





Campus Ciudad de México Escuela de Graduados en Ingeniería y Arquitectura

Tesis

Sistema de localización por GPS para dispositivos móviles Apple[®]

Para la obtención del grado de

Maestro en Administración de las Telecomunicaciones

Autor:

ING. Alberto Aldebarán García Luna

Presidente: Dr. Rafael Lozano Espinosa

Sinodal: Dr. José Martín Molina Espinosa

Dr. Víctor Manuel de la Cueva Hernández

Noviembre 2011



Tabla de Contenidos

Resume a Inicial	4
Capitulo 1. Introducción.	5
📆 . Planteamiento del Problema	
1.2. Objetivos	
1.3. Antecedentes	10
1.3.1 iPhone [®] SDK como Marco de Trabajo de Apple [®]	
1.3.2. Localización, Posicionamiento y Ubicación	
1.3.2.1. GPS	16
1.3.2.2. Localización a través de antenas inalámbricas.	
1.3.3. Arquitectura de servicios web tipo RESTful y comunicación WCF	19
1.3.4. Casos de Éxito	
1.3.4.1. iStanford "	23
1.3.4.2. MIT Mobile [®]	25
Capítulo 2. Análisis de Requerimientos	
2.1. Especificación de Requisitos Software	30
2.1.1. Propósito	
2.1.2. Alcance	
2.1.3. Perspectiva de producto	
2.1.4. Funcionalidad del producto	39
Capítulo 3. Diseño y Modelación del Proyecto	45
3.1. Patrón de Diseño Modelo-Vista-Controlador	
3.2. Diseño General de la Aplicación	
3.3. Arquitectura del Aplicativo	
3.4. Diseño de Módulos y Servicios.	
3.4.1 Menú Principal	
3.4.2. Módulo "Mapas"	
Capítulo 4. Programación y Desarrollo del aplicativo.	60
4.1. Pantalla 1. Menú Principal de la aplicación	
4.2. Pantalla 2. Mapa principal del CCM.	
4.3. Pantalla 3. Mapa de ubicación Google Maps®	66
4.4. Pantalla 4. Listado de edificios del CCM	
4.5. Pantalla 5. Detalle de un edificio seleccionado	
4.6. Pantalla 6. Galería de fotos de un edificio seleccionado	
4.7. Pantalla 7. Rutas y ubicación de autobuses escolares	
4.9. Mapa de navegación de la aplicación.	
•	
Capítulo 5. Programación y desarrollo de servicios de acceso a datos	
5.1. Servicio Web REST	
5.2. Servicio de acceso a datos WCF	
5.3. Programación y minería de Bases de Datos	
5.4. Arquitectura propuesta.	
Capítulo 6. Cierre de Proyecto.	
6.1. Entregables	88
6.2. Trabaios Posteriores	89





6.3. Conclusiones	 	***************************************	 	 	91
Bibliografía					વર



Resumen Inicial.

El Tecnológico de Monterrey, institución destacada por su innovación en los procesos educativos y los medios tecnológicos utilizados para el aprendizaje y la formación de profesionistas, ha visto en el rápido crecimiento y adopción de dispositivos móviles, como celulares y tablets, un campo de oportunidad para desarrollar aplicaciones que faciliten el acceso a recursos e información del instituto a sus educandos.

A partir de esta premisa, se busca elaborar una propuesta estructural de un ambiente de desarrollo de aplicaciones móviles; partiendo de un proyecto robusto y extensible que permita la integración de diversas soluciones en una aplicación funcional, facilitando su descarga y distribución desde los mercados digitales; así mismo, abarca la elaboración de una propuesta de arquitectura web robusta y segura que permita el despliegue de servicios y procesos compatibles con las diversas tecnologías disponibles.

El análisis, diseño y desarrollo del aplicativo y la arquitectura web serán detallados en este documento, exponiendo las alternativas disponibles en el mercado que satisfacen los requerimientos de desempeño y seguridad solicitados y brindando un profundo análisis del cómo y el por qué de su selección sobre otras soluciones para, finalmente, exponer una prueba de concepto funcional hospedada sobre una infraestructura productiva.

Con un enfoque de trabajo orientado a la modularidad y extensibilidad de la aplicación, se trabajará a lo largo de este proyecto sobre un servicio base, el cual abordará el tema de localización y ubicación de edificios representativos del Campus Ciudad de México, así como del actual sistema de transporte escolar. Interactuando de esta manera con sistemas de posicionamiento satelital, consumo de recursos a través de servicios Web expuestos en un servidor de aplicaciones, comunicación basada en el protocolo HTTP/HTTPS y la programación de interfaces de usuarios para los dispositivos seleccionados.

Dicho servicio base, brindará a futuros desarrollos la pauta para trabajos posteriores, el conocimiento de problemáticas y dificultades encontradas durante el desarrollo y la oportunidad de una mejora gradual y continua sobre código desarrollado que será entregado al final de este proyecto.



Capítulo 1.

Introducción.

Dentro de este capítulo introductorio resolveremos los cuestionamientos a los orígenes y necesidades planteadas para este desarrollo por parte del Tecnológico de Monterrey, partiendo de explicar la selección de la plataforma mediante el conocimiento de los antecedentes y fortalezas de la empresa Apple® y el éxito detrás de su tienda digital de aplicaciones móviles, así como su constante innovación; posteriormente brindaremos una panorámica del marco de trabajo sobre el cual se diseñará y programará el prototipo y, finalmente, expondremos algunos casos de éxito de otras universidades que han buscado innovar y enriquecer su contenido educativo a través de la tecnología y desarrollos para plataformas móviles de Apple®.



1.1. Planteamiento del Problema.

El Tecnológico de Monterrey, a través del área de ciencias computacionales, han encontrado la necesidad de abrir un nuevo canal de comunicación entre la institución y su alumnado, buscando plasmar la amplia gama de servicios, recursos y personal disponibles en el campus Ciudad de México.

Observando las diversas plataformas y opciones disponibles en el mercado, y siguiendo los pasos de instituciones líderes en el sector educativo y tecnológico, como la Universidad de Stanford, el Instituto de Tecnología de Massachusetts, entre otras; se ha optado por generar un desarrollo propio y personalizado enfocado en los dispositivos móviles de la marca Apple[®] (iPhone's[®], iPod's[®] y iPad's[®]).

Gracias a la versatilidad y soporte que la empresa tecnológica Apple brinda sobre sus productos, tanto en hardware como en software, y a la amplia aceptación de los mismos por parte de los jóvenes (hace falta referencia); provee un campo de oportunidad basto para generar un producto funcional y productivo para la plantilla de estudiantes.

Dicho desarrollo deberá conformarse de una serie de módulos que permitan el acceso fácil y rápido a los diversos servicios que el campus ofrece. Por limitantes de tiempo, el presente proyecto enfocará sus esfuerzos en uno el módulo titulado "Mapas", el cual, brindará servicios de localización vía GPS al usuario para su interacción con la infraestructura arquitectónica y tecnológica del campus, sin embargo, es importante señalar que el diseño de la aplicación debe ser robusta y extensible para trabajos futuros que se realicen sobre ella complementando la oferta de servicios móviles.

Así pues, toda la temática relacionada a la localización y ubicación del usuario dentro de las instalaciones del campus, la representación de espacios y edificios emblemáticos de la institución, la depuración y puesta en marcha de algoritmos que encuentren y representen la ruta más corta, así como la comunicación con dispositivos GPS en la red de transportes del campus conjugan algunos de los requerimientos que, tanto el Tecnológico de Monterrey a través de su área de ciencias computacionales y el alumnado, buscan se les otorgue en el desarrollo contemplado en el presente documento.



1.2. Objetivos.

El presente trabajo tiene por objetivo documentar la planeación, diseño y el desarrollo de una aplicación móvil extensible para el Tecnológico de Monterrey; así mismo presentar un producto tangible y funcional resultado de la investigación y trabajo generado.

Dicha aplicación será desarrollada y enfocada al marco de trabajo de dispositivos móviles de la marca Apple[®] echando mano de la conectividad, usabilidad y versatilidad que proveen dichos implementos tecnológicos creando un espacio informativo móvil dirigido a la plantilla de estudiantes del Tecnológico de Monterrey.

La aplicación constará de una serie de módulos que permitirán el acceso total a los servicios que el instituto provee a su alumnado, de los cuales, el presente trabajo se enfocará en el desarrollo de la sección de mapas y/o localización basada en GPS. Dicho modulo permitirá al usuario:

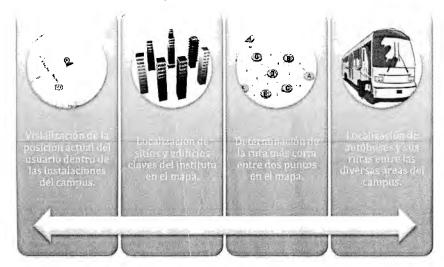


Figura 1.1. Servicios fundamentales del aplicativo móvil

Las especificaciones antes mencionadas serán complementadas y detalladas a plenitud en secciones posteriores de este documento, específicamente en la secciones de definición y análisis de requerimientos.

Buscando proveer al aplicativo del mejor funcionamiento posible se atenderán las recomendaciones y buenas practicas de diseño y desarrollo de aplicaciones de Apple[®] para el trabajo sobre el hardware en sus dispositivos móviles; para ello se trazarán objetivos que desarrollen una mentalidad de trabajo orientada a la optimización de recursos y simplicidad de tareas en dispositivos móviles que permitan al usuario final experimentar un desarrollo robusto y funcional sin menospreciar las posibles limitantes que el entorno de aplicaciones móviles puede plantear.



Estas buenas practicas se resumen en el siguiente esquema y se detallan en párrafos posteriores.

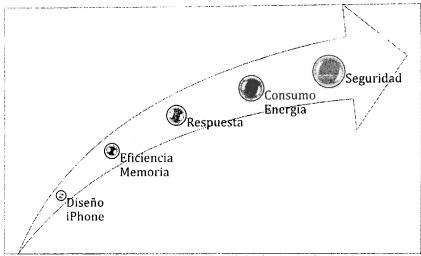


Figura 1.2. Prácticas clave de Apple orientadas al desarrollo de aplicaciones móviles (Apple Inc., 2008)

Diseñado para iPhone: El primer punto que se debe tomar en cuenta para el desarrollo del aplicativo es la necesidad de generar un diseño enfocado a dispositivos móviles, buscando que las decisiones tomadas impacten de la mejor manera el desempeño del aplicativo y se aproveche el nuevo paradigma de usabilidad que la empresa Apple ha creado para los usuarios de sus dispositivos. (Apple Inc., 2008)

Uso eficiente en la memoria del dispositivo: El desarrollo de esta aplicación, así como cualquier desarrollo para teléfonos celulares, debe ser un trabajo concentrado y enfocado en el aprovechamiento máximo de los recursos disponibles, minimizando de esta manera el impacto que tendrá sobre el hardware del dispositivo. (Apple Inc., 2008)

Tiempo de Respuesta: El aplicativo debe poseer tiempos de respuesta cortos, tanto en al momento de la carga como al cierre de la aplicación, respetando la funcionalidad, respuesta y desempeño que los usuarios esperan recibir. (Apple Inc., 2008)

Consumo de energía: Este punto del esquema es de especial importancia en el desarrollo que se plantea en este documento, debido a que, el trabajo de aplicativos que usen los sistemas de localización suelen consumir cantidades altas de la energía del teléfono celular; por lo anterior se debe fijar especial atención en seguir las recomendaciones y documentación de Apple para evitar desempeños pobres y altos consumos de energía eléctrica. (Apple Inc., 2008)

Seguridad: Finalmente, Apple[™] enfatiza la seguridad como una de las prioridades en el desarrollo de aplicaciones móviles. Por ello se puntualizará el trabajo sobre el marco de trabajo que Apple[™] brinda, otorgándonos seguridad a información



sensible del dispositivo, garantizando la integridad de la misma y minimizando posibles ataques de terceros. (Apple Inc., 2008)

Concluyo esta sección remarcando las características de robustez, modularidad y extensibilidad del sistema; permitiendo la oportunidad de generar y acoplar trabajos futuros sobre este aplicativo que permitan al Tecnológico de Monterrey ampliar la gama de servicios tecnológicos que oferta a sus estudiantes por este medio, así como dar un servicio de apoyo simplificado y totalmente funcional a dichos estudiante en su estancia y desempeño dentro del instituto.



