

CM-MÓVIL, APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE TIEMPOS DE ATENCIÓN AL PACIENTE CON DISPOSITIVOS MOVILES.

CM-MOVIL, application for control of patient care time with mobile devices.

RESUMEN

El aumento en el uso de los dispositivos móviles es cada día más notorio, desde su implementación en empresas como apoyo al manejo de ventas e inventarios, así como en centros hospitalarios, en donde se utilizan como ayuda para mejorar la calidad de las actividades relacionados con la salud y los servicios a distancia, en lo que se conoce como telesalud. En este artículo se expone el desarrollo de una aplicación que permite gestionar los servicios de atención al paciente hospitalizado por medio de dispositivos móviles y redes inalámbricas.

PALABRAS CLAVES: Conectividad, dispositivo móvil, hospitalización, red inalámbrica, servicio, telesalud, tabla de computador, desarrollo, comunicación, movilidad.

ABSTRACT

The increased use of mobile devices is becoming more evident, since its implementation in companies to support the management of sales and inventory, as well as hospitals, where they are used to help improve the quality of the activities related to health and remote services in what is known as telehealth. This article describes the development of an application that manages health care services to hospitalized patients through mobile devices and wireless networks.

KEYWORDS: *Connectivity, hospitalization, mobile device, service, telehealth wireless networks, tablet pc, development, communication, mobility.*

1. INTRODUCCIÓN

La atención al paciente por parte del personal de enfermería y médicos es fundamental para el proceso de recuperación de las personas que se encuentran hospitalizadas. El personal hospitalario hace parte del diagnóstico y tratamiento de enfermedades que requieren cuidado y observación especial del paciente¹, como es el caso de pacientes que han salido de cirugía, encargándose de proteger a éstos de factores dañinos que pueden poner en riesgo su salud.

Es por esto que el servicio de hospitalización se ve condicionado por la necesidad de cuidados del paciente, ya sea a su propia enfermedad o a la complejidad de los procedimientos a realizar. Los pacientes hospitalizados, independientemente si se encuentran en habitaciones individuales o colectivas, se agrupan en unidades de

enfermería de acuerdo a la semejanza de los cuidados en los centros hospitalarios lo que se conoce como unidad de enfermería [1]. Así, en las unidades de enfermería se requiere que las personas encargadas de velar por la salud de los pacientes estén en constantes turnos revisando el estado o las necesidades que tengan las personas hospitalizadas lo que se conoce como dispensación de cuidados y tratamientos, implicando que se deban coordinar las actividades de la unidad de enfermería y llevar un registro de los acontecimientos y asistencias al usuario.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son cada vez más utilizadas en el ámbito de la salud, a partir del desarrollo de sistemas, redes y comunidades que realizan actividades de Telesalud, proporcionando servicios de salud de valor agregado. La telesalud según [2] es un término compuesto que incluye actividades relacionadas con la salud, servicios y métodos, los cuales se llevan a cabo a distancia con la ayuda de las tecnologías de la información y telecomunicaciones. Actualmente en Colombia se están desarrollando varios proyectos en telesalud a través del plan TIC, el cual tiene como objetivo principal lograr altos niveles de validez y cubrimiento de los servicios de

JOHN ALEJANDRO GALEANO E.

Estudiante Ingeniería de sistemas y computación.
Universidad Tecnológica de Pereira.
jh0n@hotmail.com

GUSTAVO ADOLFO VASCO H.

Estudiante Ingeniería de sistemas y computación.
Universidad Tecnológica de Pereira.
gvasco@utp.edu.co

GUILLERMO SOLARTE MARTINEZ

Ingeniero de Sistemas,
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
gsolarte294@gmail.com

¹ Cuidados y registros de enfermería. Hospital Nacional Rebagliati Martins. [Consulta: 24 de julio de 2009]. [En línea].

<http://www.reeme.arizona.edu/materials/Cuidados%20y%20Registros%20de%20Enfermeria.pdf>

Fecha Recepción: 9 de Septiembre de 2010

Fecha aceptación: 15 de Noviembre de 2010

salud a partir de la instalación de infraestructura tecnológica y apropiación y uso eficaz de las TIC. Entre estos proyectos se encuentran sistemas de información y administrativos, así como la implementación de la historia clínica electrónica (HCE)².

