11. Modelo de casos de uso general	83
Figura 12. Modelo de casos de uso – Auxiliar de archivo	85
Figura 13. Modelo de casos de uso – Cuadrillero	85
Figura 14. Diagrama de estado del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC	88
Figura 15. Diagrama de estado del caso de uso Visualizar planos	88
Figura 16. Identificación de paquetes del análisis de la aplicación del PC de la fase inicio a partir de casos de uso	90
Figura 17. Identificación de paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo de la fase inicio a partir de casos de uso	91
Figura 18. Relaciones de los paquetes de análisis de la fase de inicio en la aplicación del dispositivo móvil	92
Figura 19. Clases de entidad de la aplicación del dispositivo derivadas del modelo del dominio	92
Figura 20. Clases de entidad de la aplicación del PC derivadas del modelo del dominio	93
Figura 21. Clases de análisis del caso de uso Visualizar plano	93

Figura 22. Diagrama de colaboración del caso de uso Visualizar plano	94
Figura 23. Diagrama de actividades del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC	95
Figura 24. Diagrama de despliegue	97
Figura 25. Modelo de casos de uso del actor Jefe de redes	108
Figura 26. Modelo de casos de uso del actor Cuadrillero	108
Figura 27. Modelo de casos de uso del actor Administrador	110
Figura 28. Paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo	111
Figura 29. Paquetes de análisis de la aplicación del PC	112
Figura 30. Diagrama de colaboración del caso de uso Diligenciar OT	113
Figura 31. Diagrama de colaboración del caso de uso Generar archivos de datos para PC	114
Figura 32. Diagrama de colaboración del caso de uso Asignar OT	115
Figura 33. Diagrama de colaboración del caso de uso Generar archivos de OTs	116
Figura 34. Subsistemas de la aplicación del dispositivo	119
Figura 35. Subsistemas de la aplicación del PC	120
Figura 36. Capas de la arquitectura de la aplicación del dispositivo	121
Figura 37. Capas de la arquitectura para la aplicación del PC	122
Figura 38. Diagrama de secuencia del caso de uso Visualizar planos	123
Figura 39. Una clase de diseño de la aplicación del dispositivo	124
Figura 40. Evolución de la clase de implementación OTs	125
Figura 41. Una clase de diseño de la aplicación del PC	126
Figura 42. Diagrama entidad – relación de la base de datos de la aplicación del PC	130
Figura 43. Diagrama entidad – relación de la aplicación del dispositivo	132
Figura 44. Implementación del subsistema de diseño Gestión de planos	134
Figura 45. Nuevo caso de uso para el actor Jefe de redes	143
Figura 46. Nuevos casos de uso para el actor Auxiliar de archivo	143
Figura 47. Nuevos casos de uso para el actor Cuadrillero	144
Figura 48. Interfaz de bienvenida de la aplicación del dispositivo	149
Figura 49. Visor de planos de la aplicación del dispositivo	149
Figura 50. Interfaz de intercambio de archivos de la aplicación del PC	150
Figura 51. Interfaz de asignación de órdenes de trabajo de la aplicación del PC	151
Figura 52. Implementación de las clases de diseño de la aplicación del dispositivo	153
Figura 53. Implementación de las clases de diseño de la aplicación del PC	154



## LISTA DE APENDICES

	pág.
APENDICE A – COMPUTACION MOVIL: RETOS Y OPORTUNIDADES	173

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
ANEXO A – REQUISITOS CANDIDATOS	180
ANEXO B – MODELO DE CASOS DE USO DEL SISTEMA	182
ANEXO C – BASE DE DATOS DEL DISPOSITIVO	186
ANEXO D – TABLAS ANEXADAS A LA BASE DE DATOS DEL AMB	192
ANEXO E – CONVENCIONES DE CODIFICACION	194

## GLOSARIO

**ACOMETIDA**<sup>1</sup>: Derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble.

**ACTIVEX**<sup>2</sup>: ActiveX es un conjunto de tecnologías de Microsoft que integran componentes software sin tener en cuenta el lenguaje en el que fueron creados. Un control ActiveX es un componente que puede ser integrado de manera sencilla en cualquier aplicación que los soporte, principalmente en páginas Web. Active X ha sido adoptado por fabricantes de software y es usado hoy en día por millones de desarrolladores.

**ACTIVEX DATA OBJECTS (ADO)**<sup>3</sup>: ActiveX Data Objects (ADO) es una tecnología ampliable y de fácil uso para agregar acceso a bases de datos a las páginas Web. Es utilizado ADO para escribir secuencias de comandos compactas y escalables que conecten con bases de datos compatibles con Open Database Connectivity (ODBC, Conectividad abierta de bases de datos) y orígenes de datos compatibles con OLE DB.

**BLUETOOTH**: es un nombre tomado de un rey danés del siglo X, llamado Harold Bluetooth, que fue famoso por sus habilidades comunicativas, y por haber logrado el comienzo de la cristianización en su cerrada sociedad vikinga. Es un protocolo de comunicación inalámbrica propuesto por Ericsson en 1994, y estandarizado por la norma IEEE 802.15.1 del 2002. Es de pequeña escala, bajo costo y utiliza enlaces de radio cortos que trabajan en un rango de frecuencia de 2.4 – 2.8 Ghz. Se utiliza entre móviles y otros dispositivos, como teléfonos celulares, puntos de accesos de red y computadoras. Está desarrollada para proveer conexión inalámbrica de alto desempeño en áreas reducidas con radios no mayores a 10 metros.

---

<sup>1</sup> Ley 142 de 1994, Capítulo II, Artículo 14.

<sup>2</sup> Disponible en <<http://support.microsoft.com>> y <<http://www.desarrolloweb.com/articulos/993.php?manual=15>>

<sup>3</sup> Disponible en <<http://www.sqlmax.com/asp1.asp>>

**CDMA:** abreviatura inglesa utilizada para Code Division Multiple Access, que en español significa Acceso Múltiple por División de Código. Técnica utilizada en telecomunicaciones para transmitir a través de un solo canal varias señales diferentes, dando a cada usuario un código de acceso. Permite a cada usuario transmitir al mismo tiempo.

**COLLARIN DE DERIVACION:** accesorio instalado en las tuberías de conducción de agua que desvía una cantidad del líquido hacia una instalación domiciliaria.

**FREEWARE:** programa para computadoras suministrado sin costo alguno.

**GEORREFERENCIACION<sup>4</sup>:** definición de la localización de un entidad u objeto mediante el registro de las coordenadas X y Y en un sistema de coordenadas específico.

**GPS:** abreviatura inglesa utilizada para Global Positioning System, que en español significa Sistema de Posicionamiento Global. Sistema de navegación basado en 24 satélites, que proporcionan posiciones en tres dimensiones, velocidad y tiempo, las 24 horas del día, en cualquier parte del mundo y en todas las condiciones climáticas, a un número ilimitado de usuarios. Fue utilizado inicialmente por los servicios militares de Estados Unidos, pero en la actualidad también es de uso civil.

**LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML):** Lenguaje estándar para modelado de software. Es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los componentes de un sistema con gran cantidad de software.

**PALM:** una de las dos grandes familias de computadores de mano existentes en el mercado. Utilizan el sistema operativo Palm OS en sus diferentes versiones.

**PDA:** abreviatura inglesa utilizada para Personal Digital Assistant, que en español significa Asistente Personal Digital. Son también llamados dispositivos de cómputo móviles o computadores de mano. Se dividen en dos grandes familias, de acuerdo con el sistema operativo que utilizan: Palm y Pocket PC. Aunque tienen una apariencia y un

---

<sup>4</sup> Disponible en <<http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/glosario/>>

funcionamiento diferentes, son afines en muchos aspectos. Ofrecen funcionalidades básicas como agenda, calculadora y directorio telefónico, y otras más especializadas como procesador de textos, hoja de cálculo y manejo de bases de datos. Son ideales para el trabajo fuera de las oficinas, y empleadas especialmente en entornos empresariales y académicos.

**POCKET PC:** una de las dos familias de computadores de mano existentes en el mercado. El sistema Pocket PC tiene elementos familiares para usuarios de PC basados en Windows, y utiliza sistemas operativos de Microsoft.

**SERVIDOR:** Computador compartido por múltiples usuarios en una red.

**SINCRONIZACION:** término que se refiere al intercambio de información entre un dispositivo móvil y un PC, para disponer de información actualizada en ambos equipos.

**SINCRONIZACION LOCAL:** Tipo de sincronización que hace referencia a aplicaciones móviles pero no inalámbricas. Es decir, se necesita de una conexión física establecida entre el dispositivo móvil y el PC mediante una cuna de sincronización a través de puertos USB o Serial, o con el protocolo de comunicación BlueTooth.

**SMS:** abreviatura inglesa utilizada para Short Messaging System, que en español significa Servicio de mensajes cortos. Esta tecnología permite la recepción y envío de mensajes de texto cortos entre dispositivos móviles que la soporten.

**USB:** Puerto de transmisión de datos, mucho más veloz que el puerto serie o el de infrarrojos. A través de este puerto se puede realizar la sincronización entre el PDA y el ordenador.

**USUARIO:** alguien o algo que interactúa con el sistema.

**WAP:** abreviatura inglesa utilizada para Wireless Application Protocol, que en español significa Protocolo para Aplicaciones Inalámbricas. Protocolo que permite acceder a

Internet desde un dispositivo móvil mediante una interface de navegación o micronavegador.

**WIFI:** es el término usado para referirse al estándar IEEE 802.11 lanzado en 1997, y que se centra en las redes LAN (Local Area Network) sin cables o Wireless LAN (WLAN). Permite comunicar computadores y otros dispositivos de manera inalámbrica, y enlazarlos con redes corporativas para que tengan acceso a la conexión de Internet y otros recursos como impresoras, bases de datos, archivos, etc. Tiene un radio de alcance de 90 metros, y ofrece tasas de transferencia entre 11 – 54 Mbps (Megabits por segundo), que disminuyen por efecto de la distancia.

**XML**<sup>5</sup>: abreviatura inglesa utilizada para Extensible Markup Language, que en español significa Lenguaje de Marcado Extensible. Es una especificación multiplataforma que permite crear etiquetas personalizadas y obtener la funcionalidad que no proporciona otros lenguajes de marcado utilizados para aplicaciones Web, como HTML. Es especialmente útil en el manejo de datos.

---

<sup>5</sup> MARUYAMA, Hiroshi, TAMURA, Kent y URAMOTO, Naohiko. Creación de sitios Web con XML y JAVA. Madrid: Prentice Hall, 2000. p. 3.

**TITULO:**

MOVILCRED - APLICACION EN COMPUTACION MOVIL PARA LA CAPTURA DE DATOS EN CAMPO COMO SOPORTE AL CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO\*

**AUTORES:**

CASTRO MORA, Giovanny Andrés  
LEAL GOMEZ, José Luis\*\*

**PALABRAS CLAVES:**

Dispositivos de cómputo móvil, visualización de planos, redes de acueducto, mantenimiento de redes

**DESCRIPCION:**

Las empresas que prestan el servicio público de acueducto experimentan una serie de inconvenientes en las labores de reparación de sus redes de distribución. Situaciones como falta de información acerca de la ubicación de accesorios de la red e informalidad en la ejecución de las actividades asociadas, se presentan con frecuencia al realizar el mantenimiento de la infraestructura en campo por parte de los funcionarios.

Dada la naturaleza de las actividades de reparación de daños realizadas por las empresas prestadoras del servicio de acueducto a las redes de distribución de agua, y aprovechando las características de portabilidad y capacidad suficiente para el manejo de información de los dispositivos de cómputo móviles, se busca desarrollar una aplicación que ofrezca mejores posibilidades para la captura de información en campo, actualización del catastro de redes y acceso a la información en tiempo real, a través del manejo y la visualización de planos.

Por esto se plantea el desarrollo de MOVILCRED; este proyecto está dirigido a las empresas prestadoras del servicio público de acueducto, principalmente a los grupos de trabajo encargados del mantenimiento de las redes, quienes aprovecharán las mejoras al poder contar con información suficiente para agilizar la búsqueda y posterior reparación de los daños reportados; también pretende mostrar a la comunidad académica y empresarial las ventajas que puede ofrecer la implementación de este tipo de soluciones, y la capacidad de adaptación de estas a los modelos de negocio establecidos.

---

\* Proyecto de grado en la modalidad investigación

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. PORRAS DIAZ, Hernán, FLOREZ BECERRA, Manuel Guillermo.

**TITLE:**

MOVILCRED – MOBILE COMPUTING DATA ENTRY APPLICATION FOR SUPPORTING  
AQUEDUCT NETWORKS CADASTRE<sup>\*</sup>

**AUTHORS:**

CASTRO MORA, Giovanny Andrés  
LEAL GOMEZ, José Luis<sup>\*\*</sup>

**KEY WORDS:**

Mobile computing devices, maps viewing, aqueduct networks, network maintenance

**DESCRIPTION:**

Companies which offer the aqueduct public service experience a series of inconveniences in their repair activities on the distribution networks. Situations like lack of information about the location of network accessories and informality in the execution of the related activities are frequently presented when the employees are carrying out the infrastructure maintenance.

Due to the nature of the damages repair activities on the water distributions networks carried out by the companies which offer the aqueduct public service, and taking advantage of the portability characteristics and enough capacity for handling information of the mobile computing devices, this project aims to develop an application which offers better possibilities for gathering information in field, upgrade of the networks cadastre and real time access to data, through the handling and maps viewing.

For this reason it is suggested about the development of MOVILCRED; this project is directed to the aqueduct public service companies, mainly to the work groups in charge of the networks maintenance, which will take advantage of the improvements of getting enough information to speed up the search and repair of the reported damages; it also seeks to show to the academic and managerial community the advantages which can offer the implementation of this type of solutions, and the adaptation capacity from these to the established business models.

---

<sup>\*</sup> Graduation project in the category of investigation

<sup>\*\*</sup> Physical – Mechanical Engineering's Department, Systems and Informatics Engineering School, PORRAS DIAZ, Hernán, FLOREZ BECERRA, Manuel Guillermo.

## INTRODUCCION

Actualmente las empresas de servicios públicos en Colombia se encuentran en un proceso de mejoramiento de la prestación de sus servicios y de su imagen institucional; estas organizaciones están llevando a cabo una reestructuración interna, principalmente en lo referente al manejo de la información y a la utilización de SIG.

La tecnología es uno de los aspectos que más incidencia tienen dentro de las organizaciones del futuro y las empresas colombianas la están adquiriendo para su beneficio. La computación móvil es el nuevo panorama de la tecnología; se adapta a cualquier entorno empresarial, principalmente a aquellos donde el trabajo se realiza en campo; permite dar valor agregado a las operaciones empresariales y se integra fácilmente con el software que poseen las empresas, como el de manejo de relaciones con el cliente, mantenimiento de red de servicios, fuerza de ventas, etc. En definitiva, la computación móvil extiende el modelo de negocio actual para dar paso a la automatización de los procesos.

Con la computación móvil se obtiene acceso a la información en tiempo real y capacidad de procesamiento al lugar donde esta se porte, dejando a un lado aquellos sistemas centralizados y dando mayor uso a la información que reposa estática en los servidores de las empresas.

Ante estos avances, surge en la Universidad Industrial de Santander un grupo de investigación en el área de la Computación Móvil e Inalámbrica, que pretende mostrar a la comunidad académica y empresarial las ventajas que puede ofrecer la implementación de este tipo de soluciones y la capacidad de adaptación de estas al modelo del negocio establecido; por esta razón, y contando con el apoyo del Acueducto Metropolitano de

Bucaramanga, se ideó el presente proyecto para demostrar algunas de las ventajas de la computación móvil en los medios empresariales: la captura de datos, la capacidad de procesamiento y el manejo de planos en campo.

En este documento se recopila información relacionada con la elaboración del trabajo de grado denominado MOVILCRED – APLICACION EN COMPUTACION MOVIL PARA LA CAPTURA DE DATOS EN CAMPO COMO SOPORTE AL CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO, el cual surge como respuesta a algunas necesidades identificadas en el procedimiento de reparación de daños y mantenimiento de redes de conducción y distribución de agua potable del acueducto de Bucaramanga.

Este proyecto representa un aporte importante al Grupo de Investigación GEOMATICA, pues pretende proporcionar una nueva perspectiva en el manejo de información geográfica a través de dispositivos móviles para favorecer a los empleados que trabajan en campo. Por este motivo, se puede considerar al proyecto como innovador (al menos para nuestro medio), pues la investigación se centra en la posibilidad de la aplicación tecnológica de dispositivos móviles Pocket PC en las labores de mantenimiento de las redes de prestación del servicio público de acueducto.

Debido a que aún la computación móvil es una tecnología en proceso de maduración, es mínima la existencia de software libre para el desarrollo de aplicaciones. El conjunto de herramientas de programación más conocido es embedded Visual Tools, una alternativa gratuita y de fácil aprendizaje, pero con varios errores que no las hacen robustas ni confiables. De igual manera, los visores de planos no son económicos y las versiones de prueba pertenecen a organizaciones con estándares diferentes a los utilizados en las empresas de servicios públicos de nuestro medio. Pero no todo es problema, pues la plataforma Microsoft .NET cuenta con un entorno de desarrollo bastante confiable y con una buena cantidad de posibilidades.

El uso del Proceso Unificado (PU) como metodología de desarrollo del sistema constituye una guía para todos aquellos estudiantes que quieran utilizarla para el desarrollo de aplicaciones móviles, ya que la documentación presenta una breve explicación de las actividades realizadas para la elaboración del proyecto; la metodología escogida se sigue con algunas modificaciones para adaptarse al tipo de arquitectura escogida para el sistema.

La información contenida en este documento está dividida en cuatro partes: en la primera parte, se presentan los objetivos y el alcance del proyecto, el marco teórico que lo soporta y la metodología escogida para su realización.

Las tres restantes partes del libro contienen el seguimiento del proceso de desarrollo, describiendo cada una de las fases que lo componen: inicio, elaboración y construcción. Por último, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones de los autores.

En la primera parte de este libro se presentan las ideas que sustentan el proyecto. En esta sección, se pretende dar claridad a los objetivos que se han trazado; definir la justificación y el impacto que este proyecto pueda tener en la comunidad académica y empresarial, dado lo novedoso de su temática; y explicar el marco teórico y metodológico que lo impulse a llegar a buen término.

Los objetivos específicos de esta Parte I son:

- Exponer la justificación del proyecto.
- Realizar una descripción del objetivo general y de los objetivos específicos del proyecto.
- Formular el marco teórico adecuado para el entendimiento de este trabajo de grado.
- Definir el marco metodológico a utilizar para el desarrollo del proyecto.

En esta parte se presenta información importante y significativa para el entendimiento del resto del documento. Se recomienda una lectura paciente y meditada.

### 1.1 AMBIENTACION

El suministro de agua potable es requisito indispensable para la vida y progreso de la humanidad. Este suministro requiere de fuentes inagotables de agua, sistemas de captación, almacenamiento y purificación, plantas de tratamiento y bombeo y el diseño de redes de distribución y drenaje, sobre todo en las áreas metropolitanas.

A todo este conjunto de procesos se le conoce como sistema de abastecimiento de agua, cuya finalidad es suministrar agua en forma continua y con presión suficiente a la comunidad, satisfaciendo razones sanitarias, sociales, económicas y de beneficio común, propiciando el desarrollo. Para lograr esto, es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto esté satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto.

Para llevar a cabo este proceso, se hace necesaria una inspección continua y una reparación oportuna de los daños, ya que la intermitencia en la prestación del servicio de agua, o la insuficiencia de la misma en los componentes de la red de distribución produce malos olores, suciedad y propagación de enfermedades.

Pero para poder realizar una buena labor de inspección, es necesario tener información actualizada acerca del estado de los elementos de la red: tipos de materiales utilizados para su fabricación, ubicación, diámetros, estado actual y registro histórico de revisiones y reparaciones. Es por esta razón que en este documento se presenta una propuesta para la captura electrónica de datos en las labores de reparación en campo, aprovechando las características que proveen los dispositivos de computación móvil.

Aunque el producto de esta investigación pretende ser de funcionalidad para todas las empresas prestadoras del servicio de acueducto, la mayoría de la información que sustenta este trabajo fue obtenida gracias a la colaboración de la División de Sistemas de Información y a las visitas realizadas junto con las cuadrillas en las labores de reparación hechas por los empleados de la sección de redes del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

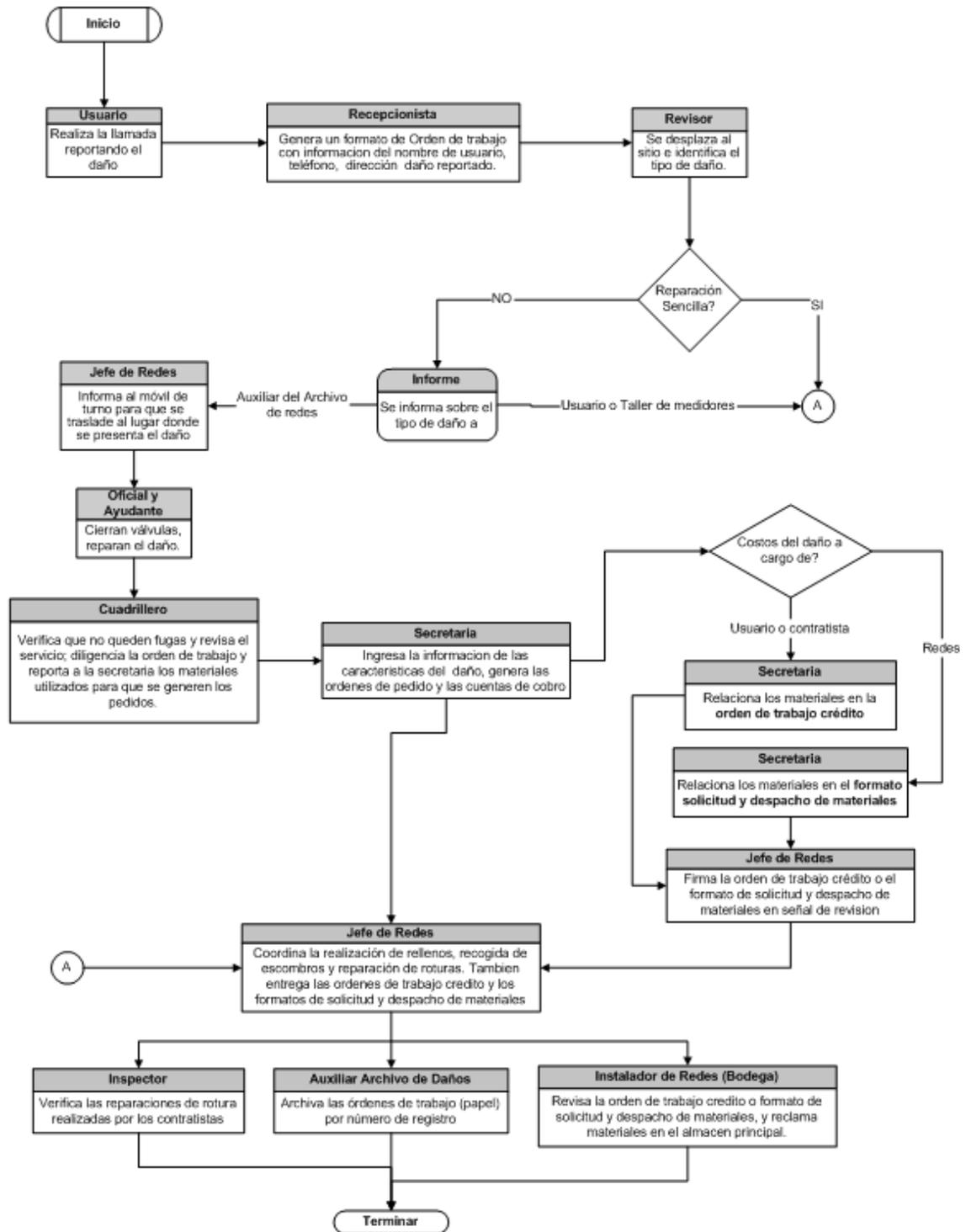
El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P es la entidad encargada en la ciudad de Bucaramanga y los municipios de Floridablanca y Girón de velar por el buen estado y funcionamiento de la red de distribución y suministro de agua. Para esto, la empresa cuenta entre sus dependencias con una sección de redes, que está encargada de la inspección y la reparación de los daños reportados por los usuarios del servicio.

El proceso ejecutado dentro de la sección de redes para la reparación de un daño es representado en la Figura 1.

Este proceso inicia con la recepción de las llamadas de los usuarios que reportan los daños. La información suministrada por el usuario (nombre del usuario, teléfono, municipio, barrio, dirección exacta, fecha y hora de reporte, daño reportado y nombre recepcionista) es recogida por un funcionario de la empresa, consignada en la base de datos de la sección de redes y entregada a un instalador de redes, quien acude al sitio e identifica las características del daño. Si el daño es menor (p. e. conexiones flojas en la instalación domiciliaria), el instalador está en condiciones de realizar la reparación. Por el contrario, si el daño es provocado por rompimientos o fracturas en algún componente de la red, el instalador cierra el registro y entrega un reporte basado en los siguientes criterios:

- a. Si el daño es ocasionado por un medidor estallado, se reporta al taller de medidores.

Figura 1. Proceso de reparación de daños



- b. Si el daño se presenta en la instalación interna del suscriptor, se informa al usuario que el AMB presta el servicio de reparación.
- c. Si el daño se presenta por un tubo roto de la red de distribución, se comunica al auxiliar del archivo de redes las características del daño y la prioridad del mismo. Toda esta información es llevada al jefe de redes, quien autoriza y determina las rutas a seguir por las cuadrillas. Si el daño presentado es considerable, se cuenta con un móvil de turno para la movilización al lugar donde se presenta el daño. Este vehículo se encuentra disponible las veinticuatro (24) horas del día para la atención inmediata de este tipo de emergencias.

Tanto las cuadrillas de trabajo como el móvil de turno están conformadas por un cuadrillero, dos (2) oficiales y dos (2) ayudantes, cada uno con su respectiva labor. Cada móvil tiene asignada una zona de atención de daños o zona de cobertura. El cuadrillero es el encargado de conducir y responder por el vehículo, repartir las parejas, recoger el material y organizar el recorrido. El oficial está encargado de las labores de plomería y el diligenciamiento de algunos datos en las órdenes de trabajo. El ayudante es quien carga el material, abre zanjas si es necesario y cierra las válvulas.

Al terminar la labor se entregan las órdenes de trabajo diligenciadas a la secretaria para complementar la información existente en el sistema y proceder a la generación de las órdenes de pedido y las cuentas de cobro (ordenes de trabajo crédito). El costo del daño se carga al usuario si este se presenta en la instalación que va desde el collarín de derivación<sup>6</sup> hacia su predio; si se comprueba que el daño es ocasionado por terceros (otras empresas, particulares) en cualquier tramo de la red de distribución, los costos son cargados a dichas personas; en caso de que no se presenten las anteriores situaciones, el costo es cargado a la Sección de redes, que relaciona los materiales utilizados en un formato de solicitud y despacho de materiales. El jefe de redes autoriza las órdenes de trabajo crédito para que se proceda con el respectivo cobro, y los formatos de solicitud y

---

<sup>6</sup> Collarín de derivación. Ver Glosario.

despacho de materiales. También coordina la realización de rellenos, recogida de escombros y reparación de roturas a cargo de contratistas.

A lo largo del tiempo que se ha venido desarrollando el proceso de reparación anteriormente descrito, se han presentando situaciones que generan malestares a los usuarios. Algunos se quejan del tiempo que transcurre entre la llamada a la empresa y la reparación del daño: la espera puede ser de varios días; esto genera preocupación entre los afectados, puesto que ya se han presentando incidentes en los que la presión del agua ha ocasionado daños a edificaciones y originado deslizamientos de tierra. Otros reclaman por la suspensión temporal del servicio, debido al cierre indefinido de las válvulas en sectores que los usuarios asumen no tienen que ver con el daño.

Para la administración del servicio, el AMB ha dividido la zona de cobertura en distritos de presión, cuya información corresponde en la mayoría de los distritos al año 1997, y en algunos está actualizada al año 2003. Sus componentes son identificados mediante nombres de tramos de red, pues no existe un código estándar de identificación, aunque existe un número interno (id) que es utilizado para relacionar los mapas y el catastro de usuarios.

Las órdenes de trabajo manejan un formato bien diseñado y completo. Cada cuadrilla de trabajo debe diligenciarlo con las acciones hechas a la tubería, los materiales utilizados y el tipo de daño. Estos informes son diligenciados a mano por el oficial encargado, pero muchas veces quedan incompletos, son ilegibles (por la caligrafía) y quedan afectados por las condiciones del trabajo (arrugados o sucios). Lo preocupante de esta situación es que estas órdenes son parte de otros procesos de la empresa como reposición de materiales, órdenes de trabajo para contratistas y actualización del catastro de redes.

La asignación de las órdenes de trabajo a las diferentes cuadrillas se realiza de manera informal, basada en la confianza y el conocimiento de la capacidad de trabajo de los

empleados por parte del jefe de redes. No existe una planificación que establezca las rutas de trabajo mediante criterios como la distancia entre los daños a atender o el tipo de trabajo.

Otro inconveniente se presenta cuando las cuadrillas salen a atender las órdenes del día. Muchas veces estas no encuentran la ubicación del daño, perdiendo tiempo valioso para la atención de otros llamados. Al localizarlo, no disponen de un plano de la red para conocer en qué lugar se encuentra ubicada la tubería, su profundidad y el tipo de material; tampoco se cuenta con la ubicación de las válvulas para llevar a cabo el cierre del área afectada, ocasionando el cierre de barrios completos o zonas extensas cuando no era justificado.

La falta de control en procesos como captura de datos, disponibilidad de información, planificación de rutas y actualización del catastro de redes, traen como consecuencia inconvenientes en la atención oportuna de daños y dificultades a la hora de la realizar diseños para la ampliación de la cobertura, obstruyendo uno de los propósitos principales de los sistemas de abastecimiento de agua, como es el crecimiento y desarrollo de una comunidad. Es por tal motivo que se hace necesaria una solución informática que soporte todo este tipo de información para que el AMB y las empresas prestadoras del servicio de acueducto en general puedan brindar una mejor atención a todos los usuarios del servicio.

## **1.3 OBJETIVOS**

**1.3.1 Objetivo general.** Facilitar la captura de datos y las labores de reparación de la infraestructura de las redes de distribución de agua potable utilizando dispositivos móviles, con el fin de obtener información oportuna para ser visualizada en campo y que pueda contribuir al proceso de actualización del catastro de redes de acueducto.

**1.3.2 Objetivos específicos.** Los objetivos específicos del proyecto son los enumerados a continuación:

- Diseñar una arquitectura software estable que garantice el buen funcionamiento de las aplicaciones que se ejecutan tanto en el dispositivo como en el PC servidor, empleando la metodología del proceso unificado de desarrollo de software y el lenguaje de modelado UML (Unified Modeling Language).
- Diseñar e implementar una aplicación utilizando dispositivos móviles Pocket PC<sup>7</sup> con sistema operativo Pocket PC 2002 o superior, para permitir la recolección de datos en campo durante las actividades de reparación de daños en la red, con el objetivo de llevar un registro de las labores hechas sobre la infraestructura en una base de datos local que pueda ser sincronizada con una base de datos central mediante sincronización local<sup>8</sup>, utilizando archivos XML.

Esta aplicación permitirá visualizar en campo la información pertinente al tramo de red en el cual se trabaja, para facilitar a las cuadrillas las labores de reparación, ubicación y actualización de datos de los diferentes componentes de la red.

- Diseñar e implementar una aplicación servidor que contenga:
  - Un módulo de interacción e integración entre el catastro de redes y la base de datos donde la empresa de acueducto almacena la información de los daños. Este módulo permitirá relacionar cada daño con un plano específico que será cargado al respectivo dispositivo móvil. Los datos recolectados en los dispositivos móviles serán remitidos por éste a sus diferentes destinos, proporcionando información oportuna que contribuya a los procesos de actualización de planos y del catastro de redes.

---

<sup>7</sup> Pocket PC. Ver Glosario

<sup>8</sup> Sincronización local. Ver Glosario

- Un módulo para la asignación manual de órdenes de trabajo hacia los diferentes dispositivos, que permita planificar las rutas para las diferentes cuadrillas.
- Un modulo de sincronización que interactúe con alguna aplicación freeware como Microsoft ActiveSync, para el envío y recepción de información entre los dispositivos móviles y el servidor, utilizando archivos XML.
- Elaborar un manual de usuario que proporcione asistencia en caso de dudas acerca del funcionamiento de la aplicación.
- Participar en el diseño de una página Web junto con los integrantes del Grupo de Computación Móvil e Inalámbrica de GEOMATICA de la Universidad Industrial de Santander – UIS –, que recopile la información de las investigaciones y trabajos de grado realizados por este grupo de investigación, con el fin de presentar un marco teórico y algunos avances que vayan surgiendo en el campo de la Computación Móvil e Inalámbrica, dirigido a futuros miembros del grupo de investigación o a personas interesadas en estos temas. Este sitio será montado en el servidor de GEOMATICA, ubicado en la escuela de Ingeniería Civil de la UIS, y será de acceso público.

#### **1.4 JUSTIFICACION**

El avance en la tecnología electrónica ha permitido el desarrollo de lo que hoy se conoce como dispositivos móviles, que no son más que unos pequeños computadores de bolsillo con capacidades que ya alcanzan a las de un PC y con unos precios que cada día son más atractivos para el mercado corporativo. Con estos computadores de mano se puede manejar información que antes reposaba estática en las bases de datos de las empresas.

Dada la naturaleza de las actividades de reparación de daños realizadas por las empresas prestadoras del servicio de acueducto a las redes de distribución de agua, y aprovechando las características de portabilidad y capacidad suficiente para el manejo de

información de estos dispositivos, se ha ideado un proyecto que busca desarrollar una aplicación móvil que mejore la captura de información en campo, colabore en la actualización del catastro de redes y permita el acceso a la información en tiempo real durante las labores de reparación.

Con este proyecto se intenta atacar uno de los principales problemas en la captura de datos en campo, el uso del papel. Con este método de trabajo suelen presentarse errores de digitación al introducir los informes al sistema, debido a la caligrafía del trabajador encargado. Por ello, la utilización de dispositivos móviles a lo largo del proceso ayudará a que la información sea capturada y almacenada de forma directa en el dispositivo para su posterior sincronización<sup>9</sup>.

Gracias a la capacidad de almacenamiento del dispositivo móvil, la información recopilada puede ser guardada en una base de datos interna soportada por el dispositivo. Esta funcionalidad permite a las cuadrillas de trabajo sincronizar con la base de datos central el reporte de las actividades realizadas durante el día hasta el final de la jornada. Después de ejecutado este procedimiento, se contará con datos actualizados del estado de los componentes de la red y se proveerá información para otros procesos de la organización, como son la generación de órdenes de apisonado y remoción de escombros, listados para la reparación de roturas por parte de contratistas y órdenes de pedido para reponer los materiales gastados en la labor.

La aplicación permitirá a las cuadrillas saber cuáles son los lugares que tendrán que visitar durante la ruta de trabajo asignada. Además de la información del lugar, también se podrán tener detalles acerca de la ubicación y el estado actual de la tubería y los componentes, las válvulas que cierra un sector y los planos de la red que se requieren para la adecuada realización del trabajo, gracias a las capacidades de visualización de imágenes y mapas que el dispositivo ofrece.

---

<sup>9</sup> Sincronización. Ver Glosario

Todos los servicios descritos anteriormente permitirán llevar un control inmediato de las tareas y los recursos utilizados por cada cuadrilla en el dispositivo.

## **1.5 ALCANCE**

El proyecto está dirigido a las empresas prestadoras del servicio público de acueducto, principalmente a las cuadrillas de trabajo encargadas de las reparaciones, quienes aprovecharán las mejoras al poder contar con información suficiente para agilizar la búsqueda y posterior reparación de los daños reportados.

## **1.6 IMPACTO**

**1.6.1 Impacto técnico.** A nivel de investigación científica, desarrollar habilidades en el área de Computación móvil e inalámbrica, que repercutirán en el fortalecimiento de la línea de investigación de Nuevas Tecnologías del Grupo de Investigación GEOMATICA. Además, este trabajo ofrece una nueva perspectiva para el manejo de información geográfica mediante la utilización de dispositivos móviles. Todos los resultados de este trabajo serán publicados en un sitio Web que estará a disposición de la comunidad académica interesada.

La utilización de esta nueva tecnología en aplicaciones de toma de datos en campo para redes de prestación de servicios públicos es una buena alternativa para estas organizaciones, pues presentan la información en el momento y lugar que se requiere y facilita al personal la captura y el manejo de información para su posterior consulta y actualización.

**1.6.2 Impacto económico.** Se refleja en la disminución en costos de papelería para las empresas de acueducto; no hay necesidad de emplear el tiempo de otros funcionarios en procesos de digitación; información actualizada y oportuna que asistirá la realización de

tareas en campo; actualización permanente de la información del catastro de redes; mejoramiento de la imagen institucional de la empresa y disminución de pérdidas por suspensiones no programadas del suministro de agua potable.

**1.6.3 Impacto social.** A nivel organizacional, la introducción de nueva tecnología (computación móvil e inalámbrica) en las actividades cotidianas del trabajo de la empresa implica cambio, y puede llegar a presentar resistencia por parte de los usuarios. Por este motivo, serán necesarios cursos de introducción, entrenamiento y capacitación.

A nivel educativo, este tipo de trabajo de investigación permitirá la capacitación de personas interesadas y futuros miembros del grupo en esta temática.

A nivel comunitario, la suspensión temporal del servicio se ejecutará solo en el sector afectado por el daño y no en los sectores aledaños, pues se contará con información que permita un corte efectivo del flujo de agua en el tramo de tubería averiada.

Los fundamentos teóricos establecen las bases conceptuales que definen el software. Para el particular, se tienen en cuenta los fundamentos de la computación móvil que permiten conocer el manejo de información en este tipo de dispositivos y las distintas aplicaciones en computación móvil para el manejo de información pertinente a los procesos ejecutados por las empresas de este sector tanto en Colombia como en el resto del mundo. Esto facilitará la definición de la arquitectura de la aplicación para llevar un seguimiento constante del software en fases posteriores de desarrollo.

### **2.1 INTRODUCCION A LA COMPUTACION MOVIL E INALAMBRICA**

Gracias a los avances de la tecnología, los usuarios de computadores personales y portátiles se han liberado de las conexiones físicas mediante cable. Hoy en día, se puede establecer una comunicación con un servidor y/o enviar archivos entre dos o más dispositivos de cómputo de manera inalámbrica.

La tecnología inalámbrica se ha convertido en elemento clave dentro de la evolución de las redes. En términos generales, podemos hablar de estas como un complemento a las redes cableadas actuales, en el sentido de que no son un reemplazo de ellas, sino una solución alternativa a las ya establecidas, pues brindan su ayuda en lugares en donde una solución de red cableada es muy difícil por factores como las construcciones, las distancias, la topografía del terreno, los costos, los continuos cambios de ubicación, etc. Es aquí donde las redes inalámbricas cobran su mayor importancia. Son la solución para estar conectados en lugares donde la existencia de una infraestructura de red cableada es problemática.

La existencia de esta infraestructura ha posibilitado el desarrollo de dispositivos de cómputo móviles o PDA<sup>10</sup> (denominación que al principio era apropiado por sus funcionalidades básicas de agenda, contactos y directorio) que han permitido incorporar habilidades que un PC actual posee. Su principal característica de portabilidad, permite que la información que antes reposaba estática en las bases de datos de las empresas, esté presente en cualquier lugar en donde se realicen transacciones de negocio. Además de esta característica, esta clase de dispositivos ofrece ventajas como la facilidad de transporte, por su ancho, longitud y peso; amplia variedad de hardware y aplicaciones; sincronización sencilla y amigable con el PC, lo que los hace funcionar como una extensión del mismo; y su estabilidad y facilidad de uso. Esta nueva estructura de los sistemas computacionales ha promovido la aparición de un nuevo campo de investigación en la informática: **la computación móvil.**

**2.1.1 Definiciones.** Los sistemas de información inalámbricos son sistemas computacionales que proveen la capacidad de comunicar, colaborar y computar una gran variedad de datos en cualquier lugar y en cualquier momento<sup>11</sup>. Una gran cantidad de términos, que puede llegar a confundir a aquellos que por primera vez se acercan a este tipo de tecnología, han sido utilizados por los expertos y personas estudiosas del tema para describir estas infraestructuras; expresiones como computación móvil, computación inalámbrica, computación ubicua, computación nómada y computación desconectada son utilizadas con frecuencia para hacer referencia al mismo concepto, aunque no exista un acuerdo sobre sus definiciones y los límites que las enmarcan.

Para empezar a describir el papel que cumple cada una de estas definiciones dentro del concepto general de computación móvil, comenzaremos definiendo el término computación inalámbrica.

---

<sup>10</sup> Personal Digital Assistant. Ver Glosario

<sup>11</sup> MILLAN, Andrés Felipe. Computación móvil en la Universidad Santiago de Cali. En: Revista Ingenium de Ingenierías. Cali. No. 2 (Septiembre 2002); p 94-103.

**2.1.1.1 Definición de computación inalámbrica.** Este se refiere a la capacidad que tienen los sistemas computacionales de estar conectados en un ambiente de enlaces inalámbricos y transmitir información en tiempo real, ya sea por radio frecuencia, infrarrojos (IrDA), WiFi<sup>12</sup> o BlueTooth<sup>13</sup>, utilizando el aire como medio de transmisión.

Según Randy Katz, el término aplica a *los dispositivos de computación que participan en una red inalámbrica de área local, con pasarelas a los ambientes de redes cableadas*<sup>14</sup>. Estos dispositivos comparten un ancho de banda simétrico alto, alcanzando velocidades similares a las establecidas por el estándar Ethernet.

No podemos desligar la computación móvil de los sistemas de comunicaciones inalámbricas, debido a que son parte de su infraestructura fundamental, pero tampoco podemos afirmar que todo aquello que es móvil también es inalámbrico y viceversa. La Tabla 1 presenta una prueba de esta afirmación.

**Tabla 1. Aplicaciones de la computación móvil e inalámbrica**

Inalámbrico	Móvil	Aplicación
No	No	Un PC en el hogar o en la oficina.
No	Si	Un computador portátil usado en cualquier lugar o un PDA sin conexión inalámbrica integrada o sin tarjeta de expansión inalámbrica.
Si	No	Un PC con una tarjeta de conexión inalámbrica WiFi.
Si	Si	Un PDA con conexión inalámbrica integrada o con una tarjeta de conexión inalámbrica externa.

Fuente: CD primera jornada de telemática comunicaciones inalámbricas y aplicaciones móviles Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas ACIS.

<sup>12</sup> WiFi. Ver Glosario

<sup>13</sup> BlueTooth. Ver Glosario

<sup>14</sup> KATZ, Randy. Adaptation and Mobility in Wireless Information Systems. IEEE Personal Communications. 1994. p. 6-17.

**2.1.1.2 Definición de computación ubicua.** El término computación ubicua es un concepto un poco más abstracto. Está definido como un ambiente de cientos o miles de dispositivos de cómputo baratos y con bajo ancho de banda, que ofrecen una gran capacidad de cómputo, pero que a la vez parecen invisibles mientras están presentes en la vida de las personas<sup>15</sup>. Esto quiere decir que con el tiempo, la tecnología computacional estará tan ligada a la cotidianidad que empezará a ser parte inherente de la naturaleza humana, haciéndola indispensable para el desarrollo personal.

Una aplicación de la computación ubicua es la denominada Wearable Computing<sup>16</sup> (Computación vestible), que compromete a un pequeño computador que se encuentra siempre encendido y listo para ser accedido y utilizado; la idea es proveer las mismas características de un PC en un dispositivo que se lleve en alguna parte del cuerpo, de tal manera que el usuario pueda configurarlo y adaptarlo a necesidades específicas; en este aspecto se diferencia de un PDA o un portátil gracias a su característica siempre listo “*Always On*”.

**2.1.1.3 Definición de computación nómada.** Por otro lado, y siguiendo con las definiciones, la computación nómada es la habilidad de cómputo que tiene un usuario para mudarse de un ambiente computacional a otro, o de una red inalámbrica a otra, garantizando condiciones de integridad, seguridad y privacidad.

Una aplicación bastante conocida de la computación nómada es el hotspot, punto de acceso público a Internet que permite a las personas conectarse de manera inalámbrica a una conexión a Internet, que usualmente es de alta velocidad. En el mundo, hay cerca de

---

<sup>15</sup> WEISER, Mark. The Computer of the Twenty – First Century. En: Scientific America. Vol. 265, No. 3. (Septiembre 1991); p. 94-104.

<sup>16</sup> Disponible en <<http://www.ropainteligente.com>>

15.000 hotspots públicos en lugares como cafés, aeropuertos, restaurantes, bibliotecas y universidades<sup>17</sup>.

**2.1.1.4 Definición de computación desconectada.** Un último término por definir es la computación desconectada, que se relaciona con la habilidad de cómputo de un dispositivo móvil mientras está desconectado de la infraestructura de comunicaciones existente. Esta cumple un papel muy importante en el ambiente de la computación móvil, pues no pasará mucho tiempo antes de que se disponga de una infraestructura inalámbrica global.

Un ejemplo de los beneficios de la computación desconectada es la posibilidad de actualización de archivos que tiene el usuario mientras está desconectado. Al reestablecer la conexión, los archivos modificados son automáticamente sincronizados con las copias en el servidor, sin que el usuario tenga que hacer procesos adicionales.

**2.1.1.5 Definición de computación móvil.** Dar una definición de computación móvil no es sencillo, pues el termino móvil identifica tan solo un principio: la movilidad, pero no incluye otros de igual importancia como la adaptabilidad, la ubicuidad, la desconexión, la conectividad inalámbrica, etc; pero basados en las anteriores definiciones, podemos concluir que la computación móvil es *el uso de un computador portable con capacidad de interconexión inalámbrica*<sup>18</sup>. La computación móvil permite mayor flexibilidad y potencial que los sistemas tradicionales de comunicaciones móviles como la telefonía celular, y posibilitan la capacidad de cómputo en lugares donde los sistemas distribuidos tradicionales no han podido llegar.

---

<sup>17</sup> MENDEZ, Javier. La fiebre del Oro Inalámbrico. En: ENTER. Santafé de Bogotá. No. 58 (Junio 2003); p. 31.

<sup>18</sup> FORMAN, George y ZAHORJAN, Jhon. En: The Challenges of Mobile Computing. IEEE Computer. Abril 1994; p. 38-47.

**2.1.2 Características de la computación móvil e inalámbrica.** Las soluciones móviles deben ser sensibles a la localización y el contexto del usuario. Por esta razón, las dos características fundamentales que diferencian la computación móvil de la computación distribuida tradicional son la movilidad y la adaptación.