1.3. Antecedentes.

Apple es una corporación multinacional que nace el 1º de Abril de 1976 teniendo un rol protagónico dentro de la revolución de las computadoras personales con el producto Apple II y para la década de los ochenta la empresa busca reinventar el mundo de las computadoras con The Machintosh. En épocas más recientes Apple continuó siendo uno de los líderes en la industria mediante la innovación de sus diseños de computadoras, la versatilidad y sencillez de uso de sus sistemas operativos y el desarrollo de aplicaciones profesionales.

Como resultado de su amplia y probada capacidad de innovación, Apple[®] lidera los mercados de arte digital y revolucionó el mercado de la música con su iPod[®] y el reproductor de música y video iTunes[®]; para finalmente en 2007 romper nuevamente esquemas y aventurarse en el mercado de los teléfonos móviles y las computadoras en forma de tabletas con el iPhone[®] y la iPad[®] respectivamente.

Actualmente Apple[®] ha sobrepasado a Microsoft[®] como la compañía de tecnología más valiosa del mundo marcando el fin de una era en Wall Street, colocando a la empresa en un lugar privilegiado marcando tendencias y promoviendo siempre la creación de algo nuevo. Es importante recalcar que aunque Apple[®] es un vendedor de computadoras personales, el ingreso de sus dispositivos portátiles es dos veces mayor a la venta de computadoras. (Helft & Vance. 2010)

Recientemente Apple cambió la forma en que las industrias distribuyen sus contenidos de medios digitales a los usuarios finales; esto lo logró a través de su tienda digital de aplicaciones App Store. Dicho servicio abrió sus puertas el 10 de Julio de 2010 generando un nuevo mercado para la compañía y cambiando el paradigma de compra para sus usuarios mediante un proceso interactivo que utiliza el dispositivo móvil como herramienta principal de adquisición (Kim, Geum. & Park. 2010). Estas características derivaron un patrón innovador de servicio de compra/venta que a la fecha a generado importantes ganancias tanto para los desarrolladores de las aplicaciones móviles como para la empresa Apple. (la distribución de las ganancias de una venta puede verse graficada en la figura 3).



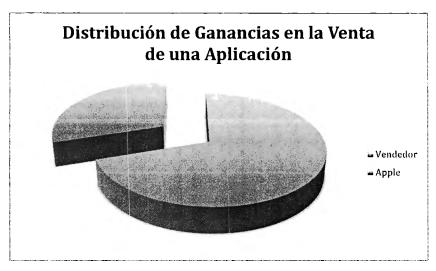


Figura 1.3. Distribución de ganancias en la ventas de aplicaciones a través de la App Store. (Cohen, 2008)

La gran aceptación de este nuevo canal de comunicación y la facilidad de sus uso así como la diversidad de aplicaciones ahí expuestas han generado un crecimiento pocas veces visto en el número de descargas de aplicaciones, así como la cantidad y variedad de aplicaciones desarrolladas para estas plataformas móviles. Dicho crecimiento puede ser visualizado en la gráfica expuesta en la figura 4, la cual fue generada por Free Software Foundation en base a los reportes de la App Store®.

Ejemplo de lo anterior es el hito que consiguió la App Store® con solo nueve meses de vida logrando alcanzar el billón de descargas, convirtiéndose en la tienda de aplicaciones más grande en el mundo, exponiendo más de 225 m:l aplicaciones (cifra recolectada a Junio de 2010) y con presencia internacional en 77 países. De esta forma Apple® revolucionó el mundo de los dispositivos móviles así como el futuro de los mismos, además de generar un canal de comunicación sumamente efectivo y aceptado por los usuarios. (Apple Inc., 2009; Apple Inc., 2008)

Tal ha sido el impacto y la aceptación que ha tenido la App Store® y los aplicativos ahí expuestos que se ha generado toda una reestructuración en los mercados de tecnología, permitiendo el nacimiento de nuevas empresas como Tapulous Inc.®, ngmoco Inc.®, Tapbots®, entre otras; por otro lado, empresas de desarrollo de software ya consolidadas y altamente reconocidas, como Electronic Arts®, Google Inc.®, Activision®, Facebook® e incluso Microsoft Corporation®, han generado ramificaciones de desarrollo exclusivamente encargados de programar aplicativos para dispositivos móviles de Apple® de sus productos más vendidos para otras plataformas.



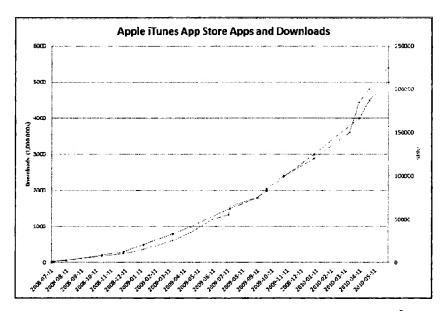


Figura 1.4. Crecimiento del número de aplicaciones desarrolladas y el número de descargas de la App Store .

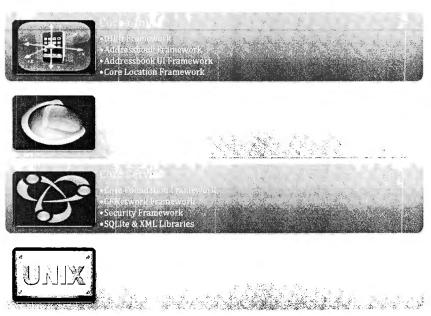


1.3.1 iPhone® SDK como Marco de Trabajo de Apple®.

Apple[®] provee a los desarrolladores de un marco de trabajo propietario conocido como iPhone SDK, el cual se encuentra en su versión 4, y esta provisto de las herramientas desarrollo y tecnologías de soporte necesarias para diseñar, programar y liberar aplicaciones móviles de nueva generación enfocadas a las plataformas de dicha compañía. Para entender los requerimientos del aplicativo y cómo se construirán los componentes de los mismos, expondremos las bases sobre las que está montado este marco de trabajo y cómo trabaja en conjunto para brindar un basto entrono de trabajo para programadores expertos e inexpertos en el mundo de las aplicaciones móviles.

Antes de continuar es importante señalar que, aunque el marco de trabajo lleve el nombre de iPhone SDK, este ha sido diseñado para generar aplicaciones funcionales tanto en iPhone's como en iPod's y iPad's. Esto se debe a que la arquitectura del entorno de trabajo funciona sobre el sistema operativo iOS 4, el cual trabajo sobre los dispositivos antes mencionados brindando las funcionalidades y manejo de servicios para estas plataformas.

El iPhone SDK es una arquitectura montada en capas, las cuales, proveen desde los servicios más fundamentales para el funcionamiento de los aplicativos hasta el manejo de gráficos avanzados e interfaces de usuario revolucionarias. (Apple Inc., 2008). Para introducir el iPhone SDK presentamos en la figura 6 el diseño de la arquitectura de capas del marco de trabajo las cuales será expuestas a continuación.



Figur (1.5, Arquitectura de capas del iPhone SDK, (Apple Inc., 2008)



- Capa Core OS. La capa inferior de la arquitectura es la encargada de alinear los requerimientos de memoria, hilos de ejecución, manejar de archivos, entre otros; con el núcleo del sistema operativo de iPhone. De esta manera habilita las funcionalidades de red, comunicación, manejo de memoria virtual y otros servicios considerados de bajo nivel. (Apple Inc., 2008).
- Capa Core Services. La capa siguiente provee los servicios fundamentales del sistema que todas las aplicaciones usan; las tecnologías de capas superiores implícitamente aprovechan los servicios expuestos por esta capa para brindar tecnologías de mayor nivel. (Apple Inc., 2008).
- Capa Media. Esta capa contiene las tecnologías de video, audio y gráficos; así como todo lo necesario para generar la mejor experiencia multimedia para dispositivos móviles; así mismo, estas tecnologías han sido desarrolladas para ser fáciles de usar y de implementar por los desarrolladores creando aplicaciones ricas en contenido multimedia lo más rápido posible. (Apple Inc., 2008).
- Capa Cocoa Touch. Esta capa contiene las clases primarias para implementar las interfaces gráficas de usuario, así como los eventos y comportamientos y su manejo. Además contiene otros marco de trabajo claves para el desarrollo de nuevas funcionalidades como el uso del acelerómetro, uso de la cámara del teléfono y la sección de fotos y contenido digital del teléfono, soporte de localización y GPS (tema fundamental en la generación y desarrollo de nuestro aplicativo), manejo de texto, por mencionar algunos.

Finalizamos esta revisión al iPhone SDK señalando que, además de las tecnologías antes mencionadas, el marco de trabajo provee de herramientas para el desarrollo completo e integral del aplicativo móvil. Entre dichas herramientas destacamos:

- Xcode[®]. Es el IDE innovador oficial de Apple[®], permite trabajar sobre el manejo de proyectos, editor de código, un "debugger" gráfico y un basto catálogo de plantillas y código ejemplo. (Apple Inc., 2008).
- Instruments[®]. Es una aplicación para el seguimiento gráfico y puesta a punto de las aplicaciones desarrolladas en tiempo real. Entre las características que se pueden medir con esta aplicación esta el consumo de memoria, desempeño del aplicativo y gráficas en tiempo real del consumo de recursos por parte del aplicativo. (Apple Inc., 2008).
- Dashcode[®]. Es una herramienta a de diseño que permite generar interfaces de usuario innovadoras de una manera rápida y sencilla para los programadores permitiendo conjuntar el código desarrollado y probar los contenidos, tanto Web como de los aplicativos. (Apple Inc., 2008).
- iPhone[®] Simulator. Hace posible correr y probar la aplicación en la plataforma objetivo sin la necesidad de conectar un dispositivo móvil. Provee una vista previa realista de cómo se verá y funcionará el aplicativo en un iPhone[™]. (Apple Inc., 2008; Apple Inc., 2008; Apple Inc., 2008).



1.3.2. Localización, Posicionamiento y Ubicación

Los dispositivos de la mara Apple[®] a través del apartado de clases que se encuentra en el Core Location del marco de trabajo SDK 4 de iPhone[®] permite al programador obtener la posición actual del dispositivo y utilizar la información recolectada por el dispositivo dentro de las aplicaciones móviles.