El presente trabajo plantea el desarrollo de una aplicación que permita a los centros hospitalarios tener una herramienta que facilite la gestión de servicios de atención a los pacientes hospitalizados a través de tecnologías inalámbricas y dispositivos móviles. El desarrollo de la aplicación tiene como primera etapa la investigación acerca de las tecnologías móviles e inalámbricas disponibles actualmente así como la recolección de evidencias y encuestas en centros hospitalarios, después se plantea el análisis y diseño del sistema utilizando como marco de trabajo la metodología iterativa e incremental de desarrollo de software y por última realizar un prototipo que permita realizar las pruebas necesarias al sistema.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Seguido de las etapas de desarrollo planteadas al inicio del proyecto se obtuvo como resultado el prototipo de una aplicación de trabajo de grado. Para el desarrollo de éste se realizaron encuestas a las clínicas Comfamiliar Risaralda y Los Rosales S.A. con el fin de obtener los requerimientos del sistema. A la vez, se investigó sobre los dispositivos móviles y su clasificación de tal manera que se pudiera encontrar el más acorde con los requerimientos obtenidos en las encuestas.

2.1 DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos móviles son dispositivos informáticos pequeños que son fáciles de transportar y que disponen de la capacidad de batería suficiente para poder funcionar de forma autónoma. Su principal característica es su gran capacidad de comunicación, la cual le permite tener acceso a información y servicios independientemente del lugar y el momento en el que nos encontremos.

En general, los dispositivos móviles se pueden clasificar en:

Teléfono Móvil: Es un teléfono portátil, sin hilos, conectado a una red celular. Este dispositivo permite a los usuarios la conversación telefónica en tiempo real y en ambos sentidos de transmisión en cualquier lugar

cubierto por la red. Si la red es digital el teléfono puede enviar y recibir información a través de Internet.

PDA (Personal Digital Assistant): Las PDA son agendas personales electrónicas (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) que tienen capacidad para almacenar datos ya que poseen mayor memoria que los teléfonos móviles. También disponen de una pantalla más grande (visualización mejorada) y tienen una mayor capacidad de proceso.

Híbridos: Existen dos tipos de híbridos, PDA con las propiedades de un teléfono móvil y teléfonos móviles que adoptan las características de los PDA. Los dos intentan que cada dispositivo adquiera las ventajas del otro. En el caso de las PDA, se ha añadido la capacidad de comunicación con otros usuarios, mientras que los teléfonos móviles han adquirido una pantalla de mayores dimensiones y una capacidad de procesamiento más elevada.

Dos de los tipos de híbridos más comunes son:

Communicators: son pequeños ordenadores con posibilidad de uso de voz y telefonía.

Smartphone: son teléfonos con ciertas características que les asemejan a ordenadores.³

- **Tablet PC:** Un tablet PC es una computadora a medio camino entre una computadora portátil y un PDA, en el que se puede escribir a través de una pantalla táctil. Un usuario puede utilizar un estilete (o stylus) para trabajar con el ordenador sin necesidad de teclado o ratón⁴.
- **UMPC (Ultra Móvil PC):** Es un Tablet PC de forma pequeño, las UMPC son máquinas diseñadas para que tengan el tamaño y la adaptabilidad de un bloc de notas rectangular llegándolas a comparar, incluso, con algunas agendas electrónicas que presentan casi tanto el mismo aspecto como tamaño. Tiene todas las principales herramientas que se pueden encontrar en un computador normal, de modo que son bastante útiles a la hora de, por ejemplo, revisar archivos, comprobar contenidos, guardar cierto tipo de información, etc⁵.

² Memorias panel: hacia un país en telesalud. [Consulta: 24 de agosto de 2009]. [En línea]. <http://www.colombiaplantec.org.co/index.php?tipo=45¬i=30&clase=1>

³ Introducción a los dispositivos móviles. [Consulta: julio de 2009]. [En línea]. http://docencia.ac.upc.edu/EPSC/PSE/documentos/Trabajos/Archivo/Trabajo_PDM.pdf

⁴ Los Tablet PC. [Consulta: julio de 2009]. [En línea]. <http://es.kioskea.net/faq/2938-los-tablet-pc#que-es-un-tablet-pc>

⁵ Vida Digital UMPC. [Consulta: julio de 2009] [En línea]. <http://www.vidadigitalradio.com/umpc-oqo/>

- **MID (Mobile Internet Device):** Un MID es un UMPC (Ultra Mobile Personal Computer, un Tablet PC muy pequeño), diseñado para "consumidores y prosumidores"; en comparación, los UMPC se han diseñado básicamente para trabajadores de campo y profesionales de alta movilidad espacial en general. Intel[®] fue quien acuñó el término y anunció el primer prototipo en la Intel Development Forum[®] en primavera de 2007 en Pekín. Algunos de estos dispositivos cuentan con sistemas operativos como lo son Windows XP^{®6}.