**2.1.2.1 Movilidad<sup>19</sup>.** Es la capacidad que tiene el dispositivo de cambiar de localización mientras está conectado a la red. Esta característica permite portar aplicaciones y soluciones en el sitio donde ocurren las transacciones del negocio, pero no necesariamente con sincronización de datos en tiempo real. Está caracterizada por 4 requerimientos:

- Los dispositivos móviles tienen escasos recursos computacionales comparados con los dispositivos estáticos. Es evidente que los computadores de escritorio ofrecen mejores características en cuanto a velocidad de procesamiento, tamaño de memoria, capacidad de almacenamiento y resolución gráfica; pero los dispositivos móviles consideran factores como el peso, el tamaño, el consumo de energía y la ergonomía.
- La movilidad es inherentemente peligrosa. No es lo mismo resguardar la información en la intimidad de la casa o la oficina, donde puede estar protegida por sistemas especializados de seguridad o por sistemas de control de acceso, que trasladarse con ella de un lado a otro en un dispositivo móvil, puesto que estos aparatos son más susceptibles al robo, pérdida o daño.
- La conectividad móvil es altamente variable en rendimiento y disponibilidad. No todos los edificios o construcciones que frecuentamos poseen infraestructura inalámbrica. Esto hace que los usuarios de la tecnología dispongan de una bajo ancho de banda mientras se desplazan entre lugares que ofrecen posibilidades de conexión.
- Los dispositivos móviles dependen de una fuente de energía finita, lo que limita la disponibilidad del dispositivo a la capacidad de la batería.

---

<sup>19</sup> MILLAN, Op. cit., p. 95-96.

La movilidad también introduce varios problemas. La dirección de red del dispositivo móvil cambia dinámicamente y su nueva localización afecta los parámetros de configuración, así como los resultados de las solicitudes de los usuarios, debido a que los escenarios de uso y los grados de movilidad (Tabla 2) son distintos.

**Tabla 2. Grados de movilidad**

Nombre	Velocidad	Ejemplo
Alta movilidad	Mayor que 80 metros por segundo	Un dispositivo móvil dentro de un avión.
Mediana movilidad	Entre 20 y 40 metros por segundo	Un dispositivo móvil dentro de un vehículo en movimiento.
Baja movilidad	Menor que 10 metros por segundo	El dispositivo móvil de un peatón.

FUENTE: Revista Ingenium de Ingenierías. No.2. Septiembre 2002. Universidad Santiago de Cali.

**2.1.2.2 Adaptación.** La movilidad requiere adaptación; esta es la habilidad de cómputo que tiene un usuario para mudarse de un ambiente computacional a otro, o de una red inalámbrica a otra, haciendo que la información se configure dinámicamente de acuerdo al escenario de interacción, garantizando condiciones de seguridad, integridad y privacidad para los usuarios móviles.

Esta característica introduce una gran cantidad de consideraciones técnicas en la computación móvil en aspectos como el diseño de arquitecturas adecuadas de comunicación, la infraestructura de los servicios de información y el desarrollo de métodos de diseño de hardware y software sensible al uso de la energía, a la movilidad y a la conexión en tiempo real.

**2.1.3 Computación móvil e inalámbrica a nivel internacional<sup>20</sup>.** El mundo se está volviendo inalámbrico. Cada vez son más las organizaciones que deciden dotar a sus empleados de dispositivos de cómputo móvil para que realicen sus actividades laborales sin necesidad de estar dentro de sus instalaciones, o estar conectados a Internet o a la red corporativa de la empresa mediante cableado, con excelentes resultados económicos.

En la actualidad, el principal uso que se les ha dado a los PDA ha sido la ejecución de aplicaciones en entornos empresariales, industriales y comerciales. Un estudio realizado por la firma de investigación de mercados Gartner Research afirma que el enfoque creciente de las compañías en la movilidad para mejorar la eficiencia, y la necesidad de responder en tiempo real generan una demanda por tecnologías inalámbricas.

Otro estudio realizado por esta misma firma en Octubre del 2002 indicó que el 55% de las grandes empresas de los Estados Unidos planeaban proyectos de aplicaciones móviles piloto en el 2003, y que hoy muy probablemente están trabajando en el ambiente de producción de estas organizaciones; esto demuestra el interés de las empresas por adoptar aplicaciones móviles como una estrategia de innovación y competitividad.

Hay dos motivadores importantes para que las empresas utilicen tecnologías móviles dentro de sus procesos operativos: bajar los costos y aumentar las ventas. Estos ahorros se relacionan con la optimización del personal existente, el menor desperdicio de papel y la reducción de tiempo en los procesos. Las aplicaciones empresariales de la computación móvil e inalámbrica a nivel internacional son innumerables. Los siguientes son algunos ejemplos<sup>21</sup>:

- La cadena de restaurantes de comidas rápidas McDonald's en Nueva York ofrece una hora de acceso inalámbrico gratuito de alta velocidad a Internet a las personas que

---

<sup>20</sup> GONZALEZ, Alejandro y ROMERO, Mauricio. Palm y Pocket PC, mano a mano. En: ENTER. Santafé de Bogotá. No. 59 (Julio 2003); p.32.

<sup>21</sup> MENDEZ, Op. cit., p. 30-39.

- consuman sus productos, lo que hace que haya una mayor afluencia de público a sus puntos de venta y un incremento en sus ingresos operacionales.
- En algunos locales de la cadena McDonald's en Brasil, un empleado toma pedidos en la fila directamente en un computador de mano. Esto agiliza el tiempo de atención y aumenta la satisfacción del cliente.
  - Los médicos y las enfermeras de muchas instituciones de salud de la red hospitalaria española tienen acceso a las historias clínicas de los pacientes desde cualquier sala o cuarto de un hospital o clínica mediante computadores de mano y portátiles. Como están conectados a la red corporativa, los médicos pueden actualizar los registros de los pacientes en forma remota, sin necesidad de usar un PC.
  - La compañía constructora de aeroplanos Boeing esperaba ofrecer acceso a Internet a través de WiFi en 100 de sus aviones a comienzos el año 2004; además, anunció que equipará 4.000 de sus aeronaves más durante la próxima década. La idea es cobrar cerca de 25 dólares por vuelo a las personas que desean aprovechar el tiempo de vuelo para navegar en la red.
  - Las aerolíneas internacionales brindan a sus usuarios información acerca de los vuelos programados para un día en particular mediante teléfonos celulares que soporten la tecnología SMS<sup>22</sup>.
  - La cadena de hoteles Hilton y la librería estadounidense Borders están embarcados en proyectos de montaje de hotspots en cada una de sus sucursales.
  - Muchas organizaciones que tienen como negocio la venta y distribución de sus productos han dotado a su fuerza de ventas de dispositivos de cómputo móvil, lo que les permite tener acceso a todos los recursos de la red corporativa, sin estar atados a sus escritorios y prestando un servicio personalizado a cada cliente en particular. Así, un vendedor que entra y sale todo el tiempo puede revisar su correo o la base de datos de la empresa desde cualquier lugar del edificio mediante un dispositivo de cómputo móvil.
  - Empresas de mensajería internacional montan infraestructuras inalámbricas en sus centros de recepción y distribución de paquetes. Así, los datos de cada paquete que entra y sale se pueden enviar inmediatamente a la red corporativa, sin importar en

---

<sup>22</sup> Short Messaging System. Ver Glosario

donde se encuentra el personal que los reciben. Gracias a ello, la información está actualizada en tiempo real.

- Una aplicación novedosa de los computadores de mano está en las empresas de vigilancia. Mediante una conexión inalámbrica WiFi, un supervisor puede ver en la pantalla de su dispositivo la imagen que envían las cámaras de video de la compañía; así inspecciona diferentes sectores a la vez, sin necesidad de ir al sitio y sin depender de un puesto de control.
- Instituciones militares, entidades gubernamentales, multinacionales de explotación minera y petrolera y entidades que tiene a su cargo la administración de infraestructura de redes están utilizando dispositivos móviles con tecnología GPS<sup>23</sup> para tener ubicaciones exactas de los componentes y los sitios de interés para su negocio.
- Este tipo de tecnología hace bastante fácil y barato el montaje de redes temporales para eventos como convenciones, ferias o certámenes académicos.

Pero esta tecnología no ha sido aprovechada solamente por las organizaciones empresariales. Estos dispositivos han tenido un gran nivel de aceptación en medios académicos; muchas instituciones educativas europeas y norteamericanas los están utilizando como medio alternativo de aprendizaje y como facilitador de los procesos académicos. Esto permite, por ejemplo, que los estudiantes realicen una consulta en Internet mientras caminan por las instalaciones del campus universitario o mientras están en un salón de clases, y a los profesores, tener siempre disponibles información de apoyo acerca de su clase mientras están dictando su cátedra.

También son cada vez más comunes los usuarios que los utilizan como fuente de entretenimiento, como medio de conexión continua a la red mundial o, simplemente, por esa agradable sensación de independencia. El mercado de las agendas digitales personales obtuvo muy buenos indicativos de demanda con ventas del orden de los 3.8 billones de dólares y cerca de 13 millones de unidades en el año 2001 y 4.6 billones de

---

<sup>23</sup> Global Positioning System. Ver Glosario

dólares y cerca de 16 millones de unidades en el año 2002. La proyección de acuerdo a la firma de investigación de mercados Aberdeen Group es de 6.6 billones de dólares y cerca de 39 millones de unidades en el 2005.<sup>24</sup>

Cada día son más populares en Estados Unidos y Europa puntos de acceso públicos gratuitos que son montados por grupos de personas que se unen para compartir una conexión a Internet o intercambiar archivos. En conclusión, esta tecnología ha generado una revolución a nivel mundial.

**2.1.4 Computación móvil e inalámbrica en Colombia.** Nuestro país no es ajeno a esta tendencia mundial. El auge de los computadores de mano se ha visto principalmente en el sector corporativo, sin importar el tamaño o la actividad económica de la empresa. Varias compañías han optimizado su operación de ventas y distribución, gracias a las aplicaciones que les brindan estos equipos. Entre las empresas que tienen herramientas que se ejecutan sobre estos dispositivos están Wella, IMUSA, Productos Yupi, Colombina, Arroz Roa, Panamco, Unilever, Noel, Nestlé, Alpina y Seguros MAPFRE<sup>25</sup>.

Colombia es el tercer mercado latinoamericano más evolucionado en aplicaciones móviles después de Brasil y México, gracias a un grupo de empresas de desarrollo con gran madurez en el tema<sup>26</sup>.

En la actualidad, tres factores convergen para impulsar las soluciones móviles de tipo empresarial: la variedad de dispositivos de mano, las nuevas plataformas de comunicaciones inalámbricas y un amplio número de empresas colombianas dedicadas al

---

<sup>24</sup> PDA Sales Report, 2002. Disponible en <<http://www.wirelessnewsfactor.com>>

<sup>25</sup> GONZALEZ y ROMERO, Op. cit., p. 32.

<sup>26</sup> MARTINEZ, Richard. Cómo automatizar las ventas. Disponible en <<http://www.multitel.com.co/noticiadestacada40.htm>>

desarrollo de software. La llamada Automatización de la Fuerza de Ventas (SFA: Sales Force Automation) es la solución móvil más aplicada.

En la forma más básica SFA consiste en proveer a los vendedores de una aplicación instalada en el equipo móvil para la toma de pedidos, consulta de listados de precios y estados de cuenta del cliente. El vendedor puede registrar cada pedido y descargarlo al final del día o enviar la información vía celular a un servidor central donde es actualizada automáticamente.

Como se menciona anteriormente, la prioridad hasta el momento ha sido la automatización de la fuerza de ventas, sin embargo, otro tipo de soluciones tienen buena proyección. El desarrollo de encuestas es una que sirve para las áreas de mercadeo de casi cualquier empresa, porque permite registrar las respuestas en cualquier lugar, de manera sencilla y generar resultados inmediatos.

En la parte de apuestas, Sonapitech en alianza con Bellsouth presentó una aplicación para automatizar los procesos de escrutinio y recolección de datos por medio de teléfonos celulares con tecnología CDMA<sup>27</sup>. Los restaurantes pueden equipar a sus meseros con una aplicación especial para registro de pedidos que enlaza automáticamente la cocina y a la caja, evitando así el traslado continuo de los meseros a diferentes puntos.

Finalmente, entidades como la Policía de Tránsito podrían implementar un sistema de registro, control y pago de comparendos gracias a esta tecnología.

---

<sup>27</sup> Code Division Multiple Access. Ver Glosario

Como se puede observar, la lista de aplicaciones es larga y lo será aún más en la medida en que las empresas comiencen a ver los beneficios de proveer la mayor cantidad de información posible a sus empleados para obtener mejores resultados comerciales.

Sin embargo transformar las empresas colombianas en empresas inalámbricas no es fácil, pues no es un camino libre de riesgos. Por eso, las organizaciones requieren entender la importancia de gestionar los riesgos y optimizar las oportunidades de las empresas inalámbricas. La Tabla 3 muestra las oportunidades y riesgos de las empresas inalámbricas<sup>28</sup>.

**Tabla 3. Oportunidades y riesgos de las empresas inalámbricas**

<b>Factor</b>	<b>Oportunidad</b>	<b>Riesgo</b>
Estratégico	La iniciativa sea motivada por los requerimientos del negocio, permitiendo lograr mayor eficiencia y mayor calidad en los procesos de los negocios que logran los objetivos.	La iniciativa sea motivada por la tecnología y no por los negocios.
Organizacional	La empresa entiende la importancia de asuntos como las nuevas prácticas de trabajo, las habilidades y entrenamiento requerido, los riesgos legales en la relación empleador – empleados. La empresa identifica los trabajadores inalámbricos y establece perfiles comunes.	No se entiende el impacto potencial de la adopción de la tecnología inalámbrica, ni las necesidades de movilidad de los participantes.
Económico	Las iniciativas inalámbricas planean beneficios en el retorno a la inversión máximo a 18 meses. Las soluciones inalámbricas se focalizan en aplicaciones que puedan proveer beneficios rápidamente.	Se escoge una tecnología inalámbrica que no provee alta calidad y disponibilidad, y además es extremadamente costosa.
Relación con proveedores y	Las iniciativas inalámbricas incluyen una cuidadosa evaluación del estado	No se hace una selección cuidadosa en un mercado muy

<sup>28</sup> MILLAN, Andrés Felipe. CD de memorias del XII Congreso Nacional de estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Computación Móvil: El desafío de la generación de Ingenieros de Sistemas del nuevo siglo. p. 11-12.

fabricantes	potencial actual y futuro de las alianzas con los proveedores y fabricantes.	cambiante, en especial cuando se firman alianzas a largo plazo
Tecnológico	Las empresas entienden la probable evolución de una tecnología y focalizan estos beneficios mientras estas alcanzan su estado de madurez.	No se entiende que las tecnologías inalámbricas no están maduras y están continuamente cambiando.
Estructural	Las empresas realizan planes de soluciones móviles o inalámbricas definiendo una arquitectura apropiada de tecnología que permita la disponibilidad de una solución en una variedad de dispositivos y redes.	Las empresas realizan soluciones basados en soluciones propietarias y basadas en alianzas con proveedores y no de acuerdo con las necesidades del negocio.

FUENTE: CD XII Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Universidad Santiago de Cali. Abril, 2003.

En varias de los centros de educación superior del país (Universidad Santiago de Cali, Universidad del Cauca, Universidad Autónoma de Bucaramanga y otras) existen grupos de investigación dedicados al estudio de este tipo de tecnologías y al desarrollo de soluciones móviles, y en otros (Universidad de Los Andes) ya se están montando hotspots para el servicio de la comunidad universitaria.

También existen varias empresas dedicadas exclusivamente al desarrollo de soluciones móviles para el entorno colombiano. Se han detectado aproximadamente 40 desarrolladores en su mayoría de soluciones móviles. Hay algunos pocos que ya tienen cierta solidez en el mercado local y están expandiendo sus operaciones hacia el exterior<sup>29</sup>. Compañías como SysGold, EasyNet, Movilco, CINTEL y DHS Asociados ya están comercializando productos que se ejecutan en estos dispositivos. Incluso, la compañía SysGold recibió un reconocimiento de Intel por la calidad de sus productos y sus buenas proyecciones económicas.

---

<sup>29</sup> MARTINEZ, Richard. Cómo automatizar las ventas. Disponible en <<http://www.multitel.com.co/noticiadestacada40.htm>>

Como vemos, la utilización de la computación móvil e inalámbrica también ha permeado en varios niveles que conforman la sociedad colombiana, con ventajas significativas y grandes posibilidades de expansión.

## **2.2 TECNOLOGIA EMPLEADA**

**2.2.1 Hardware.** En esta sección del capítulo se hace una breve descripción del hardware del dispositivo móvil utilizado en el transcurso del proyecto.

**2.2.1.1 Dispositivos Pocket PC<sup>30</sup>.** Son dispositivos móviles basados en el sistema operativo Windows CE en sus diferentes versiones. Aparecieron a principios del año 2000, pero rápidamente empezaron a posicionarse en el mercado. En la actualidad, los más populares son los modelos iPAQ de Hewlett-Packard, aunque muchos otros fabricantes de prestigio como Toshiba, Siemens o Nec también los fabrican.

Son dispositivos con una magnífica pantalla de 240 x 320 píxeles a todo color; no tienen teclado (aunque algunos modelos recientes ya lo empiezan a implementar) y utilizan una pantalla táctil sobre la que se puede escribir o pulsar íconos mediante un lapicero de plástico o stylus.

Son muy potentes, con procesadores de más de 133 Mhz y memorias RAM que van desde los 16 Mb, por lo que son capaces de reproducir vídeo o música y ejecutar aplicaciones multimedia con gran rapidez. También disponen de altavoz y salida de audio para auriculares.

---

<sup>30</sup> Disponible en <<http://www.neo-shop.com/cgi-bin/generar.exe?tienda=0005&modo=shop&categoria=0056>>

Además incluyen diversos tipos de ranuras o slots de expansión, que permiten insertar tarjetas de diversos formatos para aumentar memoria o incorporar módems, discos duros, cámaras digitales, tarjetas de red, receptores GPS, tarjetas de conexión inalámbrica, etc.

En cuanto a software, incorporan una gran cantidad de aplicaciones preinstaladas. Pese a que son dispositivos muy nuevos, el software para Pocket PC es muy numeroso; esto se debe al gran éxito que han tenido, y también a que Microsoft distribuye gratuitamente versiones especiales de Visual Basic y Visual C (contenidas en un entorno llamado embedded Visual Tools) para crear aplicaciones. Además, Microsoft también ofrece Visual Studio .NET, un entorno de desarrollo que proporciona muchas facilidades para la programación de estos dispositivos.

**2.2.1.2 Dispositivo móvil Compaq iPAQ H3850.** Para la realización del proyecto, se utilizó el dispositivo Compaq iPAQ H3850.

**Figura 2. Compaq iPAQ H3850 Pocket PC**



Fuente: Página Web [www.mercadolibre.com](http://www.mercadolibre.com).

Las especificaciones técnicas del dispositivo utilizado son presentadas a continuación en la tabla 4.

**Tabla 4. Especificaciones técnicas Compaq iPAQ H3850**

<b>Detalles técnicos</b>	
<b>Procesador</b>	266 MHz Intel® Strong ARM 32-bit RISC Processor
<b>Memoria RAM</b>	32MB ROM, 64MB RAM
<b>Pantalla</b>	Pantalla de cristal líquido TFT 65.536 colores Resolución de 240 x 320 Punto de píxel: 0,24 mm Tamaño de imagen visible: 57,6 mm de ancho x 76,82 mm de alto, 3,8 pulgadas (96 mm en diagonal)
<b>Puerto E/S</b>	Puerto Infrarrojo (Conectividad inalámbrica de 115 Kbps). Conectividad USB.
<b>Botones</b>	Botón de encendido/apagado de luz de fondo. 4 botones de aplicación personalizables. Joystick con cinco funciones: arriba, abajo, izquierda, derecha y pausa. Botón de grabadora de voz
<b>Batería</b>	Batería recargable de polímero de litio de 1.400 mAh (Hasta 14 horas de duración)
<b>Salida de audio</b>	Jack de 3.5mm Stereo (Sonido excepcional)
<b>Ranuras de expansión</b>	Ranura de expansión SD Memory Slot
<b>Sistema Operativo</b>	Microsoft Pocket PC 2002 Español
<b>Aplicaciones</b>	Microsoft ActiveSync 3.7, calendario, contactos, tareas, grabadora de voz, notas, Pocket Word (con corrector ortográfico), Pocket Excel, Pocket Internet Explorer, Windows Media Placer (MP3, reproducción de vídeo y audio), calculadora, bandeja de entrada (con corrector ortográfico para mensajes de correo electrónico), Microsoft Reader (libros electrónicos), explorador de archivos, MSN Messenger, transmisión de infrarrojos, reloj, pantalla de alineación, explorador de archivos, memoria y control de volumen.
<b>Dimensiones</b>	134 mm x 84 mm x 15,9 mm (largo x ancho x alto)
<b>Peso</b>	84 gramos, batería incluida.

Fuente: Página Web de Hewlett Packard Estados Unidos.

Otra de las prestaciones de este dispositivo es el uso de un chip de memoria ROM flash actualizable que almacena el sistema operativo y las aplicaciones básicas. A pesar de que puede aumentar el costo inicial de cada dispositivo, permite instalar remotamente las actualizaciones del sistema operativo y de las aplicaciones básicas sin necesidad de intercambiar o sustituir dispositivos. En algunos casos, la administración de sistemas, la

protección antivirus y las aplicaciones personalizadas pueden ubicarse en la memoria ROM flash para que estas aplicaciones no se pierdan o desactiven si un usuario extrae las baterías y realiza un restablecimiento de hardware<sup>31</sup>.

**2.2.2 Software de desarrollo.** Para el desarrollo del proyecto se utilizaron dos entornos de programación diferentes: Microsoft Visual Studio .NET, que permite el desarrollo de aplicaciones en computadores personales (a través de .NET Framework) y en dispositivos móviles (utilizando el .NET Compact Framework), y Microsoft embedded Visual Tools, con su lenguaje de programación embedded Visual Basic 3.0, que ofrece herramientas de desarrollo para dispositivos móviles con sistema operativo Windows CE. A continuación se realiza una breve descripción de cada uno de los lenguajes mencionados.

### **2.2.2.1 Software de desarrollo del PC<sup>32</sup>.**

**Microsoft .NET Framework.** .NET Framework es una nueva plataforma informática que simplifica el desarrollo de aplicaciones en un entorno altamente distribuido como es Internet. El diseño de .NET Framework está enfocado a cumplir los objetivos siguientes:

- Proporcionar un entorno coherente de programación orientada a objetos, en el que el código de los objetos se pueda almacenar y ejecutar de forma local, ejecutar de forma local pero distribuida en Internet o ejecutar de forma remota.
- Proporcionar un entorno de ejecución de código que reduzca lo máximo posible la implementación de software y los conflictos de versiones.

---

<sup>31</sup> Disponible en <<http://www.microsoft.com/spain/technet/recursos/articulos/welcome3.asp?opcion=3010024>>

<sup>32</sup> Tomado de la Colección combinada de Visual Studio .NET 2003.

- Ofrecer un entorno de ejecución de código que garantice la ejecución segura del mismo, incluso del creado por terceras personas desconocidas o que no son de plena confianza.
- Proporcionar un entorno de ejecución de código que elimine los problemas de rendimiento de los entornos en los que se utilizan secuencias de comandos o intérpretes de comandos.
- Ofrecer al programador una experiencia coherente entre tipos de aplicaciones muy diferentes, como las basadas en Windows o en el Web.
- Basar toda la comunicación en estándares del sector para asegurar que el código de .NET Framework se puede integrar con otros tipos de código.

.NET Framework contiene dos componentes principales: Common Language Runtime y la biblioteca de clases de .NET Framework. Common Language Runtime es el fundamento de la tecnología. El motor de tiempo de ejecución se puede considerar como un agente que administra el código en tiempo de ejecución y proporciona servicios centrales, como la administración de memoria, la administración de subprocesos y la interacción remota, al tiempo que aplica una seguridad estricta a los tipos y otras formas de especificación del código que garantizan su seguridad y solidez. De hecho, el concepto de administración de código es un principio básico del motor de tiempo de ejecución.

La biblioteca de clases, el otro componente principal de .NET Framework, es una completa colección orientada a objetos de tipos reutilizables que se pueden emplear para desarrollar aplicaciones que abarcan desde las tradicionales herramientas de interfaz gráfica de usuario o de línea de comandos hasta las aplicaciones basadas en las innovaciones más recientes.

.NET Framework proporciona un entorno de múltiples lenguajes basado en estándares, entre los que se cuentan Visual Basic .NET (VB .NET), Visual C++ .NET, Visual C# .NET y Visual J# .NET; para este proyecto en particular se utilizó Visual Basic .NET.

**Microsoft Visual Basic .NET.** VB .NET es un lenguaje de programación diseñado para crear aplicaciones que trabajen con Microsoft .NET Framework<sup>33</sup>; ofrece numerosas características nuevas y mejoradas, como herencia, interfaces y sobrecarga de operadores, que lo convierten en un eficaz lenguaje de programación orientado a objetos. También ofrece control estructurado de excepciones y manejo de atributos personalizados. Entre otras de sus características se enumeran:

- Su sintaxis y semántica son simples, sencillas y fáciles de comprender. El lenguaje evita características poco intuitivas. Es un lenguaje extremadamente fácil de utilizar.
- Proporciona a los programadores las características principales de .NET Framework y es coherente con las convenciones del marco de trabajo.
- Es razonablemente actualizable partiendo de Visual Basic.
- Debido a que .NET Framework admite explícitamente varios lenguajes de programación, funciona bien en un entorno multilinguaje.
- Es compatible con versiones anteriores de Visual Basic. Cuando es factible, Visual Basic .NET tiene la misma sintaxis, la misma semántica y el mismo comportamiento en tiempo de ejecución que sus predecesores.
- Es uno de los lenguajes más seguros en los que se puede programar. En general, Visual Basic intenta crear un equilibrio entre confiabilidad, facilidad de uso y eficiencia en la definición del lenguaje.
- Permite un desarrollo rápido del programa sin que se vea afectada la confiabilidad.
- Produce código predecible y eficiente.

#### **2.2.2.2 Software de desarrollo del dispositivo móvil<sup>34</sup>.**

**Microsoft .NET Compact Framework.** .NET Compact Framework aporta la eficacia de la plataforma de programación .NET Framework a los dispositivos móviles.

---

<sup>33</sup> LOMAX, Paul, PETRUSHA, Ron y ROMAN, Steven. VB .NET language in a nutshell. O'Reilly, 2001. p. 37.

<sup>34</sup> Tomado de la Colección combinada de Visual Studio .NET 2003.

.NET Compact Framework es un entorno independiente del hardware para la ejecución de programas en dispositivos de computación con limitaciones de recursos, entre los que se encuentran los asistentes de datos personales (PDA) como Pocket PC, teléfonos móviles, decodificadores de televisión, dispositivos de computación para automóviles y dispositivos incrustados de diseño personalizado, que están integrados en el sistema operativo Windows CE .NET.

.NET Compact Framework es un subconjunto de la biblioteca de clases .NET Framework y también contiene clases diseñadas expresamente para él. Hereda la arquitectura .NET Framework, y ofrece las siguientes funciones principales:

- Ejecuta programas independientes del hardware y el sistema operativo.
- Admite protocolos de red comunes.
- Proporciona a los desarrolladores un modelo para orientar sus aplicaciones y componentes ya sea a una amplia gama de dispositivos o a una categoría específica de éstos.
- Facilita el diseño y la optimización de los recursos de sistema limitados.

Al igual que para el PC, el lenguaje utilizado para la implementación de la aplicación es VB .NET. Esto garantiza plena compatibilidad entre las aplicaciones desarrolladas.

**Microsoft embedded Visual Basic 3.0.** El entorno de desarrollo Microsoft embedded Visual Basic 3.0 es una herramienta que tienen los desarrolladores para construir aplicaciones que se ejecuten en dispositivos con sistema operativo Windows CE y/o plataforma Pocket PC. Este lenguaje de programación ayuda a los desarrolladores a crear, depurar e implementar aplicaciones para un amplio rango de dispositivos, utilizando las herramientas y técnicas de programación de Microsoft Visual Basic.

Uno de sus principales atractivos es que puede ser descargado de manera gratuita en algunos sitios de Internet. Entre otras ventajas de este paquete de desarrollo se encuentran:

- Facilidad de aprendizaje, pues la sintaxis y la metodología de desarrollo son muy similares a las utilizadas en Microsoft Visual Basic 6.0.
- Facilidad para construcción de aplicaciones con acceso a fuentes de datos locales en el dispositivo móvil a través de librerías ActiveX<sup>35</sup> Data Objects (ADO<sup>36</sup>) para Windows CE. Dichas fuentes de datos pueden estar soportadas por motores Access, SQL Server CE y otros.
- Interfaz gráfica de desarrollo, lo que permite un diseño rápido y sencillo de aplicaciones.
- Facilidad en la depuración de aplicaciones, pues dispone de un emulador que permite ejecutar las aplicaciones desarrolladas antes de ser instaladas en el dispositivo móvil.
- Herramientas de edición mejorada, vistas de objetos, diseñador de formularios y opciones de control del dispositivo remoto.
- Manejo de mecanismos de comunicación TCP/IP, infrarrojo y serial para desarrollo de aplicaciones móviles que integren transmisión inalámbrica de datos.
- Compatibilidad con componentes ActiveX. Esto permite que funcionalidades que hayan sido desarrolladas por otras empresas puedan ser implementadas en las aplicaciones que se estén construyendo.

Este subconjunto de funciones del entorno de desarrollo Microsoft Visual Basic ha sido ampliamente adoptado para el desarrollo de aplicaciones Pocket PC. Aunque presenta limitaciones como la falta de soporte a la programación orientada a objetos y la escasez de documentación, es altamente productivo para entornos empresariales. Por esta razón, más de ciento cincuenta mil (150.000) desarrolladores alrededor del mundo han descargado su versión gratuita.

---

<sup>35</sup> ActiveX. Ver Glosario.

<sup>36</sup> ActiveX Data Objects (ADO). Ver Glosario.

**Software para manejo de planos: MapX Mobile<sup>37</sup>.** MapInfo MapX Mobile es una herramienta para crear aplicaciones basadas en mapas destinadas a trabajadores que deben desplazarse. Las aplicaciones desarrolladas con MapInfo MapX Mobile permiten aprovechar al máximo el sistema operativo Windows CE para Pocket PC. Esta versión especial del control ActiveX - MapInfo MapX se puede utilizar para trabajar en dispositivos móviles con aplicaciones basadas en mapas ya existentes o para crear aplicaciones nuevas.

**Figura 3. Visualización de planos en un Pocket PC.**



Fuente: Página Web [extranet.mapinfo.com](http://extranet.mapinfo.com)

MapInfo MapX Mobile permite crear aplicaciones potentes con numerosas funciones para los empleados que están obligados a desplazarse. Éstas incluyen aplicaciones para representantes de servicios y reparaciones, profesionales de ventas, técnicos, oficiales de policía e inspectores sanitarios, agrícolas y de la construcción, así como personal del sector público.

---

<sup>37</sup> Disponible en <<http://www.mapxmobile.com.es>>

Entre las características de este componente se pueden mencionar las siguientes:

- **Acceso permanente a datos y aplicaciones.** Las aplicaciones desarrolladas con MapInfo MapX Mobile funcionan en cualquier sitio porque no requieren conectividad inalámbrica, aunque también pueden recibir contenidos a través de ondas de radiofrecuencia. La aplicación y los datos residen en el dispositivo. Todos y cada uno de los datos se pueden sincronizar con el PC siempre que se necesite o se desee. Las aplicaciones también se pueden conectar a Pocket Access y Microsoft SQL Server CE.
- **Codificación simple.** Con características que resultarán familiares para quienes trabajen con Visual Basic y Visual C++ y estén acostumbrados a utilizar Windows CE eMbedded Visual Tools 3.0, los desarrolladores pueden empezar a trabajar rápidamente y diseñar e implantar fácilmente aplicaciones con mapas. MapInfo MapX Mobile también incluye una gran variedad de aplicaciones de muestra y ofrece un mejorado modelo de objetos, numerosos métodos y eventos, eficaces páginas de propiedades, valores por defecto y otros asistentes que contribuirán a que el desarrollo de las aplicaciones resulte más sencillo.
- **Creación de aplicaciones con numerosas prestaciones.** Los mapas y las funciones espaciales tienen cabida en las aplicaciones de personas con necesidades y conocimientos técnicos muy distintos: desde los profesionales de ventas al personal de servicios, desde el personal del sector público a los técnicos. Los desarrolladores de aplicaciones pueden proporcionar funciones sencillas a unos y prestaciones más sofisticadas a otros. Incluso los usuarios nuevos pueden acceder a sofisticadas funcionalidades espaciales con aplicaciones muy fáciles de usar.

**2.2.3 Sistema operativo del dispositivo móvil: Windows CE<sup>38</sup>.** Microsoft ha estado invirtiendo en investigación y desarrollo de dispositivos móviles por más de una década. Esta inversión empezó en 1992 con dos proyectos llamados Pulsar y WinPad. El proyecto WinPad fue diseñado inicialmente para producir un handheld PC basado en Windows 3.1

---

<sup>38</sup> La mayoría de la información mostrada en esta parte del documento fue tomada y traducida del libro Building Solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: Architecture and Best Practices for Mobile Development, citado en la bibliografía.

que pudiera competir con el Newton MessagePad de Apple, mientras el proyecto Pulsar estaba dirigido a diseñar un sistema operativo orientado a objetos para dispositivos pequeños. Sin embargo, debido a enfrentamientos internos acerca de las características de los productos y el hardware que los debía soportar, estos proyectos no consiguieron el diseño de productos viables. Sin embargo, poco después, en 1994, esos proyectos fueron reorganizados bajo el nombre Pegasus, que llevó al lanzamiento del primer sistema operativo Microsoft para dispositivos móviles, Windows CE.

Windows CE es el sistema operativo que Microsoft ha desarrollado para sus dispositivos móviles, que sirve de escenario básico para el desarrollo de los sistemas para cada dispositivo. De cada versión de Windows CE surgen diferentes versiones para PDA, Handheld PC, sistemas para autos o Auto PC, teléfonos móviles, etc. Eso es lo que los usuarios finales disfrutan, no Windows CE tal y como ha sido desarrollado. En cada uno de ellos se implementa, desde las posibilidades que permite la versión de Windows CE disponible, un interfaz de manejo y las características apropiadas<sup>39</sup>.

Aunque se podría pensar que la abreviatura CE significa Compact Edition (Edición Compacta), Microsoft insiste que CE no es un acrónimo, pues simplemente es el nombre del sistema operativo. Ahora Microsoft se refiere a los dispositivos que ejecutan Windows CE como "Windows – powered devices".

Microsoft ha lanzado varias versiones de su sistema operativo Windows CE, así como versiones específicas para dispositivos especializados, desde navegadores para Internet hasta equipos industriales.

Windows CE está basado en los tradicionales sistemas operativos de los computadores de escritorio, lo que lo hace familiar a los desarrolladores de aplicaciones Windows. Como

---

<sup>39</sup> Disponible en <<http://www.mipcdebolsillo.com/reportajes/eventos/cenet.php>>

resultado, las personas acostumbradas a construir aplicaciones para computadores de escritorio podrán migrar de una manera simple al desarrollo de aplicaciones Windows CE, teniendo en cuenta aspectos importantes para estos dispositivos como la interface de usuario, el consumo de energía, la limitada capacidad de almacenamiento y las opciones de comunicación disponibles.

En general, para la construcción de este sistema operativo se tuvieron en cuenta los siguientes principios de diseño:

- Memoria pequeña.
- Modularidad.
- Procesadores portables.
- Compatibilidad con aplicaciones Windows de 32 bits.
- Conectividad.
- Procesamiento en tiempo real

La modularidad de Windows CE permite que éste pueda ser dividido en aproximadamente 300 partes más pequeñas, cada una con una función definida. La más pequeña de estas partes solamente necesita 200 Kb de memoria RAM para ser ejecutado.

Como se mencionó anteriormente, Windows CE 1.0 fue lanzado en 1996 y estaba dirigido a handhelds PC que tenían pequeños teclados de contacto, pantallas con escala de grises y resolución de 480 x 240 y baterías alcalinas. Microsoft ha continuado el trabajo con Windows CE y lanza al mercado nuevas versiones de este sistema. Estas versiones son relacionadas en la tabla 5.

**Tabla 5. Versiones del sistema operativo Windows CE**

Versión	Fecha	Características importantes
2.0	1997	Soporte para ActiveX, menús en cascada, conexión a redes Ethernet.
2.1	1998	Soporte para USB, criptografía y pantallas a color.
3.0	Junio 2000	Soporte para tarjetas inteligentes y funcionalidades ASP.
CE .NET 4.0	Enero 2002	Configuración automática para redes IEEE 802.11, BlueTooth, elementos de interfaz de usuario personalizables y otros.
CE .NET 4.1	Julio 2002	Soporte para IPv6 y exploradores de archivos.
CE .NET 4.2	Abril 2003	Procesamiento en tiempo real, capacidades multimedia y desempeño mejorado.

Fuente. BOX, Jon y FOX, Dan. Building Solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: Architecture and Best Practices for Mobile Development. 2003.

Windows CE fue diseñado para soportar arquitecturas de CPU de bajo rendimiento. Con cada versión lanzada al mercado, se incrementa el número de procesadores soportados, entre los que se encuentran los producidos por Intel, Toshiba e Hitachi.

Todas las versiones de Windows CE vienen acompañadas por versiones especiales de conocidos programas de Microsoft, como Pocket Office (Pocket Word, Pocket Excel, Pocket PowerPoint y Pocket Access) y Pocket Outlook; además ofrece un software de sincronización llamado ActiveSync.

**2.2.3.1 Plataformas.** Es importante tener en cuenta la distinción entre las versiones de los sistemas operativos y lo que Microsoft llama plataformas. Esencialmente, una plataforma es un conjunto específico de hardware, software, módulos, interface de usuario, componentes y sistema operativo. Una plataforma define todas las características fundamentales de una clase de dispositivo, lo que hace más fácil a los desarrolladores el diseño de aplicaciones y a los fabricantes de dispositivos la construcción de los mismos.

Por ejemplo, en el caso de la plataforma Pocket PC, Microsoft definió las especificaciones de hardware que fabricantes como Hewlett Packard han implementado. La plataforma

incluye el sistema operativo Windows CE 3.0 y otras funcionalidades. Para los desarrolladores de software, todo el conjunto de prestaciones fue integrado en el SDK (Software Development Kit) de la plataforma.

**Tabla 6. Plataformas soportadas por Windows CE**

Plataforma	Sistema Operativo	Observaciones
Handheld PC	CE 1.0, 2.0	Funcionaba en dispositivos con memorias RAM de 2 a 8 Mb.
Handheld PC Professional	CE 2.11, 3.0	Lanzado en 1998. Usado principalmente en dispositivos con teclado y memoria RAM de 16 o 32 Mb.
Auto PC	CE 2.0, 3.0	Disponible desde 1998.
Palm-Size PC (P/PC)	CE 2.1, 2.11	Diseñado para dispositivos con pantallas monocromáticas de resolución 320x240 y memorias RAM de 2 a 16MB.
Pocket PC 2000	CE 3.0	Conocido por la abreviatura PPC. Esta plataforma está basada en una primera versión de Windows CE 3.0. El dispositivo más popular de esta plataforma es el Compaq iPAQ, que tenía características similares a la plataforma Palm – Size PC, pero soportaba procesadores más rápidos, más capacidad de memoria y mayor tiempo de batería. Estos dispositivos usan una variedad de procesadores y memoria de 32 Mb. Ofrece compatibilidad con la plataforma Pocket PC 2002.
Pocket PC 2002	CE 3.0	Construida con la versión completa de Windows CE 3.0. Usa procesadores de última generación y memoria RAM de 32 o 64 Mb. Incluye 32 Mb de Flash ROM para el usuario y soporta pantallas TFT.
Pocket PC 2003	CE .NET	Para dispositivos con pantalla cuadrada y teclado.
SmartPhone 2002	CE 3.0	Lanzado en el año 2002. Diseñado para que algunos teléfonos puedan soportar características de PDA como pantallas a color, sincronización, almacenamiento local y algunas aplicaciones.
Windows Mobile 2003 <sup>40</sup>	CE .NET 4.2	Esta última versión optimiza los elementos centrales del software Pocket PC a través de mejoras en la conectividad inalámbrica, navegación sencilla y rápido soporte de desarrollo de aplicación, así como más opciones de entretenimiento.
Windows Mobile 2003	CE .NET 4.2	Esta nueva plataforma añade soporte para cambios dinámicos de pantalla entre los modos horizontal y

<sup>40</sup> Disponible en <<http://www.microsoft.com/latam/prensa/2003/jun/MobilePPC2003.asp>>

Segunda Edición <sup>41</sup>		vertical, además de permitir una resolución de pantalla cuadrada, además de soporte para los modos de pantalla VGA y QVGA.
Windows Mobile 2003 Phone Edition <sup>42</sup>	CE .NET 4.2	Detecta automáticamente las redes inalámbricas y se conecta de forma sencilla a ellas y a las redes de área personal a través de Bluetooth.

Fuente. BOX, Jon y FOX, Dan. Building Solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: Architecture and Best Practices for Mobile Development. 2003.

Desde el lanzamiento de Windows CE, Microsoft ha continuado su investigación en sistemas operativos, plataformas y herramientas de desarrollo para dispositivos móviles.

## 2.2.4 Bases de datos y almacenamiento de datos en el dispositivo móvil.

**2.2.4.1 Microsoft SQL Server CE 2.0<sup>43</sup>.** Microsoft anticipó la necesidad de extender las capacidades de manejo de datos de los dispositivos móviles a medida que desarrollaba nuevos conjuntos de funcionalidades para su sistema operativo Windows CE. Como resultado, se lanzó al mercado la primera versión de este pequeño administrador de bases de datos, llamado SQL Server 2000 Windows CE Edition 1.0 (SQLCE 1.0). SQLCE 1.0 proporcionaba una base de datos relacional que podía ser consultada con un subconjunto definido de sentencias SQL. Adicionalmente, soportaba integridad referencial, transacciones, acceso remoto a datos desde algunas versiones de SQL Server, conexión a bases de datos a través de módem inalámbrico o tarjetas de red, además de sincronización a través del puerto USB.

En el mes de septiembre del año 2002, Microsoft lanzó oficialmente SQL Server 2000 Windows CE Edition 2.0 (SQLCE 2.0, o simplemente SQLCE), que, además de las

---

<sup>41</sup> Disponible en <[http://drdobbs.mkm-pi/d\\_detalle.cfm?id\\_indice=629](http://drdobbs.mkm-pi/d_detalle.cfm?id_indice=629)>

<sup>42</sup> Disponible en <[http://www.mpc.es/novedad.asp?NOV\\_ID=4229](http://www.mpc.es/novedad.asp?NOV_ID=4229)>

<sup>43</sup> La información para la realización de este numeral fue traducida y adaptada de la ayuda en línea de Microsoft SQL Server CE 2.0.

características contenidas en la primera versión del producto, ofrece compatibilidad total con .NET Compact Framework, lo que hace más fácil las actividades de diseño de aplicaciones con bases de datos locales en el dispositivo. Adicionalmente, esta versión ofrece nuevas funcionalidades para consultas y mejoras en su motor de almacenamiento, lo que le permite tener un buen desempeño con bases de datos de 2 Gb o más. Como resultado de las características de compatibilidad, las aplicaciones construidas con .NET Compact Framework pueden usar SQLCE para garantizar una captura y almacenamiento confiable de datos.

Otra de las innovaciones de esta segunda versión con respecto a la primera es la interfaz de usuario. Esta posibilita la creación gráfica de estructuras completas de bases de datos, la ejecución de sentencias de consulta, inserción, modificación y eliminación de registros, y la visualización de los resultados a través de una hoja de datos.

SQLCE 2.0 soporta dos entornos de desarrollo: Microsoft Visual Studio .NET y Microsoft eMbedded Visual Tools. Ambos entornos proporcionan un conjunto de funciones para acceso de datos, utilizando sintaxis propias de SQL. Por esta razón y las expuestas anteriormente, fue escogido como el motor de bases de datos del dispositivo móvil para este proyecto.

**2.2.4.2 XML<sup>44</sup>.** El Lenguaje de Marcado Extensible (eXtended Markup Language) o XML no es un lenguaje en sí; es un metalenguaje, es decir, un lenguaje para definir otros lenguajes con finalidades más específicas. Proporciona una manera de describir datos complejos usando documentos jerárquicos compuestos de elementos y atributos. Los documentos XML pueden ser usados para intercambiar datos entre componentes de una misma aplicación, diferentes aplicaciones en el mismo entorno de trabajo, o inclusive en entornos de trabajo diferentes.

---

<sup>44</sup> La información para la realización de este numeral fue adaptada y se encuentra disponible en <[http://mat21.etsii.upm.es/mbs/mechml/que\\_es\\_xml.htm](http://mat21.etsii.upm.es/mbs/mechml/que_es_xml.htm)>

**Figura 4. Estructura de un archivo XML**

```
<?xml version="1.0"?>
<catalogo>
  <categoria IDcategoria="1" NombreCategoria="Bebidas suaves">
    <producto IDproducto="1000">
      <nombre>Bebida gaseosa con sabor a naranja</nombre>
      <presentación>Lata de aluminio de 310 c.c.</presentación>
      <precio>800</precio>
    </producto>
  </categoria>
</catalogo>
```

Como se muestra en la Figura 4, un documento XML aparece como una jerarquía estrictamente anidada de elementos (como por ejemplo *catalogo*, *producto*). Los elementos pueden tener atributos (por ejemplo *IDcategoria*) donde se incluye información secundaria, y pueden tener un contenido (numérico o texto) en el que se incluye la información principal y pueden tener otros elementos definidos como hijos.

Las reglas sintácticas en XML son estrictas. Es obligatorio cerrar todas las etiquetas y si un elemento tiene hijos, es decir, otros elementos que descienden de él (por ejemplo *nombre* es hijo de *producto* que sería el elemento padre) se tienen que cerrar las etiquetas de los hijos antes de poder cerrar la etiqueta del padre. En XML no hay etiquetas predefinidas; el usuario puede dar un nombre a los elementos que sirva para identificar el contenido; se distinguen, es decir, se consideran diferentes, las mayúsculas y las minúsculas.

Aparte de las reglas sintácticas más estrictas, XML introduce otra novedad en cuanto a la forma de los datos. Se puede definir la estructura de la información que debe tener un archivo XML y comprobar (la palabra técnica es validar) que efectivamente el archivo está construido de acuerdo con la estructura que se le ha asignado. Esta capacidad de restringir con precisión la estructura permitida en un fichero, y también restringir los tipos de datos permitidos en una determinada localización (elemento o atributo) es lo que hace tan útil a XML, para el intercambio de información de una manera segura. La posibilidad

de dar nombres a las etiquetas que informen sobre el contenido hace que la realización de búsquedas sea mucho más rápida y sencilla y que el formato resulte más inteligible.

Debido a que XML es un estándar de representación de datos basado en texto, las diferencias entre plataformas de hardware, sistemas operativos y lenguajes de programación pueden ser superadas con relativa facilidad, haciendo posible la construcción de soluciones integradas con componentes que se ejecuten en sistemas totalmente diferentes.

Las ventajas fundamentales del estándar XML son su sencillez, su gran integración con diversos estándares existentes y el amplio soporte disponible. XML ha sido utilizado para definir lenguajes estándar en diversas áreas de conocimiento.