Como ya se ha mencionado antes en este documento, una de las partes más importantes en el desarrollo de este proyecto será la programación y puesta en marcha de la subsección conocida como "Mapas", la cual, brindara servicios de localización posicionamiento y ubicación del usuario final dentro de las instalaciones del instituto, así como de los transportes escolares que circulen dentro de la zona escolar.

Para entender cómo interactúan los dispositivos móviles de la marca Apple[®] con los sistemas de posicionamiento internacionales, esta sección presentará una breve introducción a las dos tecnologías utilizadas por el Framework de Apple[®] y la forma de triangular la posición del dispositivo.



1.3.2.1. GPS

GPS son las siglas sistema de posicionamiento global, el cual es una tecnología que permite fijar la posición de un objeto en cualquier lugar de la tierra con una precisión de unos pocos metros. Este sistema es desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos como una respuesta a las necesidades de navegación y orientación vía satélite de sus fuerzas armadas y, posteriormente, explotada por una variedad inmensa de dispositivos y tecnologías; permitiendo el desarrollo de herramientas especializadas en cartografía, el monitoreo y estudio de territorios, sistemas de recolección, análisis y despliegue de datos y coordenadas específicos y la integración de esta tecnología con el GIS (Sistema de Información Geográfica). (Mir & Masood. 2003) Actualmente esta tecnología es soportada y operada por el gobierno de los Estados Unidos y puede ser accedida sin costo por cualquier aparato receptor de GPS en el mundo.

"The United States Government shall... Provide on a continuous, worldwide basis civil space-based positioning, navigation, and timing services free of direct user fees for civil, commercial, and scientific uses and for homeland security through the Global Positioning System and its augmentations, and provide open, free access to information necessary to develop and build equipment to use these services."

U.S. Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Policy, December 2004

El sistema brinda servicios de posicionamiento, navegación y sincronización; para ello necesita de la constante sincronización entre las estaciones en tierra, los satélites y el dispositivo receptor GPS; dividiendo de esta manera al sistema en tres segmentos:

- Segmento Espacial: Consiste en una constelación nominal de 24 satélites norteamericanos en funcionamiento que transmiten señales de un solo sentido, otorgando el tiempo y la posición actual del satélite. (The National Executive Committee for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing, 2004).
- Segmento de Control: Consiste en controlar y monitorear los puestos de control esparcidos por todo el mundo que mantienen a los satélites en sus órbitas de comando adecuadas a través de maniobras ocasionales, garantizando de esta manera el estado de salud de la constelación de satélites. (The National Executive Committee for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing, 2004).
- Segmento de Usuario: Consiste fundamentalmente del aparato receptor, el cual, recibe las señales de los satélites GPS y utiliza la información transmitida para calcular la posición tridimensional del usuario y el tiempo. (The National Executive Committee for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing, 2004).



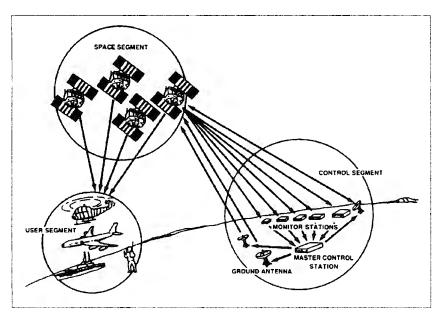


Figura 1.6. Segmentos GPS. (U.S. Coast Guard, 1996).

Hoy en día los dispositivos y aplicaciones que hacen uso de este sistema se han popularizado, permitiendo la generación de nuevos espacios de mercado y alcanzando un impacto sin precedente en la industria de la navegación.



1.3.2.2. Localización a través de antenas inalámbricas.

Para los dispositivos que no cuentan con un GPS integrado en su hardware, se ha optado por utilizar un sistema de posicionamiento provisto por software el cual localiza la puntos de acceso a redes inalámbricas, estaciones de telefonía celular o ambas, las cuales permiten obtener la posición fija del celular triangulando la ubicación de dichas antenas. (Apple Inc., 2008).

La problemática con esta técnica de posicionamiento radica en el tiempo que puede tardar calcular la ubicación en zonas donde la disponibilidad de señales inalámbricas es baja, creando una dependencia muy fuerte hacia la misma. (Apple Inc., 2008).

Una vez establecida la comunicación con las antenas y ubicado el dispositivo, se transmite la información recibida al software del dispositivo móvil con la finalidad de informar a los aplicativos de cambios en la posición, nueva o mejor disponibilidad de antenas y las coordenadas tridimensionales del dispositivo (latitud, longitud y altitud); tal como lo haría un implemento con tecnología GPS.

Ya sea a través del uso de dispositivos GPS que incluyen algunos de los dispositivos Apple[®] o a través de la localización de antenas inalámbricas (para saber qué modelos poseen los implementos GPS revise la sección de interfaces de hardware de la especificación de requerimientos en secciones posteriores de este documento), podemos configurar los dispositivos móviles para que actualice constantemente los datos de ubicación posicionamiento y localización que tiene el usuario final en tiempo real; manejándolos de tal manera que brindemos un servicio innovador y funcional en forma de aplicaciones móviles.

A continuación describiremos cómo dos universidades norteamericanas de prestigio mundial han liberado aplicaciones de corte educativo implementando los API's disponibles hoy en día para trabajar con las temáticas de localización y posicionamiento que hemos venido describiendo sobre la plataforma de dispositivos Apple[®].



1.3.3. Arquitectura de servicios web tipo RESTful y comunicación WCF.

Buscando generar un entorno de trabajo distribuido para la aplicación que se desarrollará en este proyecto y, futuros desarrollos para aplicaciones móviles y web dentro del Tecnológico de Monterrey, se implementará el acceso a recursos digitales (datos, archivos, imágenes, etc.) a través del uso de servicios web compatibles con diversas tecnologías y plataformas disponibles en el mercado.

Con tal objetivo en mente, y considerando la complejidad de algoritmos y lógica de negocio que pudiera ser desarrollada para el acceso a dichos recursos se utilizará servicios web de tipo REST, tecnología con la cual redefine un estilo arquitectónico basado en un conjunto de restricciones para la construcción y desarrollo con un enfoque totalmente "Web"; permitiendo que dichos servicios no estén atados a ninguna tecnología o plataforma. (Skonnard. 2008).

Los servicios web de tipo REST (REpresentational State Transfer) es un lenguaje de diseño clave que abarca una arquitectura cliente-servidor en el que los servicios web y las acciones que expone son vistos como recursos y pueden ser accedidos a través de una dirección URL. Los servicios REST se basan en la arquitectura web existente y, por lo tanto, la interacción entre cliente y servidor se lleva a cabo mediante el protocolo HTTP. (Sameer, 2006).

Los métodos HTTP como GET y POST son los verbos que el desarrollador puede utilizar para generar un servicio web el cual pueda crear (Create), leer (Read), actualizar (Update) y eliminar (Delete) (CRUD), es aquí donde podemos identificar una analogía a las operaciones de SQL. (Sameer, 2006). Algunos beneficios que podemos destacar de esta tecnología son:

- Los servicios web son completamente stateless (no guarda el estado de la conexión).
- Una infraestructura de almacenamiento en caché se puede aprovechar para obtener un mejor rendimiento.
- El generador y el consumidor de servicios tienen una comprensión mutua de contexto y el contenido que se transmite.
- REST es particularmente útil para aprovechar recursos de ancho de banda y memoria en dispositivos de perfil limitado tales como PDA's y teléfonos móviles.
- Un contrato formal debe ser establecido para describir la interfaz que
 ofrece el servicio web. El Web Services Description Language (WSDL)
 describe los detalles, como los mensajes, las operaciones, enlaces, y la
 ubicación del servicio Web.
- La arquitectura tiene que manejar el procesamiento e invocación asíncrona.

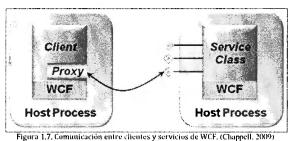
(Sameer, 2006)

El diseño correcto de servicios REST es probablemente más difícil que su correcta implementación, hoy en día, Microsoft® ofrece un soporte excepcional para HTTP a través de una variedad de marcos de programación. En primer lugar, .NET viene con las ensamblados como System.Web y System.Net, que contienen las clases fundamentales para la construcción de clientes y servicios HTTP. ASP.NET construye sobre esta base y proporciona un marco de alto nivel



HTTP que simplifica el proceso de creación de aplicaciones Web para el consumo humano. A pesar de ASP.NET podría ser utilizado para crear servicios REST, el marco no fue diseñado con ese objetivo en mente. En cambio, el desarrollo orientado al servicio de Microsoft[®] ha generado WCF (Windows Communication Foundation[®]), un modelo de programación unificado para la conexión entre aplicaciones de la plataforma .NET (Skonnard, 2008).

WCF es la próxima generación de Microsoft de la plataforma de programación y sistema de ejecución para la construcción, la configuración y el despliegue de la red de servicios distribuidos. El tiempo de ejecución de WCF y su espacio de nombres System. Service Model representan una interfaz de programación para la unificación de la mayoría de las tecnologías de sistemas distribuidos que los desarrolladores han utilizado en la última década. Los objetivos de WCF es que ya no se tiene que desarrollar tecnología para la mensajería, invocación y entrega de servicios, por adelantado se presenta un marco de trabajo que puede implementar cualquier combinación de esos requisitos en una plataforma tecnológica única y sin fricción (Vasters, 2005).



rigina 1.7. Comunicación entre chemes y servicios de wer. (Chappen: 2009)

Para entender la configuración de servicios WCF debemos recordar:

- "A" para la dirección (Address). ¿Dónde está el servicio?
- "B" para la vinculación (Binding). ¿Cómo puedo hablar con el servicio?
- "C" para el contrato (Contract). ¿Qué puede hacer el servicio por mí?

"ABC" significa que la escritura (y configuración) de un servicio de WCF es siempre un proceso de tres pasos:

- Se define un contrato y se implementa en un servicio
- Se elige y define un enlace con el servicio, seleccionando un transporte, la calidad de servicio, seguridad y otras opciones.
- Se implementa el contrato mediante una dirección de red.

(Vasters, 2005)



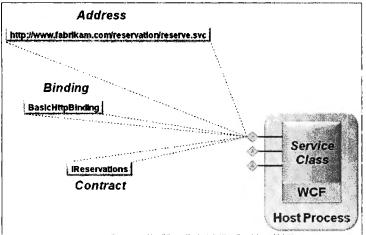


Figura 1.8. Configuración de un endpoint de WCF. (Chappell. 2009).

Debemos siempre considerar que la exposición de los servicios en la red, incluso una red interna, requiere de algún tipo de seguridad. ¿Cómo podemos estar seguro de la identidad de sus clientes? ¿Cómo podemos mantener a salvo los mensajes de cualquier cambio malicioso? ¿Y cómo pueden acceder a un servicio a sólo las personas autorizadas? Sin una solución a estos problemas, es demasiado peligroso exponer servicios de cualquier índole. (Chappell, 2009).