2.2 CONECTIVIDAD Y REDES INALÁMBRICAS

Conectividad: es la capacidad de un dispositivo (PC, periférico, móvil, PDA) de poder ser conectado (generalmente a un PC u otro dispositivo) sin la necesidad de un ordenador, es decir en forma autónoma.

LAN Inalámbrica (WLAN): La WLAN es la red de área local que permite una conexión a la red entre dos o más computadoras sin utilizar cables. Usa una comunicación radial para realizar la misma funcionalidad que la de una LAN cableada. Utilizan frecuencias de radio (RF), en lugar de cables.

Wi-Fi Alliance[®]: Es la organización que ofrece certificación para la interoperabilidad entre fabricantes de productos con el estándar IEEE 802.11. Ayuda a comercializar la tecnología WLAN y fomenta la interoperabilidad entre fabricantes. LAN Inalámbrica 802.11 es un estándar IEEE que define cómo se utiliza la radiofrecuencia (RF) en las bandas sin licencia de frecuencia médica, científica e industrial (ISM). Cuando el 802.11 se emitió por primera vez, prescribía tasas de datos de 1 - 2 Mb/s en la banda de 2,4 GHz. En ese momento, las LAN conectadas por cable operaban a 10 Mb/s, de modo que la nueva tecnología inalámbrica no se adoptó con entusiasmo. A partir de entonces, los estándares de LAN inalámbricas mejoraron continuamente con la edición de IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, y 802.11n [3].

2.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

Una vez realizadas las encuestas se inició el proceso de desarrollo de software el cual debería permitir obtener la información de los pacientes del sistema de información de las clínicas, permitir el envío de solicitudes por parte del paciente a la central de enfermería desde el dispositivo móvil, permitir gestionar el registro de la

atención y los cuidados médicos por parte del personal de enfermería y permitir registrar los tiempos de atención y entrega de alimentos.

Con base en los requerimientos obtenidos en la primera etapa se plantea desarrollar la aplicación CM-Movil la cual constaría de cuatro módulos principales que serían⁷:

- La aplicación instalada en un tablet PC, de aquí en adelante llamada modulo-paciente, que permitirá a los pacientes que se encuentran en hospitalización, realizar llamados a la central de enfermería, consultar la información general del paciente, realizar un seguimiento a los medicamentos, cuidados y exámenes que se programen, consultar los tiempos de atención, ver el historial de los cuidados médicos realizados y permitir el registro de las actividades una vez se haya realizado el cuidado pertinente de los pacientes.
- La aplicación instalada en la central de enfermería (modulo-central enfermería) que permitirá iniciar el servicio para recibir las solicitudes de los pacientes. Obtiene la información general correspondiente al paciente, enfermeras y personas que se encargan de la entrega del alimento, a su vez se encarga de enviar la información general del paciente al tablet pc correspondiente, también permite el ingreso de cuidados médicos, los cuales son enviados al dispositivo móvil (tablet PC) y son visualizados en pantalla una vez la hora programada se haya cumplido. También se encargará de asignar un número a las enfermeras y personal de alimentación, y de enviar las solicitudes y cuidados médicos a los dispositivos móviles que portan las enfermeras y que se encuentran conectados al servicio. Este módulo será el encargado de registrar todas las actividades en la base de datos.
- La aplicación que se encuentra instalada en los dispositivos de mano que llevan las enfermeras(modulo-enfermera), se encargará de recibir y actualizar las solicitudes y cuidados médicos que son enviados desde el servicio. Permitirá configurar a la enfermera los pacientes de los cuales desea recibir los llamados y atenciones.