### **2.3 SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS**

Las empresas de servicios públicos domiciliarios tienen como finalidad ofrecer a los habitantes de una comunidad los servicios públicos esenciales de agua potable, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural para el mejoramiento de la calidad de vida de sus usuarios.

Estas empresas se rigen bajo la Ley 142 de 1994, la cual establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, donde el estado interviene para garantizar que estas empresas:

- Amplíen permanentemente la cobertura del servicio, mediante sistemas que compensen la insuficiencia de la capacidad de pago de los usuarios.
- Ofrezcan atención prioritaria a las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.

- Prestación continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito o de orden técnico o económico que así lo exijan.
- Prestación eficiente.
- Libertad de competencia y no utilización abusiva de la posición dominante.
- Mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y su participación en la gestión y fiscalización de su prestación.
- Establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos de acuerdo con los preceptos de equidad y solidaridad.

Para cumplir lo estipulado, las empresas cuentan dentro de su infraestructura con las redes de servicio local, que son un conjunto de redes o tuberías que conforman el sistema de suministro del servicio público a una comunidad en el cual se derivan las acometidas<sup>45</sup> de los inmuebles. Todas las empresas tienen el derecho a construir, operar y modificar sus redes e instalaciones para prestar los servicios públicos. La construcción de estas redes y la ampliación de la cobertura dependen en gran proporción de la información que se tenga disponible para lograr un diseño óptimo.

**2.3.1 Servicio público de acueducto.** El presente documento se centra en las empresas de servicio público domiciliario de acueducto, llamado también servicio público domiciliario de agua potable, cuyo propósito es la distribución municipal de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición y demás labores afines como la captación de agua y su procesamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y transporte.

La prioridad de las empresas de acueducto, según lo estipula la ley, es mantener y extender la cobertura del servicio, particularmente en las zonas rurales, municipios pequeños y áreas urbanas de los estratos 1 y 2; y de tal manera que, sin renunciar a los

---

<sup>45</sup> Acometida. Ver Glosario.

objetivos de obtener mejoras en la eficiencia, competencia y calidad, éstos se logren sin sacrificio de la cobertura.

**2.3.2 Catastro de redes.** Las empresas de acueducto, para cumplir con los objetivos para los cuales fueron creadas y que rige la ley, presentan dentro de su organización una sección de redes, la cual es la encargada del buen estado y correcto funcionamiento de las redes de distribución de agua, con el fin de mantener un flujo constante e ininterrumpido. Entre sus actividades se encuentra el mantenimiento preventivo que debe realizarse periódicamente sobre la infraestructura de red en busca de posibles fallas para evitar cortes de agua no previstos y el mantenimiento correctivo, comúnmente conocido como reparación de daños, donde los suscriptores de la empresa informan sobre un daño ocurrido en la red y esta acude a su reparación.

Cabe destacar que tanto las empresas de acueducto como las empresas de servicios públicos en general necesitan procesos para la captura, manipulación y almacenamiento de la información para dar paso a la actualización de su catastro de redes, con el objetivo de estudiar y elaborar diseños de ampliación de coberturas.

Las empresa de servicios públicos cuentan con diferentes catastros; entre los más importantes se encuentra el catastro de redes, que no es más que el inventario en el cual se inscriben todos los componentes que conforman las redes de distribución de agua potable dentro del territorio al cual se le ofrece la prestación del servicio. En el catastro de redes se integra toda la cartografía y la información necesaria para mantener actualizada y en buen estado las redes, para de esta manera, prestar a los usuarios un servicio eficiente y continuo en cantidad y presión adecuada. El otro catastro importante es el de suscriptores, el cual recopila la información de los usuarios del servicio, el tipo de servicio y su predio.

Actualmente, los SIG son los destinados para la administración de la información contemplada en los distintos catastros, haciendo evidente la estrecha relación que tienen el manejo de estos con la tecnología. Esto ha convertido a los SIG en fuentes de información valiosa para llevar a cabo funciones como la ampliación de coberturas, planeación, control y mantenimiento de redes de servicios públicos.

Pero para que se cumplan los objetivos del SIG se deben realizar procesos de actualización constantes, que muchas veces son imposibles debido a los altos costos que estos ocasionan; por esta razón, se buscan otras alternativas para mantener actualizada la información; una de ellas es aprovechar las visitas que se realizan a la red en las labores de atención de daños, pues las empresas tienen la obligación de efectuar el mantenimiento y reparación de las redes locales.

## **2.4 SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA <sup>46</sup>**

La tecnología ha creado un excitante potencial para la información geográfica al poder ser usada más sistemáticamente y por una gran diversidad de disciplinas. Estudios recientes demuestran que alrededor del 80% de la información tratada por las empresas tienen relación con localizaciones geográficas o coordenadas espaciales, y el 60% de esta información es usada por varias de sus dependencias. Esta tecnología se ha desarrollado tan rápidamente en las dos décadas pasadas que ya es aceptada como una herramienta esencial para el uso efectivo de dicha información.

En los últimos años se ha generalizado el uso del término Sistema de Información Geográfica para denominar una forma particular de un sistema de información que además de incluir en sus componentes las bases de datos tradicionales, incluye también las bases de datos geográficos o espaciales (información georreferenciada). Este tipo de

---

<sup>46</sup> Este apartado del documento fue realizado con la información disponible en <<http://gis.sopde.es/cursogis>>, <<http://www.geotecnologias.com/gis.htm>>, <<http://www.e-campo.com>> y <<http://www.unphu.edu.do>>.

información suministra suficientes elementos de juicio para el apoyo en la toma de decisiones.

**2.4.1 Definición.** Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema interactivo consistente en la colección de equipos, programas y personal, que tiene capacidad de almacenar, organizar, analizar y presentar datos que contienen referencias geográficas, para luego ser utilizados en la confección de mapas. Todos estos trabajan en conjunto para el almacenamiento, análisis y despliegue de información espacial asociada a una base de datos de atributos.

Un SIG está diseñado para la colección, almacenamiento y análisis de objetos y fenómenos donde la localización geográfica es una característica importante o crítica para el análisis. El poder de un SIG no radica solamente en el almacenamiento de grandes volúmenes de información, sino en la posibilidad de generar nueva información con base en la existente, por medio de análisis repetitivos que serían imposibles de llevar a cabo de forma manual.

**2.4.2 Componentes de un SIG.** Un SIG no es exclusivamente un programa de computador, sino un conjunto de componentes interrelacionados, a saber: hardware, software, datos y personal.

**2.4.2.1 Hardware.** Encargado de soportar los programas que se encargan de manejar todos los datos que compondrán el sistema. Actualmente, un SIG corre en un amplio rango de tipos de hardware, desde servidores hasta computadoras de escritorio, pasando por dispositivos de cómputo móviles, utilizadas en configuraciones individuales o de red. Una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir las necesidades de la aplicación. Algunos criterios a considerar son la velocidad, el costo, el soporte, la administración, la escalabilidad y la seguridad.

**2.4.2.2 Software.** Son el conjunto de comandos especializados que actúan sobre la información e incluyen los procedimientos de aplicación diseñados por los usuarios; así, para ser efectivos, estos programas y conjuntos de comandos deben proveer una base funcional que sea adaptable y expandible de acuerdo a los requerimientos propios de cada organización.

El software de SIG provee las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica. Los componentes clave del software son:

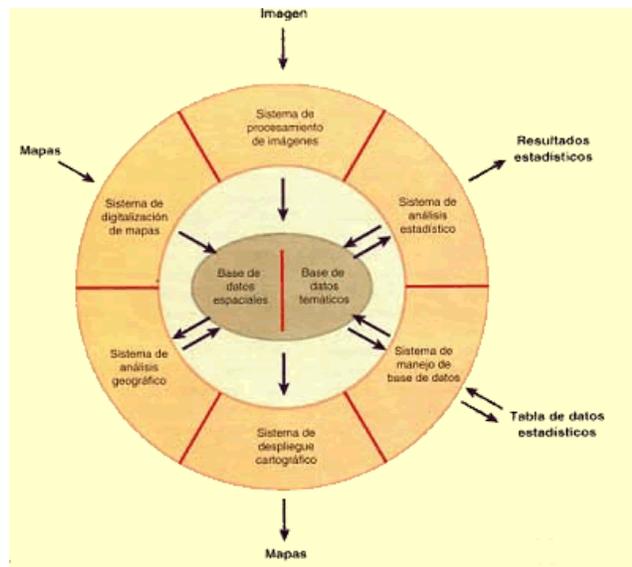
- Un sistema de manejo de base de datos (SMBD).
- Herramientas para el ingreso y manipulación de información geográfica.
- Herramientas de visualización geográfica, que incluyan componentes de procesamiento de imágenes, despliegue cartográfico y digitalización de mapas.
- Herramientas de soporte para consulta y análisis geográfico, que incluyan componentes de análisis geográfico y análisis estadístico.
- Una interface gráfica del usuario (IGU) para fácil acceso a las herramientas.

La figura 5 muestra los componentes software clave de un SIG y sus interrelaciones.

**2.4.2.3 Datos.** El componente más importante de un SIG son los datos. Para lograr la obtención de unos buenos datos base, es necesario destinar entre un 60 – 80% del presupuesto de implementación. Asimismo, recolectar buenos datos de base es un proceso largo, que frecuentemente demora el desarrollo de productos.

Los datos geográficos y los datos tabulares relacionados pueden obtenerse por medios propios o adquirirse de un proveedor comercial de datos. La mayoría de los SIG emplean un SMBD para crear y mantener una base de datos que ayuda a organizarlos y manejarlos.

**Figura 5. Componentes software de un SIG**



Fuente. <http://www.e-campo.com>

**2.4.2.4 Personal.** La tecnología de SIG es de valor limitado sin la gente que maneja el sistema y desarrolla los planes de aplicación. Frecuentemente subestimado, sin gente los datos no se mantienen actualizados y se manejan equivocadamente. El hardware no se utiliza en todo su potencial y el software se mantiene subutilizado.

Así, son necesarios, entre otros, un profesional que dirija los proyectos desde un comienzo y establezca los modelos y las condiciones generales, ingenieros para el diseño de la base de datos, auxiliares para la toma de los datos en campo o en las fuentes de información, operadores para la introducción de datos al sistema, geólogos, etc.

**2.4.3 Usos de los SIG.** Los SIG son una herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas vitales para el desarrollo. Para las dependencias estatales es un instrumento que permite la planificación de la expansión de las ciudades y el uso eficiente de la infraestructura de utilidades de servicios públicos.

Para instituciones de investigación y desarrollo, ayuda en el estudio de la distribución y monitoreo de recursos, tanto naturales como humanos, así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente natural. De esta forma colaboran en la planificación de actividades tendientes a la preservación del medio ambiente.

Recientemente el uso de SIG ha sido incorporado al desarrollo de actividades del sector empresarial, especialmente en las organizaciones que manejan redes de servicios públicos, permitiendo un manejo eficiente de los datos de tendencia demográfica, estrategias de segmentación de mercado y distribución de los productos, entre otros.

**Tabla 7. Algunas áreas de aplicación de los SIG**

<b>Sector</b>	<b>Aplicaciones</b>
Empresas del sector eléctrico	Manejo de carga en transformadores Análisis de alarmas y fallas Caídas de voltaje Análisis de la red Localización de líneas de transmisión
Empresas de acueducto, alcantarillado y gas natural	Análisis de flujo y presión en la red Detección de fugas y análisis de pérdidas de flujo Inventario de equipos y accesorios de red Análisis de costos para construcción Información para emergencias
Entidades gubernamentales	Formulación de planes de desarrollo Estudios de estratificación urbana. Respuesta a emergencias Valorización de impuestos Mejoramiento del manejo de información catastral y demográfica. Manejo de infraestructura vial Planeación Desarrollo de políticas administrativas Presupuesto oficial Toma de decisiones Censos poblacionales y comerciales
Otros	Planificación del área de siembra de cultivos y plantaciones forestales Planificación de recursos naturales y evaluación y monitoreo del impacto de actividades humanas en el ambiente.

	Distribución de recursos en zonas de desastres. Planificación de mercados de productos. Establecimiento de zonas de riesgo y peligros potenciales.
--	--

Muchas otras aplicaciones han sido desarrolladas en diferentes organizaciones, que permiten monitorear y establecer programas de prevención y desarrollo para diversos lugares de la geografía nacional y mundial.

## **2.5 ESTADO DEL ARTE DE LAS APLICACIONES MOVILES PARA EL SERVICIO PUBLICO DE ACUEDUCTO**

Hoy en día todas aquellas empresas, entes y/o cooperativas dedicadas al suministro de servicios públicos como luz, gas, agua y teléfono, entre otras, ya pueden contar con la última tecnología móvil para la captura de medidas del consumo de sus usuarios.<sup>47</sup>

De esta manera podrán optimizar totalmente los procesos de carga de medidas por parte de los operarios y eliminar su posterior ingreso manual al sistema central de la empresa por uno totalmente automático, obteniendo una importantísima reducción en tiempos y en costos, dos puntos elementales para obtener mayor utilidad y brindar un mayor y mejor servicio a los usuarios.

**2.5.1 Estado del arte a nivel internacional.** Para mantenerse competitivas, las compañías de servicios públicos deben establecer ambientes de tecnología que puedan administrar enormes volúmenes de datos sobre clientes e infraestructura de redes, y procesen eficientemente las complejas transacciones de negocios.

**2.5.1.1 Soluciones ofrecidas por SAP<sup>48</sup>.** SAP presentó sus soluciones dirigidas a la industria de servicios públicos, que posibilitan la gestión eficiente de datos y dan vía libre

---

<sup>47</sup> Disponible en <<http://www.fybsistemas.com/noticias/noticia.asp?id=15>>

al uso de procesos de negocios y servicios móviles, además de perfeccionar la funcionalidad de ventas de la solución para la gestión de las relaciones con el cliente.

Para las empresas de servicios públicos, la creación de procesos de negocios de punta a punta, más el suministro de servicios mejorados a los clientes en todos los puntos de contacto disponibles, demanda la extensión de los procesos integrados para que abarquen aquellos empleados que normalmente trabajan fuera de las oficinas corporativas, como técnicos de servicios de campo y representantes de venta.

SAP es uno de los líderes mundiales en el suministro de soluciones integradas de negocios dirigidas a la industria de los servicios públicos. Con 820 clientes en 56 países, tiene 40% del mercado mundial en términos de estaciones de trabajo de usuario en operación.

SAP ha habilitado aplicaciones y escenarios de negocios para que corran sobre una diversidad de dispositivos móviles. Mediante las funcionalidades integradas ofrecidas por la solución para trabajo en campo, las compañías pueden delegar poder en sus fuerzas laborales móviles, brindándoles acceso remoto a los datos empresariales y del cliente.

**2.5.1.2 Caso URAGUA<sup>49</sup>.** URAGUA S.A. es una filial de Aguas de Bilbao (España) en Uruguay. Esta sociedad concesionaria de los servicios de abastecimiento y saneamiento de 5 municipios del departamento de Maldonado (Uruguay), financió el desarrollo y puesta en funcionamiento de un sistema con dispositivos WAP<sup>50</sup> para el registro de cortes y reaperturas de servicios de la empresa.

---

<sup>48</sup> Disponible en <<http://www.sap.com/andancarlib.pdf>>

<sup>49</sup> Disponible en <<http://www.comunidadmovil.com.co/casos.php>>

<sup>50</sup> Wireless Application Protocol. Ver Glosario

La aplicación cuenta con un sistema de intercambio de mensajería entre la persona que se encuentra realizando el trabajo y la mesa central de operaciones, donde es posible atender en breves momentos consultas generadas desde los propios móviles. Los operarios encargados de la gestión de corte y/o reapertura cuentan con celulares con capacidad WAP para realizar las transacciones necesarias a través del sistema.

Durante la transacción se obtiene toda la información necesaria del cliente. El operario marca las acciones que se realizaron a cada uno de ellos y esta información es registrada de tiempo real en la base de datos del sistema.

Durante el tiempo en que ha funcionado el sistema, la empresa ha registrado una sensible baja en los tiempos de notificación de las acciones, mejor servicio a los clientes, reducción en los tiempos de cobro de la empresa, reducción en el tiempo de registro de las operaciones (de 1 día a 5 segundos) y el aumento de las transacciones por mes.

Debido a las ventajas que ofrece la aplicación, el próximo paso de mejoramiento es la adición de la funcionalidad que permite la captura y envío del consumo mensual de los usuarios del servicio.

En general, a nivel internacional, este tipo de aplicaciones móviles es utilizado por las empresas prestadoras del servicio público de acueducto para la captura de datos de consumo de los usuarios en campo, y como soporte a los procesos de facturación.

**2.5.2 Estado del arte en Colombia.** El primer acercamiento de un ciudadano común con una aplicación móvil se remonta a unos 20 años atrás cuando llegaba el trabajador de alguna empresa de servicios públicos (como la empresa de Energía Eléctrica de Bogotá) a tomar el dato del consumo. Este funcionario estaba equipado con un dispositivo similar a una calculadora grande, en donde digitaba la lectura del contador para la posterior liquidación y envío de la factura. Pasarían 10 años más para que otro tipo de empresas, fuera de las del sector de servicios públicos, comenzaran a tomar en serio la

automatización de sus empleados para mejorar la gestión de ventas en las instalaciones de los clientes<sup>51</sup>.

En la actualidad, varias empresas de servicios públicos de nuestro país utilizan los dispositivos de cómputo móvil en sus procesos internos, pero en este capítulo solo se nombrarán aquellas que presten el servicio público de acueducto.

**2.5.2.1 Caso AGUAZUL S.A. E.S.P<sup>52</sup>.** Una de las aplicaciones que está implementada en este momento es la utilizada por la compañía Aguazul S.A. E.S.P, operador privado de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, que está encargada de la prestación del servicio en la Zona 2, correspondiente al sector de Chapinero, Teusaquillo, Barrios Unidos y Engativá.

La aplicación, desarrollada en dispositivos Palm<sup>53</sup> Pilot, permite la actualización continua de la base de datos de los suscriptores mediante un censo. Según sus directivos, las ventajas obtenidas por la utilización de esta tecnología son el no uso de papel, la no transcripción de datos, la reducción de errores, tiempo y costo, además del mejoramiento de la imagen corporativa de la empresa y el incremento de la confiabilidad por parte de los clientes.

Debido a los buenos resultados de la aplicación, el siguiente paso es la modernización de la aplicación, pues desean que en un futuro, la aplicación preste más funcionalidades de las que actualmente posee.

---

<sup>51</sup> MARTINEZ, Richard. Cómo automatizar las ventas. Disponible en <<http://www.multitel.com.co/noticiadestacada40.htm>>

<sup>52</sup> Disponible en <[http://www.comunidadmovil.com.co/casos.php?opc=caso&s\\_opc=info&id=23](http://www.comunidadmovil.com.co/casos.php?opc=caso&s_opc=info&id=23)>

<sup>53</sup> Ver Glosario

Por otra parte, las soluciones móviles ya son complementadas con la capacidad de generar facturas. Un par de empresas de servicios públicos en Colombia han equipado a sus funcionarios con un dispositivo y una impresora portátil que se comunican vía inalámbrica. En el dispositivo está cargada la información del estado de cuenta de cada uno de los clientes, la cual se cruza con la lectura tomada. De esta manera es posible liquidar, imprimir y entregar la factura en la misma visita.<sup>54</sup>

**2.5.2.2 Caso EMSERCO S.A. E.S.P<sup>55</sup>.** Otra solución móvil implementada para el servicio de acueducto es la utilizada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Socorro, EMSERCO S.A. E.S.P, en el departamento de Santander. Esta aplicación, desarrollada en dispositivos Pocket PC, permite la lectura, crítica y facturación del servicio en el predio del usuario o donde esté ubicado el medidor.

Al igual que la empresa Aguazul S.A. E.S.P, esta entidad prestadora del servicio de acueducto reportó una reducción de errores, tiempo y costos de entrega posterior de la factura, mejoramiento de la imagen corporativa e incremento de la confiabilidad por parte de los clientes.

También se tienen planes de modernización para esta aplicación. El siguiente paso es la adición de funcionalidades que permitan el reconocimiento de dispositivos y medidores utilizados señales de radiofrecuencia.

**2.5.2.3 Caso E.P.M.** Las Empresas Públicas de Medellín también han encontrado en las soluciones móviles una buena alternativa de colaboración en los procesos del negocio. Esta organización ha implementado un sistema inalámbrico para la recolección de los

---

<sup>54</sup> MARTINEZ, Richard. Cómo automatizar las ventas. Disponible en <<http://www.multitel.com.co/noticiadestacada40.htm>>

<sup>55</sup> Disponible en <[http://www.comunidadmovil.com.co/casos.php?opc=caso&opc\\_s OPC=info&id=20](http://www.comunidadmovil.com.co/casos.php?opc=caso&opc_s OPC=info&id=20)>

datos de usuario, consumo, cortes y reconexiones de los servicios públicos que prestan a la comunidad (agua, gas natural, energía eléctrica).

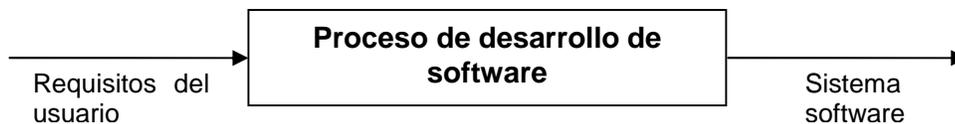
Además cuentan con aplicaciones que utilizan tecnología GPS. Esto les permite mantener información actualizada de los componentes de la red que administran, como ubicación geográfica exacta, estado e historial de mantenimiento. De esta manera, tienen un control total sobre su infraestructura.

Por lo general, las empresas prestadoras del servicio público de acueducto en nuestro país han utilizado este tipo de tecnología para la recolección de datos de consumo, censo de usuarios e historial de cortes y reconexiones. Hay muchas más posibilidades para ellos, como la utilización de GPS y el control inalámbrico de componentes de la infraestructura de la red, pero por el momento no han sido exploradas por ellas.

Una de las decisiones más importantes para que un proyecto sea finalizado con éxito es la elección adecuada de la metodología de trabajo que se va a utilizar. Este elemento define qué actividades se van a realizar, quién o quienes son los encargados de desarrollarlas y cuánto tiempo es necesario para ejecutarlas, todo dentro del contexto del proceso de desarrollo de software.

La metodología escogida para el desarrollo de este proyecto es el Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Esta metodología define el proceso de desarrollo de software como el conjunto total de actividades necesarias para transformar los requisitos de un cliente en un producto software<sup>56</sup>.

**Figura 6. Un proceso de desarrollo de software**



Fuente: Libro El proceso Unificado de Desarrollo de Software. p. 4.

En los siguientes párrafos se justificará la escogencia de esta metodología y se hará una breve descripción de la misma.

---

<sup>56</sup> BOOCH, Grady, JACOBSON, Ivar Y RUMBAUGH, James. El proceso unificado de desarrollo de software. Madrid: Pearson Educación S.A, 2000. p. 431.

### 3.1 ELECCION DE LA METODOLOGIA

El PU se define como un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y diferentes tamaños de proyecto<sup>57</sup>. Esta metodología se adapta totalmente al entorno del proyecto; este aspecto fue determinante para nuestra elección, pues en la actualidad no existe un esquema de desarrollo maduro orientado a las características de las aplicaciones móviles e inalámbricas, aunque existen varios grupos internacionales de desarrollo que están trabajando intensamente para la creación de una.

Otro aspecto importante tenido en cuenta para la elección de esta metodología es su orientación a objetos y la consideración de la reutilización de código. Las tecnologías de objetos están influenciadas por la reutilización<sup>58</sup>. Componentes de código necesarios para el manejo de planos, la comunicación, la transferencia de archivos y la gestión de bases de datos entre el computador y el dispositivo móvil han sido desarrollados por terceros y son de libre utilización; estos pueden ser de utilidad para el progreso del proyecto en términos de tiempo y costos.

Algunas otras ventajas que ofrece el PU para el desarrollo de nuestro proyecto son:

- Trabaja excelentemente con poca identificación de requerimientos de usuario.
- Gestiona riesgos de una manera excelente, abordando las actividades críticas desde el inicio mismo del proyecto.
- Permite modificaciones a medio camino, por su modo de trabajo iterativo e incremental.
- Ofrece a los clientes y a los desarrolladores signos visibles de progreso, mediante diagramas definidos.

---

<sup>57</sup> Ibid., p. 4.

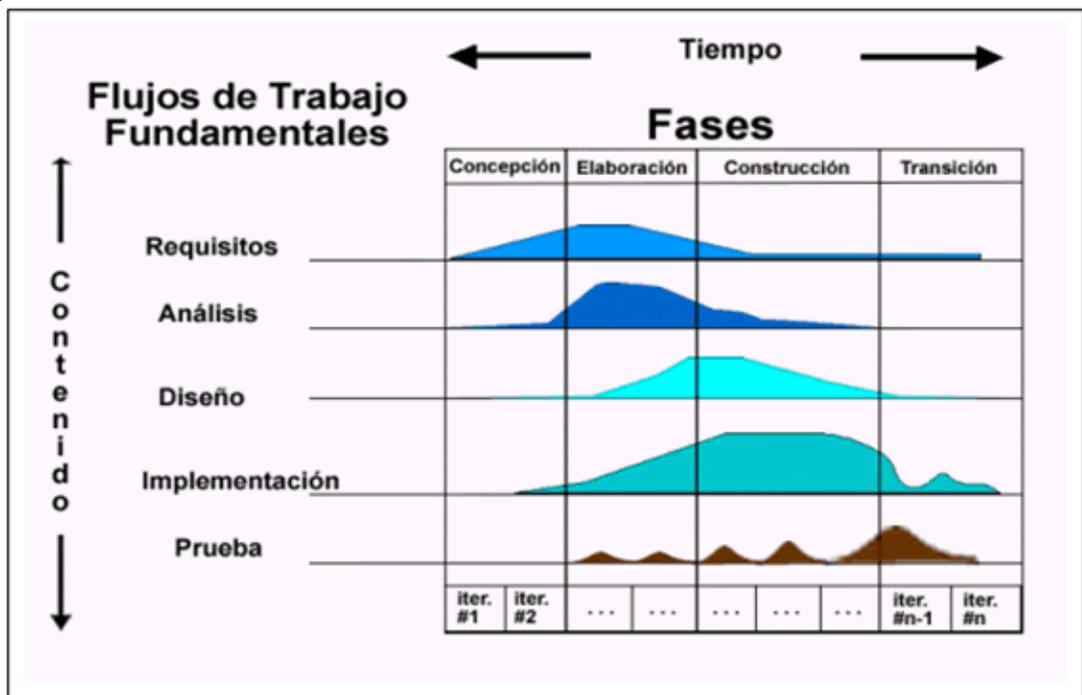
<sup>58</sup> PRESSMAN, Roger. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. 5 ed. Madrid: McGraw – Hill/Interamericana de España, 2002. p. 364.

Algo más importante es que el PU es una metodología que se describe en términos del modelo del negocio que se intenta soportar. Esta característica coincide con uno de los principios fundamentales de la computación móvil, donde no se busca cambiar la forma como se desarrolla el negocio sino integrar la solución al proceso mismo.

### 3.2 EL PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO DE SOFTWARE<sup>59</sup>

Este es un proceso de desarrollo de software que se organiza en cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición, y que se estructura en torno a cinco flujos de trabajo fundamentales: requisitos, análisis, diseño, implementación y pruebas.

Figura 7. Proceso unificado de desarrollo de software



Fuente: Libro El proceso Unificado de Desarrollo de Software. p. 171.

<sup>59</sup> BOOCH, JACOBSON y RUMBAUGH, Op. cit., p. 4-11.

El PU está sustentado por tres conceptos claves:

ü **Dirigido por casos de uso.** Para desarrollar un sistema que satisfaga las expectativas de los usuarios tenemos que conocer que necesitan. Los casos de uso son una descripción de un conjunto de secuencias de acciones que un sistema lleva a cabo, y representan los requisitos funcionales del sistema. La ejecución de uno de ellos proporciona resultados importantes a sus usuarios y guían el proceso de desarrollo a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

ü **Centrado en la arquitectura.** La arquitectura de un sistema software es el conjunto de diferentes vistas que describe los aspectos estáticos y dinámicos más significativos, y resalta las características más importantes, dejando los detalles de lado; se interesa por la estructura, el comportamiento, la funcionalidad, la flexibilidad al cambio, el rendimiento, la reutilización, la estética, la facilidad de comprensión y los aspectos técnicos y económicos; además define cuál será la organización del sistema software, qué elementos la compondrán y qué relaciones se establecerán.

La arquitectura y los casos de uso tienen una estrecha relación. Los casos de uso conducen el desarrollo de la arquitectura, y la arquitectura indica qué casos de uso pueden realizarse, dependiendo del avance del proyecto.

ü **Iterativo e incremental.** Un proceso iterativo proporciona una comprensión creciente de los requerimientos y permite minimizar los riesgos presentes en el proyecto, pues aborda las tareas más difíciles primero que las demás. El trabajo de desarrollo se divide de manera planeada en partes más pequeñas llamadas iteraciones, lo que genera un incremento progresivo en el proyecto total.

En cada iteración se identifican y especifican los casos de uso relevantes, se crea un diseño utilizando la arquitectura seleccionada como guía, se implementa el diseño mediante componentes, y se verifican que los componentes satisfacen los casos de uso. Si una iteración cumple sus objetivos el desarrollo continúa con la siguiente iteración; en caso contrario, se revisan las decisiones previas y se prueba un nuevo enfoque.

Un desarrollo iterativo, guiado por los casos de uso y centrado en la arquitectura, construye un software mediante pequeños incrementos, y añade cada incremento a la acumulación previa de incrementos de tal forma que siempre se tenga una construcción ejecutable. La arquitectura proporciona la estructura sobre la cual guiar las iteraciones mientras que los casos de uso definen los objetivos y dirigen el trabajo de cada iteración.

De esta manera el proceso reduce el riesgo de grandes retrasos en la entrega de un producto, se fijan metas inmediatas por lo cual se puede controlar mejor el avance del proyecto.

### **3.3 LENGUAJE DE MODELADO**

Un lenguaje de modelado es la notación, principalmente gráfica, de que se valen los métodos de desarrollo para expresar los diseños<sup>60</sup>.

El PU utiliza para su descripción el Lenguaje de Modelado Unificado o UML (Unified Modeling Language), que por ser un estándar en el medio, permite observar a los desarrolladores el producto de su trabajo y a los clientes el nivel de progreso del mismo, independiente del proceso de desarrollo escogido.

UML es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema software orientado a objetos.

Al final de la década pasada, Grady Booch, Jim Rumbaugh e Ivar Jacobson empezaron a colaborar para combinar y recopilar las mejores características de cada uno de sus

---

<sup>60</sup> FOWLER, Martin y SCOTT, Kendall. UML Gota a Gota. México: Addison Wesley Longman, 1999. p. 1.

métodos de diseño y análisis orientado a objetos en un método unificado<sup>61</sup>, que permitiera modelar y documentar sistemas de información y procesos empresariales. De esta manera, se convierte en la notación estándar para la descripción de métodos software.

UML cobra importancia en este desarrollo porque:

- Es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar los componentes de un sistema. Se emplea para entender, diseñar, configurar, mantener y controlar la información sobre los sistemas a construir<sup>62</sup>.
- No es un lenguaje de programación y es independiente de cualquiera de ellos. También es independiente del proceso de desarrollo de software escogido.
- Es un lenguaje de modelado de propósito general que pueden usar todos los modeladores. No tiene propietario y está basado en el común acuerdo de gran parte de la comunidad informática.
- Puede ser aplicado a diferentes tipos de sistemas, dominios y métodos o procesos de desarrollo.
- Se ha convertido en el estándar de facto para definir, organizar y visualizar los elementos que configuran la arquitectura de una aplicación orientada a objetos.

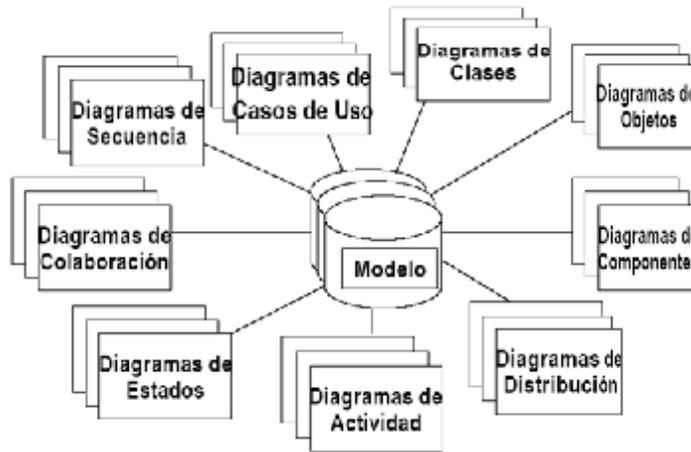
UML permite a los desarrolladores visualizar el producto de su trabajo en esquemas o diagramas estandarizados, que son mostrados en la Figura 8.

---

<sup>61</sup> PRESSMAN, Op. cit., p. 363.

<sup>62</sup> BOOCH, JACOBSON Y RUMBAUGH, Op. cit., p. 430.

**Figura 8. Diagramas utilizados en UML.**



Fuente: Casos de uso UML. Profesor José Antonio Valles R. Universidad de las Américas.

Pero no todos los diagramas mostrados en la Figura 8 van a ser utilizados en este proyecto; los diagramas escogidos son descritos en la Tabla 8.

**Tabla 8. Diagramas UML utilizados**

Diagrama	Descripción
<p style="text-align: center;">Diagrama de casos de uso</p>	<p>Un diagrama de casos de uso muestra la relación entre los actores y los casos de uso del sistema. Representa la funcionalidad que ofrece el sistema en lo que se refiere a su interacción externa.</p>
<p style="text-align: center;">Diagrama de secuencia</p>	<p>Un diagrama de secuencia muestra una interacción ordenada según la secuencia temporal de eventos. En particular, muestra los objetos participantes en la interacción y los mensajes que intercambian ordenados según su secuencia en el tiempo.</p>

<p>Diagrama de colaboración</p>	<p>Un diagrama de colaboración muestra una interacción organizada basándose en los objetos que toman parte en la interacción y los enlaces entre los mismos (en cuanto a la interacción se refiere).</p>
<p>Diagrama de estados</p>	<p>Un diagrama de estados muestra la secuencia de estados por los que pasa un caso de uso o un objeto a lo largo de su vida, indicando qué eventos hacen que se pase de un estado a otro y cuáles son las respuestas y acciones que genera.</p>
<p>Diagrama de actividades</p>	<p>Sirve fundamentalmente para modelar el flujo de control entre actividades.</p> <p>El diagrama de actividades muestra cómo fluye el control de unas clases a otras con la finalidad de culminar con un flujo de control total que se corresponde con la consecución de un proceso más complejo.</p>
<p>Diagrama de clases</p>	<p>El diagrama de clase describe los tipos de objetos que hay en el sistema y las diversas clases de relaciones estáticas que existen entre ellos.</p>

Fuente: Desarrollo orientado a objetos con UML. Profesores Xavier Ferré Grau y María Isabel Sánchez Segura. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid.

El objetivo de la fase de inicio es desarrollar el análisis del negocio hasta el punto necesario para establecer la viabilidad del proyecto y justificar la puesta en marcha del mismo. Para desarrollar este análisis del negocio, primero se tiene que delimitar el alcance del sistema, es decir, que debemos cubrir con el proyecto de desarrollo; se necesita saber que riesgos críticos existen para formular planes de trabajo y contingencia; se necesita idear a grandes rasgos la arquitectura; en fin, se necesita justificar la puesta en marcha del proyecto. En resumen, los objetivos de esta fase son:

- Decidir el ámbito del sistema.
- Resolver ambigüedades en los requisitos necesarios.
- Determinar una arquitectura candidata.
- Mitigar los riesgos críticos.

En esta parte del documento se presentarán los productos resultantes de la fase, y si es necesario, una breve descripción de la forma en la cual se obtuvieron.

Para este proyecto en particular, la fase de inicio implicó una investigación bastante exhaustiva de aspectos generales y específicos de la computación móvil. Incluso antes del inicio del proyecto se estaba realizando esta actividad. Temas como familias de dispositivos móviles existentes, lenguajes de programación y entornos de desarrollo especializados, comunicación con dispositivos a través de cables de sincronización, soporte a gráficos y mapas, accesorios existentes, sincronización de archivos, bases de datos y otros ocuparon buena parte del trabajo de esta fase.

A la par con la investigación acerca de la computación móvil, el entendimiento del proceso del negocio fue otra actividad significativa en el desarrollo de esta fase. Fueron necesarias varias visitas a campo para comprender el trabajo de cada uno de los cargos que participaban en la reparación de un daño en la red de distribución, además del conocimiento del proceso de recepción de daños reportados por los usuarios. Esto permitió la definición de los requisitos candidatos del sistema.

#### **4.1 HITOS Y ASIGNACIONES DE TIEMPO**

La fase de inicio incluirá una sola iteración. El tiempo estimado para la terminación de esta fase es de 43 días. El desarrollo de la fase de inicio se limitará a los tres primeros flujos de trabajo: requisitos, análisis y diseño. Las actividades correspondientes a los flujos de trabajo de implementación y pruebas se postergarán para las siguientes fases de desarrollo.

Al terminar esta fase del desarrollo, se habrán delimitado los alcances del proyecto y se podrá justificar la puesta en marcha del mismo. Pero para determinar cuando se han

cumplido cada uno de los cuatro objetivos de esta fase, se utilizarán los criterios de evaluación definidos de antemano por la metodología de desarrollo utilizada.

**Tabla 9. Criterios de evaluación de la fase de inicio**

Objetivo	Criterios de evaluación
Decidir el ámbito del sistema	¿Está claro lo que va a formar parte del sistema? ¿Se han identificado todos los actores? ¿Se ha expuesto la naturaleza general de las interfaces con estos actores? ¿Puede, lo que está incluido en el ámbito, constituir por si mismo un sistema que funciones?
Resolver ambigüedades en los requisitos necesarios	¿Se han identificado y detallado los requisitos del número de casos de uso necesarios? ¿Se han identificado y detallado los requisitos adicionales?
Determina la arquitectura candidata	¿Satisface la arquitectura las necesidades de los usuarios? ¿Es verosímil que funcione?
Mitigar los riesgos críticos	¿Se han identificado todos los riesgos críticos? ¿Se han mitigado los riesgos identificados o existe un plan para mitigarlos?

#### 4.2 FLUJOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS A ENTREGAR

En esta primera fase del desarrollo se establece el modelo del negocio, la lista de requisitos candidatos y la representación de los requisitos funcionales como casos de uso. Después se determinarán los casos de uso relevantes y se detallarán los casos de uso significativos para la arquitectura.

Al terminar la fase de inicio se espera tener una primera lista de características de la aplicación, además de obtener un esbozo inicial de la arquitectura a desarrollar, un modelo de casos de uso y de análisis iniciales, así como una lista de riesgos críticos con su correspondiente plan de contingencia.

## **CAPITULO 5**

### **ITERACION UNICA: ANALISIS DEL NEGOCIO**

En este capítulo se describen cada una de las actividades que comprenden la fase de inicio, actividades que fueron adecuadas para la realización de este proyecto en particular. Para ofrecer al lector un documento de fácil lectura, solo se describe los aspectos necesarios para llevar un seguimiento de la metodología durante esta fase de desarrollo.

El análisis de las actividades y los artefactos<sup>63</sup> generados dan lugar a los productos entregados, los cuales serán presentados como anexos al final del documento. Este será el esquema a seguir durante los demás capítulos del libro y solo se profundiza en aquellas actividades o artefactos que no hayan sido presentados o que varíen con respecto a lo descrito en la fase de inicio.

#### **5.1 CAPTURA DE REQUISITOS**

La captura de requisitos corresponde al flujo de trabajo donde más recae la atención durante la fase de inicio. Su objetivo es guiar a los diseñadores durante todo el desarrollo del proyecto, al permitir realizar una descripción de los requisitos del sistema para entablar un acuerdo entre clientes y desarrolladores donde se esboce la primera instancia del contexto del sistema.

Al finalizar este flujo se tendrá definidos el ámbito y los límites del sistema, presentando un panorama más claro que contribuya al primer acercamiento a una arquitectura candidata.

---

<sup>63</sup> Información tangible que es creada, modificada y usada al realizar las actividades de cada fase por las personas que intervienen en el desarrollo del sistema. Ejemplos son los modelos, diagramas, prototipos de interfaz, etc.

A continuación se presentan los listados de características, de riesgos críticos y el modelo de negocio que dan partida a las actividades del flujo de trabajo de la fase de inicio, para definir el contexto del sistema. Además se presentan los actores y casos de uso que más resaltan del modelo del negocio y que dan viabilidad a la puesta en marcha del proyecto.

**5.1.1 Lista de características.** El siguiente listado de características nace de toda la información recogida y las ideas aportadas por las diferentes fuentes que intervienen en el proyecto. Todo este listado crece a medida que se descubren nuevos elementos; muchas de estas características se convertirán en los requisitos candidatos del sistema, para luego transformarse en otros artefactos como casos de uso.

Cada característica tiene un nombre corto y una breve descripción, información suficiente para tener en cuenta en la planificación del producto. Todas estas características se dividen en dos grandes grupos: las que actúan en el PC y las del dispositivo móvil; a su vez, se encuentran agrupadas según su funcionalidad.

**Tabla 10. Clasificación de las características de la aplicación**

PC	Pocket PC
A: Asignación	E: Ordenes de trabajo (OTs)
B: Sincronización	F: Visualización de planos
C: Actualización e Informes	G: Accesorios de la red
D: Administración y otras características	H: Sincronización
	I: Administración y otras características

Cada característica tiene también un conjunto de valores de planificación, entre los cuales se encuentran:

- Estado (propuesto, aprobado, incluido o validado)
- Prioridad (critico, importante o secundario)
- Nivel de riesgo (critico, significativo u ordinario)

**Tabla 11. Listado de características**

	Nombre	Descripción	Estado	Prioridad	Riesgo
<b>PC - Computador</b>					
A	Asignación de OTs	Asignar las OTs a los diferentes móviles de daños, según los criterios manejados por la sección de redes de la empresa.	Aprobado	Importante	Significativo
B	Sincronización de archivos	Permitir el intercambio de archivos entre el computador y el dispositivo móvil.	Aprobado	Importante	Crítico
B2	Generación de archivos de OTs	Generar un archivo con la información referente a las OTs que debe atender un móvil de daños.	Aprobado	Importante	Ordinario
C1	Actualización de información recogida en campo	Recoger y actualizar directamente la información recogida en campo.	Aprobado	Importante	Significativo
D3	Bajos costos en el desarrollo e implementación	Utilizar para el desarrollo herramientas con licenciamiento libre.	Aprobado	Crítico	Crítico
D4	Desarrollo en Pocket PC	Desarrollar para dispositivos con sistema operativo en la plataforma Pocket PC 2002.	Aprobado	Importante	Ordinario
<b>Pocket PC – Dispositivo móvil</b>					
E3	Diligenciar OT	Permitir capturar información en campo referente a un daño.	Aprobado	Importante	Significativo
F1	Visualizar Planos	Dar la posibilidad a las cuadrillas de daños de ver los planos para obtener la ubicación del daño y la de los diferentes accesorios de la red.	Aprobado	Crítico	Crítico
G1	Visualizar componentes de la red	Visualizar los componentes de red, mostrando sólo los de la zona en la cual se va a trabajar.	Aprobado	Crítico	Crítico
I1	Facilidad en la captura de datos	Ofrecer a las cuadrillas métodos que faciliten la captura de datos en campo.	Aprobado	Secundario	Significativo

**5.1.2 Riesgos Críticos.** Todo sistema tiene sus propios riesgos, pero en esta fase solo se pretenden identificar aquellos que determinan su construcción. Los riesgos críticos deben ser mitigados; en su defecto, se debe planificar cómo mitigarlos, ya que de lo contrario harían el proyecto inviable. Para el caso de este proyecto es común encontrar varios de estos riesgos, debido al bajo conocimiento de la teoría y la poca experiencia en este tipo de sistemas en el entorno.

A continuación se presenta un listado con los riesgos identificados y que tienen gran influencia en el desarrollo. En esta lista se incluye:

- *Descripción:* Breve descripción del riesgo identificado
- *Prioridad:* Se le asigna según afecte al sistema (crítico, significativo, ordinario).
- *Impacto:* Indica que partes del proyecto se ven afectadas por el riesgo.
- *Monitor:* Indica quien es el responsable del seguimiento del riesgo.
- *Responsabilidad:* Indica que individuo o grupo de la organización es responsable de eliminar el riesgo.
- *Contingencia:* Indica lo que se debe hacer en caso de que el riesgo se materialice.

**Tabla 12. Listado de riesgos críticos**

Descripción	Nivel de Riesgo	Impacto	Monitor	Responsabilidad	Contingencia
Se desconocen los lenguajes de programación y emuladores para dispositivos móviles.	Rutinario	Global	Autores	Autores	Estudiar a profundidad los lenguajes de programación.
Debido a que la computación móvil es una tecnología nueva, está expuesta a modificaciones permanentes que ocasionan cambios en el desarrollo.	Rutinario	Global	Grupo investigación	Autores	Buscar ayuda en foros especializados y del propio grupo de investigación creado para seguir un estándar de desarrollo.
Los visores de planos solo están disponibles para sistemas operativos en las plataformas Pocket PC 2000 y 2002; las nuevas versiones no ofrecen soporte.	Significativo	Aplicación Pocket PC	Autores	Autores	Trabajar solo para esas versiones de la plataforma.
Los visores de planos de licencia libre manejan formatos de archivo diferentes a los que usualmente utilizan el acueducto y la universidad para el trabajo en los SIG.	Significativo	Aplicación Pocket PC	Autores	Autores	Desarrollar un componente que minimice la incompatibilidad de los archivos.

Para el desarrollo de los planos, es imposible utilizar el lenguaje de programación inicialmente escogido.	Critico	Aplicación Pocket PC	Autores	Autores, director del proyecto	Se debe usar otro lenguaje que cumpla con el requerimiento de economía y facilidad de aprendizaje.
El acueducto no tiene delimitadas las zonas de atención de daños.	Significativo	Global	Acueducto	Autores, acueducto	Delimitar las zonas de atención de daños.
Las bases de datos del acueducto están montadas en gestores diferentes (Access, MySQL, ADS)	Significativo	Global	Autores	Autores, acueducto	Establecer condiciones de adaptación a esas bases de datos.
La información del catastro de redes del acueducto esta desactualizada al año 1997.	Rutinario	Global	Acueducto	Acueducto	Se trabaja con esta información, usando la zona más actualizada.
El SIG del acueducto no cuenta con los archivos que contengan los dibujos de los accesorios ni la toponimia.	Critico	Aplicación Pocket PC	Acueducto	Autores, acueducto	Se deben crear con la ayuda del dibujante del acueducto.
Los dispositivos móviles ofrecen baja capacidad de procesamiento, almacenamiento y visualización.	Significativo	Aplicación Pocket PC	Autores	Autores, director del proyecto	Dividir los planos antes de cargarlos a la aplicación. Solo se deben almacenar los correspondientes a la zona del móvil. Procurar la consecución de una tarjeta de almacenamiento externa.
No se cuenta con accesorios para la comunicación inalámbrica.	Significativo	Proceso Sincronización	Director del proyecto	Director del proyecto	Trabajar bajo sincronización local, ya que no se es posible la realización de pruebas.