HTTP viene con algunos mecanismos de autenticación integrado, el más popular es la autenticación de acceso básica. Este es uno de los esquemas de autenticación más populares utilizados en la Web porque es muy fácil su configuración y posee un amplio soporte para diversas aplicaciones, pero también es uno de los más inseguros, ya que las contraseñas se envían a través del cable en un formato de texto claro, fácil de decodificar. Una forma de evitar esto es el uso de SSL (HTTPS) para todo el tráfico de mensajes HTTP utilizados en la aplicación, permitiendo el cifrado de la tubería que transporta las contraseñas y datos sensibles de los usuarios. (Skonnard, 2008)



1.3.4. Casos de Éxito.

En esta sección analizaremos dos casos de estudio de universidades norteamericanas reconocidas mundialmente y quienes ya han dado sus primeros pasos en el desarrollo de aplicaciones móviles para plataformas de la marca Apple[®]. Estamos hablando por un lado de la Universidad de Stanford y su aplicación iStanford[®] y por el otro del Instituto de Tecnología de Massachusetts con MIT Mobile[®]; dichas aplicaciones será descritas a continuación para brindarnos un panorama más amplio de los desarrollo móviles enfocados al sector educativo y, de esta manera, poder vislumbrar el comportamiento y recepción que tendrá el aplicativo una vez lanzado al mercado.



1.3.4.1. iStanford®

La Universidad de Stanford lanzó en octubre del 2010 la primera versión del aplicativo en conjunto con su socio en innovación educativa Blackboard[®] Inc. y el trabajo de los desarrolladores y la empresa Terriblyclever Design[®].

Esta última empresa, encargada del diseño, desarrollo y soporte de la aplicación, es una empresa fundada por los alumnos de la Universidad de Stanford, Kayvon Beykpour y Aaron Wasserman en el año 2007 con la determinación de convertirse en una compañía líder en el diseño y desarrollo de aplicac ones móviles de carácter social y educativo, así mismo compartir sus pasión por el desarrollo Web. (Terriblyclever Design).

En el primer año de vida de esta compañía tuvo la oportunidad de desarrollar aplicaciones para empresas de le envergadura de Best Buy[®], Doritos[®], Comcast[®], entre otros; permitiéndoles ganar prestigió y experiencia para que en el 2008, con el lanzamiento del iPhone SDK[®] y la oportunidad que la universidad les presentaba, trabajar en un concepto innovador que bautizaron como MobileEdu[®] y, que a la postre, se convertiría en el núcleo de iStanford[®]. (Terriblyclever Design).

Posterior al desarrollo de MobileEdu® la compañía se ha dedicado a incrementar el número de universidades en territorio estadounidense que brinden servicios a su alumnado a través de tecnología para móviles. Para el año 2009 la empresa Terriblyclever Design® fue adquirida por Blackboard® Inc. con la finalidad de brindar un soporte móvil a la educación en línea, generando de esta manera un nuevo estilo de vida para los estudiantes con acceso a dispositivos móviles de Apple® y brindando una interacción social entre los alumnos que fomenta el aprendizaje colaborativo y el acceso a un nuevo mundo digital. (Blackboard Inc., 2009).

En lo que se refiere a la aplicación los desarrolladores la describen como "tener a la Universidad de Stanford en la palma de tu mano"; la aplicación es una ventanilla única de servicios móviles del campus. La aplicación se conforma de una suite de sub-aplicaciones que permiten, dependiendo del dispositivo móvil que se trate, brindar la mejor experiencia de usuario y congeniar la parte educativa con la interacción social que existe dentro de la universidad.

En la figura número 7 podemos observar del lado izquierdo el menú principal del aplicativo iStanford[®] y en contraparte del lado izquierdo la sub-aplicación de "Maps" la cual hace uso de la tecnología GPS de los dispositivos para brindar servicios como localización, ubicación de sitios y edificios dentro de la universidad, consultar rutas de camiones, etc.



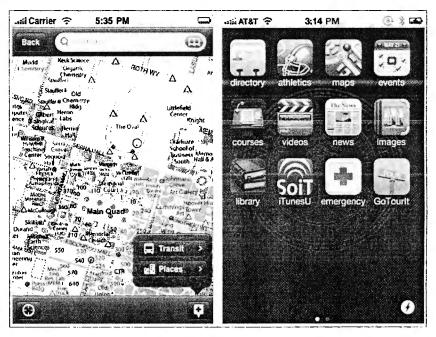


Figura 1.9. Pantalla principal del aplicativo iStanford' (lado derecho). Pantalla de la sub-aplicación "Mapas" de la suite iStanford' (lado izquierdo).

Entro los servicios que está suite de aplicaciones ofrece están:

- Mapas: búsqueda de edificios/lugares en el campus. Visualización de rutas de camiones. Exacta localización del estudiante en los 8,180 acres que conforman el instituto.
- Directorio: búsqueda de estudiantes, maestros y staff de la universidad en el directorio de Stanford. Facilidad para realizar una llamada, agregar a tus contactos o enviar un correo electrónico a cualquier persona del directorio.
- Cursos: acceso a los cursos del instituto, revisión de material, contacto con profesores y visualización de calificaciones.
- Videos: revisa los videos de Stanford en YouTube[®].
- Números de Emergencia: acceso y generación de llamadas a los número de emergencia del campus.

La aplicación ha excedido las expectativas tanto de la Universidad como de sus desarrolladores permitiendo inspirar a los desarrolladores y enfocar esfuerzos para nuevos desarrollos y funcionalidades que complementen la versatilidad y gran aceptación que este aplicativo ha tenido.



1.3.4.2. MIT Mobile®

El Instituto de Tecnología de Massachusetts lanzó en Febrero del 2010 su aplicación móvil para dispositivos de la marca Apple® a través de su laboratorio de experiencia móvil buscando reinventar la creatividad y conectividad entre personas sitios e información.

La descripción del aplicativo en la tienda App Store[®] de Apple[®] lo define como una aplicación móvil diseñada para otorgar a los usuarios la información esencial del instituto.

Entre las funciones principales que este aplicativo tiene están:

- Acceder a las últimas noticias de investigación e innovación del MIT, manteniendo informado al usuario de lo último en tecnología, investigación y docencia.
- Calendario de eventos del campus que te permite buscar eventos, exhibiciones, exposiciones y otras fechas importantes dentro del instituto.
- Muestra las rutas de autobuses en tiempo real mediante la interacción del dispositivo con la tecnología GPS del campus.
- Un directorio de los alumnos y staff del instituto permitiendo realizar consultas y llamadas a la persona deseada.
- Un mapa interactivo del campus que permite buscar edificios y lugares clave en el campus así como localizar al alumno dentro del campus.

Respecto a la aceptación y la amplia gama de servicios que ofrece al alumnado el director de comunicaciones del MIT, Jason Pontin comentó "MIT ayudó a crear muchos de los medios de comunicación electrónicos que el mundo utiliza y parece pertinente que se encuentre entre las primeras universidades en crear una aplicación verdadera para el iPhone[®], ofreciendo a nuestra comunidad y el público en general acceso a las noticias del MIT, así como una serie de herramientas para navegar por el Instituto,". (MIT News Office, 2010).

El director del departamento de servicios informáticos y tecnología del MIT Marilyn T. Smith, quien dirigió el proyecto destaca a la aplicación como "El resultado de una gran asociación, la aplicación del MIT se ha diseñado y desarrollado en colaboración con los estudiantes del MIT y el personal para ampliar el marco móviles del Instituto para las plataformas iPhone[®]/iPod Touch[®]".

En la figura 8 podemos observar del lado derecho la página de inicio de la aplicación MIT Mobile[®], del lado izquierdo podemos observar la pantalla de "Mapa" que presenta los mapas interactivos del campus.



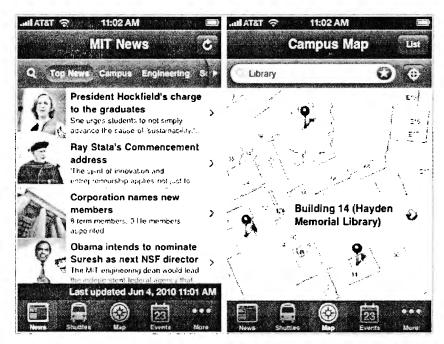


Figura 1.10. Pantalla principal del aplicativo MIT Mobile - (lado izquierdo), Pantalla de la sub-aplicación "Mapas" (lado derecho).

Como podemos observar ambos aplicativos comparten especificaciones y diseño permitiendo a los usuarios y alumnos de las universidades mencionadas acceder de una manera rápida y flexible a toda la gama de servicios digitales que tienen las universidades para ellos; incrementando de esta manera el uso de dichos servicios, la productividad del staff de las universidades y permitiendo a los alumnos interactuar con su universidad y mejorar su experiencia de aprendizaje.



1.3.5. Tecnológico de Monterrey y la innovación educativa.

Por su parte el Tecnológico de Monterrey siempre se ha caracterizado por el empleo de recursos tecnológicos de vanguardia con el objetivo de preparar a los estudiantes para la vida con una formación integral considerando el desarrollo de todo su potencial humano. Dentro de la filosofía educativa del instituto (expuesta en la figura 5), el dominio de la ciencia y la tecnología son parte fundamental de la formación curricular del alumno. (Tecnológico de Monterrey, 2010).

El alumno tiene la posibilidad de enriquecer el aprendizaje otorgado por el Tecnológico de Monterrey a través del uso de las tecnologías de información en el área educativa más avanzada. Entre los ejemplos de estas tecnologías están los laboratorios con tecnología digital de punta distribuidos en los distintos campus del sistema tecnológico, convenios con empresas de la talla de Microsoft[®] Corp. permitiendo a los alumnos descargar y obtener las licencias de sus principales productos, acceso a la plataforma educativa y entorno de manejo de cursos BlackBoard[®] y su red de bibliotecas combinada con la Biblioteca digital la cual cuenta con un acervo bibliográfico de más de 3 millones de volúmenes en formato impreso y digital distribuidos en 56 familias de bases de datos multidisciplinarias. (Tecnológico de Monterrey, 2010).



Figura 1.11. Modelo educativo del Tecnológico de Monterrey. (Tecnológico de Monterrey. 2010)

En la búsqueda de seguir siendo líder en innovación educativa, el Tecnológico de Monterrey ha decidido expandir su espectro de recursos y medios a través del acceso de plataformas móviles, seleccionando para ello el hardware y marco de trabajo de la empresa Apple[®] por las razones antes discutidas en este documento. Para ello se generan una serie de requerimientos por parte de Tecnológico de Monterrey, su división de informática y los alumnos como



usuarios finales permitiendo el nacimiento del proyecto que nos ata $ilde{n}$ e en el presente documento.



Capítulo 2.

Análisis de Requerimientos.

La sección a continuación desarrollada presentará un análisis detallado y profundo de los requerimientos de usuario, plasmando las necesidades y expectativas que el Tecnológico de Monterrey y su plantilla de estudiantes tienen para el desarrollo del aplicativo para dispositivos móviles de la marca Apple[®]. Dicho análisis se hará con base en las recomendaciones expuestas en el documento IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications para la especificación de requerimientos de software.

Este estándar describe una conjunto de buenas prácticas con un enfoque total a la especificación y análisis de los requerimientos de software. (Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, 1998). Tiene por objetivo desaparecer la ambigüedad en los documentos de especificación de requerimientos y generar un análisis detallado y completo de clientes, proveedores y cualquier otro involucrado en el desarrollo del proyecto.