⁶ Vidas En Red [Consulta: julio de 2009] [En línea]. <http://blogs.hoytecnologia.com/index.php?blog=13&c=1&more=1&p=199&pb=1&tb=1>

⁷ Fuente: Los Autores.

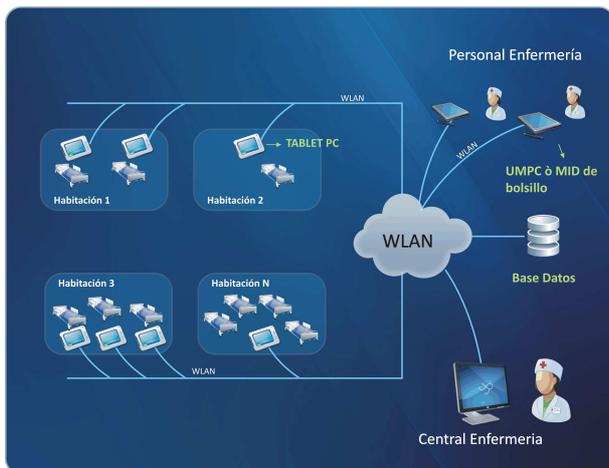


Figura 1. Arquitectura del sistema.

- Una última aplicación, será la que se encarga de generar los reportes de las actividades, en un periodo determinado. Esta aplicación es netamente de escritorio.

El proceso de análisis y diseño de software se hizo con un desarrollo iterativo e incremental, el cual facilita el acomodamiento de los requerimientos según las nuevas características que vayan surgiendo durante el desarrollo y permite indentificar los riesgos del proyecto tempranamente, esto a través de cada iteración [4].

A su vez para el desarrollo del proyecto se utilizó el Lenguaje Unificado de Modelado (UML)®, el cual permitió especificar y documentar la estructura y comportamiento de la aplicación. Se realizó el modelo de casos de uso para describir la funcionalidad total del sistema, y a partir de éste, se realizaron los otros diagramas complementarios. También se diseñó el diagrama entidad-relación para el modelado de datos del sistema.

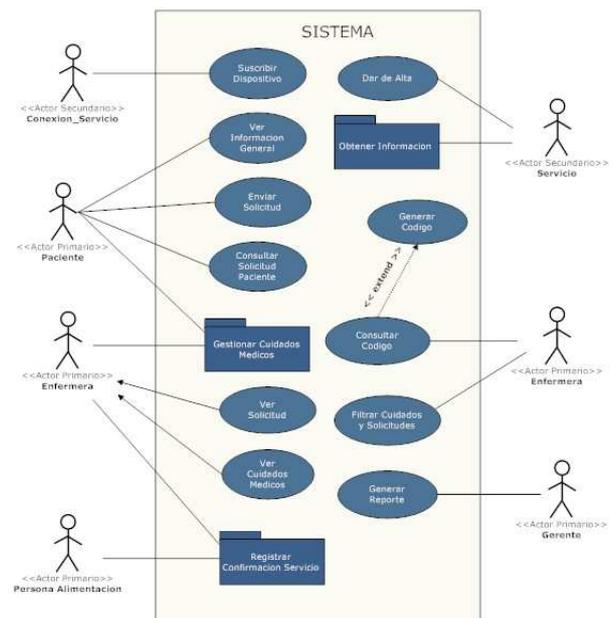


Figura 2. Modelo de casos de uso.

2.4 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Para la implementación de la aplicación se utilizó Microsoft Visual Studio 2008®, el cual es un entorno de desarrollo integrado para sistemas operativos Windows®. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

Visual Studio® permite crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET® (a partir de la versión net 2002). Así se pueden crear aplicaciones que se intercomunican entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles⁸.