**5.1.3 Contexto del sistema.** En el desarrollo de un proyecto no solo basta con tener personas expertas en temas relativos al software; es necesario que se tenga una comprensión global del contexto en el que se emplaza el sistema. Para la captura de requisitos correctos se debe dedicar tiempo y recursos suficientes en el conocimiento del contexto del sistema y la teoría que de él se deriva.

Para hacer fácil y utilizable esta labor, se procede a expresar el contexto del sistema por medio del modelado del dominio y el modelado del negocio. El modelado del dominio describe los objetos importantes del contexto como objetos del dominio y establece las relaciones entre ellos. Estos objetos de dominio son útiles para identificar las clases del sistema.

En cambio, el objetivo del modelo del negocio es describir los procesos existentes u observados con la finalidad de comprenderlos. No solo presenta los objetos del dominio; también establece las competencias requeridas en cada proceso: trabajadores, responsabilidades y las operaciones que llevan a cabo. En el modelado del negocio se especifican solo aquellos procesos del negocio que soporta el sistema.

**5.1.3.1 Modelo del negocio.** El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga cuenta con una sección de redes encargada del buen estado y correcto funcionamiento de las redes de conducción y distribución de la empresa. El objetivo principal de esta sección es mantener un flujo constante e ininterrumpido de agua potable a todos los suscriptores de la empresa; esta es la causa de su preocupación por el mantenimiento y las labores de reparación de daños de las tuberías.

Para el cumplimiento de sus objetivos, es indispensable tener información organizada y un conocimiento global de la estructura de la red, razón por la cual es de gran ayuda el manejo de un catastro de redes que esté al día con los cambios que se presentan. Para ello, cuentan con un aplicativo software que colabora en las labores de atención y registro de los daños, que está basado en el proceso de reparación de un daño presentado en el numeral 1.2 de este documento.

De los objetivos de la sección de redes del acueducto y de los procesos llevados a cabo por las cuadrillas de trabajo, se han determinado los siguientes casos de uso que definen el modelo del negocio. Del modelo del negocio nacen algunos de los requisitos más importantes del sistema que dan soporte al negocio, siendo este mismo el que determine los mismos.

Cada caso de uso corresponde a un proceso del negocio diferente, pudiendo utilizar indistintamente ambos nombres para referirse a lo mismo.

**Figura 9. Casos de uso del modelo del negocio**



Para el modelo del negocio existen dos sitios específicos donde puede establecerse el proceso del negocio. Los casos de uso utilizados por el actor *Instalador* se realizan en campo, en el lugar en donde se encuentran las redes del acueducto; los casos de uso de los dos actores restantes son procesos que se ejecutan en la oficina. Para la descripción de los procesos del negocio se utiliza la siguiente plantilla:

**Tabla 13. Plantilla de descripción de los procesos del negocio**

Item	Descripción
<i>Proceso de Negocio</i>	Nombre del caso de uso o proceso.
<i>Objetivo</i>	Objetivo que se intenta conseguir
<i>Descripción</i>	Lo que hace el proceso
<i>Prioridad</i>	Importancia del proceso (Crítico, importante o secundario).
<i>Riesgos</i>	Errores o fallos que pueden ocurrir al ejecutar este proceso.
<i>Posibilidades</i>	Cambios o mejoras futuras al proceso.
<i>Tiempo y coste</i>	Aproximaciones al momento de la ejecución.

Para la descripción de este proceso, solo se utiliza el proceso de negocio *Asignar órdenes de trabajo*.

**Tabla 14. Descripción del proceso del negocio Asignar órdenes de trabajo**

Proceso de Negocio	Asignar órdenes de trabajo
<b>Objetivo</b>	Entregar a cada móvil de daños las órdenes a realizar en su ruta de trabajo
<b>Descripción</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se recogen todas las órdenes de trabajo recibidas en el día y las pendientes de días anteriores.</li> <li>2. Se ordenan manualmente según la dirección del daño, teniendo en cuenta las cuatro zonas de atención de daños establecidas.</li> <li>3. Se hace un conteo de órdenes por zona para entregar a cada móvil su ruta de trabajo.</li> <li>4. Se le asigna al móvil de turno aquellos daños que presentan urgencia o algunos de la zona que mayor número de daños posea.</li> <li>5. Se genera un informe de la asignación de órdenes del día.</li> </ol>
<b>Prioridad</b>	Importante
<b>Riesgos</b>	Significativo
<b>Posibilidades</b>	Puede mejorarse si se lleva a cabo un proceso sistematizado que permita realizar un ordenamiento automático de las órdenes de trabajo según la ubicación del daño o el tipo de daño reportado.
<b>Tiempo de ejecución</b>	Varía según el número de órdenes a asignar. 15 a 30 minutos
<b>Coste de ejecución</b>	Valor de la fracción de tiempo que gasta el jefe de redes en la asignación.

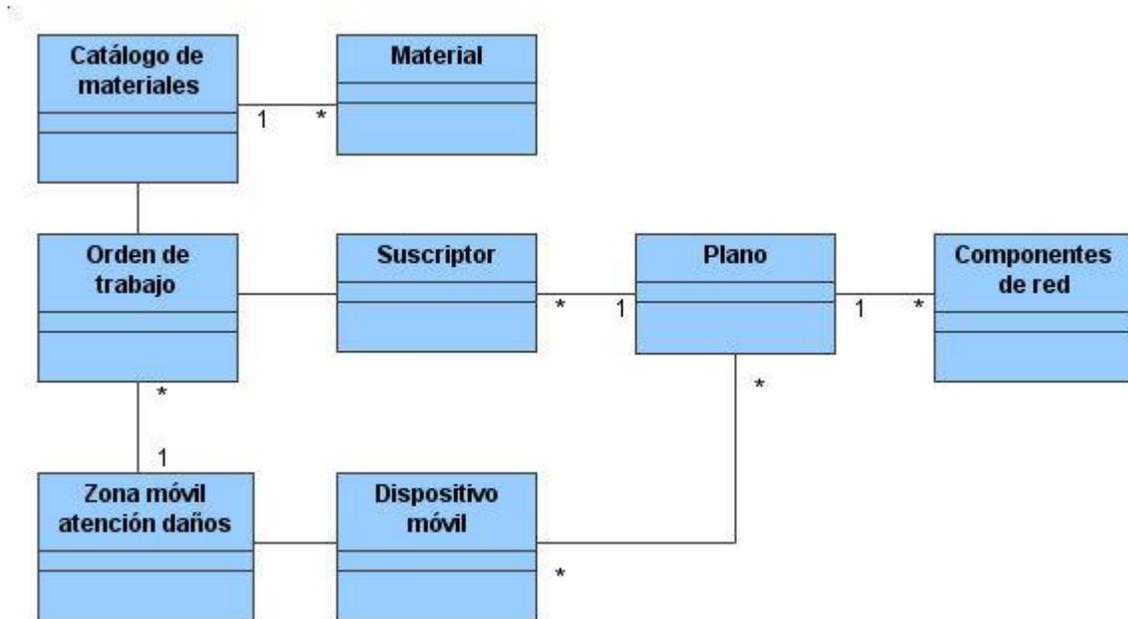
**5.1.3.2 Modelo del dominio.** *“Un modelo de dominio captura los tipos más importantes de objetos en el contexto del sistema. Los objetos del dominio representan las cosas que existen o los eventos que suceden en el entorno en el que trabaja el sistema”<sup>64</sup>.*

También es conocido como modelo de objetos, pues los objetos en este modelo de información fluyen entre las actividades de un caso de uso del negocio y por eso representan datos del dominio. Este modelo se describe mediante un diagrama de clases en UML (Figura 10) y se incluyen tanto los conceptos como sus relaciones.

---

<sup>64</sup> JACOBSON, BOOCH, RUMBAUGH, Op. cit., p.112.

**Figura 10. Modelo del dominio**



**5.1.4 Actores y casos de uso.** La identificación de actores y casos de uso es la actividad más decisiva para obtener adecuadamente los requisitos. Cuando tenemos un modelo de negocio del cual partir, encontrar los actores resulta una tarea bastante sencilla. Para comenzar con esta actividad, una buena técnica es la asignación de un actor por cada trabajador o por cada actor del negocio que utilizará la información del sistema.

Por cada uno de los trabajadores que participa en el sistema, se deben identificar todas las realizaciones de casos de uso del negocio en las que tiene cabida. Una vez que hemos encontrado todos los roles de un actor en el proceso de negocio, será más fácil determinar los casos de uso de un actor específico en la aplicación a implementar.

Algunos de los casos de uso no se obtendrán directamente del modelo del negocio. Estos casos de uso se detectan cuando se inicia con la descripción de los casos de uso identificados inicialmente, representan funciones que el sistema debe ejecutar para

obtener alguna funcionalidad asociada a un caso de uso ya existente y tienen que ver más con requisitos de rendimiento o condiciones mínimas de desempeño del sistema.

Una vez identificados los actores que intervienen en el sistema y los casos de uso más significativos, se determina el conjunto propicio de actividades para el proceso de desarrollo.

**5.1.4.1 Actores.** Hay dos criterios útiles a la hora de elegir los candidatos a actores. Primero, debería ser posible identificar al menos a un usuario que pueda representar al actor candidato; esto ayuda a establecer cuales son los actores relevantes para el sistema, eliminando los que no lo son. Segundo, debe existir una coincidencia mínima entre los roles que desempeñan cada uno de los actores en el sistema, pues no es conveniente desde el punto de vista arquitectónico tener dos actores que realicen las mismas actividades. Si esta situación llegase a ocurrir, lo más conveniente es combinar estos conjuntos de roles en un actor generalizado que represente de manera única la interacción con el sistema.

La siguiente tabla relaciona los actores identificados para el sistema y describe brevemente el papel que desempeña el actor en el sistema.

**Tabla 15. Descripción de los actores del sistema.**

ACTOR	DESCRIPCION	RESPONSABILIDADES (PAPELES QUE JUEGA)	NECESIDADES (PARA QUE USA EL SISTEMA)
Jefe de redes	Representa a la persona encargada de la dirección y coordinación de las actividades de reparación de los daños presentados en la infraestructura de red de distribución de agua.	Asignar las órdenes de trabajo a los funcionarios encargados de esta labor.  Establecer la prioridad de los reportes de daños.	El jefe de redes utiliza el sistema para:  § Asignar las órdenes de trabajo a las cuadrillas de trabajo respectivas. § Consultar las órdenes de trabajo. § Visualizar informes de asignación de órdenes de trabajo.

Auxiliar de archivo	Representa a la persona encargada del mantenimiento de la información derivada de las labores de reparación.	<p>Actualizar la información de las labores de reparación.</p> <p>Verificar la información recogida por los funcionarios de reparación.</p>	<p>El auxiliar de archivo utiliza el sistema para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>§ Actualizar la información de las labores de reparación con los datos recogidos por los funcionarios encargados de esta labor.</li> <li>§ Enviar y recibir los archivos de datos correspondientes a los dispositivos móviles registrados.</li> <li>§ Consultar los informes de actualización de accesorios para posteriores procesos de actualización del catastro.</li> </ul>
Cuadrillero	Representa a la persona encargada de la ejecución de las labores de reparación de la infraestructura de red de distribución de agua.	<p>Recoger la información derivada de las labores de reparación.</p> <p>Verificar la validez de la información de los accesorios de la red.</p>	<p>El cuadrillero utiliza el sistema para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>§ Recoger la información acerca de las labores de reparación diarias.</li> <li>§ Visualizar planos de la ubicación aproximada de los daños reportados.</li> <li>§ Reportar incoherencias entre la información que dispone en el dispositivo y la que encuentra en campo.</li> </ul>

**5.1.4.2 Casos de uso.** La manera más directa de identificar un conjunto tentativo de casos de uso es crear un caso de uso para el actor correspondiente a cada rol de cada trabajador y de cada actor del negocio. Algunos de los casos de uso candidatos no llegarán a ser casos de uso por sí mismos, pero podrán ser parte de otros casos de uso.

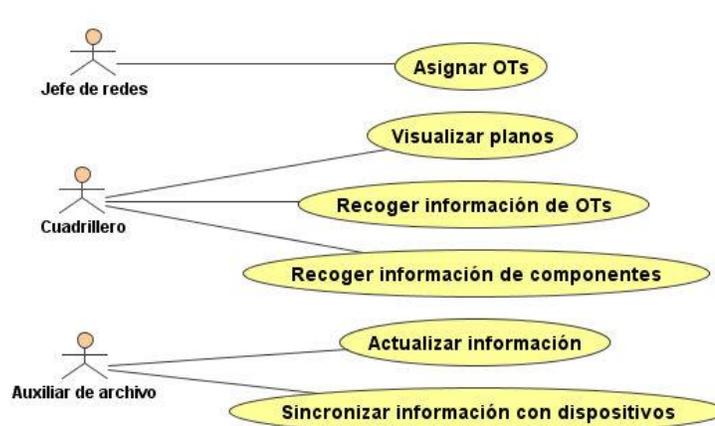
Hay que tener en cuenta que los casos de uso deben ser fáciles de modificar, revisar, probar y manejar unitariamente. Cuando decidimos si un caso de uso candidato debe ser un caso de uso como tal, tenemos que considerar si es completo por sí mismo o si siempre se ejecuta como continuación de otro caso de uso.

Un caso de uso entrega un valor que se puede observar y que añade valor a un actor concreto. Dos normas prácticas para la identificación de un buen caso de uso son las siguientes:

- Cada ejecución satisfactoria de un caso de uso debe proporcionar algún valor al actor para alcanzar su objetivo. Este criterio nos ayuda a evitar casos de uso demasiado pequeños.
- El resultado de valor de un caso de uso debe ser proporcionado a un actor en concreto, de tal manera que el caso de uso no se extienda demasiado.

Como pasa con los actores, los casos de uso que identificamos primero necesitan a menudo ser reestructurados y reevaluados un par de veces antes de que el modelo de casos de uso se establezca. La siguiente figura presenta un diagrama de casos de uso general, que especifica una primera aproximación a los casos de uso del sistema.

**Figura 11. Modelo de casos de uso general**



**Tabla 16. Descripción del modelo de casos de uso general**

Descripción del modelo general de casos de uso
<p>La aplicación ofrece a los usuarios diferentes clases de servicios que en este diagrama se han relacionado como casos de uso generales, y que representan un conjunto de funcionalidades que devuelven un resultado de determinadas características.</p> <p>El usuario Jefe de Redes utiliza el caso de uso Asignar OTs para tener acceso a la información de las órdenes de trabajo generadas durante el transcurso de la jornada laboral y decidir que funcionarios atenderán una orden de trabajo específica.</p> <p>El usuario Cuadrillero utiliza los casos de uso Recoger información de OTs y Recoger información de componentes para guardar en su dispositivo móvil los datos que se generen en las labores de reparación de daños e inspección de los diferentes accesorios de red, respectivamente. También usa el caso de uso Visualizar planos para tener acceso a información geográfica acerca de una orden de trabajo específica; esta información le puede ser útil para ubicarse y para conocer la configuración de la red cercana al daño.</p> <p>El usuario Auxiliar de Archivo utiliza el caso de uso Actualizar información para incorporar los datos de las órdenes de trabajo recogidos en campo a la base de datos y para preparar los informes de actualización de accesorios, en el caso de que estos existan. También utiliza el caso de uso Sincronizar información con dispositivos para intercambiar información entre la aplicación que se ejecuta en el PC y la que se ejecuta en el dispositivo móvil. Esta funcionalidad le permite comunicación en ambos sentidos.</p>

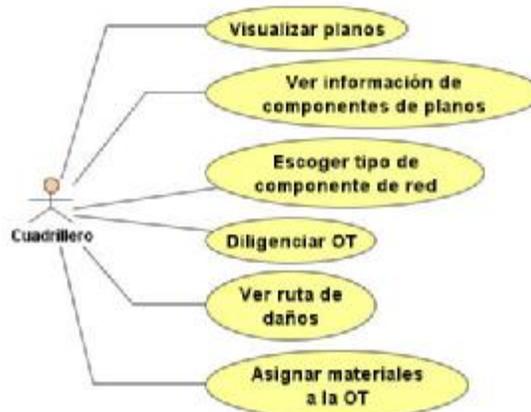
El diagrama anterior presenta una visión global de la aplicación a implementar. Cada uno de los casos de uso será descompuesto a lo largo del proceso de desarrollo para prestar el servicio para el que fueron concebidos. Estos casos de uso también sirven para empezar a reconocer cuales son los subsistemas de la aplicación y delimitan un esbozo inicial para la construcción de la arquitectura.

A continuación se presentan los diagramas de casos de uso para el actor Auxiliar de archivo y para el actor Cuadrillero. Estos diagramas solamente contienen los casos de uso definidos para estos usuarios en la fase de inicio.

**Figura 12. Modelo de casos de uso – Auxiliar de archivo**



**Figura 13. Modelo de casos de uso – Cuadrillero**



Para describir brevemente un caso de uso se deben utilizar frases que resuman las acciones y enumeren los pasos que el sistema necesita ejecutar para interactuar con los actores. La descripción de cada caso de uso depende de la sencillez o la complejidad del mismo; algunas veces es necesaria una descripción inicial detallada que presente las precondiciones, restricciones y caminos alternativos, pero en otras bastará con una descripción breve que exponga solo algunos detalles.

**Tabla 17. Descripción del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC**

Nombre	Enviar archivos a Pocket PC
<b>Breve descripción</b>	El auxiliar de archivo utiliza este caso de uso para enviar archivos de cualquier tipo al dispositivo Pocket PC conectado al PC.
<b>Descripción paso a paso inicial</b>	<p>Considerando que ya están listos los archivos que van a ser enviados al dispositivo móvil Pocket PC:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El auxiliar de archivo determina a qué dispositivo envía los archivos.</li> <li>2. El auxiliar de archivo conecta el dispositivo al PC y la aplicación lo identifica.</li> <li>3. Una vez autorizado, el envío de archivos se ejecuta.</li> </ol> <p>La instancia de caso de uso termina cuando la aplicación termina la transferencia de archivos y notifica al usuario que la operación se realizó correctamente.</p>

**Tabla 18. Descripción del caso de uso Visualizar planos**

Nombre	Visualizar planos
<b>Breve descripción</b>	El cuadrillero utiliza este caso de uso para visualizar los planos de las ubicaciones aproximadas de los daños, y tener algún tipo de orientación en la ubicación de los accesorios de red y tubería cercanos.
<b>Descripción paso a paso inicial</b>	<p>Si se encuentran en el dispositivo todos los archivos de planos necesarios para la visualización:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El cuadrillero escoge la orden de trabajo de la cual quiere visualizar el plano.</li> <li>2. La aplicación despliega en pantalla el plano solicitado, con un acercamiento al lugar aproximado del daño.</li> </ol> <p>La instancia de caso de uso termina cuando el cuadrillero decida.</p>

**5.1.5 Casos de uso en detalle.** El objetivo principal de detallar un caso de uso es describir su flujo de sucesos en detalle, incluyendo como comienza, termina e interactúa con los actores. Un caso de uso define los estados que las instancias de los casos de uso pueden tener y la posible transición entre estos estados. Cada transición es una secuencia de acciones que se ejecutan en una instancia de caso de uso cuando ésta se dispara por efecto de un suceso.

La posible transición de estados debe ser descrita de manera simple y precisa. Una técnica muy útil para conseguir este tipo de descripciones es elegir un camino básico completo desde el estado de inicio hasta el estado final, y describir ese camino en una

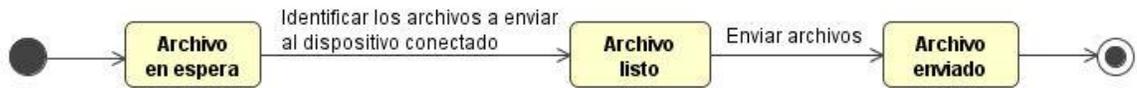
sección de la descripción. Después, se toman por separado cada uno de los restantes caminos alternativos o desviaciones del camino básico.

Debido a que en esta fase no es fundamental la descripción detallada de todos los casos de uso, sino de aquellos que se consideran importantes para la construcción de la arquitectura candidata, sólo se detallarán dos casos de uso críticos para el desarrollo del proyecto: Enviar archivos a Pocket PC y Visualizar planos. El primero de ellos es implementado por la aplicación del PC, y el otro se ejecuta en el dispositivo móvil.

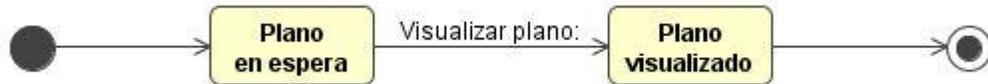
**Tabla 19. Descripción detallada del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC**

<b>Nombre</b>	<b>Enviar archivos a Pocket PC</b>
<b>Precondición</b>	Los archivos que van a ser enviados deben estar ubicados en las carpetas de sincronización correspondientes. El usuario ahora se dispone a enviar los archivos al Pocket PC conectado.
<b>Flujo de sucesos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Auxiliar de Archivo invoca el caso de uso para enviar los archivos a un dispositivo Pocket PC.</li> <li>2. El Auxiliar de Archivo monta un Pocket PC cualquiera en la cuna de sincronización.</li> <li>3. El Auxiliar de Archivo solicita la identificación del dispositivo montado.</li> <li>4. El sistema identifica el Pocket PC montado.</li> <li>5. El sistema identifica los archivos que serán enviados al Pocket PC montado, ya que estos se encuentran ubicados en una carpeta de sincronización específica.</li> <li>6. El Auxiliar de Archivo inicia la transferencia de archivos entre el PC y el Pocket PC, mientras que el sistema muestra información acerca de la operación de sincronización que se está ejecutando.</li> <li>7. El sistema notifica la terminación de la operación de sincronización.</li> <li>8. El Auxiliar de Archivo detiene la comunicación con el dispositivo.</li> <li>9. El Auxiliar de Archivo desmonta el Pocket PC de la cuna de sincronización.</li> <li>10. La instancia de caso de uso finaliza.</li> </ol>
<b>Caminos alternativos</b>	<p>En el paso 5, el sistema notifica al usuario la no existencia de archivos listos para enviar si la carpeta de sincronización está vacía.</p> <p>En el paso 6, en caso de que exista una versión anterior de uno de los archivos que se va a enviar, el sistema notifica de esta situación y solicita al usuario autorización para la sobreescritura del mismo.</p> <p>En el paso 9, después de que el usuario desmonta el Pocket PC, puede montar otro en la cuna de sincronización y continuar con el procedimiento desde el paso 2.</p>
<b>Poscondición</b>	La instancia de caso de uso termina cuando el sistema ha notificado la terminación de la sincronización, previa descarga de los archivos, o cuando el Auxiliar de Archivo ha decidido la cancelación del caso de uso.

**Figura 14. Diagrama de estado del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC**



**Figura 15. Diagrama de estado del caso de uso Visualizar planos**



**Tabla 20. Descripción detallada del caso de uso Visualizar planos**

Nombre	Enviar archivos a Pocket PC
<b>Precondición</b>	Los archivos que componen los planos debieron haber sido descargados al dispositivo con anterioridad. El usuario ahora se dispone a la visualización de los planos.
<b>Flujo de sucesos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario invoca el caso de uso para pedir al sistema que muestre los planos de una orden de trabajo específica o de una zona de cobertura.</li> <li>2. La aplicación establece la configuración inicial del plano, estableciendo características de acercamiento (zoom) y elementos a mostrar.</li> <li>3. El plano escogido es cargado en el visor de planos de la aplicación.</li> <li>4. El usuario visualiza los planos mientras lo considere necesario.</li> <li>5. La instancia de caso de uso finaliza.</li> </ol>
<b>Caminos alternativos</b>	En el paso 1, si alguno de los archivos de planos no está presente en el dispositivo, se notifica al usuario y se cancela la visualización.
<b>Poscondición</b>	La instancia de caso de uso termina cuando el usuario decida cancelar el caso de uso.

**5.1.6 Requisitos adicionales.** Los requisitos adicionales son aquellos requisitos de carácter general que no pueden ser asociados a un caso de uso en concreto, pero que afectan de alguna manera a un caso de uso, un conjunto de casos de uso o a ningún caso de uso. Algunos ejemplos son el rendimiento, las interfaces y los requisitos de diseño físico. Los requisitos adicionales se capturan de forma muy parecida a como se hacía en la especificación de requisitos tradicional, es decir, como una lista de requisitos. A continuación se presenta un listado de estos requisitos.

**Tabla 21. Requisitos adicionales**

Tipo	Descripción
Requisito de plataforma hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. El PC que establezca la comunicación con los dispositivos móviles debe ser un Pentium III con más de 128 Mb de RAM (especificación mínima).</li> <li>b. El dispositivo móvil debe ser un Pocket PC con un procesador superior a 133 Mhz y memoria Flash ROM mayor o igual a 32 Mb.</li> <li>c. La comunicación entre el dispositivo y el PC se hace a través de un cable de sincronización USB.</li> <li>d. El PC que establezca la comunicación con los dispositivos móviles debe estar conectado a una red de área local.</li> </ul>
Restricción de implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>e. El sistema operativo del PC debe ser Microsoft Windows XP.</li> <li>f. El PC que ejecute la aplicación debe tener instalado la máquina virtual de .NET Framework.</li> <li>g. El sistema operativo del Pocket PC debe ser Pocket PC 2002.</li> <li>h. El dispositivo que ejecute la aplicación debe tener instalada la máquina virtual de .NET Compact Framework.</li> <li>i. El PC que establezca la comunicación con los dispositivos móviles debe tener instalado Microsoft ActiveSync 3.5 o superior.</li> <li>j. El PC debe tener instalado el conector ODBC de MySQL.</li> </ul>

## 5.2 ANALISIS

El propósito fundamental del análisis es resolver los casos de uso analizando los requisitos con mayor profundidad. Durante el análisis, analizamos los requisitos que se describieron en la captura de requisitos, refinándolos y estructurándolos. El objetivo de hacerlo es conseguir una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de los mismos que sea fácil de mantener y que ayude a estructurar el sistema entero, incluyendo su arquitectura. En el análisis podemos estructurar los requisitos de manera que nos facilite su comprensión, su modificación, y en general, su mantenimiento.

**5.2.1 Análisis de la arquitectura.** El propósito del análisis de la arquitectura es esbozar el modelo de análisis mediante la identificación de paquetes del análisis, clases del análisis evidentes y requisitos especiales comunes.

**5.2.1.1 Paquetes del análisis generales.** Los paquetes del análisis proporcionan un medio para organizar el modelo de análisis en piezas más pequeñas y manejables. Una identificación inicial de los paquetes del análisis se hace de manera natural, tomando

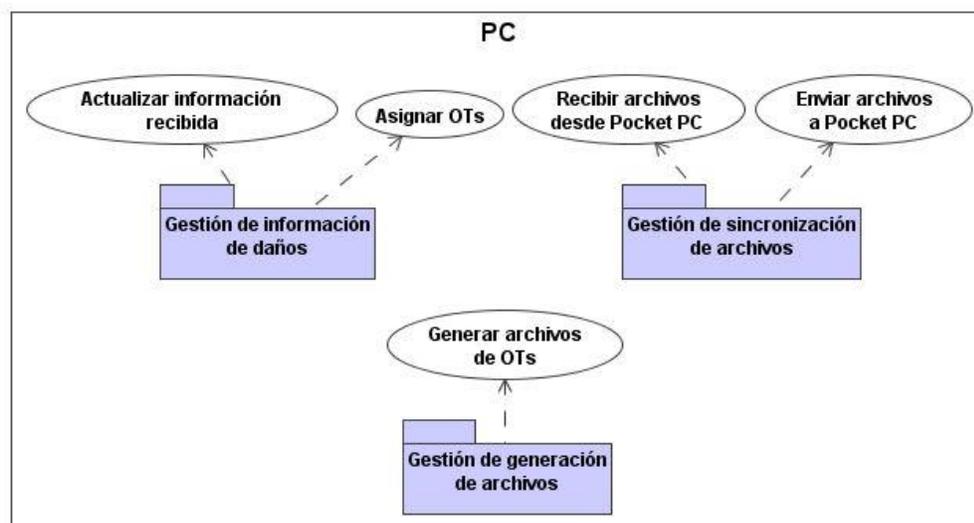
como base los requisitos funcionales y el dominio del problema. Otra forma directa de identificar los paquetes del análisis es asignar la mayor parte de un cierto número de casos de uso a un paquete concreto y después realizar la funcionalidad correspondiente dentro de ese paquete.

Para la asignación de casos de uso a un paquete del análisis en concreto se cuenta con los siguientes criterios:

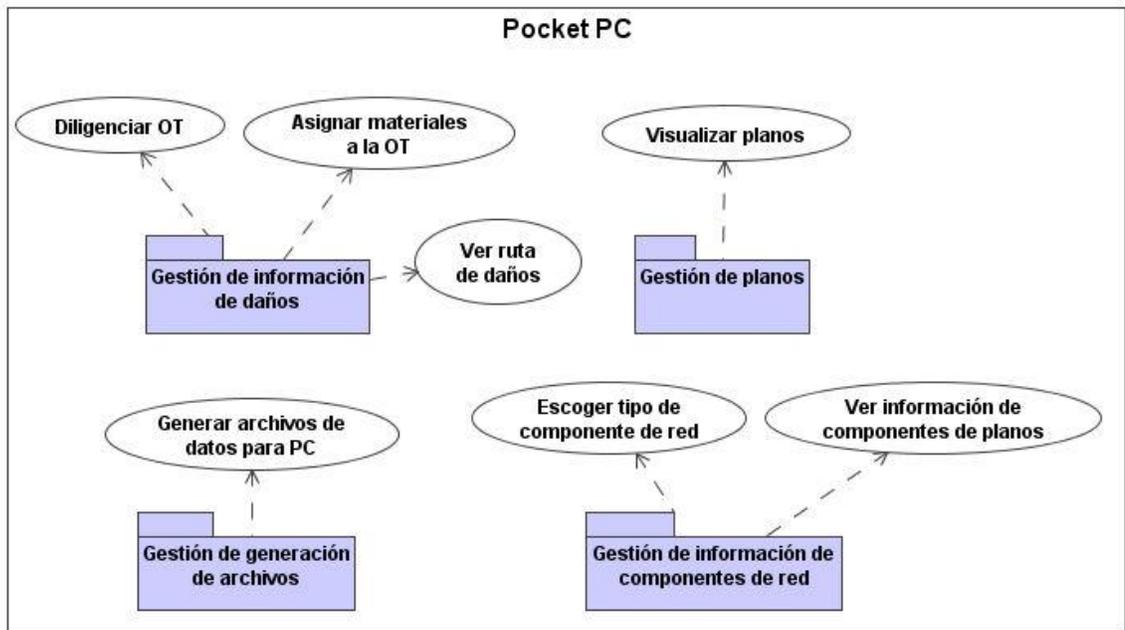
- Agrupar los casos de uso requeridos para dar soporte a un determinado proceso del negocio.
- Agrupar los casos de uso requeridos para dar soporte a un determinado actor del sistema.
- Agrupar los casos de uso que tengan relaciones de generalización y de extensión.

En el siguiente diagrama se identifican los paquetes de análisis generales de la aplicación del PC y la del dispositivo.

**Figura 16. Identificación de paquetes del análisis de la aplicación del PC de la fase inicio a partir de casos de uso**



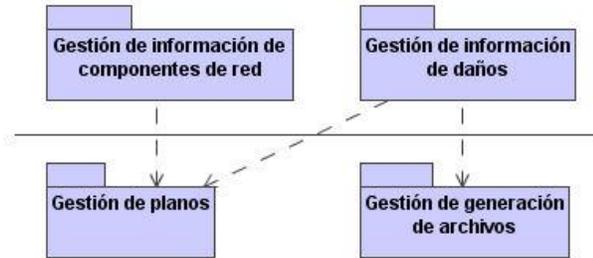
**Figura 17. Identificación de paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo de la fase inicio a partir de casos de uso**



Este diagrama representa la versión inicial del modelo del análisis. A medida que se analicen más casos de uso, este modelo evolucionará y será reestructurado, bien sea por la creación, modificación o eliminación de casos de uso.

Otro aspecto importante al momento de identificar los paquetes del análisis es establecer las relaciones que existan entre ellos. Deberían definirse dependencias entre los paquetes si sus contenidos están relacionados. El objetivo es conseguir paquetes relativamente independientes y débilmente acoplados pero que posean una cohesión alta. El siguiente diagrama presenta las relaciones existentes entre los paquetes de la aplicación del dispositivo móvil. Como se observa, los paquetes *Gestión de información de componentes de red* y *Gestión de información de daños* utilizan el paquete *Gestión de planes*, pues la información de los daños viene acompañada por mapas de la ubicación del mismo y los componentes de red son visibles gracias al trabajo de este componente.

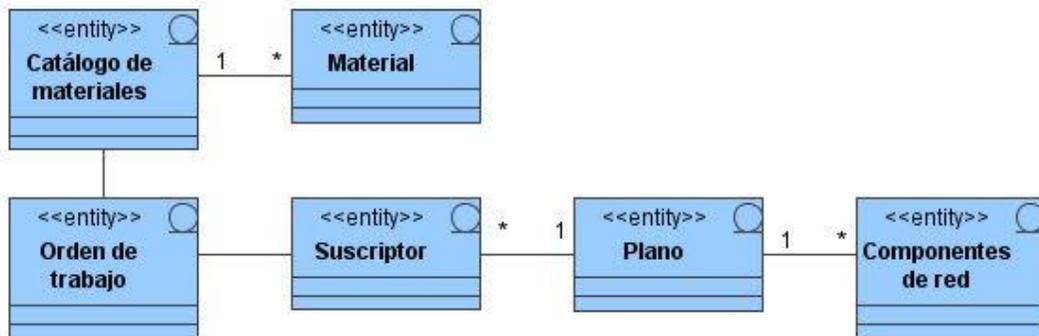
**Figura 18. Relaciones de los paquetes de análisis de la fase de inicio en la aplicación del dispositivo móvil**



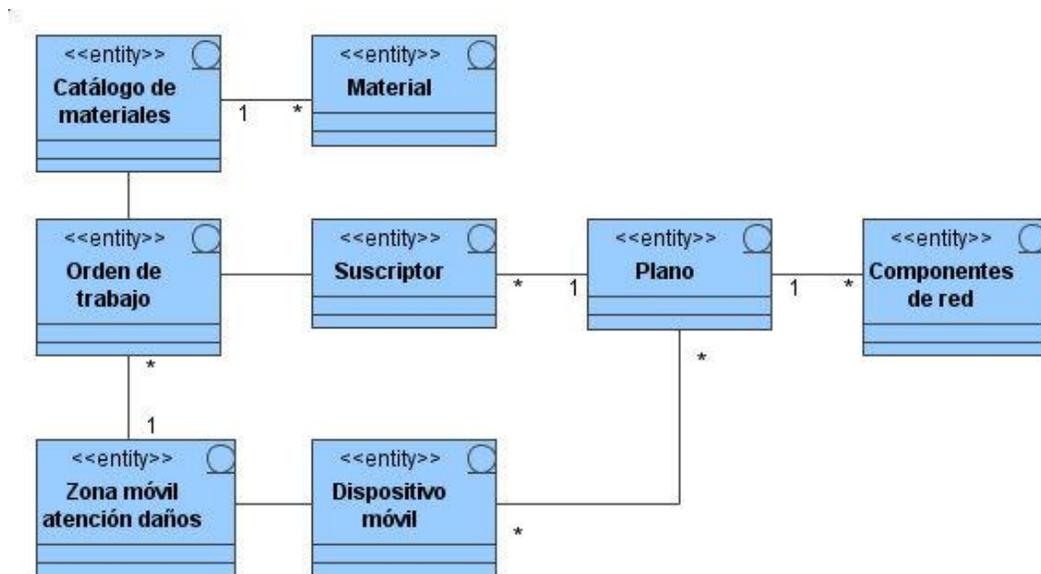
**5.2.1.2 Clases de entidad derivadas del modelo de análisis.** Estas clases de entidad han sido extraídas de las clases del dominio o las entidades del negocio que se identificaron en la captura de requisitos. Se utilizan para modelar información que posee una larga vida y que es a menudo persistente y que muy seguramente se convertirá en tablas de la base de datos de la aplicación.

Debido a que la aplicación del dispositivo no contendrá las mismas clases de entidad de la aplicación del computador personal, a continuación se presentan las clases de entidad para las dos aplicaciones. La primera es la correspondiente a la aplicación del dispositivo móvil.

**Figura 19. Clases de entidad de la aplicación del dispositivo derivadas del modelo del dominio**

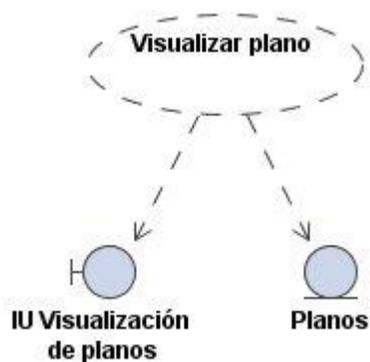


**Figura 20. Clases de entidad de la aplicación del PC derivadas del modelo del dominio**



**5.2.2 Análisis de casos de uso.** Los casos de uso se analizan principalmente para identificar las clases del análisis que son necesarias para llevar a cabo su ejecución. En la fase de inicio sólo se refina un pequeño conjunto de casos de uso que pueda afectar la viabilidad del proyecto y que sea significativo para la construcción de la arquitectura.

**Figura 21. Clases de análisis del caso de uso Visualizar plano**



La figura anterior muestra las clases de análisis participantes en la realización del caso de uso *Visualizar plano* de la aplicación del dispositivo. Existe una clase de entidad llamada Planos que es obtenida directamente del modelo del dominio. Esta entidad almacena información básica de los planos, como son la ruta física del archivo y los datos de configuración. La clase de interfaz *IU Visualización de planos* es la encargada de mostrar al usuario el plano que se ha escogido, y maneja las opciones de navegación básica de mapas.

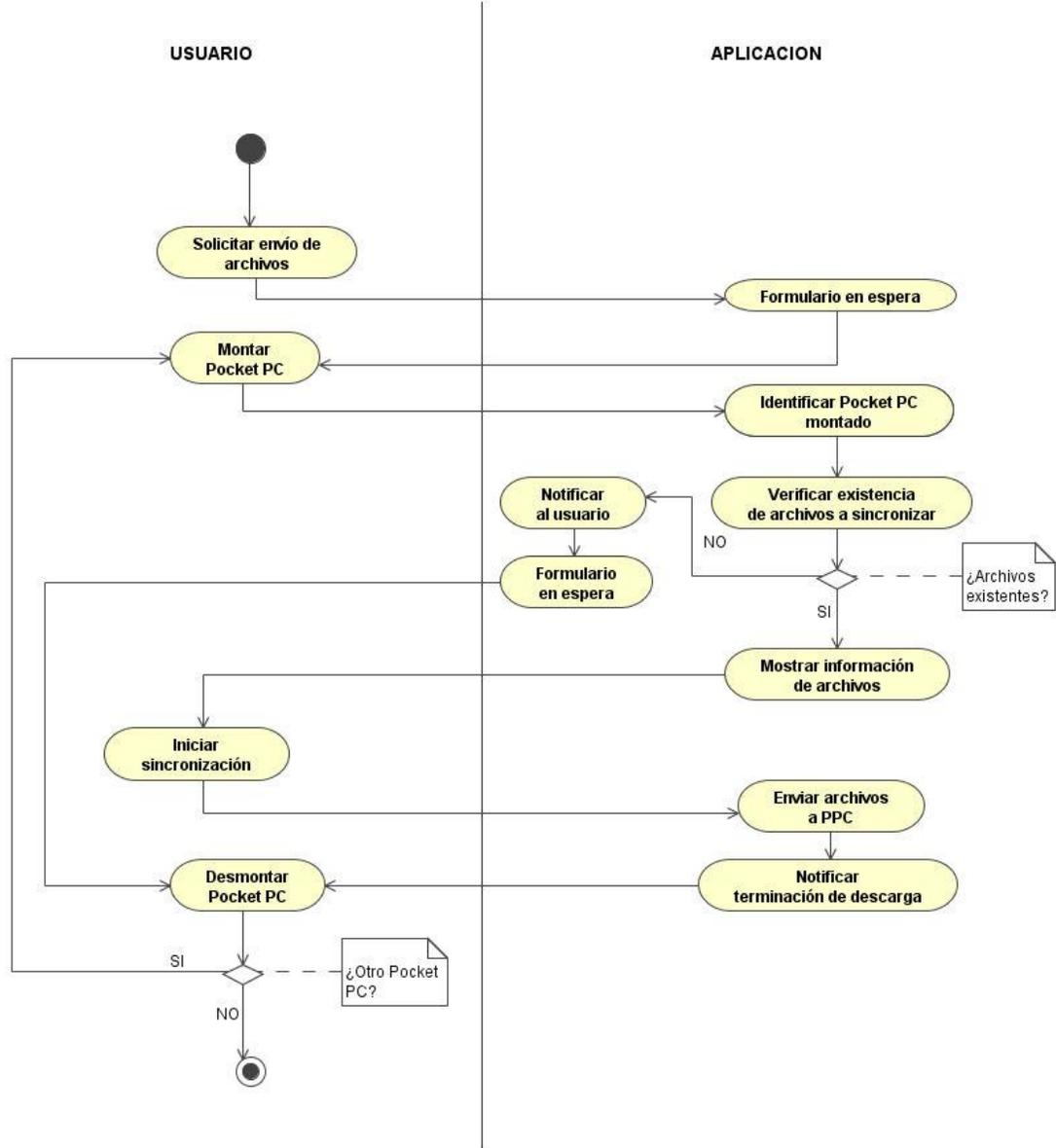
**Figura 22. Diagrama de colaboración del caso de uso Visualizar plano**



En la realización de este caso de uso no se han identificado clases de control debido a que la aplicación utiliza un componente externo especializado para la visualización y manejo de mapas. Aunque el diagrama parezca sencillo, las actividades realizadas entre las clases en el mensaje 3: *Cargar plano* implican capacidad de procesamiento del dispositivo, pues es allí donde la aplicación interactúa con la librería de mapas.

Otro caso de uso que reviste importancia para el buen funcionamiento del sistema en general es el llamado *Enviar archivos a Pocket PC*, que se ejecuta en la aplicación del PC. Debido a la complejidad que encierra la realización de este caso de uso (pues involucra la comunicación con librerías de código nativo para la identificación del dispositivo), es necesario especificar paso a paso las actividades que se llevan a cabo para la ejecución este. Por esta razón, la siguiente figura muestra el diagrama de actividades para este caso de uso.

Figura 23. Diagrama de actividades del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC



Las actividades de la parte derecha de la figura indican los pasos que la aplicación debe realizar para la ejecución del caso de uso, respondiendo a las órdenes dadas por el usuario activo. Aunque no se muestran las clases del análisis involucradas en la realización del caso de uso, este artefacto es bastante útil para la comprensión total del caso de uso.

### **5.3 DISEÑO**

En esta fase, el objetivo del flujo de trabajo de diseño es esbozar un modelo de diseño de la arquitectura candidata, con el objeto de incluirlo en la descripción de la arquitectura preliminar.

**5.3.1 Diseño de la arquitectura.** El objetivo del diseño de la arquitectura es esbozar los modelos de diseño y despliegue y su arquitectura mediante la identificación de los siguientes elementos:

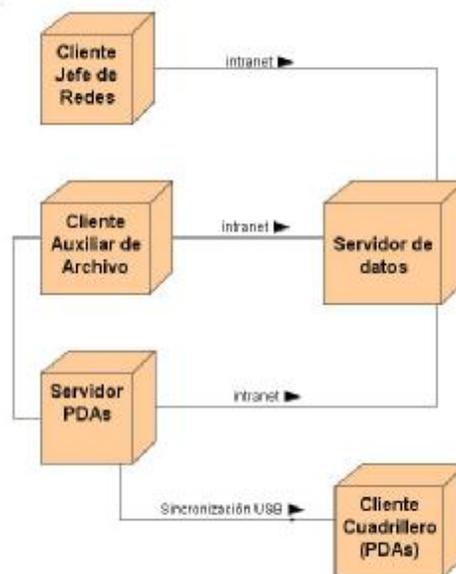
- Nodos y configuraciones de red.
- Subsistemas.

En esta fase del proceso de desarrollo solo se trabajó en la identificación de los nodos y las configuraciones de red. Las demás actividades asociadas al diseño de la arquitectura se realizan en las siguientes fases.

**5.3.1.1 Identificación de nodos y configuraciones de red.** Las configuraciones físicas de red suelen tener una gran influencia en la arquitectura del software. La aplicación funciona en varios nodos cliente y utiliza un servidor de datos que aloja toda la información referente a las órdenes de trabajo.

El sistema MovilCred se ejecuta sobre dos nodos servidor y varios clientes. Los nodos servidor corresponden al servidor de datos y el servidor de PDAs, donde se encuentra la capa de datos de la aplicación. En el primero se encuentra almacenada la información de los daños y el catastro de redes, mientras que en el segundo se encuentra la información necesaria para el reconocimiento de los dispositivos, los planos divididos en zonas y los diferentes archivos de datos que serán intercambiados entre los dispositivos y el servidor. El servidor de PDAs será un computador configurado especialmente para esta comunicación; no es un servidor como los que se conocen comúnmente.

**Figura 24. Diagrama de despliegue**



Los nodos cliente se encuentran diferenciados: el cliente Cuadrillero o PDA y el cliente general. En los clientes generales se encuentran la capa de la lógica o de aplicación y la capa de presentación; mientras que en el nodo cliente del PDA encontramos las tres capas, para permitir a este un desempeño completo cuando se encuentre en campo. Este nodo posee una base de datos propia con información suficiente para efectuar sus actividades, así como los planos de la zona de cobertura.

La comunicación entre los nodos servidor de PDAs y el cliente PDA se realiza por medio del puerto de comunicaciones COM, utilizando un cable de sincronización USB. Los nodos cliente general se comunican con los servidores de datos y de PDAs en una red TCP/IP típica.

Para comprender realmente los beneficios que deja un flujo de trabajo iterativo, es necesaria la evaluación al finalizar cada ciclo o fase. Como ya se había descrito al iniciar la fase de inicio, el resultado de esta evaluación determina si el proyecto es viable o si se debe abandonar inmediatamente.

#### 6.1 ESTRUCTURACION DEL MODELO DE CASOS DE USO

Al llegar a esta instancia, se tiene un conjunto de casos de uso identificados. En la tabla 22, se describe a modo de resumen el conocimiento que se tiene de cada uno, para determinar si esa información es suficiente para su total comprensión. Los casos de uso descritos pueden encontrarse en algunos de los siguientes estados:

- *Identificad.* Si se ha determinado que el caso de uso cumple los criterios para su identificación.
- *Descrito.* Si se ha realizado una descripción breve del caso de uso.
- *Analizado.* Si se ha realizado una descripción paso a paso de su funcionamiento y de sus recursos compartidos. Pueden haber o no diagramas de análisis.
- *Diseñados e implementados.* Si se ha realizado un diseño a través de diagramas de secuencia antes de ser implementado o si tan sólo con el análisis fue suficiente para su implementación.