Mediante este enfoque y en base a la atención de las buenas prácticas antes mencionadas, los objetivos y beneficios que la IEEE define (Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, 1998) al desarrollar de manera correcta un SRS (Software Requirements Specification) son:

- 1. Los clientes del desarrollo de software podrán describir con precisión lo que desean obtener del producto final.
- 2. Los proveedores de software podrán entender exactamente lo que el cliente busca en el producto final.
- 3. Se buscará atender las metas de:
 - a. Desarrollar un esquema de trabajo en base al SRS planteado.
 - b. Definir el formato y contenido del SRS.
 - Definir elementos adicionales que aporten un valor agregado al desarrollo como los son controles de calidad, manuales de usuario, etc.

Es importante destacar que para el trabajo aquí presentado se han seleccionado las secciones de este estándar que mejor embonen con el desarrollo particular de este proyecto, sirviendo como guía y referencia para etapas posteriores.



2.1. Especificación de Requisitos Software.

Recordando que la especificación de requisitos de software (SRS) es un conglomerado de buenas prácticas y que su implementación es moldeable al proyecto y las necesidades del mismo; la presente sección desglosa el análisis de requerimientos utilizando las subsecciones 1.1 y 1.2 del primer capítulo y el segundo capítulo en su totalidad del esquema prototipo de un SRS. Para mayor información referirse a la bibliografía general del documento, particularmente la definición hecha por la IEEE en el desarrollo y análisis de un SRS. (Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society. 1998).



2.1.1. Propósito.

El propósito de la especificación de requisitos de software (SRS) a continuación presentada es definir una línea base de características y funcionalidades que deberá tener al final del desarrollo el aplicativo móvil solicitado y, a partir de ellas, se buscará la maximización de beneficios que este trabajo puede otorgar a todos los involucrados en el proyecto.

El presente SRS atiende las normas expuestas en la definición hecha por la IEEE (Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, 1998) y busca lograr:

- El establecimiento de bases y normas para un acuerdo entre clientes y proveedores respecto a la funcionalidad y características del producto.
- Reducir el esfuerzo, tiempo y costos de desarrollo.
- Proveer las bases para costeo y estimación de tiempos del proyecto.
- Proveer una línea base para la validación y verificación de la calidad producto.
- Facilitar la transferencia de conocimiento.
- Establecer un marco de mejora continua para trabajos posteriores.

Dicha definición atenderá de manera técnica los contenidos a desarrollar durante la presenta fase del proyecto y justificará el uso de recursos y tecnologías necesarias tanto para el desarrollo como para el uso del aplicativo una vez liberado.



2.1.2. Alcance.

La meta del presente proyecto será el desarrollo de una suite de aplicaciones y contenidos del Tecnológico de Monterrey para dispositivos móviles de la marca Apple[®], dentro de los cuales se encuentra iPod Touch[®], iPhone[®] y iPad[®].

Dicho desarrollo llevará el nombre de iTec y buscará generar un nuevo medio de comunicación entre el alumnado del Tecnológico de Monterrey y la institución; dentro del cual se publicarán servicios tales como directorios de personal e instalaciones, acceso a materiales y cursos ofertados por el instituto, números de emergencia y acceso a una subsección de mapas y rutas de camiones dentro de las instalaciones del campus.

El software a desarrollar debe estar basado en estándares de modularidad y escalabilidad que permitan su fácil extensión y mejora continua de su contenido, así como la exposición de una interfaz de usuario accesible y juvenil que permita el aporte de conceptos de usabilidad, además de tener una curva de aprendizaje corta respecto al uso del aplicativo por parte de los usuarios.

Debido a temas de tiempo y recursos el proyecto será dividido en una serie de módulos, los cuales integraran uno a uno diversas funcionalidades a la suite; para el presente desarrollo se atenderá única y exclusivamente la base funcional de la suite y el desarrollo de la subsección conocida como "Mapas". Dicha subsección contendrá:

- Un mapa interactivo del campus dónde el alumno se encuentre
- Navegación, localización y ubicación del alumno en dicho territorio.
- Señalización e identificación de edificios y lugares representativos del instituto a través de galerías de fotos y contactos del personal encargado de los mismos.
- Generación y trazo de la ruta más corta entre dos puntos en el mapa.
- Atención y visualización de rutas de camiones del Tecnológico de Monterrey.

A partir de los puntos expuestos anteriormente, los beneficios que el Tecnológico de Monterrey verá reflejado con la difusión del software a través de tiendas digitales de compra/veta de aplicaciones móviles, como la App Store[®], serán:

- Apertura de un nuevo canal de comunicación y atención a los alumnos.
- Difusión de la calidad en servicios y la gran atención que se le otorga a la innovación educativa por parte del Tecnológico de Monterrey.
- Ingreso a una nueva era de participación e integración social entre jóvenes y los recursos que estos tienen para la realización de sus actividades académicas, culturales y deportivas.
- Conocimiento de guías, herramientas y programas de desarrollo de software que permita la promoción de ideas y recursos para la generación de nuevas empresas digitales y la participación en una nueva "Cultura Emprendedora".



2.1.3. Perspectiva de producto.

· Interfaces del Sistema.

El aplicativo móvil a desarrollar a lo largo de este proyecto tendrá por objetivo atacar el mercado naciente de aplicaciones móviles para el sistema operativo iOS® de la marca Apple®. Dicho mercado objetivo abarcará los dispositivos iPod Touch®, iPhone® y iPad®; aprovechando las ventajas y funcionalidades de estos dispositivos como los son:

- o El uso de pantalla táctil para la interacción y manejo de eventos entre el dispositivo y el usuario final.
- Utilización de atributos y hardware específicos de estos dispositivos como el acelerómetro, acceso a redes inalámbricas y celulares, posicionamiento satelital, entre otras.
- Integración con la aplicación del dispositivo móvil a través del so de interfaces de usuario, símbolos, ventanas y demás componentes visuales estándares en el desarrollo de interfaces del sistema operativos iOS[®].
- Seguimiento de normas y guías de diseño y desarrollo de la marca Apple[®] para el correcto y eficiente uso de recursos del dispositivo.
- ⊙ Generar un desarrollo soportado de manera robusta por la infraestructura y arquitectura de capas del SDK desarrollado por Apple[®] para sus dispositivos móviles.

Para el acceso a este aplicativo se deberá contar con uno de los dispositivos antes mencionados y que dichos implementos posean el firmware del sistema operativo iOS[®] 3.2 o superior para el correcto funcionamiento de cada uno de las subsecciones desarrolladas.

Además de lo anterior los usuarios deberán contar en su ordenador con el reproductor de música digital y acceso directo a las diversas tiendas en línea de Apple[®], la aplicación iTunes[®]; esto con el objetivo de servir de puente para la sincronización entre computadora y dispositivo móvil (la descarga de este programa se puede realizar de manera gratuita desde la página oficial de Apple[®]).

La descarga del aplicativo móvil se realizará a través de la tienda de aplicaciones de Apple[®], App Store[®]; y para ello se deberá crear una cuenta en la tienda en línea mexicana de Apple[®] así como un ID y contraseña que autentiquen al usuario en sus diversas compras en línea. De la misma forma el canal para enviar actualizaciones a usuarios que hayan realzado la compra se hará a través de la App Store[®] permitiendo dar soporte y mantenimiento a las necesidades de correcciones o trabajos posteriores sobre el aplicativo.

Interfaces de Usuario.

Dentro del modelo MVC que se utilizará como base para el desarrollo del aplicativo (para mayor información acerca del modelo MVC revisar la sección correspondiente al desarrollo del aplicativo); las interfaces de usuario serán diseñadas a partir de vistas que serán expuestas o removidas de la pantalla



del usuario a partir de las interacciones que este tenga dentro de la aplicación.

Las vistas principales a considerar durante esta sección del desarrollo del aplicativo serán:

- Menú principal de la suite de servicios. Dicho menú permitirá el acceso rápido a cada una de las subsecciones a través de su conjunto de íconos que identifique cada uno de los servicios ofertados por el Tecnológico de Monterrey.
- Vista de la subsección "Mapas". Esta vista permitirá al usuario, de inicio, visualizar un mapa general del campus en el que se encuentra y la capacidad de interactuar con él.

Las vistas generadas serán diseñadas mediante la herramienta de desarrollo de Apple[®], Interface Builder[®] (ver sección de Antecedentes de este documento) y complementada con código para robustecer los datos y controles desplegados. Dichas vistas a tendrán una resolución de 320x480 pixeles (resolución estándar de los dispositivos iPhone[®] y iPod Touch[®]) fungiendo como base para posteriores diseños y servicios; para el caso del dispositivo iPad[®] se realizará un zoom a la interfaz permitiendo cubrir la resolución total de 1024x768 pixeles de dicho dispositivo; permitiendo generar una continuidad y uniformidad entre las interfaces de los diferentes aplicativos.

Las interfaces podrán ajustarse a la posición en la que se encuentre el dispositivo a partir de la información recibida por el acelerómetro (interacción realizada principalmente con las clases UIAccelerometer y UIAccelration de la capa Cocoa Touch del iPhone® SDK 4); permitiendo de esta manera mejorar la experiencia de usuario y la visualización de las pantallas presentadas en los dispositivos.

Finalmente, la aplicación tendrá la capacidad de detectar la cultura e idioma del teléfono; logrando de esta manera acceder a un archivo de recursos que le permita desplegar la información e interfaces en español para los países hispanoparlantes y en inglés para el caso de cualquier otro caso.

Interfaces de Hardware.

Como ya se ha comentado en otras secciones, el aplicativo a desarrollar se trabajará para los dispositivos iPhone[®], iPod Touch[®] y iPad[®] de la marca Apple[®]. A continuación presentaremos un resumen de cada dispositivo en sus diferentes versiones para poder entender las características mínimas para correr la aplicación móvil sin mayor problema; todos los datos presentados en esta sección fueron obtenidos de la página oficial de Apple[®]. (Apple Inc., 2010).



o iPhone® 3G.

Capacidad del dispositivo:
8GB / 16GB.
Mínimo Requerido para instalación
de aplicativos: 50MB.
Conectividad Wi-Fi: 802.11h/g.
Conectividad 3G:
UMTS/HSDPA (850, 1900, 2100
MHz); GSM/EDGE (850, 900, 1800,
1900 MHz)
Localización: GPS asistido/ Wi-Fi /
Compás Digital / Red Celular.
Pantalla:
480x320 pixeles widescreen.

Peso: 4.7 onzas (133 gramos).

Tamaño: Ver figura 9.

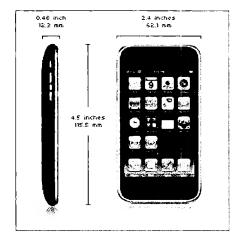


Figura 2.1. Características y medidas de la plataforma iPhone* 3G. (Apple Inc., 2010).

o iPhone® 3GS.

Capacidad del dispositivo:
8GB / 16GB.

Mínimo Requerido para instalación
de aplicativos: 50MB.
Conectividad Wi-Fi: 802.11b/g.
Conectividad 3G:
UMTS/HSDPA (850, 1900, 2100
MHz); GSM/EDGE (850, 900, 1800,
1900 MHz)
Localización: GPS asistido/ Wi-Fi /
Compás Digital / Red Celular.
Pantalla:
480x320 pixeles widescreen.
Peso: 4.8 onzas (135 gramos).
Tamaño: Ver figura 10.