⁸ Visual Studio en MSDN [Consulta: octubre de 2009] [En línea]. <http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/default.aspx>

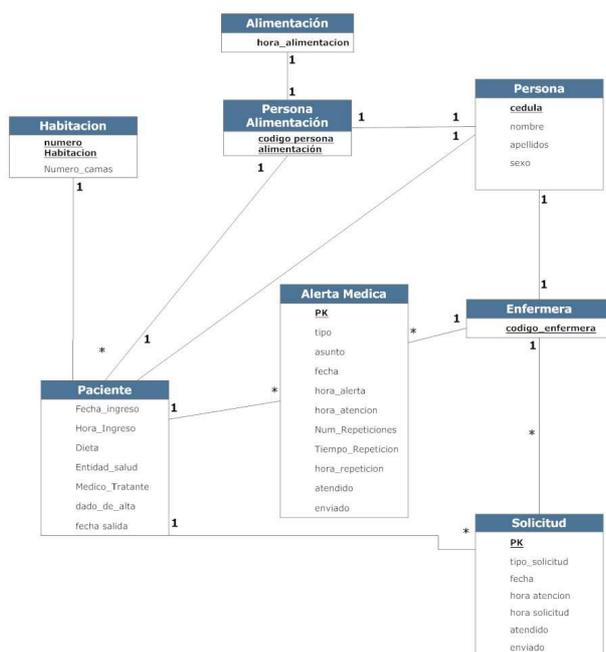


Figura 3. Modelo entidad-relación.

2.4.1 Windows presentation foundation®

Es una de las tecnologías de Microsoft. Permite el desarrollo de interfaces de interacción integrando y ampliando las mejores características de las aplicaciones de escritorio y de las aplicaciones web.

Ofrece una amplia infraestructura y potencialidad gráfica con la que se pueden desarrollar aplicaciones de atractiva apariencia, con mayores y más funcionales facilidades de interacción que incluyen animación, vídeo, audio, documentos, navegación, gráfica 3D. Separa, con el lenguaje declarativo XAML y los lenguajes de programación de .NET®, la interfaz de interacción de la lógica del negocio, propiciando una arquitectura Modelo Vista Controlador para el desarrollo de las aplicaciones⁹.

2.4.2 Windows communication foundation (WCF)®

Es un conjunto de tecnologías .NET® para la creación y puesta en marcha de sistemas interconectados. Es una nueva generación de infraestructura de comunicaciones que gira en torno a la arquitectura de servicios Web.

El soporte para servicios Web avanzados en Windows Communication Foundation® proporciona una mensajería segura, fiable y organizada en transacciones, además de interoperabilidad. El modelo de programación orientado a servicios de Windows Communication

Foundation® se basa en Microsoft .NET Framework® y simplifica el desarrollo de sistemas interconectados. Windows Communication Foundation® unifica una gran variedad de funcionalidades de sistemas distribuidos en una arquitectura organizable y extensible, que abarca transportes, sistemas de seguridad, patrones de mensajería, sistemas de codificación, topologías de red y modelos de alojamiento.

- **Mensajería y extremos**

WCF® se basa en la noción de comunicación basada en mensajes y cualquier cosa que se pueda modelar como un mensaje (por ejemplo, una solicitud HTTP o un mensaje de MSMQ), se puede representar de manera uniforme en el modelo de programación. Esto habilita una API unificada en todos los mecanismos de transporte diferentes.

El modelo distingue entre *clientes*, que son aplicaciones que inician la comunicación y *servicios*, que son aplicaciones que esperan a que los clientes se comuniquen con ellos y respondan a esa comunicación. Una única aplicación puede actuar como cliente y como servicio.

Los mensajes se envían entre extremos. Los extremos son los lugares donde los mensajes se envían o reciben (o ambos), y definen toda la información requerida para el intercambio de mensajes. Un servicio expone uno o más extremos de la aplicación (y a cero o más extremos de la infraestructura), y el cliente genera un extremo que es compatible con uno de los extremos del servicio.

Un *extremo* describe de una manera basada en estándar dónde se deberían enviar los mensajes, cómo se deberían enviar y qué aspecto deberían tener los mensajes. Un servicio puede exponer esta información como metadatos que los clientes pueden procesar para generar clientes WCF adecuados y *pilas* de comunicación.

- **Protocolos de comunicaciones**

Un elemento requerido de la pila de la comunicación es el *protocolo de transporte*. Los mensajes se pueden enviar a través de intranets e Internet utilizando transportes comunes, como HTTP y TCP. Otros transportes incluidos admiten la comunicación con aplicaciones Message Queue Server de Microsoft (MSMQ) y nodos en una malla de redes del mismo nivel. Se pueden agregar más mecanismos de transporte utilizando los puntos de la extensión integrados de WCF. Otro elemento necesario en la pila de comunicación es la codificación que especifica cómo se da formato a cualquier mensaje determinado.