Hay que aclarar que no todos los casos de uso necesitan un análisis exhaustivo para su comprensión; debido a su sencillez, algunos sólo necesitan una breve descripción. Es el caso de *Ver ruta de daños*, donde basta sólo una descripción para su comprensión, pues no existen caminos alternativos que modifiquen la lógica de su funcionamiento, lo cual permite su implementación directa.

**Tabla 22. Casos de uso identificados durante la fase de inicio**

Caso de uso	Identificado	Descrito	Analizado	Diseñado o Implementado	¿Se comprende totalmente?
Ingresar	Inicio	Inicio	Inicio		SI
Asignar OTs	Inicio	Inicio			NO
Generar archivo de OTs	Inicio	Inicio	Inicio		SI
Enviar archivos al Pocket PC	Inicio	Inicio	Inicio		NO
Recibir archivos desde el Pocket PC	Inicio	Inicio			NO
Actualizar información recibida	Inicio				NO
Ver ruta de daños	Inicio	Inicio			SI
Diligenciar OT	Inicio	Inicio	Inicio		SI
Asignar materiales a la OT	Inicio	Inicio			SI
Visualizar planos	Inicio	Inicio	Inicio		NO
Ver información de componentes de planos	Inicio	Inicio			NO
Escoger tipo de componente de red	Inicio				NO
Generar archivos de datos para PC	Inicio	Inicio			SI

En la tabla también se puede observar la fase en la cual se alcanzó cada uno de los estados del caso de uso, sirviendo como plantilla para la evaluación y seguimiento de los casos de uso en las siguientes fases del proyecto.

## 6.2 VISTA DE LA ARQUITECTURA

La arquitectura del sistema es uno de los pilares del PU, y es tanto su valor que lo describe claramente al referirse que la metodología está centrada en la arquitectura; por eso su evaluación debe ser un aspecto importante en cada iteración.

En este momento, la arquitectura es la base para continuar con el proyecto; comprende los elementos estructurales que componen el sistema, sus interfaces, su comportamiento y la colaboración existente entre estos elementos. Por eso al describirla se obtiene un panorama más claro del contexto del sistema.

Se busca una arquitectura que permita implementar los casos de uso de manera sencilla, fomentando la reutilización de código en pro de la economía. Para este proyecto en particular hay que tener en cuenta factores críticos como son los sistemas operativos tanto del PC como de los dispositivos móviles, ya que muchos componentes no actúan perfectamente en diferentes ambientes operativos; también hay que tener en cuenta las bases de datos, los protocolos de comunicación a utilizar, los estándares y políticas de la empresa y los requisitos no funcionales.

Al finalizar la fase de inicio, esta vista tan solo presenta una arquitectura candidata, donde se aprecian los dos entornos claves del sistema, el dispositivo móvil y el PC. Esta arquitectura soporta solo los casos de uso más importantes como son el intercambio de archivos, la visualización de planos y la gestión de información de daños en el dispositivo. A continuación se presenta la sección donde se encuentra la descripción de la vista de la arquitectura en cada uno de los artefactos desarrollados, siendo estos artefactos los datos de entrada para la continuación del proyecto en la fase de elaboración.

**Tabla 23. Vista de la arquitectura de la fase de inicio**

Flujo	Sección	Vista	Comentario
Requisitos	Modelo general de casos de uso	Figura 11. Modelo de casos de uso general Tabla 15. Descripción del modelo de casos de uso general	Presenta los actores y casos de uso identificados hasta el momento.
	Detalle de un caso de uso	Figura 14. Diagrama de estado del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC Figura 15. Diagrama de estado del caso de uso Visualizar planos Tabla 18. Descripción detallada del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC Tabla 19. Descripción detallada del caso de uso Visualizar planos	Casos de uso arquitectónicamente significativos.
Análisis	Paquetes de análisis	Figura 16. Identificación de paquetes del análisis de la aplicación del PC de la fase inicio a partir de casos de uso Figura 17. Identificación de paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo de la fase inicio a partir de casos de uso Figura 18. Relaciones de los paquetes de análisis de la fase de inicio en la aplicación del dispositivo móvil	Paquetes y relaciones encontrados hasta este momento.
Diseño	Diseñar la arquitectura	Figura 24. Diagrama de despliegue	Describe de los nodos en los que se ejecuta la aplicación.

### **6.3 EVALUACION Y CUMPLIMIENTO**

Al culminar la fase de inicio la conclusión más valiosa que queda es el poder confiar en la viabilidad del proyecto. Para ello, se realizó una serie de actividades centradas en el conocimiento del contexto que rodea al negocio, a través de la interacción con los clientes y usuarios finales, para llegar a la captura de requisitos y la diagramación de objetos y casos de uso. Estas actividades permitieron tener una visión global del ámbito del sistema: actores y casos de uso, para encaminar a los desarrolladores en la construcción del software correcto.

Además se determinó el alcance del sistema y los límites dentro de los cuales se encuentra, dejando establecido que el proyecto apoya la captura de datos en las labores de reparación de daños y actualización de los componentes de la red y en la ubicación del daño a las cuadrillas de trabajo. Otros aspectos donde el proyecto ejercerá influencia son la asignación de las órdenes de trabajo y el proceso de obtención de los datos recogidos en campo. Hay que aclarar que el proyecto no tiene en cuenta la labor de recepción de daños, pues la empresa cuenta con aplicaciones para esta labor y el sistema permite la integración con los productos y bases de datos actuales. Tampoco corregirá directamente los planos del catastro de redes debido a políticas de la empresa.

Se estableció un conjunto de elementos estructurales que presentan la vista de una arquitectura candidata a través de los diagramas desarrollados en cada uno de los flujos de trabajo, donde se determinó la importancia de adquirir un visor de planos que lograra adaptarse a los requerimientos del dispositivo móvil. También se debía validar que el tiempo empleado en el intercambio de archivos no fuera extenso y entorpeciera las labores comúnmente realizadas.

Se buscaron métodos para facilitar al personal la adaptación al sistema mediante la interacción a través del manejo de imágenes, técnicas de selección y la posibilidad de usar los dedos de la mano directamente en la pantalla del dispositivo.

Finalmente, se analizaron los riesgos más críticos que podían surgir durante el desarrollo del proyecto, eliminándolos o presentando planes de contingencia para mitigar su impacto, concluyendo la viabilidad del proyecto y la puesta en marcha del mismo.

El objetivo principal de la fase de elaboración es formular una línea base de la arquitectura para el funcionamiento del sistema. Hacia el final de esta, se habrá acumulado suficiente información para planificar la fase de construcción. Los objetivos específicos de esta fase para este proyecto son:

- Extender los requisitos.
- Definir la línea base de la arquitectura.
- Mitigar los riesgos significativos.

En esta parte del documento se presentarán los productos resultantes de la fase, y si es necesario, una breve descripción de la forma en la cual se obtuvieron.

## **CAPITULO 7**

### **PLANEACION DE LA FASE DE ELABORACION**

Al comienzo de la fase de elaboración, se recibe de la fase de inicio un modelo de casos de uso parcialmente completo, una descripción de la arquitectura candidata y un esbozo inicial del modelo del análisis. Una de las tareas de la fase de elaboración es completar estos modelos, no en su totalidad, sino hasta el punto necesario para alcanzar una línea base de la arquitectura.

Puede decirse que el objetivo fundamental de la fase de elaboración es establecer una base arquitectónica sólida para guiar el trabajo durante la fase de construcción. Durante esta fase se revisa lo hecho anteriormente para establecer cuales elementos se pueden reutilizar; se buscan los casos de uso significativos desde el punto de vista de la arquitectura, y se toman decisiones generales acerca del sistema desde una perspectiva general.

La meta será concluir la fase del desarrollo con una línea de arquitectura ejecutable que permita la adición de nuevos elementos en la fase de construcción.

#### **7.1 HITOS Y ASIGNACIONES DE TIEMPO**

La fase de elaboración incluirá una sola iteración. El tiempo estimado para la terminación de esta fase es de 56 días. El desarrollo de la fase de inicio se limitará a los cuatro primeros flujos de trabajo: requisitos, análisis, diseño e implementación. Las actividades correspondientes al flujo de trabajo de pruebas se postergarán para la siguiente fase de desarrollo.

Para determinar cuando se han cumplido cada uno de los tres objetivos de esta fase, se utilizarán los criterios de evaluación definidos de antemano por la metodología de desarrollo utilizada.

**Tabla 24. Criterios de evaluación de la fase de elaboración**

Objetivo	Criterios de evaluación
Extender los requisitos	¿Se han identificado los requisitos, actores y casos de uso necesarios para diseñar la línea base de la arquitectura? ¿Se han identificado los riesgos significativos? ¿Se han detallado lo suficiente como para lograr los objetivos de la fase?
Definir la línea base de la arquitectura	¿Satisface la línea base no sólo los requisitos recopilados formalmente hasta ahora, sino todas las necesidades de los usuarios? ¿Parece la línea base de la arquitectura lo suficientemente robusta como para resistir la fase de construcción y la adición de características que puedan ser necesarias en posteriores versiones del sistema?
Mitigar los riesgos significativos	¿Se han mitigado de forma adecuada los riesgos críticos, ya sea eliminándolos o preparando un plan de emergencia? ¿Se han identificado todos los riesgos significativos? ¿Son los riesgos que aún permanecen en la lista de riesgos susceptibles de ser eliminados de forma rutinaria en la fase de construcción?

## 7.2 FLUJOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS A ENTREGAR

La fase de elaboración tiene como objetivo obtener una arquitectura estable que soporte el desarrollo posterior en la fase de construcción. Con este objetivo en mente, se deben obtener nuevos casos de uso y actores, realizar un análisis de los paquetes que hacen parte de la estructura del sistema y determinar el diseño de la base de datos y de las interfaces de usuario.

Al terminar la fase de elaboración se espera tener una versión más completa de los modelos de casos de uso, análisis, diseño e implementación.

En este capítulo se describen cada una de las actividades que comprenden la fase de elaboración, actividades que fueron adecuadas para la realización de este proyecto en particular. Para ofrecer al lector un documento de fácil lectura, solo se describe los aspectos necesarios para llevar un seguimiento de la metodología durante esta fase de desarrollo.

El análisis de las actividades y los artefactos generados dan lugar a los productos entregados, los cuales serán presentados como anexos al final del documento. Sólo se profundiza en aquellas actividades o artefactos que no hayan sido presentados o que varíen con respecto a lo descrito.

#### **8.1 CAPTURA DE REQUISITOS**

En esta actividad se establece la prioridad de cada uno de los casos de uso, teniendo en cuenta su importancia desde el punto de vista de la arquitectura. Además, hay que comprender alrededor del 80 por ciento de ellos para alcanzar los objetivos de la fase, pero no es necesario detallar esa cantidad.

**8.1.1 Actores y casos de uso.** En esta fase se identifican los nuevos casos de uso y actores que no fueron identificados durante la fase de inicio.

**8.1.1.1 Actores.** Usando el modelo de casos de uso que se recibe de la fase de inicio, y considerando algunas necesidades no estimadas en esta fase, se identificó un nuevo actor para la aplicación: *administrador*.

**Tabla 25. Descripción del actor administrador**

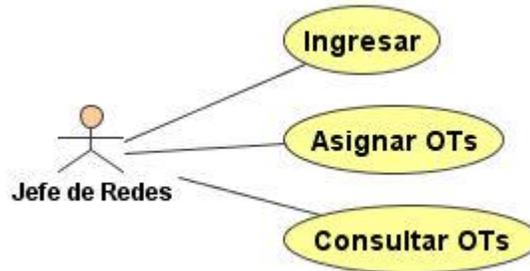
ACTOR	DESCRIPCION	RESPONSABILIDADES (PAPELES QUE JUEGA)	NECESIDADES (PARA QUE USA EL SISTEMA)
Administrador	Representa a la persona encargada de la creación de nuevos usuarios de la aplicación, además del registro de nuevos dispositivos móviles.	Mantener al día la información acerca de las instancias de los actores del sistema.	El administrador utiliza el sistema para: <ul style="list-style-type: none"> <li>§ Crear permisos de acceso y perfiles de usuario para nuevos usuarios del sistema.</li> <li>§ Mantener actualizada la información acerca de los dispositivos móviles registrados para la aplicación.</li> </ul>

Como se puede observar en este numeral, se ha encontrado un nuevo usuario que hará parte de la aplicación para dar mantenimiento a la información de los usuarios del sistema y los dispositivos móviles que serán reconocidos por la aplicación. La información acerca de los dispositivos móviles es importante, pues MovilCred sólo trabaja con dispositivos registrados en su conjunto de datos.

**8.1.1.2 Casos de uso.** En la fase de inicio se hizo la presentación del modelo de casos de uso general, que fue utilizado para realizar un análisis de las funcionalidades que la aplicación debe prestar a cada uno de los actores identificados hasta ese momento. Ahora, y para alcanzar los objetivos de esta fase, este modelo será descompuesto para obtener correctamente los casos de uso.

Para un mejor manejo de los casos de uso, se decidió agruparlos de acuerdo a los usuarios que los utilizan. Para el actor *Auxiliar de archivo* no se presenta este diagrama, pues no se encontraron nuevos casos de uso. Más adelante en este capítulo, se agruparán de acuerdo a los paquetes del análisis de los cuales hacen parte.

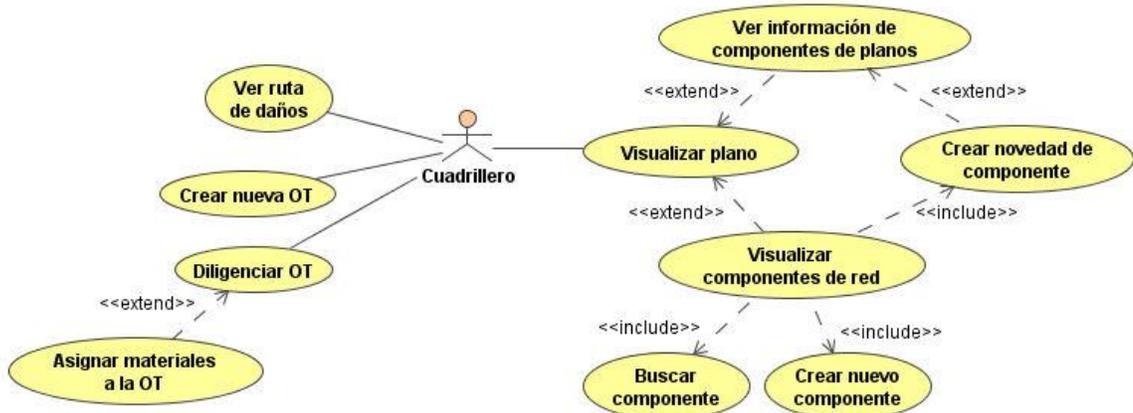
**Figura 25. Modelo de casos de uso del actor Jefe de redes**



**Tabla 26. Descripción del modelo de casos de uso del actor Jefe de redes**

Descripción del modelo de casos de uso del actor Jefe de redes
El usuario Jefe de Redes utiliza el caso de uso Ingresar para tener acceso a la aplicación.
El usuario Jefe de Redes utiliza el caso de uso Asignar OTs para tener acceso a la información de las órdenes de trabajo generadas durante el transcurso de la jornada laboral y decidir que funcionarios atenderán una orden de trabajo específica.
El usuario Jefe de Redes utiliza el caso de uso Consultar OTs para tener acceso a la información de las órdenes de trabajo generadas durante el transcurso de la jornada laboral.

**Figura 26. Modelo de casos de uso del actor Cuadrillero**

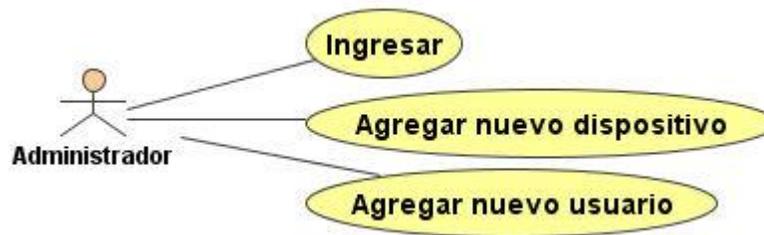


**Tabla 27. Descripción del modelo de casos de uso del actor Cuadrillero**

<b>Descripción del modelo de casos de uso del actor Cuadrillero</b>
<p>La aplicación del dispositivo móvil ofrece al usuario Cuadrillero opciones para el manejo de la información de las órdenes de trabajo y la visualización de planos.</p> <p><b>Opciones para el manejo de la información de órdenes de trabajo</b></p> <p>El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Ver ruta de daños para conocer cuales fueron las OTs asignadas para su jornada laboral. Mediante este caso de uso, la aplicación muestra información básica acerca de cada una de las OTs asignadas.</p> <p>El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Crear nueva OT para ingresar la información correspondiente a OTs reportadas a través de medios de comunicación como radio teléfono o teléfonos celulares.</p> <p>El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Diligenciar OT para ingresar la información correspondiente a las OTs asignadas. El caso de uso Asignar materiales a la OT extiende la funcionalidad del caso de uso Diligenciar OT, pues permite la inclusión de información de los listados utilizados en la ejecución de una OT a través del.</p> <p><b>Opciones para la visualización de planos</b></p> <p>El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Visualizar plano para acceder al plano asociado a cada una de las OTs asignadas. Este ofrece las funcionalidades básicas de navegación en planos (acercamiento, alejamiento, vista completa, desplazamiento).</p> <p>El caso de uso Ver información de componentes de planos es usado por el caso de uso Visualizar componentes de red y extiende las funcionalidades del caso de uso Visualizar plano, pues este permite obtener información acerca de algunos elementos de los planos como suscriptores, accesorios de la red y tuberías. El caso de uso Crear novedad de componente permite la inserción de datos acerca de un accesorio específico de la red cuando la información encontrada en campo es diferente a la transportada en el dispositivo móvil.</p> <p>El caso de uso Visualizar componentes de red extiende las funcionalidades del caso de uso Visualizar plano, ya que hace visibles los accesorios de red cercanos. Los accesorios de red no son cargados desde que se invoca el caso de uso Visualizar plano por cuestiones de rendimiento de la aplicación, pues exige una buena capacidad de procesamiento. Este caso de uso ofrece dos nuevas posibilidades al usuario Cuadrillero:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Buscar componente. Este caso de uso permite ubicar un accesorio específico de la zona de la red de distribución cargada en el plano actual. La búsqueda se hace mediante el código de identificación del accesorio.</li><li>• Crear nuevo componente. Permite la creación de un accesorio que no está reportado en el plano de la zona de la red de distribución. Captura información básica del accesorio, como tipo de accesorio y ubicación.</li></ul>

En la fase de inicio se había identificado el caso de uso *Escoger tipo de componente de red*. Debido a las nuevas necesidades consideradas en la aplicación, este caso de uso se ha dividido y se ha descompuesto en casos de uso más específicos.

**Figura 27. Modelo de casos de uso del actor Administrador**



**Tabla 28. Descripción del modelo general de casos de uso del actor Administrador**

Descripción del modelo general de casos de uso del actor Administrador
<p>El usuario Administrador utiliza el caso de uso Ingresar para tener acceso a la aplicación.</p> <p>El usuario Administrador utiliza el caso de uso Agregar nuevo dispositivo para ingresar información acerca de los nuevos dispositivos móviles que hacen parte de la aplicación. Estos datos son importantes para las actividades de intercambio de archivos del dispositivo.</p> <p>El usuario Administrador utiliza el caso de uso Agregar nuevo usuario para ingresar información acerca de los nuevos usuarios que tendrán acceso a la aplicación.</p>

Como se puede observar en los diagramas anteriores, se han encontrado nuevos casos de uso. Es importante tener en cuenta que la descripción de cada caso de uso depende de la sencillez o la complejidad del mismo; algunas veces es necesaria una descripción inicial detallada que presente las precondiciones, restricciones y caminos alternativos, pero en otras bastará con una descripción breve que exponga solo algunos detalles.

## 8.2 ANALISIS

En la fase de elaboración se necesita trabajar con los casos de uso que son significativos desde el punto de vista de la arquitectura, y con aquellos casos de uso complejos que se necesitan detallar para comprender mejor los detalles pendientes de la aplicación. Por este motivo, se continúa con el análisis de la arquitectura y el análisis de los casos de uso.

**8.2.1 Análisis de la arquitectura.** En la fase de inicio se desarrolló un análisis de la arquitectura sólo para determinar si esta era factible. Ahora, en la fase de elaboración, se tiene que extender el análisis hasta el punto de obtener una que sirva de base para especificar la primera línea de arquitectura ejecutable.

Con este propósito, desde la fase de inicio se realiza una partición de la aplicación en paquetes del análisis que proporcionan un medio para organizar los casos de uso identificados. En esta fase del desarrollo, se añadirán nuevos casos de uso a los paquetes ya existentes o se crearán nuevos, de acuerdo a las nuevas necesidades del sistema. Al igual que en la fase de inicio, los siguientes diagramas muestran los paquetes de análisis de la aplicación del PC y la del dispositivo.

**Figura 28. Paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo**

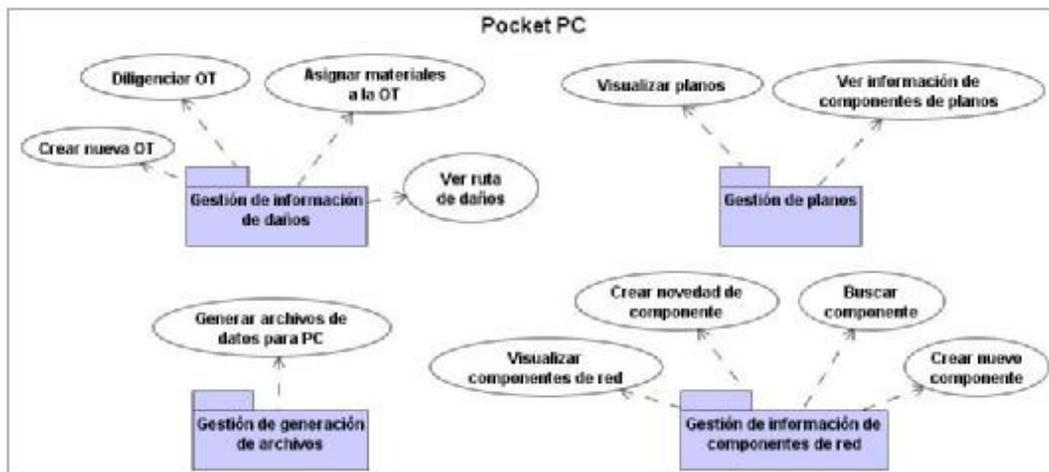
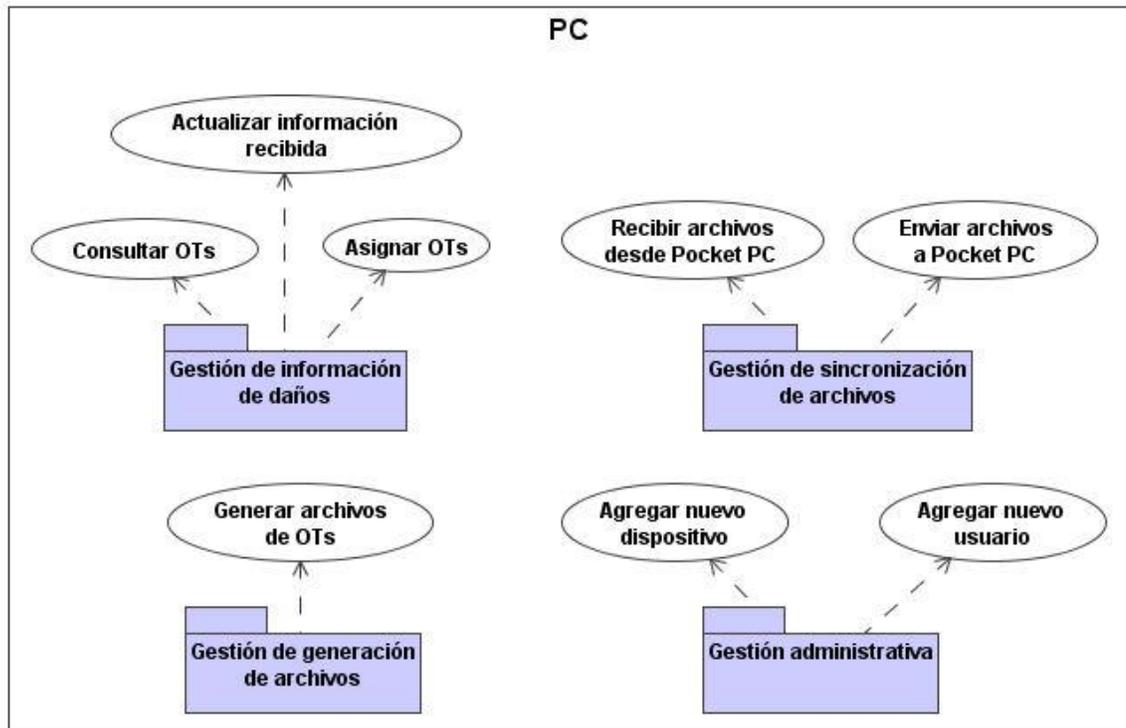


Figura 29. Paquetes de análisis de la aplicación del PC



Como se ve en los diagramas anteriores, el número de paquetes de análisis de las aplicaciones ha aumentado, al igual que los casos de uso que cada uno soporta. Esto se debe a un mejor conocimiento de las prestaciones del sistema.

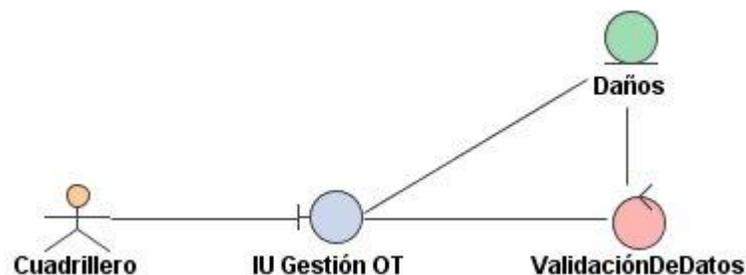
**8.2.2 Análisis de los casos de uso.** Muchos casos de uso no son comprensibles tal y como están descritos en el modelo de casos de uso; estos deben ser refinados en función de las clases del análisis que existen. Este análisis debe comprender la identificación de las clases de entidad, control e interfaz y el establecimiento de las relaciones entre las mismas.

Para este análisis, se han escogido cuatro casos de uso que hacen parte de los paquetes definidos: dos de ellos hacen parte de la aplicación del PC y los dos restantes se ejecutan en la aplicación del dispositivo.

**8.2.2.1 Paquetes de análisis de la aplicación del dispositivo.** Para el análisis de casos de uso en esta aplicación se han seleccionado dos de ellos: *Diligenciar OT*, perteneciente al paquete *Gestión de información de daños*, y *Generar archivos de datos para PC*, que hace parte del paquete *Gestión de generación de archivos*. En los dos casos, se utilizan diagramas de colaboración para ver las clases participantes y las relaciones entre ellos.

**Paquete de análisis Gestión de información de daños.** Para el caso de uso *Diligenciar OT*, se puede observar la participación de una clase de entidad, una clase de interfaz y una clase de control.

**Figura 30. Diagrama de colaboración del caso de uso Diligenciar OT**

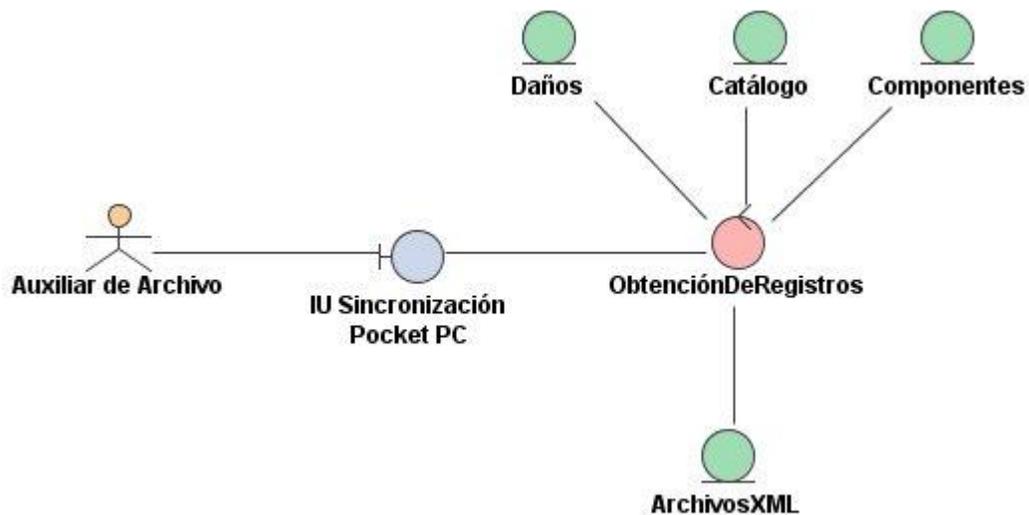


La clase de entidad *Daños* desciende directamente de la clase de entidad del dominio *Orden de trabajo*. Para este caso de uso en particular, contiene la información de las órdenes de trabajo asignadas y almacena los datos recogidos en campo a petición del usuario.

La clase de control *ValidaciónDeDatos* se encarga de verificar la validez de los datos ingresados por el funcionario en campo. Por último, la clase de interfaz *IU Gestión OT* es la encargada de mostrar y permitir el ingreso de la información de una orden de trabajo específica.

**Paquete de análisis Gestión de generación de archivos.** Para el caso de uso *Generar archivos de datos para PC*, se puede observar la participación de cuatro clases de entidad, una clase de interfaz y una clase de control.

**Figura 31. Diagrama de colaboración del caso de uso Generar archivos de datos para PC**



Las clases de entidad *Catálogo* y *Componentes* descienden directamente de las clases de entidad del dominio *Catálogo de materiales* y *Componentes de red*, respectivamente. Para este caso de uso en particular, la clase *Catálogo* almacena la información de los materiales utilizados en la ejecución de cualquier orden de trabajo; la clase *Componentes* contiene la información de las novedades y los accesorios creados en campo; y la clase *ArchivosXML* representa los archivos de datos que serán creados durante la realización de este caso de uso.

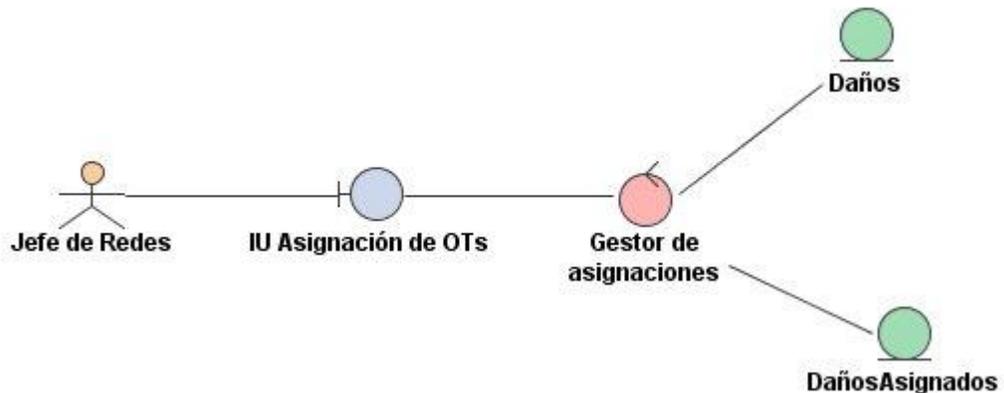
La clase de control *ObtenciónDeRegistros* se encarga de la recopilación de los datos que se encuentran en las clases de entidad *Daños*, *Catálogo* y *Componentes* necesarios para la creación de los archivos de datos; esta información es guardada en una instancia cualquiera de la clase *ArchivosXML*. Por último, la clase de interfaz *IU Sincronización*

*Pocket PC* es la encargada de mostrar las opciones de generación de archivos soportadas por la aplicación.

**8.2.2.2 Paquetes de análisis de la aplicación del PC.** Para el análisis de casos de uso en esta aplicación se han seleccionado dos de ellos: *Asignar OTs*, perteneciente al paquete *Gestión de información de daños*, y *Generar archivos de OTs*, que hace parte del paquete *Gestión de generación de archivos*. En los dos casos, se utilizan diagramas de colaboración para ver las clases participantes y las relaciones entre ellos.

**Paquete de análisis Gestión de información de daños.** Para el caso de uso *Asignar OTs*, se puede observar la participación de dos clases de entidad, una clase de interfaz y una clase de control.

**Figura 32. Diagrama de colaboración del caso de uso Asignar OT**



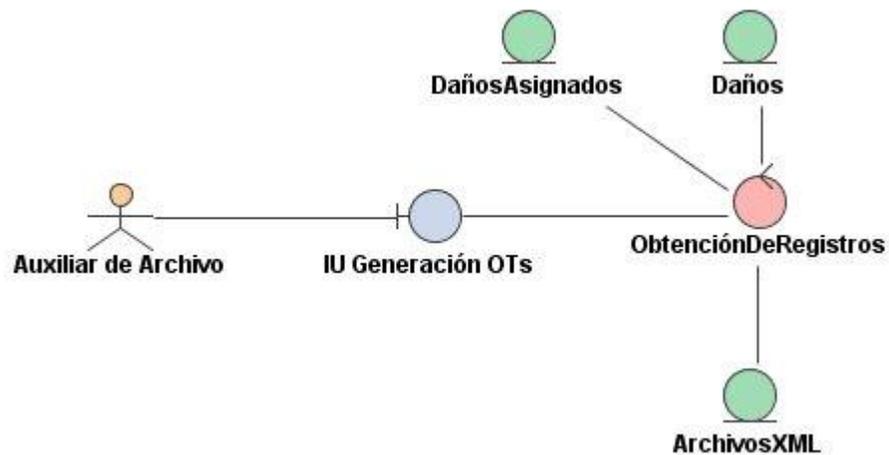
Para este caso de uso en particular, la clase *Daños* contiene la información de las órdenes de trabajo disponibles<sup>65</sup> y almacena el cambio de estado de cada orden de trabajo asignada; la clase *DañosAsignados* guarda la información de las asignaciones de las órdenes de trabajo.

<sup>65</sup> Se entiende por orden de trabajo disponible aquella que no ha sido asignada a ningún dispositivo y que no ha sido atendida.

La clase de control *Gestor de Asignaciones* se encarga de mostrar la información de las órdenes de trabajo disponibles y guarda las asignaciones de las órdenes en las clases de entidad respectivas. Por último, la clase de interfaz *IU Asignación de OTs* es la encargada de mostrar la asignación automática hecha por la aplicación cada vez que hay órdenes de trabajo disponibles y permite el cambio de esta asignación a voluntad del usuario activo.

**Paquete de análisis Gestión de generación de archivos.** Para el caso de uso *Generar archivos de OTs*, se puede observar la participación de tres clases de entidad, una clase de interfaz y una clase de control.

**Figura 33. Diagrama de colaboración del caso de uso Generar archivos de OTs**



Para este caso de uso en particular, la clase *Daños* contiene la información de las órdenes de trabajo disponibles; la clase *DañosAsignados* guarda la información de las asignaciones de las órdenes de trabajo; y la clase *ArchivosXML* representa los archivos de datos que serán creados durante la realización de este caso de uso.

La clase de control *ObtenciónDeRegistros* se encarga de la recopilación de los datos que se encuentran en las clases de entidad *Daños* y *DañosAsignados* necesarios para la creación de los archivos de datos; esta información es guardada en una instancia

cualquiera de la clase *ArchivosXML*. Por último, la clase de interfaz *IU Generación OTs* es la encargada de mostrar la información de los archivos generados con anterioridad y los que resultan de la ejecución de la instancia actual.

### **8.3 DISEÑO**

En el diseño se modela el sistema y se encuentra su forma adecuada para que soporte todos los requisitos identificados. Una entrada esencial en el diseño es el resultado del flujo de trabajo del análisis, es decir, el modelo del análisis. El modelo del análisis proporciona una comprensión detallada de los requisitos, e impone una estructura de sistema que debe ser conservada cuando el sistema empiece a tomar su forma definitiva.

Entre los propósitos del diseño están la comprensión de los aspectos relacionados con los requisitos no funcionales y restricciones relacionadas con los lenguajes de programación, componentes reutilizables y sistemas operativos; la creación de un punto de partida para las actividades de implementación subsiguientes y la descomposición de estas actividades en tareas más manejables. Esto contribuye a la creación de una arquitectura estable y sólida.

En la fase de elaboración se diseña un pequeño porcentaje del total de los casos de uso identificados, desde el punto de vista de la arquitectura. Durante el diseño, los subsistemas son críticos para definir las vistas de la arquitectura. A partir de las clases del análisis, se puede obtener un diseño de las interfaces y de la base de datos. El diseño de las interfaces del sistema se obtiene a través del refinamiento de las clases de interfaz, y el de las bases de datos, a partir de las clases de entidad.

**8.3.1 Diseño de la arquitectura.** Para el diseño de la arquitectura del sistema se establecieron tres capas:

- Capa de presentación. Asociada con la interfaz del usuario.

- Capa de lógica o aplicación. Capa que se encuentra en todos los clientes del sistema.
- Capa de datos: donde residen los datos del sistema, se encuentra en los servidores (de datos y PDA) y en el cliente PDA.

**8.3.1.1 Nodos y configuraciones de red.** La aplicación está desarrollada para dos ambientes bien diferenciados. Los servidores y los clientes generales se ejecutan la plataforma Microsoft Windows XP y utilizan el protocolo de red TCP/IP, mientras que el cliente PDA se ejecuta en la plataforma Pocket PC 2002 y su comunicación con el servidor de PDAs se realiza mediante sincronización USB a través del puerto COM. Para entablar esta comunicación entre los dos ambientes se hace necesaria la utilización de la librería *rapi.dll* que se instala al momento de descargar el software de sincronización Microsoft ActiveSync al PC. Los requerimientos de hardware y software de los nodos se describen a continuación.

**Tabla 29. Requerimientos hardware y software de los nodos**

Nodo	Requerimientos
Nodo servidor de datos	Procesador Pentium III de 800 Mhz o superior Memoria RAM de 256 Mb o más Disco duro de 20 Gb o más Tarjeta de red Microsoft Windows 2000 o superior
Nodo servidor PDAs	Procesador Pentium III de 800 Mhz o superior Memoria RAM de 256 Mb Disco duro de 10 Gb o más Tarjeta de red Puertos USB frontales o posteriores Microsoft Windows XP Microsoft ActiveSync 3.5 o superior
Nodo cliente general	Procesador Pentium III de 800 Mhz o superior Memoria RAM de 256 Mb Disco duro de 10 Gb o más Tarjeta de red Microsoft Windows XP
Nodo cliente PDA	Procesador de 206 MHz o superior 32Mb Flash ROM, 64Mb RAM o superior Resolución de 240 x 320 o superior Conectividad USB Sistema operativo Pocket PC 2002

Todos los PCs que hagan parte de la aplicación deben estar configurados para acceder a una red de área local (LAN). El servidor de PDAs y el cliente PDA deben comunicarse a través de un cable de sincronización USB.

**8.3.1.2 Subsistemas.** Los subsistemas son un medio para organizar el modelo de diseño en piezas manejables, ayudan a dividir el trabajo de diseño y posteriormente el de implementación.

Los subsistemas se identifican a partir de los paquetes del análisis. Hasta este momento, de cada una de las aplicaciones que compone el sistema se han obtenido 4 paquetes. Cada uno de estos paquetes se convertirá en un subsistema de diseño, identificado con el mismo nombre dado al paquete de análisis.

A continuación se presentan los subsistemas de diseño de las aplicaciones del PC y del dispositivo identificados hasta este momento.

**Figura 34. Subsistemas de la aplicación del dispositivo**



**Tabla 30. Descripción de los subsistemas de la aplicación del dispositivo**

Subsistema	Descripción
Gestión de planos	Se encarga del manejo de las operaciones con los planos, tales como la navegación y la visualización de información de los elementos que los conforman.
Gestión de generación de archivos	Permite la generación de los diferentes archivos de datos que serán enviados al PC una vez se tenga información de todas las órdenes de trabajo asignadas y novedades en los accesorios de la red.
Gestión de información de componentes de red	Administra todas las funciones de visualización de los componentes de red. Define las funcionalidades para la creación de novedades de accesorios, la creación de nuevos accesorios en campo y la búsqueda de accesorios.
Gestión de información de daños	Contiene toda la lógica necesaria para el manejo de la información de los daños.

**Figura 35. Subsistemas de la aplicación del PC**

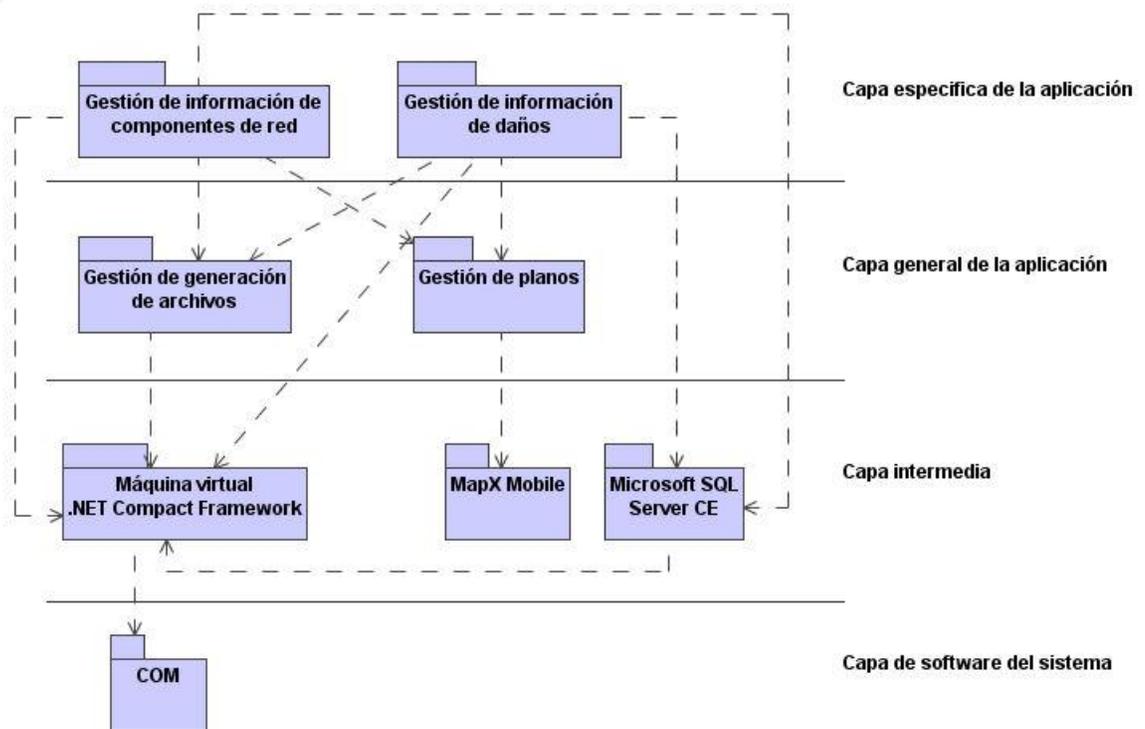


**Tabla 31. Descripción de los subsistemas de la aplicación del PC**

Subsistema	Descripción
Gestión de sincronización de archivos	Se encarga del manejo de las operaciones de identificación de dispositivos e intercambio de archivos entre el PC y el dispositivo móvil.
Gestión de generación de archivos	Permite la generación de los diferentes archivos de datos que serán enviados al dispositivo una vez se tenga información de la asignación de las órdenes de trabajo asignadas.
Gestión administrativa	Permite la actualización de la información de los usuarios activos y de los dispositivos registrados.
Gestión de información de daños	Contiene toda la lógica necesaria para el manejo de la información de los daños. Es el encargado de la actualización de la base de datos cuando se han descargado los datos desde el dispositivo móvil.

Además de las capas específica y general de la aplicación, existen otras dos capas fundamentales para el funcionamiento del sistema; estas son la capa intermedia y la capa de software del sistema. Estas constituyen los cimientos del sistema, pues es allí donde se encuentran los sistemas operativos, los sistemas de gestión de bases de datos y los programas de comunicaciones que soportan las funcionalidades de la aplicación. A continuación se muestra la distribución de componentes a lo largo de estas capas para la aplicación del dispositivo.

**Figura 36. Capas de la arquitectura de la aplicación del dispositivo**

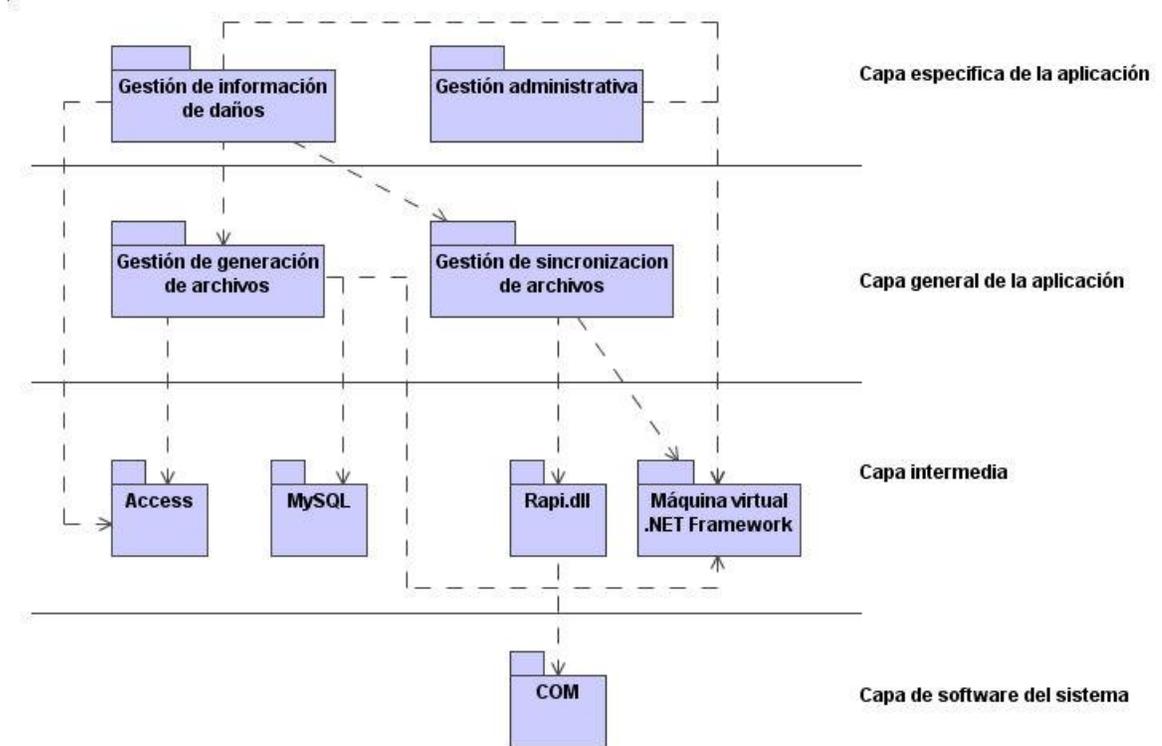


Cada uno de los componentes de la capa general de la aplicación utiliza los componentes de la capa intermedia para su funcionamiento. Los componentes de la capa intermedia ofrecen las funciones necesarias para que la aplicación tenga un buen funcionamiento. En esta capa se encuentran las librerías que soportan la visualización de los planos, el almacenamiento y consulta de datos en la base de datos y el conjunto de comandos que

soportan la lógica completa del programa, contenidas en la Máquina virtual .NET Compact Framework.