Figura 2.2. Características y medidas de la plataforma iPhone '3GS. (Apple Inc., 2010).



o iPhone® 4.

Capacidad del dispositivo:
16GB / 32GB.
Mínimo Requerido para instalación de aplicativos: 50MB.
Conectividad Wi-Fi: 802.11b/g/n.
Conectividad 3G: GSM/EDGE (850, 900, 1800, 1900 MHz); UMTS / HSDPA / HSUPA (850, 900, 1900, 2100 MHz).
Localización: GPS asistido/ Wi-Fi / Compás Digital / Red Celular.
Pantalla:
960x640 pixeles widescreen.
Peso: 4.8 onzas (137 gramos).
Tamaño: Ver figura 11.

o iPod Touch®.

Capacidad del dispositivo:
8GB / 16GB / 32GB / 64GB.
Mínimo Requerido para instalación
de aplicativos: 50MB.
Conectividad Wi-Fi: 802.11b/g.
Localización: Wi-Fi / Servicio de
localización basado en mapas.
Pantalla:
480x320 pixeles widescreen.
Peso: 4.05 onzas (115 gramos).
Tamaño: Ver figura 12.



Figura 2.3. Características y medidas de la plataforma iPhone' 4. (Apple Inc., 2010).



Figura 2.4. Característicos y medidas de la plataforma (Pod Touch'), (Apple Inc., 2010)

o iPad[®]

Capacidad del dispositivo: 16GB / 32GB / 64GB.

Mínimo Requerido para instalación de aplicativos: 50MB.

Conectividad Wi-Fi: 802.11b/g/n.

Procesador: 1GHz Apple A4.

Localización modelo Wi-Fi: Wi-Fi / Compás Digital.

Localización modelo Wi-Fi + 3G: GPS asistido / Wi-Fi / Compás Digital

/ Red Celular.

Conectividad modelo 3G: GSM/EDGE (850, 1900, 2100 MHz); UMTS /

IISDPA / IISUPA (850, 900, 1800, 1900 MHz). Pantalla: 1024x768 pixeles widescreen.

Peso modelo Wi-Fi: 1.5 libras (0.68 kilogramos). Peso modelo Wi-Fi + 3G: 1.6 libras (0.73 kilogramos).

Tamaño: Ver figura 13.

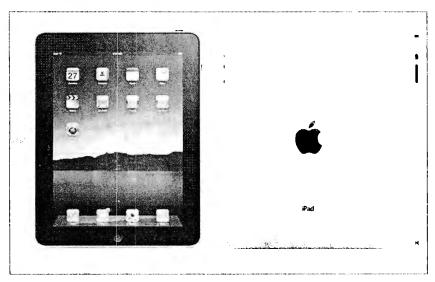


Figura 2.5, Características y medidas de la plataforma iPad", (Apple Inc., 2010).

Es importante señalar que a pesar de que el aplicativo será compatible con todos estos dispositivos, el mejor desempeño y experiencia de usuario serán con las plataformas iPhone ⁸⁰ 3GS, iPhone ⁸⁰ 4, iPad ⁸⁰ modelo Wi-Fi + 3G y iPod Touch ⁸⁰ de segunda generación en adelante.



• Interfaces de Comunicación.

Los dispositivos móviles de Apple[®] se comunican con las redes inalámbricas a partir de dos tecnologías de comunicación: Wi-Fi y la red celular 3G.

- o Wi-Fi (Wireless Fidelity) IEEE 802.11. Esta tecnología es una marca original licenciada por la alianza WiFi que describe la tecnología subyacente de WLAN (Wireless Local Area Network) basada en la especificación IEEE 802.11. Fue desarrollada con el objetivo de atender a dispositivos móviles como laptops, teléfonos celulares, etc. que se encuentren en una LAN. El termino WiFi ha sido destinado para referir a cualquier tipo de red 802.11, ya sea 802.11b, 802.11a, 802.11g, etc. Las primeras redes que surgieron, 802.11b lograron transmitir datos en tasas de transferencia de hasta 11 megabits por segundo (Mbps). Luego vinieron los productos 802.11a, seguido poco después por 802.11g, cada uno con una velocidad máxima de 54 Mbps y 25 Mbps de rendimiento. El estándar más reciente de la marca WiFi es el 802.11n, el cual logra ofrecer un ancho de banda de alrededor de 108Mbps utilizando frecuencias compartidas de 2.4GHz y 5.GHz. (Dhawan, 2007).
- o Red Celular 3G. 3G es la tercera generación de los sistemas de comunicaciones móviles, que combinan la comunicación inalámbrica con Internet para celulares. En comparación con la 1ª generación de telefonía móvil (1G) y la segunda generación GSM, TDMA digital de telefonía móvil (2G), los teléfonos móviles 3G ofrecen todo tipo de servicio de banda ancha de información, por ejemplo, datos de alta velocidad, imagen, vídeo, etc. que las anteriores dos generaciones no pueden proporcionar. La tasa de transferencia de velocidad de 3G en interiores, en exteriores y en automóviles en movimiento respectivamente es de 2MB/s, 384kb/s, y 144kb/s. (Chen & Gao. 2009).



2.1.4. Funcionalidad del producto.

Características de los usuarios finales.

La aplicación móvil a desarrollar, al ser expuesta a través de la tienda digital App Store permitirá que cualquier persona con acceso a la misma tenga la posibilidad de descargar el aplicativo, sin embargo, el mercado objetivo que hemos descrito en secciones anteriores define al usuario final con las siguientes características:

- o Alumno o empleado del sistema Tecnológico de Monterrey.
- o Edad promedio entre 15 y 25 años para los estudiantes y 20 a 50 años para los empleados del instituto.
- Poseer o tener acceso a uno de los dispositivos móviles antes descritos.
- Conocimiento de la tecnología y dispositivos móviles de la marca Apple[®].
- o Gusto por la innovación y el acercamiento a nuevas facetas sociales y educativas como el e-learning.

Es importante señalar que estas características señalan al usuario promedio, y no son excluyentes a que personas con otras características accedan al aplicativo y puedan usarlo.

· Limitantes.

El aplicativo podrá ver mermado su funcionamiento y respuesta de usuario ante varias situaciones; entre las que destacaremos:

- El dispositivo móvil no cuente con acceso a una red inalámbrica (Wi-Fi ó 3G).
- o Falta de memoria y/o espacio en el dispositivo móvil que reduzcan el correcto accionar de las aplicaciones.
- o Diseño y visualización de componentes limitado a las resoluciones de pantalla antes mencionadas de cada dispositivo.
- El diseño y funcionamiento deberá cumplir con las normas y guías establecidas por Apple[®] en el documento iPhone Human Interface Guidelines. (Apple Inc., 2010).
- La distribución, mantenimiento y sincronización del aplicativo sólo podrá realizarse a través de la tienda en línea de aplicaciones App Store[®] y el reproductor iTunes[®] de la marca Apple[®].
- La aplicación no será multiplataforma y solo funcionará en los aplicativos antes mencionados.
- o Para el caso de la subsección de mapas, el alumno deberá encontrarse físicamente dentro de las instalaciones del campus, de lo contrario será enviado a la aplicación Maps (aplicación preinstalada en los dispositivos de la marca Apple[®]) para mostrar su ubicación actual.

Finalmente, señalamos como una limitante cualquier actividad o mal uso de los dispositivos por parte del usuario que afecte el desempeño y calidad del mismo, tanto en hardware como en software.



Asunciones y Dependencias.

Para la realización de este proyecto se tienen las siguientes asunciones:

- El Tecnológico de Monterrey cuenta con la tecnología GPS incorporada en su línea de camiones.
- El Tecnológico de Monterrey cuenta con la infraestructura para realizar las pruebas del prototipo y producto liberado.
- El soporte de la aplicación, así como futuros desarrollos sobre el mismo queda en manos del Tecnológico de Monterrey y su división de sistemas; limitando esta entrega a la interfaz y menú principal y al módulo de mapas (en dicho módulo solo se trabajará sobre la cartografía del Campus Ciudad de México; con la posibilidad de extender la aplicación a otros campus).
- El Tecnológico de Monterrey dispone del mapa del Campus Cuidad de México, el cual será punto de partida para el desarrollo del módulo de Mapas.
- El Tecnológico de Monterrey asignará a una empleado del instituto como encargada del proyecto liberado.
- Los usuarios finales del aplicativo tienen conocimientos básicos sobre conectividad y dispositivos móviles permitiendo interactuar apropiadamente con el aplicativo.
- Todos los nombres y marcas comerciales, así como logotipos e imágenes referentes al Tecnológico de Monterrey serán aprobadas por la institución y puestas en manos del equipo de desarrollo para su utilización y distribución dentro del aplicativo móvil.

Así mismo, el éxito del proyecto dependerá de los siguientes factores externos:

- El diseño del aplicativo y su usabilidad deben ser aprobados por Apple[®] para su ingreso a la App Store[®].
- La distribución y entrega al usuario final del aplicativo depende del sistema de la tienda en línea de Apple[®], App Store[®].
- Para poder liberar un producto completo y funcional, los módulos y trabajos posteriores serán realizados por el Tecnológico de Monterrey.
- La publicidad y difusión del aplicativo quedan en manos del Tecnológico de Monterrey.
- En el tema tecnológico, se tendrá una fuerte dependencia a que el usuario final cuente con acceso a una red inalámbrica en el momento de ejecutar la aplicación para acceder a todos los subservicios.
 - En el caso de la sub-aplicación de Mapas, se dependerá fuertemente del funcionamiento del sistema GPS del dispositivo o, en caso de que no cuenta con GPS, del sistema de localización por antena; así como el soporte brindado por las librerías del SDK de iPhone ^k.
- o Todo el aplicativo dependerá de la arquitectura de capas de Apple[®] que otorga, tanto el sistema operativo iOS[®] como al aplicativo



mismo, el desempeño y estabilidad deseados. Por ello la actualización de dicha arquitectura impactará en nuevas versiones para el aplicativo.

Por lo anterior y conociendo las problemáticas y dificultades por las que podría atravesar el aplicativo el desarrollo del mismo buscará responder ante tales circunstancias de la manera más optima posible sin interrumpir los servicios al usuarios y, en caso de error, informar tanto al usuario como al Tecnológico de Monterrey generando un proceso de retroalimentación para futuras versiones. El tema de errores y la recuperación del aplicativo se tocará más a fondo en versiones posteriores.

Requerimientos Específicos.

Para esta fase de desarrollo, se generará la base de una aplicación productiva móvil que ofrecerá una suite de servicios del Tecnológico de Monterrey orientada a su plantilla de estudiantes.

El objetivo de este proyecto es asentar las bases para el aplicativo, teniendo como principal meta la extensibilidad del producto, la modularidad e independencia de sus servicios y la documentación y establecimiento de una arquitectura robusta para trabajos posteriores.

El aplicativo móvil irá enfocado totalmente a los dispositivos móviles de la marca Apple[®] (iPhone[®], iPod Touch[®] y iPad[®]) en las versiones ya documentadas (ver sección de interfaces de hardware); por lo que queda establecido que la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes marcas y modelos ajenas a lo establecido anteriormente no será soportado (ver sección de portabilidad de la Especificación de Requerimientos).