⁹ Introducción Windows Presentation Foundation [Consulta: octubre de 2009] [En línea]. <http://www.wpftutorial.net/WPFIntroduction.html>

• Patrones de mensajes

WCF admite varios patrones de mensajería, incluida la comunicación de solicitud-respuesta unidireccional y dúplex. Los transportes diferentes admiten patrones de mensajería diferentes y, por consiguiente, afectan a los tipos de interacciones que admiten.¹⁰

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La atención a pacientes que se encuentran hospitalizados requiere que el personal clínico se dirija de manera oportuna a cada habitación, de ahí que se requiera conocer oportunamente la información. Por lo tanto desarrollar aplicaciones utilizando dispositivos móviles permite usufructuar características que en otras tecnologías no podrían aprovecharse, como conocer la información en tiempo real y poder desplazarse de un lugar a otro, al tiempo que facilitan las tareas del personal clínico.

Al desarrollar esta aplicación utilizando tecnologías inalámbricas y dispositivos móviles se permite mejorar los tiempos de atención y llevar un registro de las solicitudes de los pacientes a la vez que se mejora el acompañamiento del paciente hospitalizado permitiendo que éste pueda adaptarse más fácilmente al entorno hospitalario a la vez que se ejerce su derecho a recibir información básica sobre la atención médica, las áreas de servicio, estudios, procedimientos y personal que lo atiende.

Windows Communication Foundation (WCF) [®] y Windows Presentation Foundation [®] suministraron las herramientas necesarias para la infraestructura de la aplicación, de tal forma que facilitó la interconexión entre los componentes del sistema, acoplándose a los requisitos y necesidades planteados al inicio del proyecto.

En un futuro se espera implementar la aplicación en centros hospitalarios a la vez que sería de gran utilidad agregar al funcionamiento de la aplicación el monitoreo de signos vitales de los pacientes, como lo son la frecuencia cardíaca o la temperatura del paciente, utilizando estos dispositivos móviles de manera que se pueda monitorear el estado de las personas que se encuentran en recuperación.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Escolar Castellón, Fernando. Martínez-Berganza Asensio M.^a Teresa. ASISTENCIA CLÍNICA EN LA CABECERA DEL PACIENTE [En línea]. Disponible World Wide Web: <www.seis.es/documentos/informes/secciones/adjunto1/CAPITULO4_1.pdf>

[2] Grupo de expertos de la OMS (Organización Mundial de la Salud). Telesalud [En línea]. Disponible World Wide Web: <http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/octubre/telesalud_e.asp>

[3] Conmutación y conexión inalámbrica de LAN. CCNA Exploration 4.0

[4] Jacobson, Ivar. Booch, Grady. Rumbaugh, James. El proceso unificado de desarrollo de software. Pearson Educación S.A., Madrid 2000 p 6-8.

[5] Vida Digital UMPC. [Consulta: julio de 2009] [En línea]. <http://www.vidadigitalradio.com/umpc-oqo/>

[6] Vidas En Red [Consulta: julio de 2009] [En línea]. <http://blogs.hoytecnologia.com/index.php?blog=13&c=1&more=1&p=199&pb=1&tb=1>

[7] Fuente: Los Autores

[8] Visual Studio en MSDN [Consulta: octubre de 2009] [En línea]. <http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/default.aspx>

[9] Introducción Windows Presentation Foundation [Consulta: octubre de 2009] [En línea]. <http://www.wpftutorial.net/WPFIntroduction.html>

Páginas web

[1] http://docencia.ac.upc.edu/EPSC/PSE/documentos/Trabajos/Archivo/Trabajo_PDM.pdf

[2]. [Consulta: julio de 2009]. [En línea]. <http://www.colombiaplantic.org.co/index.php?tipo=45¬i=30&clase=1>

[3] [Consulta: julio de 2009]. [En línea]. http://www.docencia.ac.upc.edu/EPSC/PSE/documentos/Trabajos/Archivo/Trabajo_PDM.pdf

[4] [Consulta: julio de 2009]. [En línea]. <http://www.es.kioskea.net/faq/2938-los-tablet-pc#que-es-un-tablet-pc>

¹⁰ Conceptos Básicos WCF [Consulta: octubre de 2009] [En línea].

<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms731079.aspx>