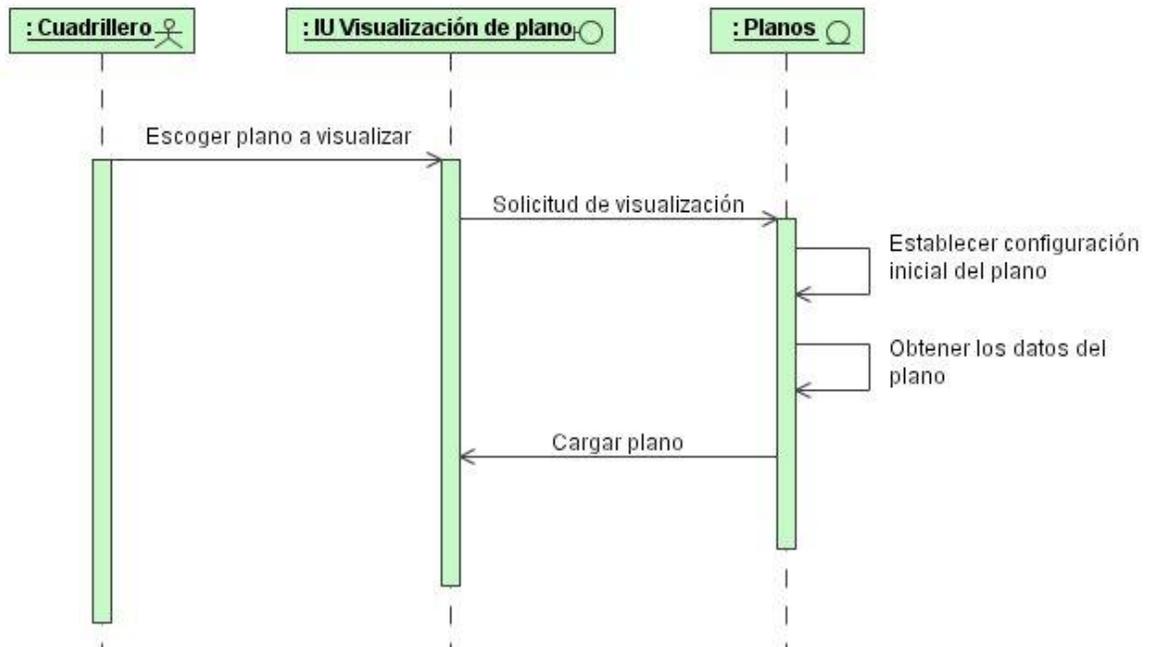
A continuación se muestra el diagrama de distribución de componentes a lo largo de la arquitectura para la aplicación del PC.

**Figura 37. Capas de la arquitectura para la aplicación del PC**



**8.3.2 Diseño de los casos de uso.** Al diseñar un caso de uso, se identifican las clases del diseño y/o los subsistemas que interviene en su realización. Para ilustrar un poco el proceso que se llevó a cabo en el diseño de un caso de uso, se muestra uno de los artefactos resultantes de esta actividad en los siguientes diagramas.

Figura 38. Diagrama de secuencia del caso de uso Visualizar planos



Cuando tenemos un esquema de las clases de diseño necesarias para realizar el caso de uso, se debe describir como interactúan. Para esto se utilizan los diagramas de secuencia. Para crear un diagrama de secuencia, debemos comenzar por el principio del flujo del caso de uso, y después seguir ese flujo paso a paso, decidiendo que objetos de diseño y que actores interactúan para la ejecución del caso de uso.

El caso de uso *Visualizar plano* empieza con la invocación por parte del usuario *Cuadrillero*, quien solicita a la aplicación del dispositivo la visualización del dispositivo a través de la clase de interfaz *IU Visualización de plano*, que a su vez interactúa con la clase de entidad *Planos* para la realización del caso de uso. Este objeto del diseño se comunica con la librería externa encargada del manejo de los planos, pero establece las condiciones iniciales de visualización (como acercamiento, elementos a mostrar y otros); después de que la interacción con la librería externa ha terminado, la clase retorna a la interfaz el plano solicitado con las condiciones establecidas de antemano.

**8.3.3 Diseño de una clase.** El propósito de diseñar una clase es crear una clase de diseño que cumpla su papel en las realizaciones de los casos de uso, definiendo aspectos como sus operaciones y los atributos que la conforman. En esta etapa se identifican las operaciones y los atributos que las clases de diseño van a necesitar, describiéndolos con la sintaxis de los lenguajes de programación.

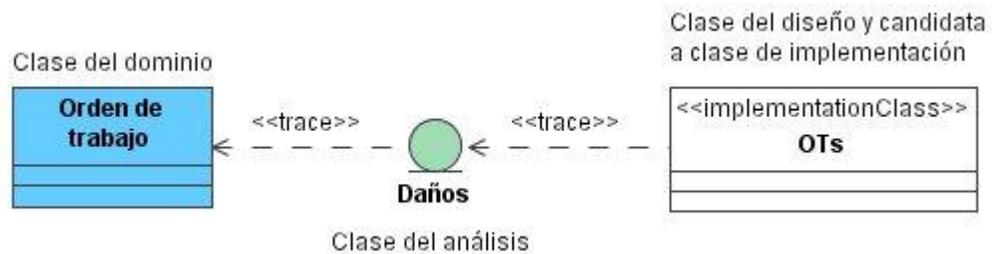
Cada una de las clases del diseño colabora en la realización de un caso de uso. Para tener una idea más cercana del resultado del diseño de algunas de estas clases, a continuación se muestran dos clases de diseño definidas para el sistema, una por cada aplicación.

**Figura 39. Una clase de diseño de la aplicación del dispositivo**



Como se observa en la figura, la clase está definida en términos de atributos y operaciones. Esta clase representa la clase de entidad *Daños* definida en actividades anteriores del desarrollo. En la fase de inicio, esta clase fue definida como una clase de entidad, y ahora es detallada casi en su totalidad, pues muy seguramente esta va a ser utilizada en las posteriores actividades de implementación. La figura representa la “*evolución*” que ha tenido la clase mostrada en la figura anterior, desde el inicio hasta este momento.

**Figura 40. Evolución de la clase de implementación OTs <sup>66</sup>**



La siguiente tabla presenta una pequeña descripción de lo que hace cada operación de la clase.

**Tabla 32. Descripción de las operaciones de la clase OTs**

Nombre	Parámetros de entrada	Salida	Descripción
ActualizarOrdenTrabajo	CodigoOT		Actualiza la OT especificada por el parámetro CodigoOT.
BorrarOrdenTrabajo	CodigoOT		Elimina la OT especificada por el parámetro CodigoOT.
ConsultarOrdenTrabajo	CodigoOT	Variable tipo OTs	Consulta los datos de la OT especificada por el parámetro de entrada CodigoOT, y devuelve una variable tipo OTs con la información correspondiente.
ConsultaOrdenTrabajo		Matriz de variables tipo OTs	Sobrecargada. Consulta los datos de todas las OTs registradas en la base de datos, y devuelve una matriz de variables tipo OTs.

<sup>66</sup> La palabra <<trace>> (Traza) representa una relación histórica o de proceso entre dos elementos que representan el mismo concepto.

CrearOrdenTrabajo	CodigoOT	Variable tipo Integer	Crea una OT con el código especificado por el parámetro de entrada CodigoOT, y devuelve un valor que indica si la operación fue ejecutada con éxito y que colabora en el control de errores.
Existe	CodigoOT	Variable tipo Short	Verifica si la OT con el código especificado por el parámetro de entrada CodigoOT existe en la base de datos. Devuelve un valor que indica si la OT existe o no existe, y en caso de error, devuelve el código del mismo.

A continuación se presenta una clase de diseño de la aplicación del PC, y una descripción de las operaciones que implementa.

**Figura 41. Una clase de diseño de la aplicación del PC**

ArchivoXML
-Nombre : String -Descripcion : String -NumeroRegistros : Short = 0 -Ruta : String -Asignacion : String -FechaCreacion : Date
+Borrar(entrada NombreArchivo : String) +Combinar(entrada ArchivoViejo : String, entrada ArchivoNuevo : String) +Combinar(entrada ArchivosXML() : ArchivoXML, entrada RutaArchivoNuevo : String) +ConvertirHTML(entrada NombreArchivoXML : String, entrada NombreArchivoHTML : String) +Crear(entrada Ruta : String, entrada ds : DataSet) +Enviar(entrada ArchivoLocal : String, entrada ArchivoRemoto : String) +Existe(entrada NombreArchivo : String, entrada BuscarEnDispositivo : Boolean) : Boolean +ListarArchivosDispositivo(entrada DirectorioApp : String, entrada NombreDispositivo : String) : Object +ListarArchivosDispositivo(entrada DirectorioPPC : String) : Object +Listar(entrada Directorio : String) : Object +Recibir(entrada ArchivoLocal : Object, entrada ArchivoRemoto : Object)

**Tabla 33. Descripción de las operaciones de la clase ArchivoXML**

Nombre	Parámetros de entrada	Salida	Descripción
Borrar	NombreArchivo		Borra el archivo especificado por el parámetro de entrada NombreArchivo.
Combinar	ArchivoViejo ArchivoNuevo		Combina los archivos especificados por los parámetros de entrada ArchivoViejo y ArchivoNuevo en el archivo especificado por el parámetro ArchivoViejo.
Combinar	ArchivosXML() RutaArchivoNuevo		Sobrecargada. Combina los archivos especificados por el parámetro de entrada ArchivosXML, que contiene los nombres de los archivos que van a ser combinados en el archivo especificado por el parámetro de entrada RutaArchivoNuevo.

ConvertirHTML	NombreArchivoXML NombreArchivoHTML	Convierte el archivo XML especificado en el parámetro de entrada NombreArchivoXML en el archivo HTML especificado por el parámetro de entrada NombreArchivoHTML.	
Crear	Ruta Ds	Crea un archivo XML con el nombre especificado por el parámetro de entrada Ruta con el conjunto de datos especificado por el parámetro de entrada ds.	
Enviar	ArchivoLocal ArchivoRemoto	Envía el archivo especificado por el parámetro de entrada ArchivoLocal ubicado en el PC y crea el archivo en el dispositivo especificado el parámetro de entrada ArchivoRemoto. Si el archivo ya existe, se solicita permiso al usuario para la operación de sobrescritura.	
Existe	NombreArchivo BuscarEnDispositivo	Variable tipo Boolean	Verifica si el archivo especificado en el parámetro de entrada NombreArchivo existe. Si el parámetro de entrada BuscarEnDispositivo contiene un valor True, el archivo es buscado en el dispositivo conectado. Devuelve un valor boolean que indica si el archivo existe o no existe.
ListarArchivosDispositivo	DirectorioApp NombreDispositivo	Variable tipo Object	Devuelve los archivos encontrados del dispositivo especificado por el parámetro de entrada NombreDispositivo en la carpeta de la aplicación.
ListarArchivosDispositivo	DirectorioPPC	Variable tipo Object	Sobrecargada. Devuelve los archivos encontrados en el directorio especificado por el parámetro de entrada DirectorioPPC del dispositivo conectado.
Listar	Directorio	Variable tipo Object	Devuelve los archivos encontrados en el directorio especificado por el parámetro de entrada Directorio.
Recibir	ArchivoLocal ArchivoRemoto	Recibe el archivo especificado por el parámetro de entrada ArchivoRemoto ubicado en el dispositivo conectado y crea el archivo en el PC especificado en el parámetro de entrada ArchivoLocal.	

Todas las operaciones y atributos especificados en las dos clases de diseño expuestas fueron elaboradas teniendo en cuenta el lenguaje de desarrollo escogido para la implementación. Esto será útil para las posteriores actividades de implementación.

**8.3.4 Diseño de las bases de datos.** Como se ha mencionado antes, las aplicaciones móviles buscan la integración con el software actual de la empresa y este proyecto no es la excepción. El Acueducto de Bucaramanga cuenta con una base de datos para el registro de los daños; esta base de datos está montada en dos gestores de datos

diferentes: Mysql y Access. En Mysql encontramos la información correspondiente a los suscriptores de la empresa, mientras que en Access se encuentra la información específica de los daños.

El diseño de las bases de datos del PC fue basado en la estructura de datos ya existente. Se añadieron y modificaron algunos campos y tablas para lograr la integración con la aplicación del dispositivo. Para el diseño de la base de datos del dispositivo móvil, se debió tener en cuenta el diseño de la base de datos del PC, ya que se debe existir correspondencia en los tipos y tamaños de los campos de las tablas de los dos conjuntos de datos.

Las clases de entidad tienen una estrecha relación de correspondencia frente a las entidades del modelo entidad – relación. Por ejemplo, la clase entidad *OTs* corresponde a la entidad *Daños* del diagrama entidad – relación. En la clase de entidad *OTs* sólo se tienen en cuenta los atributos que son significativos para el proyecto, mientras que la entidad *Daños* contiene atributos de importancia para la aplicación de daños existente en la empresa.

Las clases de entidad *Planos* y *ArchivosXML* no forman parte del diagrama entidad – relación. Aunque almacenan información importante, no fueron incluidas como tablas en la base de datos, pues la primera representa a los archivos de planos y la segunda a los que sirven como elementos de intercambio de información entre las dos plataformas. En vez de existir una tabla por cada una de estas entidades, existe un espacio en el servidor de PDAs.

La siguiente tabla muestra la estructura de datos de la base de datos proporcionada por la empresa de acueducto inicialmente.

**Tabla 34. Estructura inicial de la base de de datos**

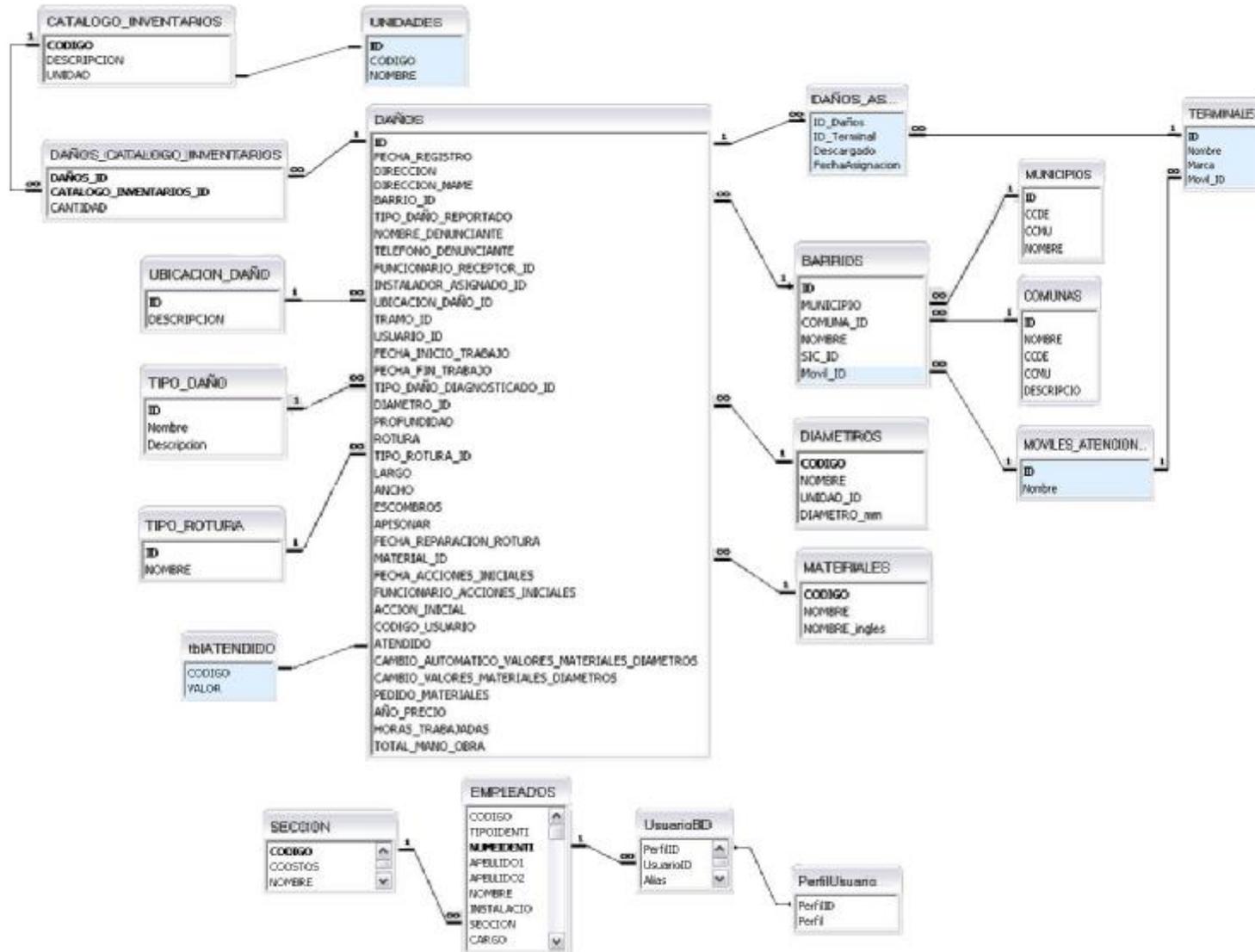
Tabla	Descripción	Gestor
BARRIOS	Todos los barrios de los municipios a los que llega el servicio.	Access
CATALOGO_INVENTARIOS	Inventario de los materiales disponibles en la empresa.	Access
Cliereal	Información de los suscriptores del acueducto.	MySQL
COMUNAS	Todas las comunas del area metropolitana.	Access
Coordenadas	Información georreferenciada de los suscriptores del acueducto.	MySQL
DAÑOS	Tabla donde se almacena la información relacionada con un daño y su reparación.	Access
DAÑOS_CATALOGO_INVENTARIOS	Listado de los materiales utilizados para la reparación de un daño.	Access
DIAMETROS	Valores en pulgadas de los diámetros de las tuberías de la red.	Access
DISTRITOS	Districtos de presión. Agrupación realizada por el acueducto para seguir el flujo del agua según la cobertura de los tanques existentes.	Access
EMPLEADOS	Información de los empleados de la empresa.	Access
ESTRATOS	Estratos socioeconómicos en los que esta clasificada la población.	Access
MATERIALES	Posibles materiales de los cuales está fabricada la tubería.	Access
MUNICIPIOS	Municipios a los que se les presta servicio.	Access
PERFILUSUARIOBD	Perfiles de usuario del sistema.	Access
PRECIO_MANO_OBRA	Valor de la hora de trabajo del personal de daños.	Access
SECCION	División de secciones de la compañía	Access
tblATENDIDO	Estado en los que se puede encontrar un daño desde su reporte hasta su atención y reparación.	Access
TIPO_DAÑO	Posibles tipos de daño presentados.	Access
TIPO_ROTURA	Tipos de materiales que se rompen para la reparación de daños.	Access
UBICACIÓN_DAÑO	Lugares en los cuales se puede presentar un daño (red, instalación interna, acometida, cajilla).	Access
USOS	Tipos de uso que se le pueden dar a un predio.	Access
USUARIO_BD	Lista de los usuarios de la aplicación.	Access

La siguiente tabla describe las tablas agregadas a la estructura de la base de datos que aparece en el cuadro anterior, y que harán parte de la base de datos de la aplicación del PC.

**Tabla 35. Descripción de las tablas agregadas a la estructura inicial**

Tabla	Descripción	Gestor
DAÑOS_ASIGNADOS	Tabla que contiene la información acerca de la asignación de un daño a un dispositivo móvil.	Access
MOVILES_ATENCION_DAÑOS	Zonas de cobertura de atención de daños del área en el que presta servicio el acueducto.	Access
TERMINALES	Dispositivos móviles con los que cuenta la empresa para la atención de daños.	Access
UNIDADES	Valores posibles de unidades de medición.	Access

Figura 42. Diagrama entidad – relación de la base de datos de la aplicación del PC



Las modificaciones hechas a la base de datos inicial son resaltadas con el color azul celeste en la figura anterior. La tabla BARRIOS fue modificada para anexar el campo Movil\_ID, que corresponde a una llave foránea que relaciona cada barrio con una zona de cobertura de atención de daños establecida en este proyecto, con el fin de lograr facilitar el proceso de asignación automática de órdenes.

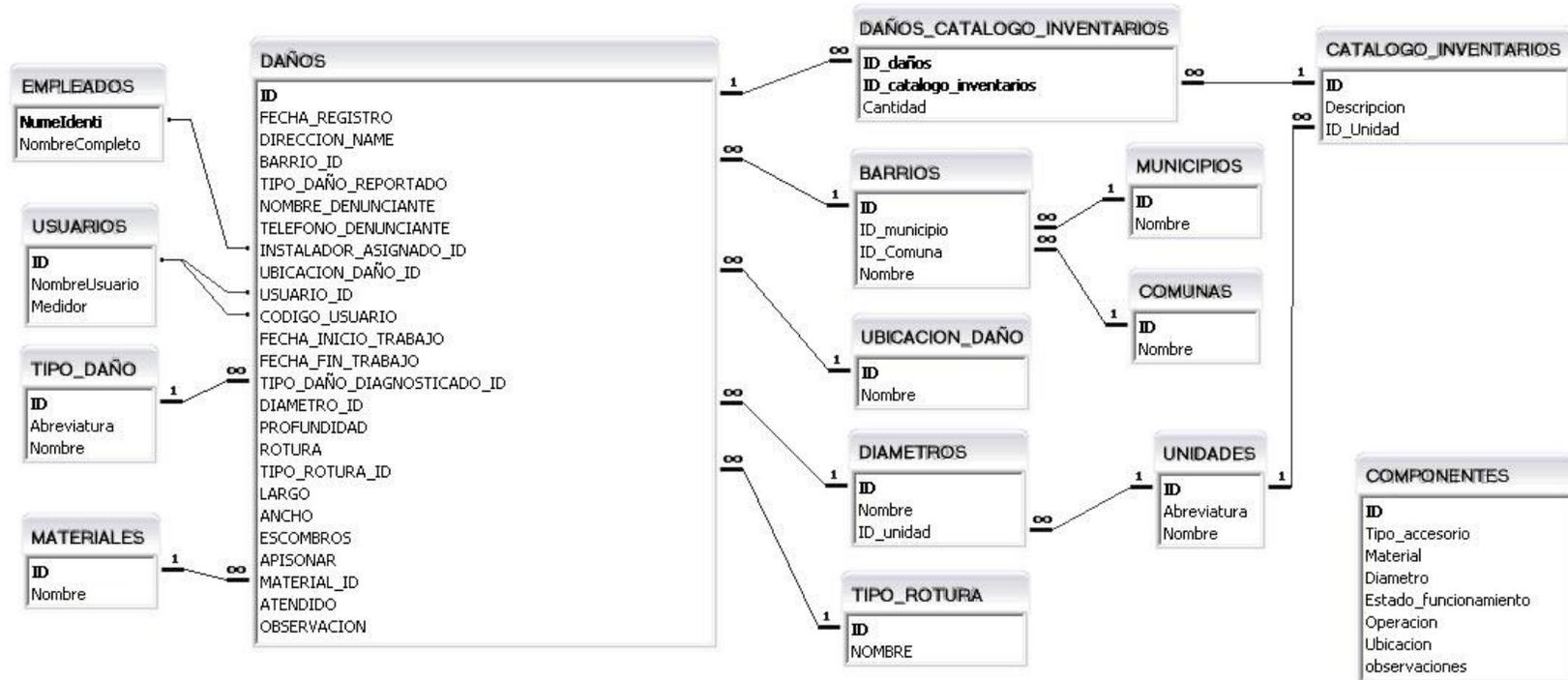
La siguiente tabla describe el diseño de la base de datos del dispositivo. A primera vista, las tablas utilizadas son las mismas de la base de datos del PC, pero debido a la limitante de almacenamiento, solo aparecen las tablas que tienen un valor significativo. Se utiliza el mínimo de campos necesarios para cada una de ellas.

**Tabla 36. Descripción de la base de datos del dispositivo**

Tabla	Descripción	Gestor
BARRIOS	Todos los barrios de los municipios a los que llega el servicio.	SQLServerCE
CATALOGO_INVENTARIOS	Inventario de los materiales disponibles para la reparación de daños.	SQLServerCE
COMUNAS	Todas las comunas del área metropolitana.	SQLServerCE
DAÑOS	Tabla donde se almacena la información relacionada con un daño y su reparación.	SQLServerCE
DAÑOS_CATALOGO_INVENTARIOS	Listado de los materiales utilizados para la reparación de un daño.	SQLServerCE
DIAMETROS	Valores en pulgadas de los diámetros de las tuberías de la red.	SQLServerCE
EMPLEADOS	Información de los empleados de la empresa.	SQLServerCE
MATERIALES	Posibles materiales de los cuales está fabricada la tubería.	SQLServerCE
MUNICIPIOS	Municipios a los que se les presta el servicio.	SQLServerCE
TIPO_DAÑO	Posibles tipos de daño presentados.	SQLServerCE
UBICACION	Lugares en los cuales se puede hacer una rotura para la reparación de un daño (Vía, andén, zona verde).	SQLServerCE
UBICACIÓN_DAÑO	Lugares en los cuales se puede presentar un daño (red, instalación interna, acometida, cajilla).	SQLServerCE
USUARIOS	Información de los suscriptores que están relacionados con los daños asignados al dispositivo.	SQLServerCE
COMPONENTES	Almacena las novedades de los accesorios de la red.	SQLServerCE

Algo importante es que los datos de la base de datos del dispositivo son filtrados. Por ejemplo, en el caso del inventario de materiales, solo se almacenan aquellos que realmente se utilizan en la reparación de un daño y no todos los que maneja la empresa.

Figura 43. Diagrama entidad – relación de la aplicación del dispositivo



La tabla COMPONENTES es utilizada para llevar el registro de las novedades encontradas de los diferentes accesorios de la red. No presenta relaciones debido a los problemas de conectividad y procesamiento que acarrea la utilización de una herramienta de programación poco robusta para el desarrollo del visor de planos.

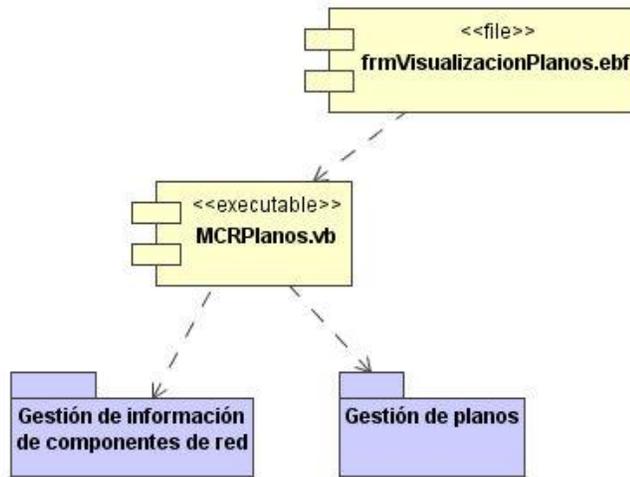
## **8.4 IMPLEMENTACION**

Este flujo de trabajo implementa y prueba los componentes arquitectónicamente significativos a partir de los elementos del diseño obtenidos. El resultado es la línea base de la arquitectura, implementada a partir de menos del 10 por ciento de los casos de uso. En la implementación empezamos con el resultado del diseño e implementamos el sistema en términos de componentes, es decir, archivos de código fuente, archivos de código binario, ejecutables y similares.

**8.4.1 Implementación de la arquitectura.** El propósito de la implementación de la arquitectura es esbozar el modelo de implementación y su arquitectura mediante la identificación de componentes significativos arquitectónicamente, tales como componentes ejecutables.

Debido a la importancia que tiene el subsistema de diseño *Gestión de planos* en la funcionalidad del sistema, y especialmente en la aplicación del dispositivo, se decidió que este debía ser el primero a implementar. Este componente debe ser implementado con el lenguaje de programación eMbedded Visual Basic 3.0 por restricciones de sintaxis de la librería que soporta la visualización de los planos. Por este motivo, el componente ejecutable de este subsistema debió ser implementado en un solo archivo, pues este lenguaje de desarrollo no soporta programación orientada a objetos.

**Figura 44. Implementación del subsistema de diseño Gestión de planos**



Este componente se ejecuta en el cliente PDA, y satisface los requisitos funcionales que definen los casos de uso contenidos en los paquetes de análisis representados por estos subsistemas de diseño. Gracias a la creación de este componente, dos de los subsistemas de diseño de la aplicación del dispositivo móvil han sido implementados, lo que permite verificar el progreso en la construcción de la primera línea ejecutable de la arquitectura.

Otro de los subsistemas de diseño que fue trabajado en este flujo es el llamado *Gestión de sincronización de archivos* de la aplicación del PC. Considerando la importancia de este requisito, una buena parte del esfuerzo de la implementación en esta fase del desarrollo fue dedicado a este subsistema. Antes de terminar la presente iteración, ya se habían implementado los componentes que permiten la identificación del dispositivo conectado y el intercambio de archivos entre el PC y el dispositivo en ambas direcciones; debido a que el subsistema no fue implementado en su totalidad, no se presentan figuras que representen esta situación.

## CAPITULO 9

### EVALUACION DE LA FASE DE ELABORACION

El producto más importante obtenido durante la fase de elaboración es la línea base de una arquitectura estable, sobre la cual se guía el trabajo de la fase de construcción y posiblemente el de las posteriores versiones del sistema. Esta arquitectura debe permitir el crecimiento y la adaptación a los posibles cambios que sufra el entorno.

Para haber logrado esto, se han recopilado la mayoría de casos de uso; sólo se analizaron aquellos que tienen un impacto sobre la arquitectura y que permiten dar claridad para la interacción entre los clientes y desarrolladores.

#### 9.1 ESTRUCTURA DEL MODELO DE CASOS DE USO

En la evaluación de la fase de inicio se presentó una plantilla para la evaluación y seguimiento de los casos de uso en las siguientes fases del proyecto. Basados en esa tabla, se presentan a continuación los casos de uso que han sido identificados hasta el momento. Es importante aclarar nuevamente que no todos los casos de uso necesitan de un análisis exhaustivo para su total comprensión.

**Tabla 37. Casos de uso identificados durante la fase de elaboración**

Caso de Uso	Identificado	Descrito	Analizado	Diseñado o Implementado	¿Se comprende totalmente?
<b>PC</b>					
Ingresar	Inicio	Inicio	Inicio		SI
Asignar OTs	Inicio	Inicio	Elaboración		SI
Generar archivo de OTs	Inicio	Inicio	Inicio		SI
Enviar archivos al Pocket PC	Inicio	Inicio	Inicio	Elaboración	SI
Recibir archivos desde el Pocket PC	Inicio	Inicio			SI
Actualizar información recibida	Inicio	Elaboración			SI
Consultar OTs	Elaboración	Elaboración			SI

Agregar nuevo dispositivo	Elaboración	Elaboración			SI
Agregar nuevo usuario	Elaboración	Elaboración			SI
<b>Pocket PC</b>					
Ver ruta de daños	Inicio	Inicio			SI
Diligenciar OT	Inicio	Inicio	Inicio		SI
Asignar materiales a la OT	Inicio	Inicio			SI
Visualizar planos	Inicio	Elaboración	Elaboración	Elaboración	SI
Ver información de componentes en los planos	Inicio	Inicio	Elaboración	Elaboración	SI
Generar archivos de datos para PC	Inicio	Inicio			SI
Crear Nueva OT	Elaboración	Elaboración			SI
Visualizar componentes de red	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración	SI
Crear novedad	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración	SI
Crear nuevo componente	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración	NO
Buscar componente	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración	NO

En la tabla también se puede observar la fase en la que se alcanzó cada uno de los estados del caso de uso y si ya se ha comprendido; también se observa que han sido agrupados según la aplicación en la cual se ejecutan.

## 9.2 VISTA DE LA ARQUITECTURA

Para la vista de la arquitectura desarrollada en esta fase se recopilamos, analizamos, diseñamos e implementamos los requisitos relevantes desde el punto de vista arquitectónico, con la finalidad de dar estabilidad a la arquitectura candidata de la fase de inicio.

Durante esta fase se culminó el análisis de las mayoría de casos de uso significativos identificados en la primera fase, se identificaron nuevos caso de uso que surgen del conocimiento de los ya descritos y de nuevos aportes. Gracias a este análisis se obtuvieron las clases de entidad, control e interfaz, que en los siguientes flujos de trabajo sirven para el diseño de los primeros prototipos de interfaz de usuario.

Durante el flujo de análisis, se agruparon los paquetes de análisis a partir de los casos de uso. Estos paquetes muestran una vista de la arquitectura que colabora como punto de

partida para la descripción del modelo de diseño, donde se incluyen los subsistemas y los diagramas de despliegue útiles para identificar las funcionalidades del sistema en cada uno de sus nodos.

Se implementaron los componentes arquitectónicamente significativos tanto para el dispositivo como para el PC. En el dispositivo, se dedicó gran parte del esfuerzo de esta fase a la visualización de los planos, por ser este uno de los casos de uso con mayor nivel de criticidad. Estas vistas arquitectónicas se han ido presentando a lo largo del capítulo anterior.

**Tabla 38. Vista de la arquitectura de la fase de elaboración**

Flujo	Sección	Vista
Captura de requisitos	Actores	Tabla 25. Descripción del actor administrador
	Casos de uso	Figura 25. Modelo de casos de uso del actor Jefe de redes Figura 26. Modelo de casos de uso del actor Cuadrillero Figura 27. Modelo de casos de uso del actor Administrador Tabla 26. Descripción del modelo de casos de uso del actor Jefe de redes Tabla 27. Descripción del modelo de casos de uso del actor Cuadrillero Tabla 28. Descripción del modelo general de casos de uso del actor Administrador
Análisis	Análisis de la arquitectura	Figura 28. Paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo Figura 29. Paquetes de análisis de la aplicación del PC
	Análisis de casos de uso	Figura 30. Diagrama de colaboración del caso de uso Diligenciar OT Figura 31. Diagrama de colaboración del caso de uso Generar archivos de datos para PC Figura 32. Diagrama de colaboración del caso de uso Asignar OT Figura 33. Diagrama de colaboración del caso de uso Generar archivos de OTs
Diseño	Diseño de la arquitectura	Figura 34. Subsistemas de la aplicación del dispositivo Figura 35. Subsistemas de la aplicación del PC Figura 36. Capas de la arquitectura de la aplicación del dispositivo Figura 37. Capas de la arquitectura para la aplicación del PC Tabla 29. Requerimientos hardware y software de los nodos Tabla 30. Descripción de los subsistemas de la aplicación del dispositivo Tabla 31. Descripción de los subsistemas de la aplicación del PC
	Diseño de los casos de uso	Figura 38. Diagrama de secuencia del caso de uso Visualizar planos
	Diseño de una clase	Figura 39. Una clase de diseño de la aplicación del dispositivo Figura 40. Evolución de la clase de implementación OTs Figura 41. Una clase de diseño de la aplicación del PC Tabla 32. Descripción de las operaciones de la clase OTs Tabla 33. Descripción de las operaciones de la clase ArchivoXML
	Diseño de la	Figura 42. Diagrama entidad – relación de la base de datos de la

	base de datos	aplicación del PC Figura 43. Diagrama entidad – relación de la aplicación del dispositivo Tabla 34. Estructura inicial de la base de de datos Tabla 35. Descripción de las tablas agregadas a la estructura inicial Tabla 36. Descripción de la base de datos del dispositivo
Implementación	Implementación de la arquitectura	Figura 44. Implementación del subsistema de diseño Gestión de planos

El propósito primordial de esta fase es terminar el producto software en su versión operativa inicial. En este momento del desarrollo, la arquitectura es estable y se han detallado la mayor parte de los requisitos. Ahora el sistema está listo para la realización de pruebas y la integración final.

Los objetivos específicos de esta fase son:

- Realizar de todos los casos de uso.
- Mantener la integridad de la arquitectura.
- Crear el manual de usuario.

Aunque en este momento los requisitos y la arquitectura del sistema son estables, el propósito de esta fase es implementar aquellos requerimientos que se definieron en la fase anterior, y a medida que esta actividad ejecuta, identificar nuevas funcionalidades de acuerdo a las necesidades de los usuarios finales y los propios desarrolladores.

#### 10.1 HITOS Y ASIGNACIONES DE TIEMPO

La fase de construcción incluirá dos iteraciones. La primera de ellas está dirigida a la implementación de la aplicación del PC, donde se busca la integración con la base de datos existente en la organización y el intercambio de archivos con el dispositivo móvil; la segunda está orientada a la implementación de la aplicación del dispositivo, con la que se busca la manipulación de la base de datos (consulta y modificación) y la visualización de planos. El tiempo estimado para la terminación de esta fase es de 46 días. El desarrollo de la fase de construcción comprende todos los flujos de trabajo: requisitos, análisis, diseño, implementación y pruebas.

Los criterios que se establecen para dar por terminada esta fase se definen a continuación:

- ¿Se han identificado todos los requisitos, actores y casos de uso del sistema?
- ¿Se ha completado el estudio de todos los casos de uso encontrados?
- ¿Se realizaron las pruebas de unidad con resultados satisfactorios?
- ¿El sistema ha alcanzado su capacidad operativa inicial?

## **10.2 FLUJOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS A ENTREGAR**

Como se ha mencionado anteriormente, el principal producto a entregar es la versión operativa inicial del sistema MovilCred, además de un conjunto de modelos que describen las diferentes vistas de la arquitectura del sistema y la versión preliminar del manual de usuario.

Durante las fases de inicio y elaboración, se identificaron todos los actores del sistema y la gran mayoría de los casos de uso. Por otra parte, no se elaboró ningún prototipo de las interfaces de usuario, ya que esa actividad corresponde a la fase de construcción, aunque si se habían definido algunos lineamientos para la elaboración de las mismas. El diseño de las interfaces de usuario es parte del flujo de trabajo de requisitos, además de la identificación de nuevos casos de uso que no son trascendentales para la arquitectura, pero que son necesarios para satisfacer los requerimientos de los usuarios finales.

En los siguientes capítulos se presenta una breve explicación de las actividades realizadas en los flujos de requisitos, implementación y pruebas que acompañaron las iteraciones, haciendo énfasis en la iteración de implementación de la aplicación del dispositivo móvil, pero sin dejar de lado la otra iteración establecida. Los flujos de trabajo análisis y diseño han sido omitidos, debido a que se han explicado con anterioridad y el cambio que se presenta en estos modelos no es significativo.

En este momento, los requisitos y la arquitectura son estables. El énfasis se pone en completar las realizaciones de los casos de uso, diseñando los subsistemas y clases necesarios, implementándolos como componentes y probándolos tanto en forma individual como en construcciones. Se detallan los casos de uso restantes, se modifica la descripción de la arquitectura si es necesario, y se continúa con los flujos de trabajo a través de las iteraciones establecidas.

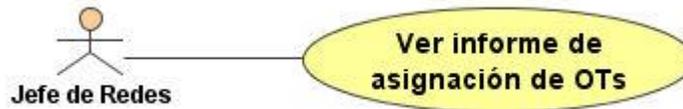
#### 11.1 CAPTURA DE REQUISITOS

Aún en esta fase, las actividades de identificación de actores y casos de uso ocupan una parte del esfuerzo total de implementación, al igual que el desarrollo de las interfaces de usuario.

**11.1.1 Casos de uso.** En este momento sólo resta identificar una pequeña fracción de los casos de uso. Por lo general, estos casos de uso no son arquitectónicamente significativos, pero son necesidades que los usuarios finales y el equipo de desarrollo del proyecto detectaron en las últimas actividades realizadas.

**11.1.1.1 Nuevos casos de uso en la aplicación del PC.** En esta aplicación se han identificado cuatro nuevos casos de uso, tres de ellos relacionados con la generación y consulta de informes, y el último con la generación de archivos para la actualización de la base de datos en el dispositivo. Estos casos de uso proporcionan nuevas funcionalidades a dos actores del sistema: *Jefe de redes* y *Auxiliar de archivo*.

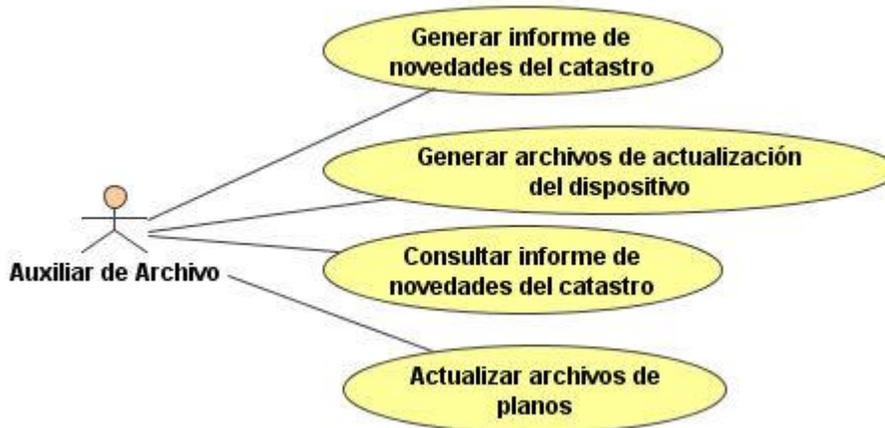
**Figura 45. Nuevo caso de uso para el actor Jefe de redes**



**Tabla 39. Descripción del nuevo caso de uso para el actor Jefe de redes**

Descripción del caso de uso
El usuario Jefe de redes utiliza el caso de uso Ver informe de asignación de OTs para conocer la forma en que ha asignado los órdenes de trabajo a lo largo de un día de trabajo. Debido a que este caso de uso utiliza un componente externo especializado en la producción de informes, también tiene la posibilidad de imprimirlo y exportarlo a otros tipos de archivo.

**Figura 46. Nuevos casos de uso para el actor Auxiliar de archivo**



**Tabla 40. Descripción de los nuevos casos de uso para el actor Auxiliar de archivo**

Descripción de casos de uso
El usuario Auxiliar de archivo utiliza el caso de uso Generar informe de novedades del catastro para combinar los archivos que contienen las novedades de los accesorios recogidas en campo por los dispositivos móviles registrados. Los archivos que se combinan para formar un único informe son guardados en una ubicación especificada por el usuario.

El usuario Auxiliar de archivo utiliza el caso de uso Generar archivos de actualización del dispositivo para guardar la información de las tablas que van a ser actualizadas en los dispositivos. Se genera un archivo de datos por cada tabla a actualizar y un conjunto de archivos por cada dispositivo registrado en la aplicación. La información contenida en estos archivos es la que se utiliza para los procesos de actualización del catastro de redes posteriores.

El usuario Auxiliar de archivo utiliza el caso de uso Consultar informe de novedades del catastro para conocer la información de los accesorios recogida por los dispositivos móviles registrados. Este informe es mostrado al usuario activo por medio de una ventana de navegador de Internet, aprovechando las características del formato de almacenamiento de datos escogido.

El usuario Auxiliar de archivo utiliza el caso de uso Actualizar archivos de planos para determinar cuales son los archivos de planos que se envían al dispositivo cada vez que se aplican los cambios reportados en los informes de actualización de accesorios.

**11.1.1.2 Nuevos casos de uso en la aplicación del dispositivo.** En esta aplicación se han identificado tres nuevos casos de uso, todos ellos relacionados con la administración y la seguridad de la de la base de datos del dispositivo. Es conveniente recordar que la información que se transporta en esta clase de dispositivos es más susceptible al robo, pérdida o daño, y es prudente guardar los datos recogidos en medios de almacenamiento permanente o externo.

**Figura 47. Nuevos casos de uso para el actor Cuadrillero**



**Tabla 41. Descripción de los nuevos casos de uso para el actor Cuadrillero**

Descripción de casos de uso
El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Actualizar BD del dispositivo para mantener al día la información que transporta diariamente en el dispositivo. Este proceso se realiza utilizando los

archivos de actualización enviados desde la aplicación del dispositivo.

El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Crear copia de seguridad de la BD para almacenar la información de la base de datos en un medio de almacenamiento externo o permanente. Debido a que el tipo de memoria del dispositivo es susceptible a la pérdida de datos, es recomendable que esta se guarde en lugares que garanticen la integridad de los datos.

El usuario Cuadrillero utiliza el caso de uso Recargar OTs cuando se presentan errores en la actualización de la información de las órdenes de trabajo. Si se han corregido las causas que originaron el error, permite la continuación del proceso de actualización de las órdenes de trabajo asignadas.

**11.1.2 Interfaz de usuario del dispositivo.** Esta es una actividad clave en el desarrollo del producto. Para su diseño hay que tener en cuenta las dos plataformas que se trabajan en el sistema, ya que es muy importante dejar en claro que los dispositivos móviles no ofrecen las mismas comodidades de acceso que un PC; además, la adaptación a una nueva tecnología será difícil y mucho más si se tiene en cuenta que el usuario final de la aplicación corresponde a personal que, en muchas ocasiones, carece de formación académica o simplemente no ha tenido un acercamiento con este tipo de tecnología.

**11.1.2.1 Diseño de Interfaz del dispositivo móvil.** En esta fase se trabaja en los prototipos de interfaz de los dispositivos, cuya aceptación por parte de los usuarios es más crítica. El diseño de una aplicación para dispositivos determina con qué facilidad, rapidez y eficiencia puede un usuario llevar a cabo sus tareas. Al optimizar estas aplicaciones se puede sacar mayor partido de las capacidades ofrecidas por estos dispositivos.

Cuando se diseñan aplicaciones para los dispositivos hay que tener en cuenta las diferencias entre los dispositivos y los equipos de escritorio. Entre las más destacadas encontramos:

- *Tamaño.* Los dispositivos suelen ser mucho más pequeños que los equipos de escritorio, aproximadamente 127 x 76 mm.

- *Funciones de pantalla.* Los dispositivos trabajan bajo un pequeño número de colores y sus resoluciones se encuentran en los 320x240 píxeles.
- *Métodos de entrada y salida.* Los dispositivos pueden usar métodos de interacción como botones de hardware, lápices ópticos, voz o teclado. Por ejemplo, en un dispositivo Pocket PC se usa un lápiz óptico o el dedo para tocar objetos en la pantalla y seleccionar elementos, así como botones de hardware para las funciones de uso más frecuente. También pueden usarse teclados modificados.
- *Limitaciones de memoria más estrictas.* La mayoría de los dispositivos tienen mucha menos memoria que los equipos de escritorio. Los Pocket PC usan por lo menos 24 MB de RAM Flash para el sistema operativo y las aplicaciones, y tienen una capacidad de almacenamiento para los datos de 32 MB de RAM.
- *Configuración de utilización y posturas.* Los dispositivos pueden usarse con la mano, en el regazo, en el escritorio, mientras se camina o a la vez que se habla con otra persona.