Buscando sentar las bases en este desarrollo, se generarán dos hitos principales a entregar al concluir el proyecto; los cuales son el menú principal del aplicativo y el primer servicio del aplicativo disponible, orientado a temas de localización del usuario final a la cual nos referiremos como "Servicio de Mapas".

En el hito referente al menú principal nos permitirá establecer la primera interfaz de comunicación con el usuario, además de establecer los parámetros de modularidad e independencia entre servicios que buscamos. Al llegar a este punto podremos establecer:

- Una arquitectura modular simple que permita la extensibilidad de servicios y codificación de los mismos de manera independiente.
- o Diseño e imagen consistente del aplicativo referente a la institución y sus valores en cada una de sus vistas.
- Punto de interacción principal entre el usuario y los servicios ofertados por el Tecnológico de Monterrey.
- Interfaz para habilitar y deshabilitar nuevos módulos o servicios del aplicativo.

Una vez completado este hito, y realizando las pruebas unitarias correspondientes se procederá a trabajar sobre el modulo del servicio de



mapas. Dentro de este modulo se contemplan brindar los siguientes servicios de localización el usuario:

- Diseño y usabilidad totalmente enfocado a temas de localización del dispositivo móvil.
- Facilidad para buscar el campus en donde se encuentra el alumno y presentar el mapa correspondiente al mismo. Para esta fase de desarrollo solo se atenderá el campus Ciudad de México, permitiendo que en trabajos y versiones posteriores esto pueda ser extendido a nuevos campus.
- Localización y ubicación del usuario a través de los sistemas de posicionamiento global (GPS) que poseen los dispositivos móviles o, en su defecto, localización a través de puntos de acceso a Internet (ver sección de antecedentes para mayor información).
- Identificación y visualización, a través de galerías de fotos, de los edificios y lugares más emblemáticos y significativos del campus.
- Cálculo y presentación de la ruta más corta entre dos puntos dentro del campus.
- Visualización de los camiones del Tecnológico de Monterrey y sus recorridos mediante dispositivos GPS instaladas en los vehículos.

Dichos servicios permitirán al modulo de mapas brindar una experiencia de ubicación y conocimiento de cada una de las estructuras que conforman la arquitectura de las instalaciones del campus, logrando que el usuario final se oriente, localice y conozca el campus a fondo.

Finalizada esta etapa y realizando las pruebas unitarias correspondientes, se hará entrega del prototipo, así como la documentación correspondiente (Documento recopilatorio de información, modelos y diagramas conceptuales de la aplicación y el código fuente apropiadamente documentado); cerrando de esta manera el proyecto y permitiendo que en trabajos futuros se libere y publique en la tienda de aplicaciones, App Store[®]. Es importante señalar que tanto el diseño como el código generado seguirán las guías de diseño de Apple[®] con el objetivo de que la liberación y publicación del producto en la tienda antes mencionada se consiga sin mayores contratiempos.

Requerimientos de desempeño.

Dentro del tema de desempeño la aplicación debe tener la capacidad de arrancar con prontitud y velocidad (calculado en un tiempo no mayor a 20 segundos), esto con el objetivo de cumplir las normas de programación de Apple³⁶ y permitir al usuario tener una excelente experiencia de usuario.

A su vez el manejo de eventos como llamadas entrantes, mensajes de texto o cambio entre aplicaciones debe permitir al usuario un desplazamiento ágil y sin contratiempos, permitiendo regresar al aplicativo rápidamente. Para lograr dichos objetivos se debe poner especial atención en los tiempos de carga y cierre del aplicativo, el manejo de recursos y el retiro del aplicativo de memoria.



La habilidad de correr en el background para dispositivos que posean el firmware 4 o superior del sistema operativo iOS®, facilitará la velocidad de recuperación del aplicativo cuando el usuario se mueva entre aplicaciones, sin embargo, temas como el consumo de la batería y recursos de red en módulos como el servicio de Mapas deben ser correctamente suspendidos mientras se encuentran en memoria.

Toda la temática referente al manejo de memoria y desempeño del aplicativo, así como sus posibles mejoras se realizarán a través de la herramienta Instruments[®] de Apple[®] la cual nos permitirá detectar cuellos de botel a y posibles fallas en la liberación de recursos o consumo excesivo de memoria (para mayor información referente a este software ver la sección de antecedentes o visitar la página oficial de Apple[®] http://www.apple.com/).

Disponibilidad.

El objetivo principal en temas de disponibilidad para el aplicativo es brindar a los usuarios acceso a los servicios del Tecnológico de Monterrey a un nivel 24/7, sin embargo, durante el desarrollo de cada subsección se tendrán que tomar las consideraciones necesarias para poder brindar el mejor servicio posible al usuario final.

Para el proyecto en curso se deberán tener en cuenta las asunciones y dependencias descritas en secciones previas de este documento para que el usuario reciba el mejor servicio a cualquier hora.

· Seguridad.

El aplicativo a desarrollar no contará con ningún tipo de autenticación de usuario (en su primera entrega), sin embargo, la seguridad y privacidad de los usuarios finales juega un papel muy importante en el desarrollo del aplicativo.

El principal objetivo de la seguridad para este proyecto radica en no violar la privacidad de nuestros usuarios, para ello se garantizará que el aplicativo no puede ni deberá acceder a ninguno de los datos sensibles que el usuario guarda en el teléfono (contactos, cuentas de correo electrónico, etc.), así mismo los datos particulares y que permiten el correcto funcionamiento del dispositivo no serán tocados (número telefónico, clave IMEI, archivos del sistema operativo iOS®, etc.); otro punto que se destacará bajo el marco de seguridad del aplicativo será que no se introducirá, bajo ninguna circunstancia, al dispositivo móvil del usuario final publicidad o mensajes basura, mejor conocidos como SPAM, evitando de esta manera dañar tanto el funcionamiento del aplicativo como el del dispositivo mismo.

Se debe destacar que para el desarrollo del aplicativo se está contemplando usar solo código propietario y el Framework de Apple[®], sin embargo, en caso de requerir software o librerías de terceros, este deberá ser cuidadosamente revisado y analizado para saber que su origen es confiable, no transgrede la seguridad del aplicativo y finalmente no viola ninguna patente o ley de derechos de autor.



Finalmente es importante destacar que todas y cada una de estas normas de seguridad, más a parte otras tantas expuestas en las guías de desarrollo de Apple[®], serán sujetas a revisión por dicha empresa previo a la publicación de la aplicación en la tienda digital App Store[®].

· Mantenimiento.

Para el mantenimiento del aplicativo y posteriores desarrollos el Tecnológico de Monterrey, a través de su división de informática se hará cargo de cualquier problema, mejora o actualización posterior a la entrega final y cierre de esta proyecto.

Portabilidad.

La portabilidad del sistema estará enfocado a dispositivos móviles de la marca Apple[®], lo que significa que la interoperabilidad con otros dispositivos de otras marcas o sistemas operativos no será posible debido al lenguaje de codificación utilizado durante el desarrollo y la planeación y diseño realizado del aplicativo, exclusivamente pensado para los dispositivos iPhone[®], iPod Touch[®] y iPad[®].

Para conocer las versiones de estos dispositivos soportados referirse a la sección de interfaces de hardware de la Especificación de Requerimientos.



Capítulo 3.

Diseño y Modelación del Proyecto.

El presente capítulo asienta los requerimientos expuestos en el SRS en diseños conceptuales y guías de modelaje que darán la pauta para el correcto desarrollo de una aplicación modular y extensible, así mismo, facilitan la exposiciór de conceptos de comunicación, almacenamiento y estructura de los diferentes componentes que constituyen la solución propuesta.



3.1. Patrón de Diseño Modelo-Vista-Controlador

Dentro del desarrollo de aplicaciones móviles, el Framework iPhone[®] SDK de Apple[®] en su versión 4 utiliza un patrón de diseño el cual nos permite generar una aplicación móvil robusta de una manera sencilla y organizada; permitiendo una rápida sucesión entre las etapas de diseño y desarrollo del aplicativo.

De esta manera el marco de trabajo nos permite ensamblar un código que responda adecuadamente a la interacción de eventos en el dispositivo, acceda a los recursos del teléfono, utilizar las clases y objetos de una manera adecuada, personalizar animaciones, etc. Por ello es altamente recomendable conocer las bases de dicho patrón de diseño, el cual es conocido como Modelo-Vista-Controlador (MVC), resaltando la preponderancia que tiene sobre la arquitectura y diseño de las clases del Framework de desarrollo que utilizaremos y la forma en que se desarrollan las distintas aplicaciones móviles para dispositivos de la marca Apple[®] en el mercado.

A continuación presentamos una breve introducción al modelo, señalando sus principales componentes y características que no ayudarán en la fase de desarrollo del aplicativo.

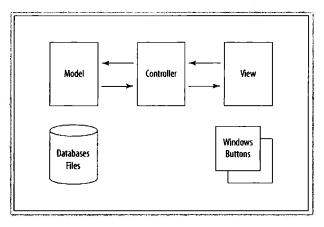


Figura 3.1. Patrón de diseño MVC. (DeVoc. 2010).

En la figura 3.1 podemos apreciar la arquitectura típica del patrón MVC, este divide el diseño en tres componentes principales.

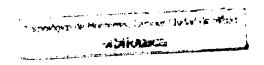
El primero de ellos son los Modelos, el cual incluye objetos y clases que, como lo muestra la figura, son las encargadas de procesar la información, manipularla y, finalmente, almacenarla. Para el caso del trabajo sobre el Framework iPhone ESDK estos componentes mayoritariamente se tratan de arreglos, diccionarios, listas o cualquier otra estructura de datos que facilite persistencia de los datos en bases de datos o archivos de almacenamiento. Por lo anterior debemos visualizar estas clases como elementos de escritura al disco y manipulación de bajo nivel de datos. (DeVoc. 2010).

Posteriormente tenemos los componentes conocidos como Vistas, los cuales incluyen a los objetos y clases que interactúan directamente con el usuario, de tal



forma que pueda ser visualizada la información contenida en los Modelos. En estas clases encontramos toda clase de métodos encargados de la manipulación de eventos, soporte de la navegación del usuario y presentación de formas, ventanas, imágenes, etc. (DcVoe, 2010).

Finalmente tenemos los componentes Controladores, los cuales, brindan el poder y modularidad al diseño. Estas clases poseen la lógica de negocio, permiten la comunicación entre las Vistas y Modelos y generan un flujo dentro de la aplicación que sustenta la interacción del usuario con la información que se almacena o consulta de un recursos de datos. Es importante señalar que la correcta implementación del patrón permite el desacoplamiento entre cada componente separando de esta manera la lógica de presentación, de la lógica de negocio y, a su vez, la lógica de objetos; lo que facilitará el reemplazo o modificación de un componente de manera independiente a los demás. (DeVoc. 2010).





3.2. Diseño General de la Aplicación.

Visualizando las características del marco de trabajo de Apple® y la fundamentación teórica del uso del patrón de diseño MVC, dividiremos al aplicativo y su lógica en una serie de carpetas que permitan la adecuación del desarrollo a dichas prácticas. De tal forma la vista preliminar de los paquetes a desarrollar es la siguiente.

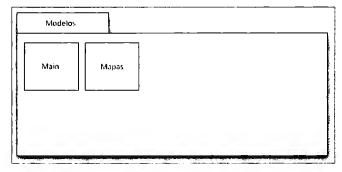


Figura 3.2. Paquete de Modelos iTec.