Para el diseño de la interfaz de usuario de los dispositivos se siguieron los criterios enumerados a continuación<sup>67</sup>:

**Simplicidad.** Los usuarios finales esperan aplicaciones sencillas orientadas a la tarea específica de captura de datos y ubicación. Si una aplicación presenta muchos menús, vistas y controles, puede confundir al usuario que desee realizar una tarea con rapidez.

**Coherencia.** La coherencia consigue que una interfaz sea familiar y predecible, reduce la confusión y aumenta la productividad. Una aplicación debe tener coherencia por varios motivos:

- **Facilidad de aprendizaje.** Los usuarios pueden aplicar las habilidades aprendidas en una aplicación a otras que se ejecuten en el mismo dispositivo.

---

<sup>67</sup> Estos criterios se encuentran en la ayuda en línea del entorno de desarrollo Visual Studio .NET.

- Mayor comodidad y confianza en el uso del dispositivo. Los usuarios valoran la sencillez y la familiaridad en la ejecución de las tareas.
- Mayor productividad. Con un tiempo de aprendizaje más breve, los usuarios pasan menos tiempo intentando aprender a realizar las tareas y se ponen a trabajar enseguida.

**Control de usuario.** Los usuarios valoran los productos que pueden controlar y con los que se sienten más cómodos. Lo ideal es que tengan control sobre un dispositivo y sus aplicaciones en todo momento. Las personas usan una aplicación porque desean realizar tareas concretas con facilidad y con el menor número de dificultades posible. Sin embargo, también debe alcanzarse un equilibrio entre la sencillez de la interfaz de usuario y el nivel de control del usuario y las opciones que se le suministra.

**Estética.** La estética se refiere a la imagen de una aplicación y a su forma de comunicar la información al usuario. Una interfaz atractiva y bien diseñada ayuda al usuario a seleccionar la información apropiada. Sin embargo, todos los elementos visuales de la pantalla compiten por la atención del usuario. Por esto, debe asegurarse de que todos ellos contribuyan a ofrecer un valor máximo para que el usuario pueda realizar sus tareas.

La estética, aunque subjetiva y difícil de medir, es casi tan importante como la ejecución de las funciones propias de una aplicación. El aspecto de la interfaz puede afectar a la correcta ejecución de las tareas por parte del usuario, con independencia de la eficacia de la propia aplicación. Si un usuario no está satisfecho con el aspecto o la interacción con una aplicación, se sentirá incómodo con ella, con independencia de lo buena que ésta sea en las pruebas de prestaciones.

En el dispositivo, la mayoría de las funciones están dirigidas al actor *Cuadrillero*, que en realidad corresponde a cualquiera de los integrantes de la cuadrilla, por eso el acceso a la aplicación del pocket PC no maneja perfiles, como si lo hace la aplicación del PC.

Fuera de los criterios hay que tener en cuenta otros factores para lograr un buen diseño; uno de los más importantes es el factor ambiente de trabajo en campo, donde la luz exterior ocasiona que los usuarios presenten dificultades para ver bien la pantalla del dispositivo, pues esta se puede ensombrecer y aumentar la dificultad para distinguir los objetos del fondo y el señalamiento de objetos. Los usuarios utilizan sus dispositivos mientras se mueven, lo que aumenta la dificultad para ver o tocar los objetos de la pantalla, a causa de los cambios rápidos de iluminación, sombras o borrosidad causadas por el movimiento.

También hay que jugar con la resolución y el tamaño de la pantalla. En el caso de la documentación de ayuda, se diseñó bajo un formato de resolución de 240 píxeles de ancho. Se agrupa la información relacionada en páginas con pestañas, se eligen controles compactos para ahorrar espacio en pantalla y evitar sobrecargar la forma. Se utilizan elementos de presentación estándar en un estilo plano y bidimensional.

La organización de los elementos presenta una secuencia lógica para que el usuario pueda desplazarse entre los controles con facilidad y sin esfuerzo, ya que los movimientos de la mano, la muñeca y los dedos con un dispositivo señalador fatigan los músculos con mucha más rapidez. También se tuvo en cuenta que los elementos se puedan mostrar dentro de las dimensiones de la pantalla, evitando el uso de barras de desplazamiento para encontrar información oculta.

Para el acceso a las funciones de la aplicación se tuvo en cuenta que los dispositivos poseen una pantalla táctil, por eso se diseñaron botones amplios y con suficiente espacio entre ellos para permitir al usuario utilizar sus dedos; también se usaron imágenes en los botones, relacionadas con la función a acceder.

**Figura 48. Interfaz de bienvenida de la aplicación del dispositivo**



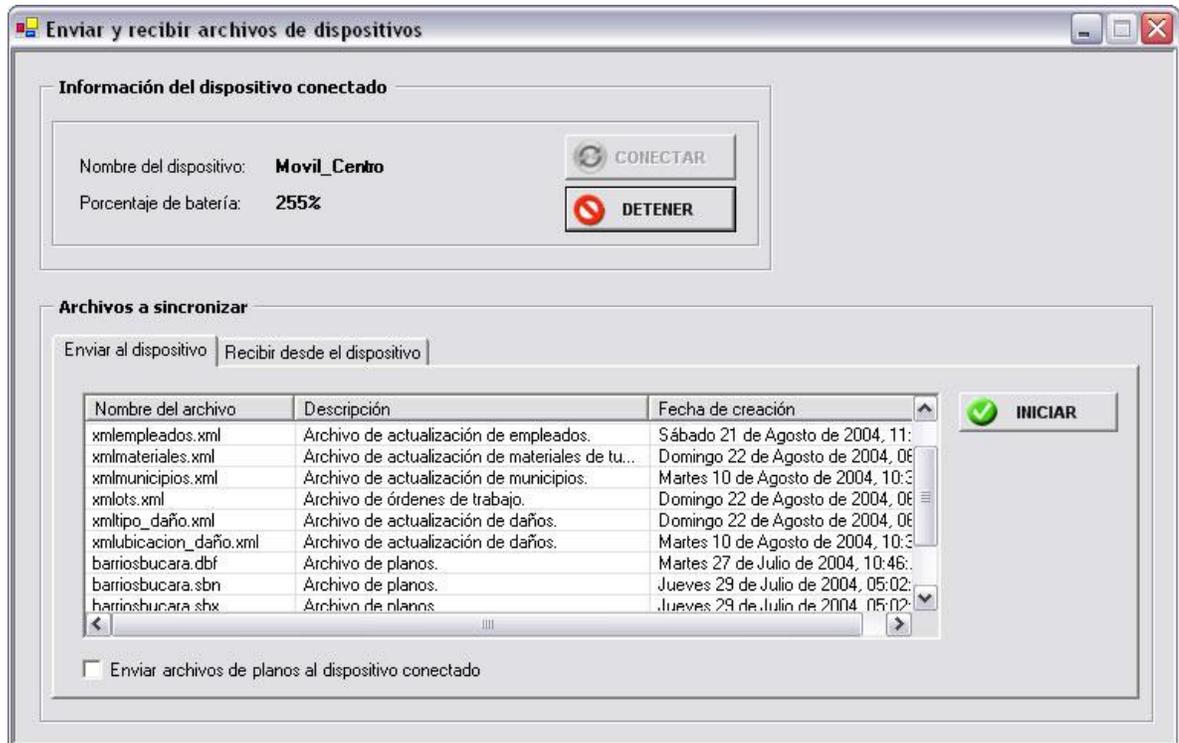
Para la entrada de datos se utilizaron cajas de despliegue, controles de selección y algunas cajas de texto; esto con el objetivo de evitar al máximo la utilización de las funciones del teclado virtual, que no son muy cómodas y que empeoran debido a las condiciones de trabajo. Para la interfaz de visualización de planos se empleó la totalidad de la pantalla, dejando tan sólo una barra de herramientas en la parte inferior, donde se encuentran las funcionalidades básicas para el manejo de planos y los casos de uso derivados de esta interfaz.

**Figura 49. Visor de planos de la aplicación del dispositivo**



**11.1.2.2 Diseño de interfaz del PC.** Para la interfaz del PC se aprovecharon los conocimientos relativos de las interfaces que los usuarios han utilizado al trabajar con aplicaciones de equipos de escritorio; se busca familiaridad para agilizar el aprendizaje.

**Figura 50. Interfaz de intercambio de archivos de la aplicación del PC**



En el sistema existen varios actores, los cuales son representados en la aplicación por perfiles de usuario. Cada uno de los usuarios tiene su propia sesión, lo que le permite acceso a ciertas funciones. En la siguiente tabla se especifican las funcionalidades habilitadas para cada tipo de usuario.

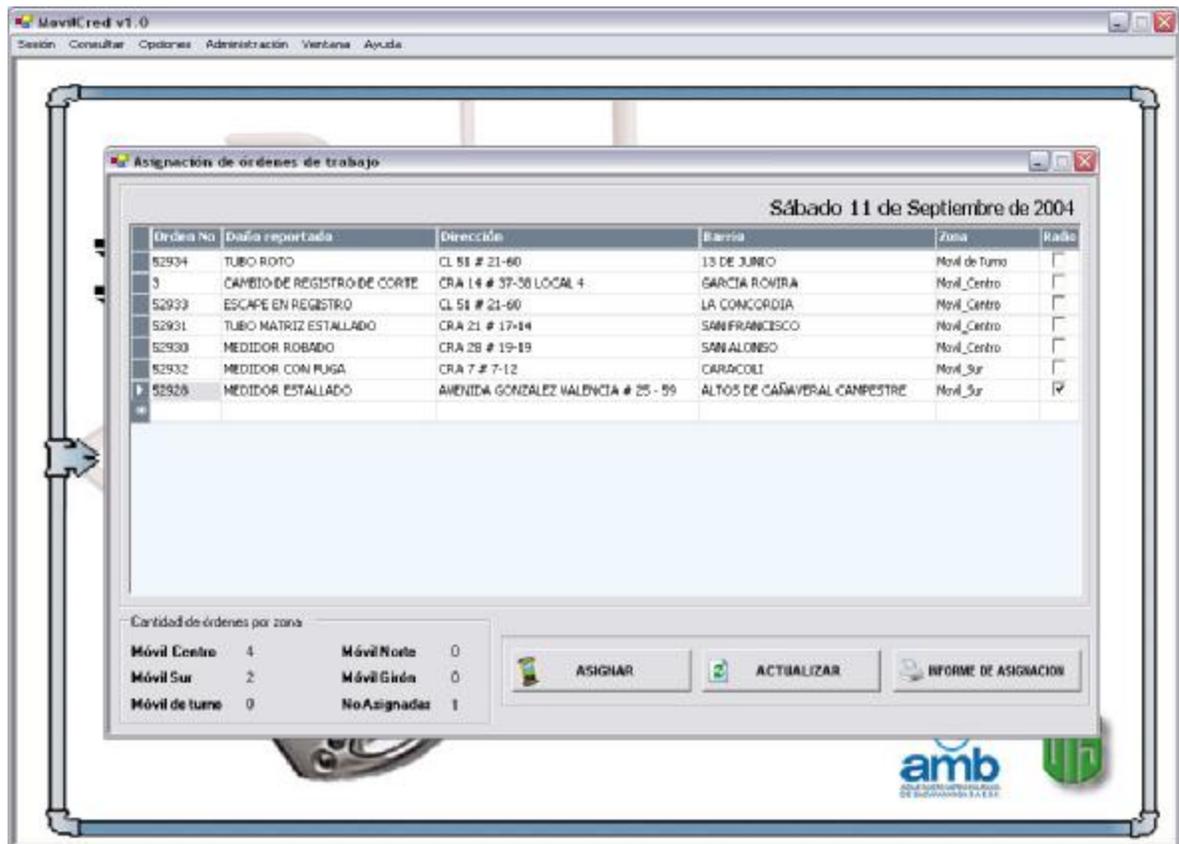
**Tabla 42. Funcionalidades de la aplicación del PC por usuario**

Zona		Perfil de usuario
Consultar	Orden de trabajo	Jefe de Redes
	Ver informe de asignación de órdenes de trabajo	Jefe de Redes

	Ver informes de actualización	Auxiliar de Archivo
Opciones	Asignar órdenes de trabajo	Jefe de Redes
	Generar archivo de órdenes de trabajo	Auxiliar de Archivo
	Enviar y recibir archivos de dispositivos	Auxiliar de Archivo
	Actualizar información de daños	Auxiliar de Archivo
Administración	Agregar nuevo usuario	Administrador
	Agregar nuevo dispositivo	Administrador, Auxiliar de Archivo
	Actualizar archivos de planos	Auxiliar de Archivo
	Actualizar tablas en los dispositivos	Auxiliar de Archivo

Se utiliza un formulario padre y varios funcionarios hijos, lo que permite una apariencia ordenada en la que cualquier evento sobre el formulario padre afecta a los formularios hijos.

**Figura 51. Interfaz de asignación de órdenes de trabajo de la aplicación del PC**



## 11.2 IMPLEMENTACION

En este flujo de trabajo la meta es construir los componentes del modelo de diseño de las dos aplicaciones que conforman el sistema. Al final de la fase, se debe conseguir la integración de los diferentes subsistemas de las dos aplicaciones en una versión operativa inicial que realice todos los casos de uso.

**11.2.1 Implementación de las clases.** El propósito de la implementación de una clase es implementar una clase del diseño en un archivo de código. Para esto, cada uno de sus componentes debe ser descrito utilizando el lenguaje de programación elegido.

**11.2.1.1 Implementación de las clases de la aplicación del dispositivo.** Es difícil montar una construcción sin contar con las operaciones de apoyo que proporcionan las capas inferiores de la jerarquía de la arquitectura. Por esta razón, se decidió empezar las tareas de implementación desde la fase de elaboración, creando algunos archivos de código que representan clases y subsistemas del diseño.

Para la implementación de las clases de diseño, se utilizó la sintaxis ofrecida por el lenguaje de programación Visual Basic .NET para la definición de clases. En la siguiente tabla se esboza la implementación de una de las clases más activas de la aplicación.

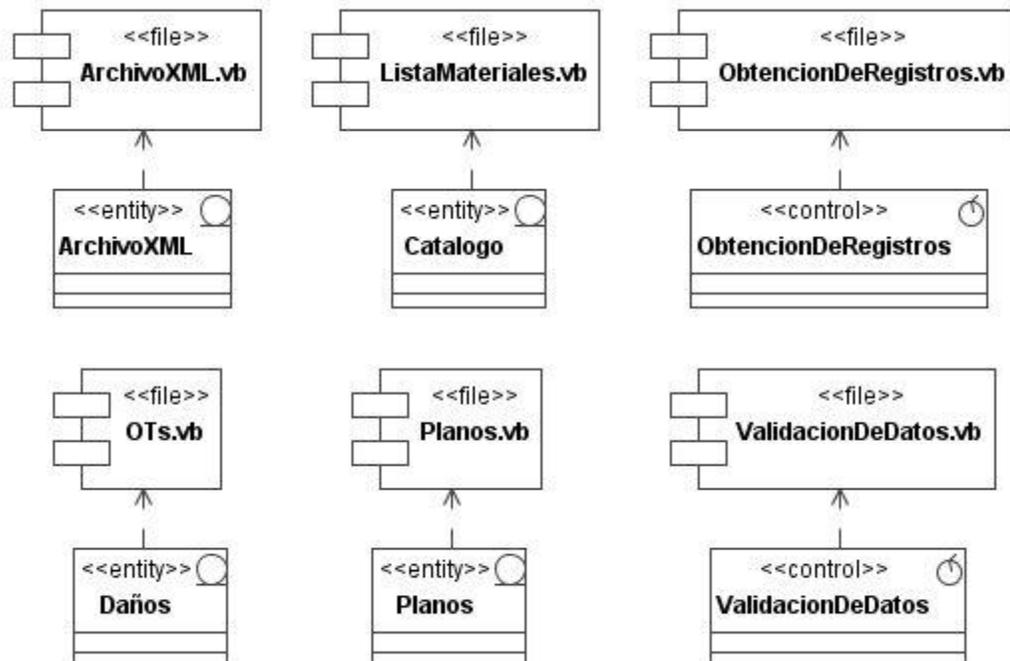
**Tabla 43. Implementación en Visual Basic .NET de la clase OTs**

Implementación de la clase del diseño OTs	
Declaración de la clase	Public Class OTs
Definición de las propiedades de la clase	Public Property ID() As Integer ..... End Property  ..... Public Property Observacion() As String ..... End Property
Definición de las	

operaciones de la clase	<pre> Public Sub ActualizarOrdenTrabajo(ByVal CodigoOT As Integer)     ..... End Sub  .....  Public Function Existe(ByVal CodigoOT As Integer) As Int16     ..... End Function </pre>
Terminación de la declaración de la clase	<pre> End Class </pre>

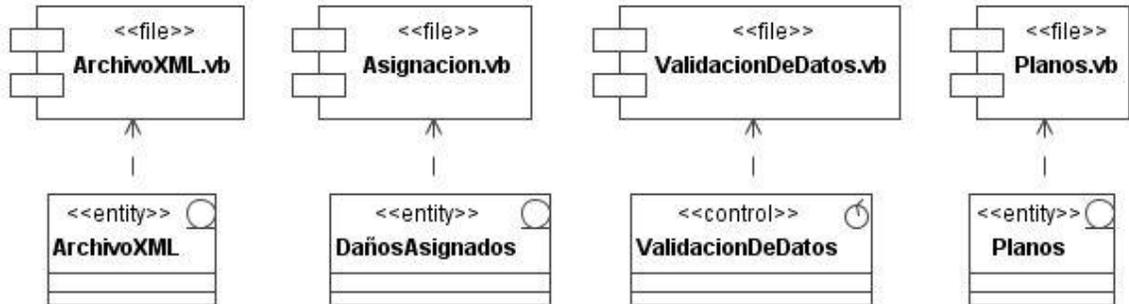
La mayor parte del trabajo de este flujo se concentró en la elaboración de estos componentes, pues para esto es necesaria la escritura de muchas de líneas de código hasta obtener una construcción ejecutable. Cada una de las clases de diseño fue implementada en un archivo de código utilizando el esquema de código mostrado en la tabla anterior. Todas estas clases serán utilizadas en la siguiente actividad del flujo de implementación, que es la implementación de los subsistemas.

**Figura 52. Implementación de las clases de diseño de la aplicación del dispositivo**



**11.2.1.2 Implementación de las clases de la aplicación del PC.** Para la descripción del proceso de implementación de estas clases se sigue el mismo esquema del numeral anterior, sólo que en este solo se muestra la implementación de las clases de diseño.

**Figura 53. Implementación de las clases de diseño de la aplicación del PC**



Debido a la cantidad de datos que se manejan en la base de datos, la clase de entidad *Daños* no fue implementada como una clase por razones de rendimiento. Al igual que en la aplicación del dispositivo, todas estas clases serán utilizadas por los archivos de código que representen los subsistemas de la aplicación.

**11.2.2 Implementación de los subsistemas.** El propósito de implementar un subsistema es asegurar que el subsistema cumple su papel en cada construcción, tal y como se ha definido en las anteriores fases del desarrollo. Al igual que las clases, estos son generados en archivos de código que almacenan todas las funcionalidades definidas para cada uno de ellos.

**11.2.2.1 Implementación de los subsistemas del dispositivo.** Un subsistema cumple con su propósito cuando los requisitos a ser implementados en la construcción actual y aquellos que afectan al subsistema están implementados correctamente por componentes dentro del subsistema. Debido a que muchos de los componentes que componen estos

subsistemas habían sido desarrollados en la actividad anterior, el esfuerzo de esta tarea fue la escritura del código necesario para garantizar una comunicación estable entre ellos.

La siguiente tabla resume los resultados de la implementación de los subsistemas de la aplicación del dispositivo.

**Tabla 44. Equivalencia entre subsistemas de diseño y construcción del dispositivo**

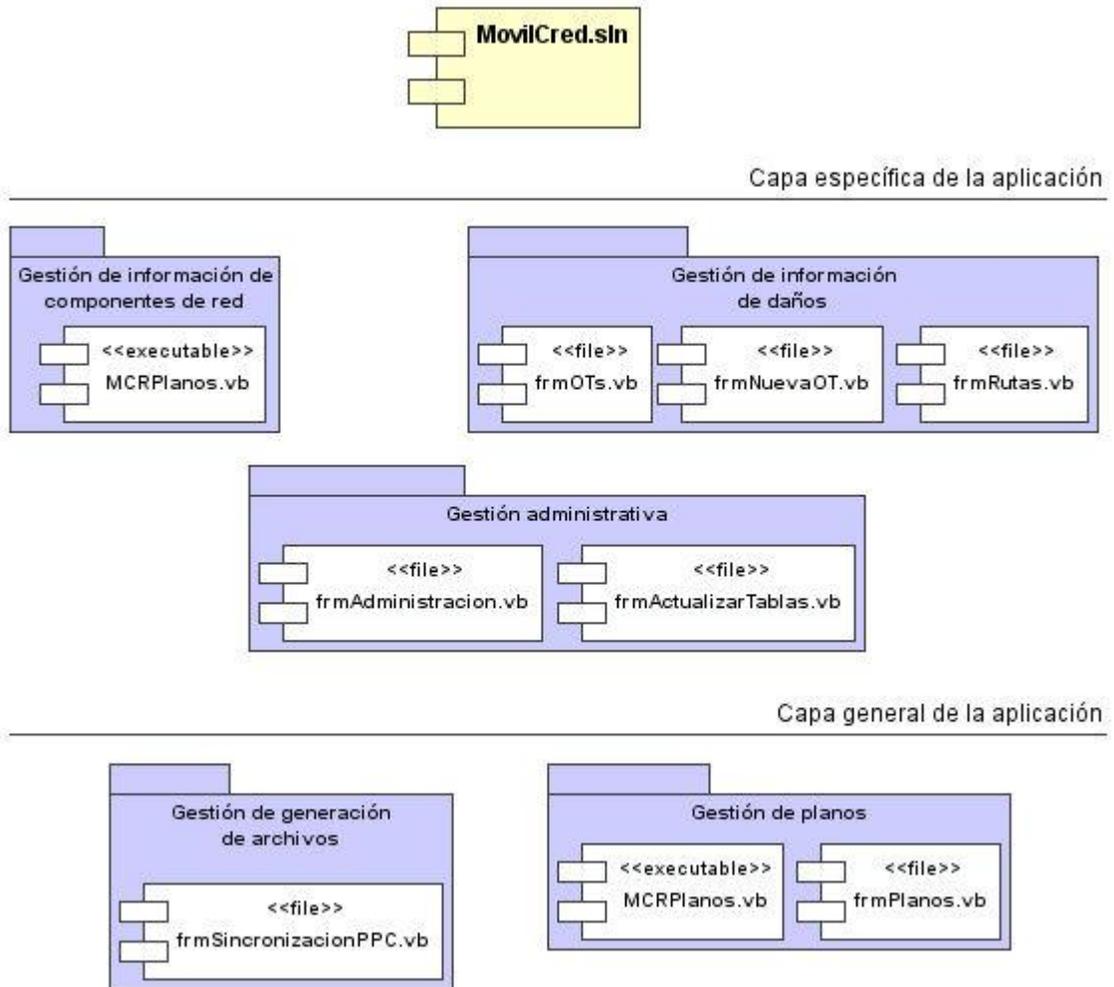
Subsistema de diseño	Subsistema de implementación	Observación
Gestión de planos	MCRPlanos.vb frmPlanos.vb	El componente MCRPlanos.vb fue implementado en la fase de elaboración.
Gestión de generación de archivos	frmSincronizacionPPC.vb	
Gestión de información de componentes de red	MCRPlanos.vb	Implementado desde la fase de elaboración.
Gestión de información de daños	frmOTs.vb frmNuevaOT.vb frmRutas.vb	El componente frmAdministracion.vb implementa la funcionalidad del caso de uso Asignar materiales a la OT.
Gestión administrativa <sup>68</sup>	frmAdministracion.vb frmActualizarTablas.vb	El componente frmAdministracion.vb implementa las funcionalidades de dos de los tres últimos casos de uso definidos.

La siguiente figura ilustra el proyecto Visual Basic .NET (MovilCred.sln) que integra los subsistemas anteriores.

---

<sup>68</sup> Este subsistema fue definido en los flujos de análisis y diseño de la iteración del dispositivo, y cumple los requisitos de los tres nuevos casos de uso establecidos en el numeral 11.1.1.2 de este capítulo.

**Figura 54. El componente MovilCred.sln y sus subsistemas de implementación**



El producto final de la compilación del componente `MovilCred.sln` es el archivo ejecutable `MovilCred.exe`. La comunicación entre los componentes ejecutables `MovilCred.exe` y `MCRPlanos.vb` se realiza a través de un archivo de texto, pues fue imposible la interacción directa entre ellos debido a la carencia de funcionalidades para conexión con otros procesos que tenía uno de los lenguajes de programación utilizados (embedded Visual Basic 3.0).

**11.2.2.2 Implementación de los subsistemas del PC.** Para la descripción del proceso de implementación de estas clases se sigue el mismo esquema del numeral anterior, sólo que en este solo se muestra la equivalencia entre subsistemas de diseño y construcción.

**Tabla 45. Equivalencia entre subsistemas de diseño y construcción del PC**

Subsistema de diseño	Subsistema de implementación	Observación
Gestión de informes <sup>69</sup>	frmNovedades.vb frmInformeAsignacion.vb	Implementa las funcionalidades de dos de los cuatro últimos casos de uso definidos para el actor <i>Auxiliar de archivo</i> .
Gestión de generación de archivos	frmGeneracionOTs.vb frmActualizarTablasPPC.vb	
Gestión de sincronización de archivos	frmSincronizacionPC.vb	Implementado desde la fase de elaboración.
Gestión de información de daños	frmActualizarInfoDaños.vb frmAsignacionOTs.vb frmConsultarOTs.vb	
Gestión administrativa	frmNuevoDispositivo.vb frmNuevoUsuario.vb frmPlanos.vb frmActualizarTablasPPC.vb	

Todos estos subsistemas son implementados en el componente MovilCredPC.sln. El componente frmActualizarTablasPPC.vb aparece implementado en dos subsistemas debido a que utiliza ambos para su realización. El producto final de la compilación del componente MovilCredPC.sln es el archivo ejecutable MovilCredPC.exe.

### 11.3 PRUEBAS

El objetivo del flujo de trabajo de pruebas es verificar el correcto funcionamiento de las construcciones obtenidas en las iteraciones y/o el de la versión operativa inicial del sistema. En esta sección se presenta una breve descripción de las pruebas que se realizaron a las funcionalidades más representativas de las aplicaciones del dispositivo y del PC. Las pruebas se orientaron a examinar el correcto funcionamiento de los

---

<sup>69</sup> Este subsistema fue definido en los flujos de análisis y diseño de la iteración del PC, y cumple los requisitos de los tres nuevos casos de uso establecidos en el numeral 11.1.1.1 de este capítulo.

componentes ejecutables que se obtuvieron como resultado final del flujo de implementación, es decir, se realizaron pruebas del sistema.

**11.3.1 Planificación de las pruebas.** Para la realización de esta actividad, se identificaron los casos de prueba más importantes para el sistema, pues ningún sistema puede ser probado completamente. La estrategia de prueba a seguir es la observación del comportamiento del sistema ante la ejecución de las funcionalidades más significativas de las aplicaciones: para la aplicación del dispositivo se escogió la visualización de planos, y para la aplicación del PC, el intercambio de archivos desde el PC hacia el dispositivo.

Para las pruebas de la aplicación del dispositivo es necesario instalar los componentes ejecutables MovilCred.exe y MCRPlanos.vb en el cliente PDA; para la aplicación del PC, se necesita la existencia del componente MovilCredPC.exe en el nodo cliente Auxiliar de archivo. La primera de las pruebas a desarrollar es la de la aplicación del PC, debido a que solo se cuenta con un dispositivo para la realización de las mismas.

**11.3.2 Diseño de las pruebas.** Las dos siguientes tablas describen los casos de prueba a desarrollar en ambas aplicaciones.

**Tabla 46. Casos de prueba del caso de uso Enviar archivos a Pocket PC**

Caso de prueba	Entrada	Resultado
Establecer comunicación con el dispositivo conectado	El dispositivo está conectado por medio de un cable de sincronización y ha sido reconocido por Microsoft ActiveSync.	La aplicación debería reconocer el dispositivo conectado, mostrando en pantalla el nombre, el estado de la batería y el listado de archivos a ser enviado en un tiempo no mayor a 10 segundos.
El dispositivo identificado es desconectado antes de que el usuario solicite el inicio del envío de archivos	La aplicación ha identificado el dispositivo conectado y ha mostrado en pantalla información acerca de los archivos a enviar.	La aplicación debería notificar al usuario que el dispositivo está desconectado y dejar de mostrar la información acerca de este y del listado de archivos a enviar.

Una versión antigua de uno de los archivos que van a ser enviados existe en el dispositivo conectado	La aplicación ha iniciado el envío de archivos al dispositivo conectado.	La aplicación debería notificar al usuario que el archivo ya existe y solicitar permiso de sobrescritura. Si el usuario autoriza la operación, el archivo será reemplazado; en caso contrario, el archivo debe ser ignorado.
--	--	--

**Tabla 47. Caso de prueba del caso de uso Visualizar planos**

Caso de prueba	Entrada	Resultado
Solicitar información acerca de un elemento del plano (usuario, tubería o accesorio)	El usuario ha seleccionado un elemento del plano. El elemento debe ser un usuario, una tubería o un accesorio.	La aplicación debería mostrar los datos correspondientes al elemento seleccionado a través de un pequeño cuadro de diálogo.
Seleccionar alguna de las herramientas básicas de navegación de mapas	El usuario ha seleccionado una de las herramientas de navegación y la ha aplicado sobre el plano.	La aplicación debería mostrar el resultado de la operación solicitada por el usuario en un tiempo no mayor a 30 segundos. El tiempo de espera es bastante alto debido a la capacidad de procesamiento del dispositivo.

Ahora se describen los procedimientos de prueba que especifican cómo realizar los casos de prueba.

**Tabla 48. Procedimientos de prueba para el caso de uso Enviar archivos a Pocket PC**

Caso de uso Enviar archivos a Pocket PC
<b>Procedimiento de prueba: Establecer comunicación con el dispositivo conectado</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al iniciar la ejecución del caso de uso, conecte el dispositivo con el PC a través del cable de sincronización USB. Espere a que Microsoft ActiveSync reconozca el dispositivo.</li> <li>2. Oprima el botón Conectar para entablar la comunicación con el dispositivo.</li> <li>3. Verifique el tiempo utilizado por la aplicación desde el momento en que oprimió el botón Conectar hasta el momento que la información fue mostrada no sea mayor a 10 segundos.</li> <li>4. Verifique que la información del panel "Información del dispositivo conectado" haya cambiado.</li> </ol>

Ahora debe estar mostrando el nombre del dispositivo actual y el porcentaje de batería disponible.

5. Finalmente, verifique que la información del listado “Enviar al dispositivo” haya cambiado. Ahora debe estar mostrando el nombre de cada archivo, descripción y fecha de creación.

**Procedimiento de prueba: El dispositivo identificado es desconectado antes de que el usuario solicite el inicio del envío de archivos**

1. Verifique que la información del panel “Información del dispositivo conectado” haya cambiado. Ahora debe estar mostrando el nombre del dispositivo actual y el porcentaje de batería disponible.
2. Verifique que la información del listado “Enviar al dispositivo” haya cambiado. Ahora debe estar mostrando el nombre de cada archivo, descripción y fecha de creación.
3. Desconecte el dispositivo conectado.
4. Oprima el botón Iniciar que está junto al listado “Enviar al dispositivo”. Este botón inicia el proceso de envío de archivos hacia el dispositivo.
5. Verifique que la aplicación notifique al usuario de esta situación mediante un cuadro de diálogo que debe decir *No hay ningún dispositivo conectado*. Presione el botón Aceptar que aparece en el cuadro de diálogo.
6. Finalmente, verifique que el texto de las etiquetas del panel “Información del dispositivo conectado” sea *<No hay dispositivo conectado>* y *0%* respectivamente, y que el listado “Enviar al dispositivo” no muestre ninguna información.

**Procedimiento de prueba: Una versión antigua de uno de los archivos que van a ser enviados existe en el dispositivo conectado**

1. Antes de empezar el procedimiento, verifique que el archivo a utilizar en la prueba esté presente en el dispositivo conectado y en la carpeta de sincronización del dispositivo presente en el PC. También verifique el contenido de cada uno de los archivos de prueba. Para este procedimiento de prueba, procure utilizar sólo un archivo de prueba por aplicación.
2. Oprima el botón Iniciar que está junto al listado “Enviar al dispositivo”. Este botón inicia el proceso de envío de archivos hacia el dispositivo.
3. Después de un breve lapso de tiempo, verifique que la aplicación notifique al usuario la existencia de un archivo con el mismo nombre a través de un cuadro de diálogo. Este cuadro de diálogo debe mostrar el tamaño del archivo en bytes y la fecha y hora de la última modificación del archivo a enviar y del archivo existente en el dispositivo.
4. Oprima el botón No que aparece en el cuadro de diálogo para no sobrescribir la versión antigua del archivo. Verifique que la aplicación notifique al usuario la terminación del proceso de envío de archivos.
5. Verifique que el contenido del archivo de prueba presente en el dispositivo no haya cambiado.
6. Repita los pasos 2 y 3 del procedimiento.

7. Ahora oprima el botón Si que aparece en el cuadro de diálogo para sobrescribir la versión antigua del archivo. Verifique que la aplicación notifique al usuario la terminación del proceso de envío de archivos.
8. Finalmente, verifique que el contenido del archivo de prueba presente en el dispositivo haya cambiado.

**Tabla 49. Procedimientos de prueba para el caso de uso Visualizar planos**

<b>Caso de uso Visualizar planos</b>
<p><b>Procedimiento de prueba: Solicitar información acerca de un elemento del plano (usuario, tubería o accesorio)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccione un elemento usuario en el plano activo usando la herramienta Información que aparece en la barra de herramientas del visor. El elemento usuario está representado por una pequeña bandera de color verde oscuro.</li> <li>2. Verifique que los datos mostrados en el cuadro de diálogo emergente sean el código, el nombre, la dirección y el medidor del usuario escogido. Presione el botón Aceptar del cuadro de diálogo.</li> <li>3. Ahora seleccione un elemento tubería en el plano activo usando la herramienta Información que aparece en la barra de herramientas del visor. El elemento tubería está representado por una delgada línea de color púrpura claro.</li> <li>4. Verifique que los datos mostrados en el cuadro de diálogo emergente sean la calle inicial, la calle final, la carrera inicial, la carrera final, el diámetro y el material de la tubería seleccionada. Presione el botón Aceptar del cuadro de diálogo.</li> <li>5. Finalmente, seleccione un elemento accesorio en el plano activo usando la herramienta Información que aparece en la barra de herramientas del visor. El elemento accesorio está representado por estrellas de diferentes colores.</li> <li>6. Verifique que los datos mostrados en el cuadro de diálogo emergente sean el tipo de accesorio, el material, el diámetro, la operación, la ubicación y la observación del accesorio seleccionado. Presione el botón Aceptar del cuadro de diálogo.</li> </ol>
<p><b>Procedimiento de prueba: Seleccionar alguna de las herramientas básicas de navegación de mapas</b></p> <p>Seleccione por separado cada una de las herramientas de navegación disponibles en la barra de herramientas del visor de planos para verificar su funcionamiento. A continuación se describen cada uno de los resultados que se deben obtener:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Primera herramienta de la barra (Pan)</i>. Para utilizar esta herramienta, debe desplazar el stylus por el área del mapa; el mapa se debe desplazar hacia donde se haya movido el stylus. Verifique que aparezca un cursor en forma de reloj que indique la ejecución de la operación de desplazamiento.</li> <li>– <i>Segunda herramienta de la barra (Zoom In)</i>. Puede utilizar esta herramienta de dos maneras diferentes: la primera de ellas se realiza presionando un punto cualquiera del área del mapa</li> </ul>

con el stylus; la segunda, desplazando el stylus diagonalmente sobre el área del mapa. En ambos casos, el resultado a obtener es el acercamiento del mapa, ya sea en un punto o un área delimitada. Verifique que aparezca un cursor en forma de reloj que indique la ejecución de la operación de acercamiento.

- *Tercera herramienta de la barra (Zoom Out)*. Esta herramienta se utiliza de la misma manera descrita para la segunda herramienta de la barra. Verifique que aparezca un cursor en forma de reloj que indique la ejecución de la operación de reducción.
- *Cuarta herramienta de la barra (Información)*. La descripción del procedimiento de prueba de esta herramienta fue definida en el *procedimiento de prueba: Solicitar información acerca de un elemento del plano (usuario, tubería o accesorio)*.
- *Quinta herramienta de la barra (Recentrar)*. Para utilizar esta herramienta, debe presionar un punto cualquiera del mapa con el stylus. El resultado a obtener es el establecimiento del punto seleccionado como nuevo centro del mapa. Verifique que aparezca un cursor en forma de reloj que indique la ejecución de la operación.
- *Sexta herramienta de la barra (Vista original)*. Cuando se utiliza esta herramienta, el plano activo debe volver a su vista original, es decir, aquella vista con la que fue cargado inicialmente. Verifique que aparezca un cursor en forma de reloj que indique la ejecución de la operación.

**11.3.3 Realización de las pruebas.** Las pruebas del sistema realizadas con las construcciones ejecutables de las aplicaciones se guiaron por la planificación y el diseño que se expuso anteriormente. Siguiendo la estrategia de trabajo descrita, se instalaron los componentes ejecutables MovilCred.exe y MCRPlanos.vb en el dispositivo de pruebas, y MovilCredPC.exe en el PC. Se probaron todos los casos de uso de las aplicaciones y se obtuvieron resultados satisfactorios, por lo cual se pueden considerar terminadas las iteraciones, aunque se presentaron algunos problemas que están fuera del alcance del equipo de desarrollo, pues son ocasionados por las librerías usadas por embedded Visual Basic 3.0 para la conexión con la base de datos y la visualización de planos.

Esta es la última fase de desarrollo planteada para este proyecto. Su finalidad recae en la entrega de la primera versión operativa del producto, que se obtiene con base en los resultados de las pruebas y la revisión final del modelo de casos de uso global. La vista de la arquitectura en esta fase no presenta variaciones estructurales, ya que en la fase anterior se había alcanzado un arquitectura estable, tan solo se presentan leves modificaciones para acomodar la totalidad de casos de uso. En esta fase se plantearon dos iteraciones en las que los flujos de implementación y pruebas tomaron mayor atención.

Se decidió dedicar la primera iteración a la aplicación del dispositivo, debido a que es el centro de la investigación. De esta surgen dos herramientas bien diferenciadas: una para el manejo general de la aplicación y otra dedicada al manejo exclusivo de los planos. Para cada una de ellas se efectuaron los diferentes casos de prueba diseñados, en los cuales se pudo observar algunos defectos rutinarios que fueron resueltos inmediatamente, aunque hay una leve preocupación por el uso de un lenguaje de programación que no ofrece la robustez apropiada y en algunas ocasiones falla al establecer la conexión con la base de datos que fue necesario utilizar para mitigar el riesgo de la visualización de planos.

La siguiente iteración se dedicó al desarrollo en el PC. Se implementaron los subsistemas que faltaban y se integró completamente el sistema. Para esta iteración, también se llevo a cabo un proceso de pruebas que arrojó resultados satisfactorios. Con esto se puede afirmar que las aplicaciones cumplen su propósito: ser la versión operativa inicial del producto.

## 12.1 ESTRUCTURACION DE LOS CASOS DE USO

En esta fase los casos de uso identificados tienen que ver con los procesos de administración del sistema; estos no se habían tenido en cuenta debido a la importancia que presentaban los demás para establecer una arquitectura estable.

Se logró la total comprensión de los casos de uso del sistema. Gracias a ello, se completó el modelo de casos de uso global, el cual se encuentra en el ANEXO B – Modelo Global de casos de uso del sistema. La siguiente tabla presenta los casos de uso identificados durante el desarrollo del proyecto y las fases en la que fueron identificados, descritos, analizados e implementados.

**Tabla 50. Casos de uso del sistema MovilCred v1.0**

Caso de Uso	Identificado	Descrito	Analizado	Diseñado e implementado
<b>PC</b>				
Ingresar	Inicio	Inicio	Inicio	Construcción
Asignar OTs	Inicio	Inicio	Elaboración	Construcción
Generar archivo de OTs	Inicio	Inicio	Inicio	Construcción
Enviar archivos al Pocket PC	Inicio	Inicio	Inicio	Elaboración
Recibir archivos desde el Pocket PC	Inicio	Inicio		Construcción
Actualizar información recibida	Inicio	Elaboración		Construcción
Consultar OTs	Elaboración	Elaboración		Construcción
Agregar nuevo dispositivo	Elaboración	Elaboración		Construcción
Agregar nuevo usuario	Elaboración	Elaboración		Construcción
Ver informe de asignación de OTs	Construcción	Construcción		Construcción
Generar informes de novedades del catastro	Construcción	Construcción		Construcción
Generar archivos de actualización del dispositivo	Construcción			Construcción
Consultar informe de novedades del catastro	Construcción	Construcción		Construcción
Actualizar archivos de planos	Construcción	Construcción		Construcción
<b>Pocket PC</b>				
Ver ruta de daños	Inicio	Inicio		Construcción
Diligenciar OT	Inicio	Inicio	Inicio	Construcción
Asignar materiales a la OT	Inicio	Inicio		Construcción
Visualizar planos	Inicio	Elaboración	Elaboración	Elaboración
Ver información de componentes en los planos	Inicio	Inicio	Elaboración	Elaboración
Generar archivos de datos para PC	Inicio	Inicio		Construcción
Crear Nueva OT	Elaboración	Elaboración		Construcción
Visualizar componentes de red	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración
Crear novedad	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración
Crear nuevo componente	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración

Buscar componente	Elaboración	Elaboración	Elaboración	Elaboración
Actualizar BD del dispositivo	Construcción			Construcción
Crear copia de seguridad de la BD	Construcción	Construcción		Construcción
Recargar OTs	Construcción			Construcción

## CONCLUSIONES

- La computación móvil es una opción diferente para las empresas, pues permite dar un valor agregado a las operaciones empresariales, extiende el modelo de negocio para permitir la automatización de procesos realizados en campo, permite la portabilidad de datos y aplicaciones al escenario del negocio, mejora el proceso de atención al cliente y la imagen institucional de cualquier organización. Es un reto para las empresas, pues la utilización de tecnologías móviles implica adaptación y cambio en las soluciones centralizadas tradicionales. La escogencia de una infraestructura móvil no tiene porque afectar el problema a atacar, sino la manera en que éste es abordado.
  
- El uso del proceso unificado como metodología para el desarrollo de este proyecto que involucra la implementación de una aplicación móvil, se constituye en una guía para aquellas personas de la comunidad académica que deseen implementar este tipo de soluciones. Aunque las modificaciones realizadas a la metodología para su adaptación a este trabajo no son muchas, pueden ser útiles para guiar a aquellos interesados en esta temática, pues expone brevemente la utilización de las actividades sugeridas por la metodología para la consecución del producto final.
  
- Para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles no es recomendable la utilización de software libre, pues este tipo de herramientas no garantiza la ejecución “limpia” de cualquier solución desarrollada. Además, la falta de documentación y soporte hace que el proceso de aprendizaje sea lento y difícil, y puede ser un factor que entorpezca el desarrollo de las actividades planificadas para la construcción de productos software estables.

Esta situación fue evidente a lo largo del desarrollo del proyecto, pues las diferencias encontradas entre los dos entornos de programación utilizados (Visual Studio .NET y eMbedded Visual Tools) son gigantescas. Las ventajas y posibilidades que ofrecen lenguajes de programación de casas de software reconocidas justifican la inversión de gruesas sumas de dinero en la adquisición de licencias de desarrollo, y el criterio de bajo costo no debe tener una ponderación alta cuando se quiere producir software de buen desempeño.

→ El desarrollo de este proyecto se constituye en un aporte importante al Grupo de Gestión y Optimización de Sistemas GEOMATICA, el cual ha dirigido sus esfuerzos en la apropiación y generación de conocimiento sobre el desarrollo de sistemas de información geográfica.

Este proyecto proporciona una nueva perspectiva para el manejo de información geográfica a través de dispositivos móviles que favorece a las empresas que desarrollan parte de su proceso de negocio fuera de sus instalaciones físicas, y posibilita la creación de aplicaciones que ofrezcan nuevas alternativas para el manejo de información geográfica, tales como la utilización de tecnologías de visualización en tres dimensiones.

→ El conocimiento adquirido sobre computación móvil y la experiencia obtenida en el desarrollo de este tipo de solución, permite a los autores la identificación de un campo de negocio desaprovechado por los ingenieros de sistemas de nuestro medio. La utilización de este tipo de tecnología puede ser un elemento fundamental de modernización para aquellas empresas que, debido a su proceso de negocio, manejan información que es generada por personal que no tiene un sitio fijo de trabajo. Las posibilidades son innumerables, y sólo la innovación puede hacer que nuestras organizaciones cuenten con elementos diferenciadores que las destaquen.

## RECOMENDACIONES

- Aprovechando las facilidades que ofrece la plataforma de desarrollo .NET para la actualización inmediata de bases de datos, el archivo que contiene la información de los elementos de los planos puede ser actualizado de forma directa, sin necesidad de la intervención de un usuario intermedio o de archivos de informes.
  
- La ubicación de los nuevos accesorios de la red que sean encontrados en las labores de campo puede ser obtenida a través de receptores GPS; esto permite la georreferenciación de los elementos y una mayor exactitud de la información recogida.
  
- En cuanto a la visualización de los planos en dispositivos móviles, se recomienda la adquisición de visores más robustos y completos, pues el desarrollo de una aplicación de estas características es una tarea compleja aunque se tenga un componente software externo especializado.
  
- La utilización de lenguajes de programación orientada a objetos garantiza mejor estabilidad a la hora de la ejecución de cualquier tipo de aplicación. Se recomienda que para la implementación de componentes que soporten la visualización de planos se utilice este tipo de entornos, pues las dificultades encontradas por el equipo del proyecto para la generación de este código se originaron por la imposición de un lenguaje de desarrollo bastante débil (embedded Visual Basic 3.0).
  
- Debido al tamaño que pueden alcanzar los archivos que componen un plano, una próxima versión de la aplicación del dispositivo puede soportar la visualización de

estos desde dispositivos de almacenamiento externo, como tarjetas de memoria; esto permitirá que la aplicación sea útil en áreas geográficas más grandes.

- Para la ejecución de la aplicación del dispositivo en campo, se recomienda la utilización de dispositivos que garanticen resistencia ante condiciones extremas de calor, humedad, fuego y golpes; este tipo de dispositivos de trabajo pesado asegura la continuidad del uso de la aplicación en campo, pues los utilizados para la realización del proyecto están dirigidos a usuarios con condiciones normales de trabajo.
  
- La descarga de la información recogida en campo por los dispositivos móviles podría hacerse a través de comunicación inalámbrica, utilizando el protocolo de comunicación Bluetooth.
  
- Se recomienda que para una mejor estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto, se tenga en cuenta la mayor cantidad de factores que puedan ocasionar retrasos durante la ejecución del mismo. En este proyecto en particular, el retraso en el cronograma se debió a factores no estimados durante la planificación, como las dificultades en los lenguajes de programación y la cantidad de documentación que exige la utilización de la metodología de desarrollo escogida.

## BIBLIOGRAFIA

AROCHA RAVELO, Simon. Abastecimientos de agua: Teoría & diseño. Caracas: ediciones Vega, 1980. 284 p.

BOOCH, Grady, JACOBSON, Ivar y RUMBAUGH, James. El proceso unificado de desarrollo de software. Madrid: Pearson Educación S.A, 2000. 438 p.

BOX, Jon y FOX, Dan. Building Solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: Architecture and Best Practices for Mobile Development. 2003. 400 p.

BÜHLER, Erich R. Microsoft Visual Basic .NET. Guía de migración y actualización. Madrid: McGraw – Hill/Interamericana de España, S.A.U, 2002. 949 p.

FORMAN, George y ZAHORJAN, Jhon. The Challenges of Mobile Computing. IEEE Computer. 1994.

FOWLER, Martin y SCOTT, Kendall. UML Gota a Gota. México: Addison Wesley Longman, 1999. 203 p.

GOMEZ SANCHEZ, Jorge Eliécer. Plantas de tratamiento de agua potable: Teoría y diseño. Bucaramanga, Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander. 261 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Compendio: tesis y otros trabajos de grado. Santafé de Bogotá D.C: ICONTEC, 2002. 112 p.

KATZ, Randy. Adaptation and mobility in wireless information systems. IEEE Personal Communications, 1994.

LOMAX, Paul, PETRUSHA, Ron y ROMAN, Steven. VB .NET language in a nutshell. O'Reilly, 2001. 654 p.

MARUYAMA, Hiroshi, TAMURA, Kent y URAMOTO, Naohiko. Creación de sitios Web con XML y JAVA. Madrid: Prentice Hall, 2000. 392 p.

MONTERO AYALA, Ramón. XML Iniciación y referencia. Madrid: McGraw – Hill/Interamericana de España, 2001. 274 p.

MORA VILLAMIZAR, Andrea Marcela. Sistema intranet de información para el apoyo de la actividad académica en el programa de especialización en docencia universitaria del CEDEUIS – SIADUIS 1.0 –. Bucaramanga, 2002, 241 p. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. Madrid: McGraw – Hill/Interamericana de España, 2002. 601 p.

RALLON NORIEGA, Eneida Esther y REY QUIÑONEZ, Nydia Johanna. Herramienta software basada en el juego de la cerveza para el desarrollo de competencias en el

aprendizaje organizacional. Bucaramanga, 2002, 243 p. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

ROXBURGH, Meter y WIGLEY, Andy. Building .NET applications for mobile devices. Redmond, Washington, USA: Microsoft Press, 2002.

UTLEY, Craig. A programmer's introduction to Visual Basic .NET. Indianapolis, USA: Sams Publishing, 2001. 222 p.

WHEELWRIGHT, Stephen y WIGLEY, Andy. Microsoft .NET Compact Framework. Core Reference. Washington: Microsoft Press. 2003.

Los constantes avances en la industria de la microelectrónica y las comunicaciones móviles, han logrado masificar el uso de una nueva generación de “computadores personales”, que inmersos en tecnologías inalámbricas de todos los sabores, han comenzado a colonizar los bolsillos y las bandas disponibles del espectro radioeléctrico.

A pesar del derroche tecnológico, la publicidad y el mercadeo invertidos para posicionar con relativo éxito estas tecnologías en el mercado de bienes y servicios personales y corporativos y, más allá de haberse constituido en un símbolo de estatus, el verdadero potencial que se deriva de su adopción es tan grande, que aún es un territorio virgen en el mercado local.

Saltamos de los mainframes y los sistemas de tiempo compartido circunscritos a los ambientes empresariales y académicos, a los computadores personales e Internet en la comodidad del hogar y las tiendas de barrio. Hoy, el salto es quizás de la misma magnitud, pero de repercusiones más profundas. Contamos con sofisticados dispositivos móviles, de precios para todos los ‘bolsillos’; redes inalámbricas omnipresentes, proporcionadas por los proveedores celulares, instaladas en las empresas y aún en las casas -WLAN, Bluetooth-. Pero, no se cuenta con una oferta lo suficientemente amplia, profesional y especializada de aplicaciones que hagan uso efectivo de esta nueva plataforma, siendo éste el eslabón más débil de la cadena de valor y el más importante, toda vez que conecta al usuario con la tecnología y dispara las ventas de los dispositivos, la facturación de las empresas proveedoras de la red y la productividad personal y corporativa.

---

\* Publicado en la edición No. 87 de la revista SISTEMAS de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas – ACIS –. Artículo: Comunicaciones móviles e inalámbricas, aplicaciones móviles y telemática: presente y futuro. Noviembre 2003 - Enero 2004. Autor: Harold Cruz Ortiz.

En el escenario planteado hasta el momento, existen dos actores particularmente relevantes y cuya interacción es definitiva:

- Los usuarios finales, personales o corporativos, encarnados por un espectro tan amplio de personajes que cubre desde el empleado de seguridad, habitante del subsótano cuatro del edificio corporativo —que armado\* de su móvil trunking J2ME enabled verifica los datos de un vehículo sospechoso—, hasta el CEO habitante del último piso que revisa los últimos movimientos del mercado, mientras se dirige hacia una junta de vital importancia.
- Los proveedores de soluciones informáticas, no simples desarrolladores de software, conocedores de las necesidades de sus potenciales clientes -a veces desconocidas por éstos- y de las posibilidades tecnológicas disponibles en el medio.

Si bien es cierto que existen actores adicionales ligados a los fabricantes de dispositivos, a los proveedores de la red y a otros productos y servicios que conforman la plataforma de base, es importante -dado el grado de alfabetización tecnológica en cuanto a computación móvil se refiere-, que el proveedor de soluciones informáticas se apersona de la puesta en marcha de las soluciones y esté en capacidad de asesorar a sus clientes en decisiones como: la selección de la familia y modelo de los dispositivos; el proveedor de servicios de red más conveniente, etc.; y, no los deje a merced de los asesores comerciales, cuyas recomendaciones están supeditadas al cumplimiento de cuotas de ventas.

A continuación, se presenta un marco conceptual de los aspectos más relevantes que clientes y proveedores deben tener en cuenta al incluir el elemento de movilidad en sus sistemas informáticos.

---

\* Los problemas de seguridad corporativa y pública podrían ser manejados con mayor efectividad y altura si se aumentara el grado de inversión en tecnologías de información de apoyo.

## La computación móvil

Antes de hacer una aproximación al concepto de computación móvil, rompamos con un mito que genera malos entendidos. Notemos que el término que se ha acuñado es “computación móvil” y no “computación inalámbrica”. Hay una tendencia equivocada a establecer relaciones de implicación entre los términos inalámbrico y móvil. Si bien es cierto, que el uso de las redes inalámbricas fortalece el potencial de las aplicaciones móviles, es definitivamente falso que el solo hecho de que una aplicación haga uso de redes inalámbricas la clasifique como móvil. Y, también es falsa la opinión generalizada de que sin el uso de redes inalámbricas es imposible hacer aplicaciones móviles.

Las aplicaciones que usan redes inalámbricas no necesariamente son móviles. Basta pensar si cambiar todas las tarjetas de red ethernet de los computadores de una compañía por sus versiones inalámbricas, sería una manera inteligente de reconvertir las aplicaciones al mundo de la computación móvil.

El funcionamiento de las aplicaciones móviles no implica necesariamente el uso de redes inalámbricas. Prueba de ello, una aplicación de automatización de fuerza de ventas o de encuestas en la que los empleados, recolectan todo el día la información y la sincronizan a un servidor central al final de la jornada a través de una interfaz serial alamburada.

El concepto de computación móvil se incubó en el centro de investigación de Xerox, Palo Alto en el año de 1987 como un subproducto de lo que será el próximo salto en la evolución informática. Una visión mucho más ambiciosa de lo que debe ser esta tecnología en el nuevo siglo: la computación centrada en el individuo\*.

---

\* Pervasive computing, Ubiquitous computing

La computación móvil representa un paradigma cibernético, cuya conceptualización está en continua evolución. Desde un punto de vista tecnológico y de las muchas definiciones asociadas, podemos tomar dos que se ajustan al concepto:

→ La computación móvil es una tecnología que habilita el acceso a recursos digitales en cualquier momento y desde cualquier lugar

→ La computación móvil esta asociada con la movilidad de hardware, datos y software.

Estas dos definiciones simples y hasta ingenuas son lo suficientemente discriminatorias, para determinar cuándo una solución informática puede ser clasificada como móvil. No obstante, es necesario aclarar que el concepto de movilidad de una solución informática es un atributo que debe cuantificarse en una escala difusa.

### **Pilares tecnológicos**

Las actuales plataformas móviles de computación están centradas en tres pilares tecnológicos, alrededor de los cuales se han formado frentes definidos de investigación. Así, a la hora de seleccionar una para nuestras soluciones es importante evaluar estos tres aspectos, desde el punto de vista técnico:

→ *Comunicaciones inalámbricas*: la investigación en este tema está centrada alrededor de la calidad de la conectividad; los retos se centran en superar las limitaciones de ancho de banda, latencia y disponibilidad. Por ejemplo, pensar en sistemas de archivos de red -propuestas como CODA<sup>\*</sup>-, si bien no solucionan el problema de base, ayudan a minimizar el efecto que éste tiene en el desempeño de las aplicaciones.

---

<sup>\*</sup> <http://www.coda.cs.cmu.edu/>

- *Movilidad*: quizás es el área donde más trabajo hay por hacer y en donde más tienen que evolucionar los sistemas operativos para dispositivos móviles. Sus retos están asociados con la transparencia, la dependencia y la sensibilidad de las aplicaciones a la localización. Hoy por hoy, este aspecto debe ser manejado internamente por las aplicaciones. Por ejemplo, sería deseable que variables del sistema como la impresora predeterminada, el proveedor de acceso y la hora local, se ajustarán automáticamente cuando el usuario de la aplicación viaje entre distintas sedes de la compañía.
  
- *Portabilidad*: se centra en los dispositivos móviles -celulares, PDA's-. Los retos aquí se cifran en disminuir las limitaciones y minimizar el impacto relacionado con el peso, la autonomía -consumo de energía- y la capacidad de almacenamiento, procesamiento e interacción con el usuario de los dispositivos móviles. Basta pensar, por ejemplo, en lo absurdo que sería contar con un dispositivo conectado a una red inalámbrica de alto desempeño, con capacidad local de procesamiento de información multimedia en tiempo real y con un consumo de energía tal, que su autonomía fuera de 15 minutos o dependiera para su funcionamiento de un adaptador de corriente, conectado a la pared.

## **El mercado de las aplicaciones móviles**

El mercado local de oportunidades alrededor de la computación móvil, podemos caracterizarlo teniendo en cuenta múltiples aspectos de la solución, que constituyen la plataforma tecnológica para la implantación y puesta en marcha de la solución.

- *Dispositivos*: el menú incluye dos opciones que tienden a la fusión. Por un lado, tenemos los teléfonos celulares, con capacidades limitadas de procesamiento y almacenamiento, pero con la ventaja de sus posibilidades naturales para la transmisión de voz. En el otro extremo, están los asistentes digitales personales

PDA's, con mayores capacidades de procesamiento, pero en su mayoría limitados en cuanto a comunicaciones digitales y personales se refiere. Aunque la tendencia es fusionar los dos dispositivos en uno solo para que sean cada vez más baratos, a la hora de seleccionar el dispositivo apropiado, es fácil caer en el sobredimensionamiento del mismo y aumentar de manera innecesaria el costo de la puesta en marcha de la solución.

→ *Redes inalámbricas*: podemos elegir entre dos opciones e incluso llegar a articular una solución híbrida. Con menores niveles de calidad de servicio, pero mayor cobertura están los proveedores de redes celulares: Comcel, BellSouth, Avantel o la nueva Colombia Móvil. La desinformación a la hora de elegir y las justificaciones "técnicas" de superioridad en las que apoyan sus campañas de mercadeo, constituyen una fuente de ruido para la puesta en marcha de la solución. Lo importante al respecto, más allá de la tecnología o el estándar de acceso al medio que usen -CDMA, GSM, IDEN, etc.- o la banda de frecuencia asignada para su operación es la relación costo/beneficio que cada una de ellas pueda ofrecer. Lo primero que se debe hacer es dimensionar los requerimientos de la aplicación en cuanto al ancho de banda, la latencia, el cubrimiento y la disponibilidad. Paso seguido, buscar el proveedor que demuestre satisfacer dichos requerimientos y ofrecer el mejor contrato de prestación de servicios, que pondere costos de operación competitivos y un respaldo confiable, frente a imprevistos. La otra tecnología a tener en cuenta es la Wireless LAN, con niveles superiores de calidad de servicio, pero de cubrimiento más limitado. Representa un mercado potencial de aplicaciones de valor agregado para las organizaciones. Pensemos, por ejemplo, en aplicaciones multimedia que corran sobre PDA's, dotadas con cámaras digitales a manera de videófonos móviles o sistemas de videoconferencia. Por último, es importante reflexionar, si el uso de una red inalámbrica es imprescindible para nuestra aplicación o si sólo bastaría una estrategia de sincronización eficaz.

→ *Software de base*: a pesar de la alta heterogeneidad de ambientes de ejecución y desarrollo, la tendencia es hacia la polarización alrededor de dos plataformas. Por una parte, Microsoft PocketPC, cuyo espíritu es llevar a la mano, una funcionalidad similar a la de los equipos de escritorio Windows. De otro lado, todos los demás, cada

vez más alineados alrededor de la plataforma Java J2ME en todos sus sabores -en esta familia incluyo a los sistemas PALMOS que comienzan a transitar seriamente hacia los senderos de Java-. Como es de suponer, el espectro de posibilidades y de precios es mucho más amplio y variado en las plataformas basadas en J2ME. Éstas van desde anillos, relojes y botones hasta celulares y PDAs de última generación. Por último, no quiero dejar de mencionar un fenómeno que esta cobrando fuerza en la comunidad opensource: Linux sobre PDAs\*.

→ *Aplicaciones*: en cuanto a aplicaciones de usuario final se refiere, el mercado de oportunidades podemos fragmentarlo en dos grandes grupos.

§ Migración de aplicaciones a ambientes móviles: en este grupo se incluyen los clientes clásicos de correo, de mensajería, y en general versiones livianas de clientes de herramientas backoffice. En este mercado, tecnologías móviles de clientes livianos como WAP, constituyen una excelente estrategia de migración de aplicaciones basadas en generación de documentos html al uso de lenguajes de marcado como wml, popularizando cada vez más la reconversión de los portales para la generación de contenido multimodal.

§ Creación de aplicaciones sensibles a la localización: en esta franja están aquellas aplicaciones cuyo comportamiento y normal funcionamiento saca partido o exige la movilidad física del dispositivo. Por ejemplo, asistentes de transito que nos indican cuál es la mejor ruta para ir desde nuestra actual localización a un punto deseado o herramientas de apoyo a la gestión de inventarios, que usan un lector de código de barras para actualizar el estado del stock.

---

\* <http://www.handhelds.org>

**ANEXO A**

**REQUISITOS CANDIDATOS**

	Nombre	Descripción	Estado	Prioridad	Riesgo
<b>PC - Computador</b>					
A	Asignación de OTs	Asignar las órdenes de trabajo a los diferentes móviles de daños, según los criterios manejados por la sección de redes de la empresa.	Aprobado	Importante	Significativo
A1	Asignar automáticamente las OTs	Asignar automáticamente las órdenes de trabajo a los diferentes móviles de daños, según la ubicación donde se produjo el daño, teniendo en cuenta la delimitación conformada por las cuatro zonas de atención de daños.	Aprobado	Critico	Significativo
A2	Modificar la asignación de OTs	Permitir la modificación de la asignación de órdenes de trabajo según el criterio del jefe de redes.	Aprobado	Importante	Significativo
B	Sincronización de Archivos	Permitir el intercambio de archivos entre el computador y el dispositivo móvil.	Aprobado	Importante	Crítico
B1	Enviar OTs al dispositivo	Entregar a cada cuadrilla una ruta de trabajo del día con las órdenes asignadas.	Aprobado	Importante	Significativo
B2	Generar archivos de OTs	Generar un archivo con la información referente a las OTs que debe atender un móvil de daños.	Aprobado	Importante	Ordinario
B3	Generar archivos de actualización del dispositivo	Generar un archivo que contenga las actualizaciones realizadas a la base de datos de daños de la empresa.	Aprobado	Importante	Ordinario
B4	Enviar archivos de planos	Enviar a cada dispositivo los archivos de planos que representan la zona del móvil.	Aprobado	Secundario	Significativo
C1	Actualizar la información	Recoger y actualizar directamente la información recogida en campo.	Aprobado	Importante	Significativo
C2	Informe de novedades visibles por la red	Generar el informe de novedades para que pueda ser consultado por la red, debido a que el digitalizador se encuentra en otra sede de la empresa.	Aprobado	Secundario	Significativo
C3	Ver informe de asignación de OTs	Obtener un informe de la asignación de las órdenes de trabajo a los diferentes móviles de daños.	Aprobado	Secundario	Ordinario
C4	Consultar OTs	Consultar la información recogida en campo para su verificación.	Aprobado	Secundario	Ordinario
D1	Agregar nuevo usuario	Cuando sea necesario, el sistema permite la creación de nuevos usuarios.	Aprobado	Secundario	Ordinario
D2	Agregar nuevo dispositivo	Cuando se adquiera un nuevo dispositivo, se debe permitir registrarlo en el sistema.	Aprobado	Secundario	Ordinario
D3	Recuperar archivos de datos	Recuperar los archivos de órdenes de trabajo que fueron enviados a un	Propuesto	Secundario	

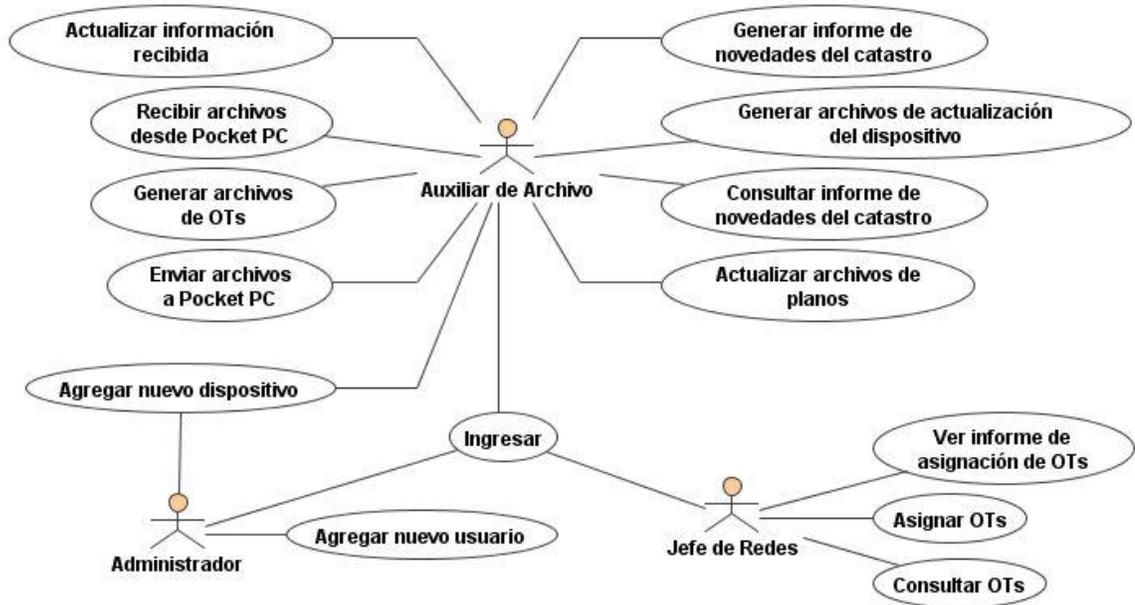
		dispositivo en caso de daño del aparato o pérdida.			
D4	Bajos costos en el desarrollo e implementación.	Utilizar para el desarrollo herramientas posiblemente con licenciamiento libre.	Aprobado	Critico	Critico
D5	Desarrollo en Pocket PC	Desarrollar para dispositivos con sistema operativo en la plataforma Pocket PC 2002	Aprobado	Importante	Ordinario
<b>Pocket PC – Dispositivo Móvil</b>					
E1	Ver ruta de trabajo	Visualizar la información de las órdenes de trabajo asignadas.	Aprobado	Importante	Ordinario
E2	Crear nueva OT	Permitir la creación de órdenes de trabajo en campo.	Aprobado	Secundario	Ordinario
E3	Diligenciar OT	Permitir la captura de información de una orden de trabajo en campo.	Aprobado	Importante	Significativo
E4	Asignar materiales a OT	Permitir la captura de información de los materiales utilizados en la ejecución de una orden de trabajo.	Aprobado	Importante	Significativo
E5	Verificar la información de los suscriptores	Permitir la verificación de los datos que se tienen de un usuario y su información verdadera.	Propuesto	Secundario	Ordinario
F1	Visualizar plano	Posibilitar la visualización de planos para obtener una ubicación aproximada del daño y la de los diferentes accesorios de la red	Aprobado	Critico	Critico
F2	Ver Información de los planos	Permitir la obtención de información de los diferentes componentes que se observan en las capas de los planos.	Aprobado	Importante	Significativo
F3	Manejo de planos	Permitir ejecutar en los planos las funciones generales de Zoom, desplazamiento, selección y vista original.	Propuesto	Secundario	Significativo
G1	Visualizar componentes de la red	Visualizar los componentes de red, haciendo visibles los de la zona en la cual se va a trabajar.	Aprobado	Critico	Critico
G2	Escoger tipo de componente	Escoger el tipo de componente del cual se desea obtener información.	No Aprobado	Secundario	
G3	Generar novedades	Permitir la generación de novedades de la información de los accesorios de la red.	Aprobado	Importante	Significativo
G4	Buscar componente	Buscar un componente específico para obtener su información a través de un campo identificador.	Aprobado	Secundario	Ordinario
H1	Generar archivos de datos para PC	Generar archivos de datos para ser enviados al PC.	Aprobado	Importante	Significativo
I1	Facilidad en la captura de datos	Ofrecer a las cuadrillas métodos que faciliten la captura de datos en campo.	Aprobado	Importante	Significativo
I2	Copia de seguridad	Crear una copia de seguridad del trabajo que se ha realizado en una tarjeta de memoria o en la memoria ROM del dispositivo.	Aprobado	Importante	Ordinario
I3	Actualizar tablas	Actualizar las tablas del dispositivo cada vez que se requiera.	Aprobado	Secundario	Significativo

## ANEXO B

### MODELO DE CASOS DE USO DEL SISTEMA

Este anexo recopila el modelo de casos de uso final del sistema. Los casos de uso identificados han sido agrupados en paquetes de análisis.

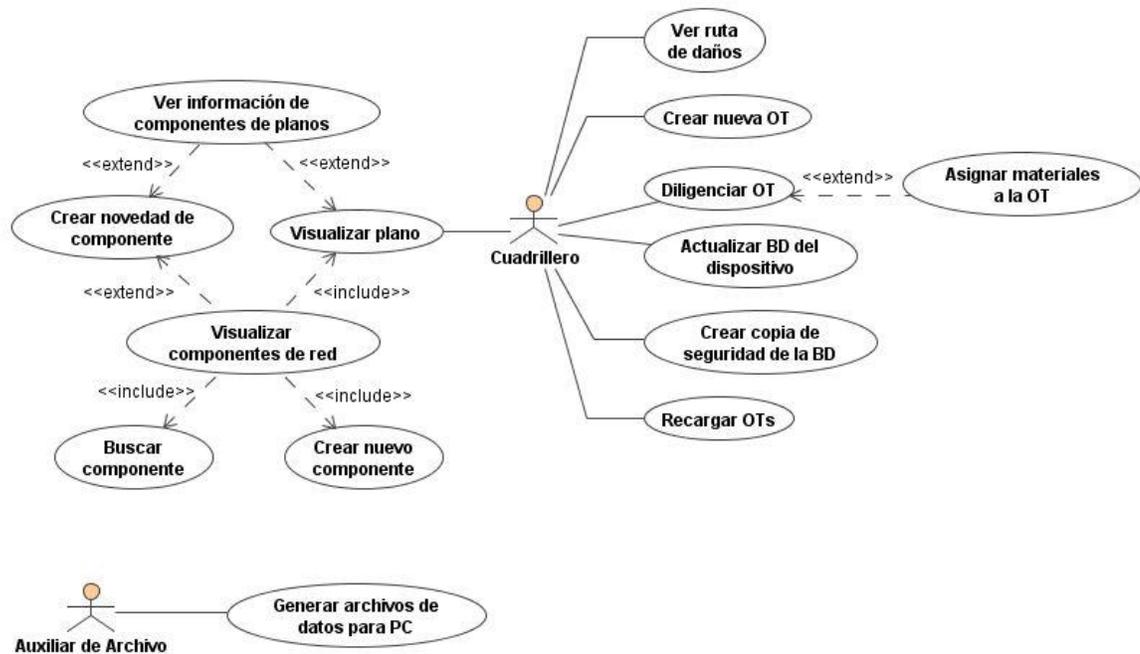
#### Modelo de casos de uso de la aplicación del PC



Casos de uso identificados	Breve descripción
Ingresar	Acceder a la aplicación.
Asignar OTs	Asignar las órdenes de trabajo disponibles a los dispositivos.
Generar archivo de OTs	Generar el archivo que contiene la información de las órdenes de trabajo asignadas a cada dispositivo.
Enviar archivos al Pocket PC	Enviar los archivos de datos generados a cualquier dispositivo.
Recibir archivos desde el Pocket PC	Recibir los archivos de datos que contienen la información recogida en campo de un dispositivo cualquiera.
Actualizar información recibida	Actualizar la base de datos con la información recogida en los dispositivos móviles.
Consultar OTs	Consultar una orden de trabajo cualquiera para conocer su información asociada.
Agregar nuevo dispositivo	Agregar un dispositivo que hará parte de la aplicación.

Agregar nuevo usuario	Agregar un usuario que tendrá acceso a la aplicación.
Ver informe de asignación de OTs	Consultar las asignaciones de órdenes de trabajo realizadas durante un día.
Generar informes de novedades del catastro	Generar un archivo único que contenga la información de los accesorios de red recogidas por los dispositivos.
Generar archivos de actualización del dispositivo	Generar los archivos necesarios para actualizar las tablas de la base de datos de los dispositivos.
Consultar informe de novedades del catastro	Consultar la información de un archivo de informe de novedades del catastro.
Actualizar archivos de planos	Actualizar la versión de los archivos de planos presente en cualquier dispositivo.

### Modelo de casos de uso de la aplicación del dispositivo

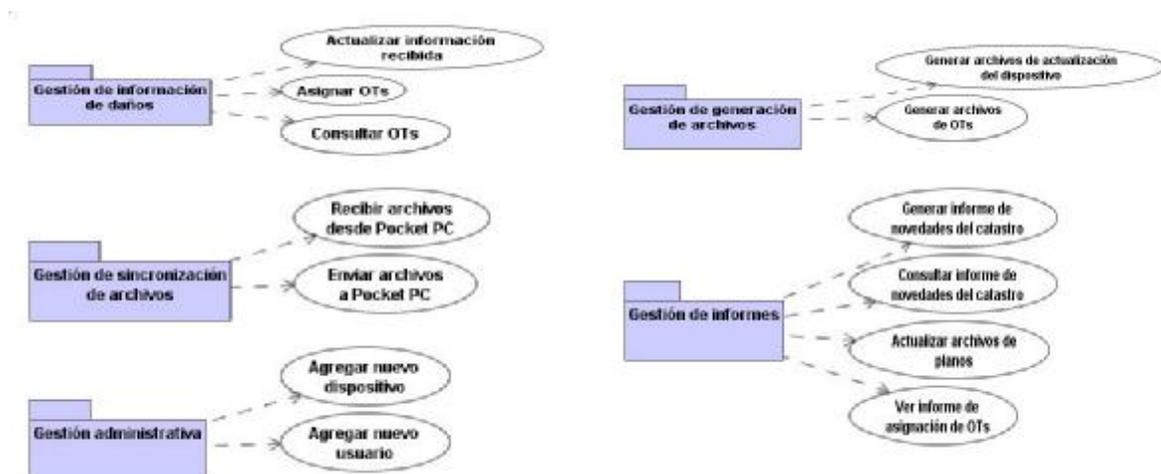


Casos de uso identificados	Breve descripción
Ver ruta de daños	Consultar las órdenes de trabajo para una jornada de trabajo.
Diligenciar OT	Ingresar la información derivada de la ejecución de una orden de trabajo.
Asignar materiales a la OT	Ingresar la lista de materiales utilizados en la ejecución de un a orden de trabajo.
Visualizar planos	Visualizar los planos de una orden de trabajo específica si hay planos disponibles de la ubicación.
Ver información de componentes en los planos	Visualizar información acerca de los usuarios, las tuberías o los accesorios mostrados en el plano activo.
Generar archivos de datos para PC	Generar los archivos de datos que contienen la información acerca de las órdenes de trabajo, el listado de materiales de las órdenes

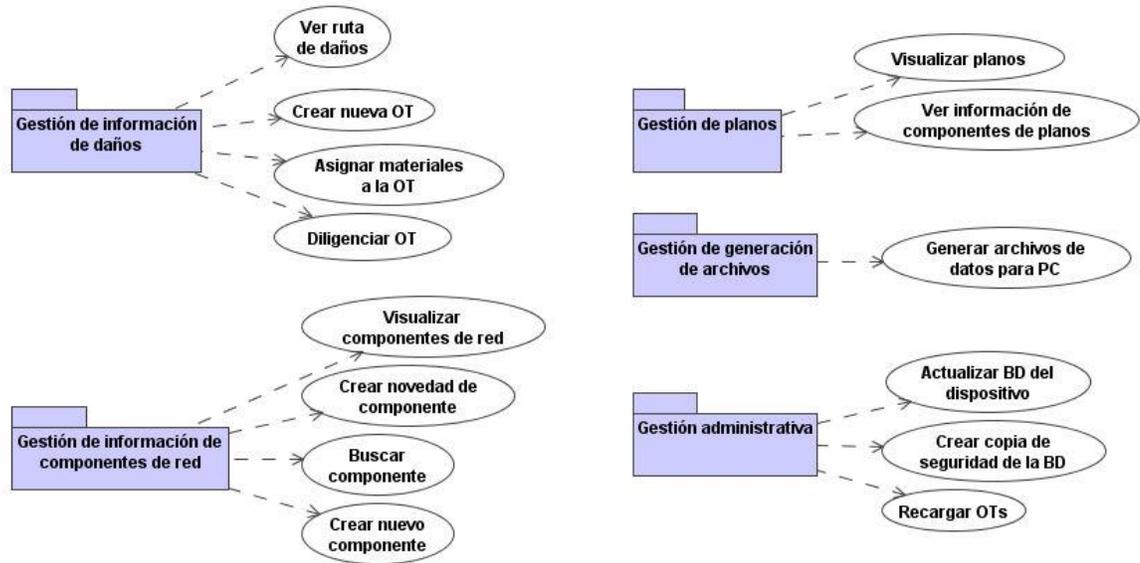
	de trabajo y las novedades encontradas.
Crear Nueva OT	Ingresar la información de una nueva orden de trabajo.
Visualizar componentes de red	Visualizar los accesorios o las tuberías de los sitios cercanos a una ubicación.
Crear novedad	Ingresar la información de una novedad que se encontró en un accesorio de la red.
Crear nuevo componente	Ingresar la información de un nuevo accesorio de red que no está registrado en el plano activo.
Buscar componente	Buscar un componente específico para conocer información acerca del mismo. La búsqueda se hace en los accesorios mostrados del plano activo.
Actualizar BD del dispositivo	Actualizar las tablas de la base de datos con archivos de actualización enviados desde el PC.
Crear copia de seguridad de la BD	Guardar una copia de seguridad de la base de datos en un medio de almacenamiento externo o en la memoria Flash ROM del dispositivo.
Recargar OTs	Cargar la información de las órdenes de trabajo asignadas después de la ocurrencia de un error al inicio de la aplicación.

### Paquetes del análisis de la aplicación del PC

Al término del proyecto, se identificaron los siguientes paquetes del análisis para la aplicación del PC.



## Paquetes del análisis de la aplicación del dispositivo



## ANEXO C

### BASE DE DATOS DEL DISPOSITIVO

#### TABLAS

Tabla	Descripción	Gestor
BARRIOS	Todos los barrios de los municipios a los que llega el servicio.	SQLServerCE
CATALOGO_INVENTARIOS	Inventario de los materiales disponibles para la reparación de daños.	SQLServerCE
COMUNAS	Todas las comunas del área metropolitana.	SQLServerCE
DAÑOS	Tabla donde se almacena la información relacionada con un daño y su reparación.	SQLServerCE
DAÑOS_CATALOGO_INVENTARIOS	Listado de los materiales utilizados para la reparación de un daño.	SQLServerCE
DIAMETROS	Valores en pulgadas de los diámetros de las tuberías de la red.	SQLServerCE
EMPLEADOS	Información de los empleados de la empresa.	SQLServerCE
MATERIALES	Posibles materiales de los cuales está fabricada la tubería.	SQLServerCE
MUNICIPIOS	Municipios a los que se les presta el servicio.	SQLServerCE
TIPO_DAÑO	Posibles tipos de daño presentados.	SQLServerCE
UBICACION	Lugares en los cuales se puede hacer una rotura para la reparación de un daño (Vía, andén, zona verde).	SQLServerCE
UBICACIÓN_DAÑO	Lugares en los cuales se puede presentar un daño (red, instalación interna, acometida, cajilla).	SQLServerCE
USUARIOS	Información de los suscriptores que están relacionados con los daños asignados al dispositivo.	SQLServerCE
COMPONENTES	Almacena las novedades de los accesorios de la red.	SQLServerCE

#### DESCRIPCION DE LAS TABLAS

##### ○ TABLA BARRIOS

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	int	-	X	Identificador del barrio.
ID_municipio	Int	-		Identificador que hace referencia al municipio al que pertenece el barrio.
ID_Comuna	Int	-		Identificador que hace referencia a la comuna a la que pertenece el barrio.
Nombre	nvarchar	40		Nombre del barrio.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave Primaria
ID_municipio	MUNICIPIOS	ID
ID_Comuna	COMUNAS	ID

○ **TABLA CATALOGO\_INVENTARIOS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	nvarchar	12	X	Código de inventario del material utilizado en la reparación de daños.
Descripcion	nvarchar	100		Nombre descriptivo del material.
ID_unidad	Int	-		Identificador que hace referencia a la unidad de medida del material.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave Primaria
ID_unidad	UNIDADES	ID

○ **TABLA COMPONENTES**

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
ID	int	-	Identificador del accesorio de red. Comodín.
Tipo_accesorio	nvarchar	40	Tipo de accesorio (válvula, hidrate, reducción, etc)
Material	nvarchar	30	Tipo de material del accesorio.
Diametro	nvarchar	10	Valor en pulgadas del diámetro del accesorio.
Estado_funcionamiento	nvarchar	15	Estado físico en el que se encuentra el accesorio.
Operacion	nvarchar	15	Estado en el que opera el accesorio.
Ubicacion	nvarchar	15	Lugar donde se ubica el accesorio.
Observaciones	nvarchar	150	Datos complementarios sobre el accesorio

○ **TABLA COMUNAS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Identificador de la comuna.
Nombre	nvarchar	40		Nombre de la comuna.

○ **TABLA DAÑOS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Código de la orden de trabajo
FECHA_REGISTRO	Datetime	-		Fecha en la cual se registró el daño.
DIRECCION_NAME	Int	40		Dirección aproximada de la ocurrencia del daño.
BARRIO_ID	Nvarchar	-		Identificador que hace referencia al barrio donde se presentó el daño.
TIPO_DAÑO_REPORTADO	Nvarchar	80		Descripción del daño por parte del denunciante.
NOMBRE DENUNCIANTE	Nvarchar	50		Nombre de la persona que reporta el daño.
TELEFONO_DENUNCIANTE	Nvarchar	10		Teléfono de la persona que reporta el daño.
INSTALADOR_ASIGNADO_ID	Nvarchar	13		Número de identificación del empleado encargado de la reparación del daño.
UBICACIÓN_DAÑO_ID	Int	-		Identificador que hace referencia a la ubicación del daño.
USUARIO_ID	Nvarchar	-		Identificador del usuario del acueducto donde se reportó el daño. Es a quien se le cobra la reparación del daño. Su asignación es automática, pero puede modificarse.
CODIGO_USUARIO	Nvarchar	-		Identificador del usuario del acueducto donde se reportó el daño. Este valor se asigna automáticamente, pero no se modifica y sirve para ubicar el daño en los planos.
FECHA_INICIO_TRABAJO	Datetime	-		Fecha y hora de inicio de los trabajos de reparación.
FECHA_FIN_TRABAJO	Datetime	-		Fecha y hora de finalización de los trabajos de reparación.
TIPO_DAÑO_DIAGNOSTICADO_ID	Int	-		Identificador que hace referencia al tipo de daño identificado por el empleado encargado.
DIAMETRO_ID	Int	-		Identificador que hace referencia al diámetro de tubería de red o acometida donde se hizo la reparación.
PROFUNDIDAD	Numeric	-		Profundidad de la excavación para hacer la reparación (sólo si se presentó rotura).
ROTURA	Bit	-		Campo que almacena si fue o no necesario romper alguna superficie para la reparación del daño.
TIPO_ROTURA_ID	Int	-		Identificador que hace referencia al tipo de zona que fue necesaria romper para hacer la reparación (sólo si se presentó rotura).
LARGO	Numeric	-		Largo de la excavación necesaria

				para hacer la reparación (sólo si se presentó rotura).
ANCHO	Numeric	-		Ancho de la excavación necesaria para hacer la reparación (sólo si se presentó rotura).
ESCOMBROS	Bit	-		Campo que almacena si fue o no necesario si la excavación originó escombros (sólo si se presentó rotura).
APISONAR	Bit	-		Campo que almacena si fue o no necesario apisonar el terreno de la reparación sólo si se presentó rotura).
MATERIAL_ID	Int	-		Identificador que hace referencia al tipo de material del tubo de red o acometida.
ATENDIDO	Nchar	3		Almacena el estado de atención de la orden de trabajo (atendida, pendiente)
OBSERVACION	Nvarchar	200		Almacena las novedades encontradas al momento de reparar el daño.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave primaria
BARRIO_ID	BARRIOS	ID
INSTALADOR_ASSIGNADO_ID	EMPLEADOS	NumIdenti
UBICACIÓN_DAÑO_ID	UBICAION_DAÑO	ID
USUARIO_ID	USUARIOS	ID
CODIGO_USUARIO	USUARIOS	ID
TIPO_DAÑO_DIAGNOSTICADO_ID	TIPO_DAÑO	ID
DIAMETRO_ID	DIAMETROS	ID
TIPO_ROTURA_ID	UBICACION	ID
MATERIAL_ID	MATERIALES	ID

○ **TABLA DAÑOS\_CATALOGO\_INVENTARIOS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID_daños	int	-		Identificador que hace referencia a la orden de trabajo en la que fue utilizado el material.
ID_catalogo_inventarios	nvarchar	100		Identificador que hace referencia a los materiales utilizados en la reparación del daño.
Cantidad	numeric	-		Cantidad de material específico utilizada.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave primaria
ID_daños	DAÑOS	ID
ID_catalogo_inventarios	CATALOGO_INVENTARIOS	ID

○ **TABLA DIAMETROS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	int	-	X	Identificador del diámetro.
Nombre	nvarchar	10		Valor del diámetro en pulgadas.
ID_unidad	numeric	-		Identificador que hace referencia al código de la unidad de medida del diámetro.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave primaria
ID_unidad	UNIDADES	ID

○ **TABLA EMPLEADOS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
Numeldenti	nvarchar	13	X	Numero de identificación de los empleados de la sección de Redes.
NombreCompleto	nvarchar	100		Nombre completo del empleado

○ **TABLA MATERIALES**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Identificador del material de la tubería.
Nombre	nvarchar	25		Nombre del material de la tubería.

○ **TABLA MUNICIPIOS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Código del municipio.
Nombre	nvarchar	20		Nombre del municipio.

○ **TABLA TIPO\_DAÑO**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Identificador de tipo de daño.
Abreviatura	nvarchar	5		Nombre abreviado del tipo de daño.
Nombre	nvarchar	40		Nombre del tipo de daño.

○ **TABLA UBICACION**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Identificador de la zona donde puede encontrarse un daño.
Nombre	nvarchar	12		Nombre distintivo de la zona en la que puede encontrarse un daño (andén, vía, zona verde, mixto)

○ **TABLA UBICACIÓN\_DAÑO**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Identificador de la parte de la red en la que puede ocurrir un daño.
Nombre	nvarchar	15		Nombre de la parte de la red en la que puede ocurrir un daño (acometida, red, instalación interna, cajilla).

○ **TABLA UNIDADES**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Identificador de la unidad de medición.
Abreviatura	nchar	3		Nombre abreviado que se identifica la unidad de medición.
Nombre	nvarchar	20		Nombre de las unidad de medición.

○ **TABLA USUARIOS**

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Int	-	X	Código de identificación del usuario.
NombreUsuario	nvarchar	40		Nombre completo del usuario.
Medidor	nvarchar	10		Número del medidor que representa al usuario.

## ANEXO D

### TABLAS ANEXADAS A LA BASE DE DATOS DEL AMB

A continuación se presenta una descripción de las tablas modificadas y anexadas a la base de datos del AMB.

Tabla	Descripción	Gestor
DAÑOS_ASIGNADOS	Tabla que contiene la información acerca de la asignación de un daño a un dispositivo móvil.	Access
MOVILES_ATENCION_DAÑOS	Zonas de cobertura de atención de daños del área en el que presta servicio el acueducto.	Access
TERMINALES	Dispositivos móviles con los que cuenta la empresa para la atención de daños.	Access
UNIDADES	Valores posibles de unidades de medición.	Access

### DESCRIPCION DE LAS TABLAS

#### TABLA DAÑOS\_ASIGNADOS

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID_Daños	Entero largo	-		Identificador que hace referencia a la orden de trabajo que fue asignada a un dispositivo.
ID_Terminal	Entero	-		Identificador que hace referencia al dispositivo asignado.
Descargado	SI / NO	-		Almacena si la orden de trabajo fue descargada a un dispositivo.
FechaAsignacion	Fecha/Hora	40		Fecha en la que se asigna una orden de trabajo a un dispositivo.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave primaria
ID_Daños	DAÑOS	ID
ID_Terminal	TERMINALES	ID

### TABLA MOVILES\_ATENCION\_DAÑOS

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Entero	-	X	Identificador de la zona de cobertura de daños.
Nombre	Texto	50		Nombre de la zona de cobertura de atención de daños de los móviles de trabajo.

### TABLA TERMINALES

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Entero	-	X	Identificador del terminal o dispositivo móvil.
Nombre	Texto	50		Nombre con el que se distingue el dispositivo. Corresponde al ID asignado a cada dispositivo al momento de hacer una asociación con el PC.
Marca	Texto	100		Marca del dispositivo.
Movil_ID	Entero	-		Identificador que hace referencia a la zona de cobertura del móvil al que pertenece el dispositivo.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave primaria
Movil_ID	MOVILES_ATENCION_DAÑOS	ID

### TABLA BARRIOS

Campo	Tipo	Tamaño	Llave primaria	Descripción
ID	Entero largo	-	X	Identificador del barrio.
MUNICIPIO	Texto	5		Identificador que hace referencia el municipio al que pertenece el barrio
COMUNA_ID	Entero	-		Identificador que hace referencia la comuna a la que pertenece el barrio.
NOMBRE	Texto	30		Nombre del barrio.
SIC_ID	Texto	16		Estandar de identificación de los barrios según el Plan de Ordenamiento Territorial.
Movil_ID	Entero	-		Identificador que hace referencia a la zona de cobertura del móvil en la cual se encuentra ubicado el barrio.

Llaves foráneas	Referencia a:	
	Tabla	Llave primaria
MUNICIPIO	MUNICIPIOS	ID
COMUNA_ID	COMUNAS	ID
Movil_ID	MOVILES_ATENCION_DAÑOS	ID

Las convenciones de código son sugerencias que no se centran en la lógica de un programa, sino en su aspecto y estructura física. Si se cumplen, se facilita la lectura, la comprensión y el mantenimiento del código. Las convenciones de código incluyen, entre otras cosas:

- Formatos estandarizados para etiquetar y comentar código.
- Instrucciones para agregar espacios, dar formato y aplicar sangría al código.
- Convenciones de nomenclatura para objetos, variables y procedimientos.

A continuación se presenta un conjunto de instrucciones de programación recomendadas por el libro *Visual Basic .NET: Guía de migración y actualización* de Erich Bühler referenciado en la bibliografía y que fueron utilizadas en el anterior proyecto.

Para la elección de los nombres de los elementos de la aplicación se tienen en cuenta las siguientes sugerencias de nomenclatura:

- Empezar los nombres con una letra mayúscula indistintamente si son variables, métodos o funciones.
- Empezar los nombres de método y de función con un verbo, como `ActualizarOrdenTrabajo` o `GenerarArchivos`.
- Empezar los nombres de clase y de propiedad con un nombre, como `Planos` o `ListaMateriales`.
- Los contadores utilizados en sentencias de repetición (`for`, `while`, etc) son nombrados con variables cortas y típicas, como `i`, `j`, `cont`.

- Para distinguir los nombres de los controles de la aplicación, se antepone un prefijo representativo de cada control. Los prefijos utilizados se encuentran en la siguiente tabla.

Control	Sintaxis	Prefijo
Formulario	Form	frm
Caja de Texto	TextBox	txt
Caja de chequeo	CheckBox	chk
Caja de selección de opción	RadioButton	rbt
Lista desplegable	ComboBox	cmb
Panel	Panel	pnl
Botón	Button	btn
Menú	MainMenu	mnu
Contenedor por pestañas	TabControl	tab
Imagen	PictureBox	pic
Tabla de datos	Datagrid	grd

Con el fin de obtener un código de fácil lectura, el entorno de desarrollo de Visual Basic .NET aplica sangría y colorea las distintas instrucciones del lenguaje automáticamente. También permite la agrupación de código en regiones definidas por el programador que pueden ser expandidas o comprimidas simplificando la visualización del mismo. Estas se definen de la siguiente manera y pueden ser anidadas.

```
#Region "Métodos y eventos propios del formulario"
  #Region "Métodos y eventos de la pagina General"
  #End Region
  #Region "Métodos y eventos de la pagina Rotura"
  #End Region
#End Region
```

También son útiles y necesarios los comentarios, que no son más que notas cortas explicativas que se agregan al código para aportar mayor información a las personas que lo lean.

Es una buena costumbre de programación iniciar todos los procesos y funciones con un breve comentario que describa las características funcionales del procedimiento (qué hace), para su propio beneficio y el de cualquier otra persona que examine el código.

Los comentarios pueden ir a continuación de una instrucción en la misma línea, o pueden ocupar una línea completa. Ambas opciones quedan reflejadas en el código siguiente:

```
'Este es un comentario de línea completa.  
Me.txtHola.Text = "Hola!"    'Este es un comentario sobre la misma línea.
```