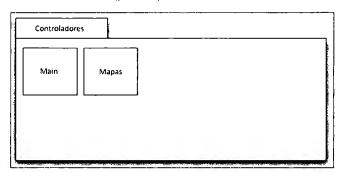


Figura 3.3. Paquete de Controladores iTec.

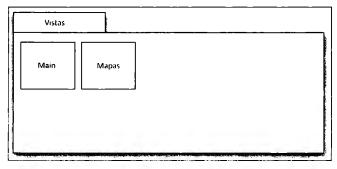


Figura 3.4. Paquete de Vistas iTec.

Como podemos observar en estás figuras, cada paquete corresponde a los componentes del patrón de diseño MVC, dentro de cada uno incluye subsecciones referentes a los módulos con los que contará la aplicación

`



(incluyendo la sección de menú principal) para poder mantener desacoplados cada módulo y el servicio que ofrece. Cada subsección tiene su correspondiente en los demás paquetes del diseño, así el módulo de "Mapas" incluye una subsección de Vistas (la cual puede incluir una o más clases), una subsección de Modelos (la cual puede incluir una o más clases) y una subsección de controladores (la cual puede incluir una o más clases); y así sucesivamente.

Es importante tomar en cuenta que cada paquete antes señalado deber ir actualizándose mientras se desarrolla el aplicativo, tanto en este proyecto como en trabajos futuros sobre el mismo, con el objetivo de brindar claridad en el diseño y mantener los estándares de calidad y modularidad que se definieron al inicio del desarrollo.



3.3. Arquitectura del Aplicativo.

El desarrollo de este aplicativo contempla la comunicación con varios componentes independientes entre sí, que proveerán de la infamación, realizará la consulta de la misma, manejo de eventos e interacción con el usuario final y presentarán los datos a los usuarios finales. En la figura 18 podemos observar una diagrama general de los componentes principales que conforman el aplicativo, basándonos en los requerimientos descritos en secciones anteriores.

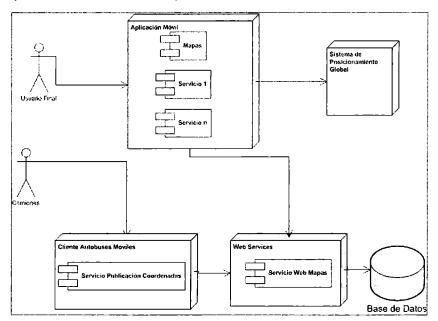


Figura 3.5. Diagrama arquitectónico del aplicativo,

En este diagrama podemos observar al aplicativo móvil como bloque principal, el cual presentará al usuario la oferta de módulos desarrollados, y para este desarrollo, permitirá la comunicación con el hardware instalado en el dispositivo para la obtención de coordenadas a partir de la interacción que el Framework de Apple tenga con el sistema de posicionamiento global a través de las diversos medios que ya hemos analizado en secciones anteriores. Dentro de este diagrama podemos observar dos bloques más, los cuales brindan la comunicación de los autobuses escolares con la base de datos, buscando publicar su posición para el consumo de estos por el aplicativo móvil del usuario final. Cada uno da los servicios del módulo de mapas y los bloques de este diagrama serán desglosados en la siguiente sección referente al diseño de los módulos de trabajo.



3.4. Diseño de Módulos y Servicios.

Como ya se ha especificado a lo largo de este documento el desarrollo del aplicativo que se contempla en este proyecto de tesis abarca el menú principal (incluyendo la navegación entre módulos y servicios) y el módulo de "Mapas". Por ello se ha trabajado en el diseño de los servicios que ofrecerán y desarrollarán; resultado de dicho trabajo son los diagramas de secuencia a continuación detallados en los cuales especificaremos y trazaremos el accionar de los servicios y funcionalidades que se programarán.



3.4.1 Menú Principal.

Para el aplicativo a desarrollar, se generará una interfaz principal o menú de servicios en donde el usuario al momento de cargar el aplicativo pueda visualizar la oferta de los mimos y poder seleccionar de manera rápida y sencilla el módulo que cubra sus necesidades en ese momento, teniendo siempre la posibilidad de poder regresar al menú cuando lo desee.

Al momento de que el aplicativo es seleccionado por el usuario y se carga en el dispositivo móvil se genera el flujo descrito en la figura 18. En este diagrama de secuencia apreciamos la existencia de un NIB principal (MainWindow.xib) el cual se encargará de consultar los archivos de recursos en dónde se especifica que interfaz cargar de inicio y realizar propiamente la carga del mismo.

Para el caso de la aplicación iTec el NIB que se cargará será la interfaz del menú principal (MainMenu.xib) así como el controlador de la vista; permitiéndonos ligar los contenidos y componentes visuales a los eventos y métodos necesarios para el manejo de la interacción con el usuario.

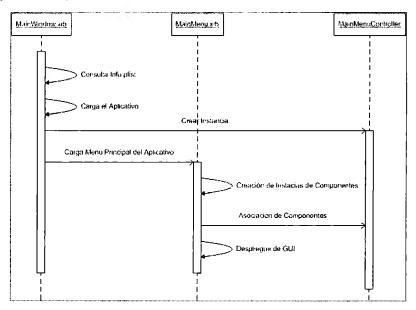


Figura 3.6. Diagrama de secuencia de la carga inicial del aplicativo.

Una vez que el usuario puede visualizar la oferta de servicios y los iconos representativos a cada subsección, él podrá tomar la decisión de cuál ejecutar lanzando así un evento que conllevará la carga del módulo seleccionado y la presentación de la información requerida en pantalla. Dicho evento es descrito en la figura 19 a través de un diagrama de secuencia el cual nos presenta la interacción del usuario con el menú principal, el manejo del evento por el controlado de la vista y la generación de las instancias requeridas para la nueva pantalla y su correspondiente controlador.



Una vez que se ha generado las instancias de la nueva vista y controlador, así como la asignación del nuevo NIB que se presentará en pantalla se removerá la pantalla de menú principal dando lugar a la vista del módulo con sus correspondientes componentes ligados al controlador asignado.

Es importante destacar que, siguiendo las recomendaciones de diseño y usabilidad de Apple® (Apple Inc., 2010), se integrará una barra de navegación en cada módulo permitiendo al usuario regresar al menú principal en el momento que lo desee y ejecutar un nuevo servicio o, simplemente, salir del aplicativo.

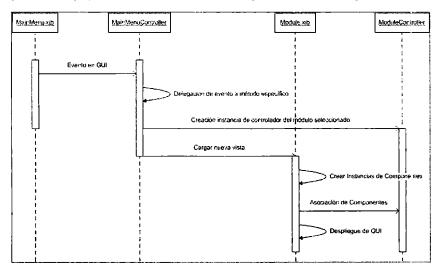


Figura 3.7. Diagrama de secuencia de la carga de un módulo o servicio del aplicativo.

Este paso se repetirá las veces que el usuario desee, dando pie a la ejecución de los servicios seleccionados y las funcionalidades que cada módulo ofrecerá.



3.4.2. Módulo "Mapas".

Para la subsección de mapas se identificaron cuatro servicios principales en la etapa de requerimientos y que han sido descritos en las secciones de objetivos (figura 1.1) y el análisis de requerimientos del sistema (SRS) de este documento. A continuación detallamos las interacciones y flujos de información entre los objetos involucrados en cada funcionalidad.

Posicionamiento del usuario.

El primer servicio que ofrecerá el módulo de "Mapas" será la ubicación de la posición del alumno dentro de las instalaciones del campus. Para ello el usuario ejecutará un evento desde la vista de Mapas y está será manejada por el controlador asignado; a su vez este controlador generará una instancia del objeto CLLocationManager para realizar la interacción con el marco de trabajo y las librerías de localización de Apple[®]. Dichas librerías facilitarán la obtención de datos e información generada por el dispositivo GPS del celular o, en su defecto, otras técnicas que determinen la ubicación en tiempo real del dispositivo móvil (para mayor información referente al la obtención de las coordenadas del dispositivo favor de referirse a la sección de introducción de este documento, en particular al tema de posicionamiento satelital y GPS).

Una vez que se tienen las coordenadas son procesadas por el controlador MapController, el cual, facilitará el despliegue y presentación de la información al usuario a través de la vista y el componente visual del mapa del campus. Este flujo se realizará constantemente a través de temporizadores permitiendo la actualización constante de la posición del usuario y queda representado en el diagrama de secuencia de la figura 3.8.

Es importante destacar que si el usuario no se encuentra dentro de las instalaciones del instituto se le preguntará si quiere ser redireccionado a la aplicación de "Maps" que traen cargada por default los dispositivos móviles de la marca Apple®.



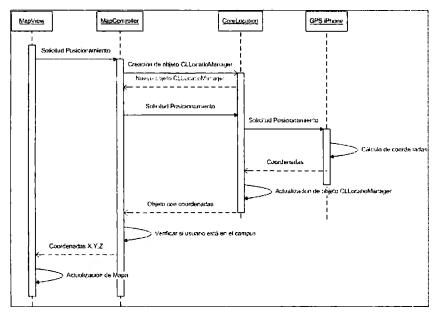


Figura 3.8. Diagrama de secuencia de servicio de Posicionamiento del Usuario.

Ubicación de Edificios y lugares relevantes.

Dentro de la interacción que tendrá el usuario en la vista del módulo de Mapas se le facilitará el servicio de ubicación de edificios y lugares relevantes; donde el usuario podrá interactuar con el mapa, seleccionar un punto clave y visualizar una breve descripción y galería de fotos del lugar seleccionado. De esta manera el usuario final podrá orientarse y conocer los puntos de reunión y atención más visitados dentro de las instalaciones del campus.

Para realizar dicha funcionalidad se necesitará cubrir el manejo del evento que indique el lugar seleccionado por el usuario, determinar su ubicación dentro cel mapa y consultar un archivo de recursos en donde estén disponibles las descripciones y fotos preestablecidas de los lugares clave del instituto. Esta interacción será realizada por el controlador de la vista de mapas y, subsecuentemente, se asignará a la nueva vista y su controlador que desplieguen la galería de fotos y la descripción del lugar en cuestión. El flujo anteriormente descrito puede ser visualizado a través del diagrama de la figura 3.9.



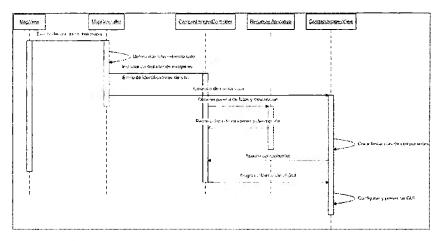


Figura 3.9. Diagrama de secuencia de servicio de Ubicación de Edificios y Lugares Clave.

Cálculo y trazo de la Ruta más Corta.

Otro de los servicios que se facilitará al usuario será la obtención de la ruta más corta entre dos puntos del campus. Para ello el usuario deberá ingresar la ubicación de los dos puntos en cuestión y solicitar el trazo de la ruta, disparando de esta forma el evento y la subsecuente función del controlador que está ligada al componente. Una vez en el controlador se generará un flujo muy similar al del servicio de posicionamiento antes descrito, en donde la interacción con los objetos de la librería CoreLocation facilitarán las coordenadas de los dos puntos en cuestión para el posterior procesamiento, calculo y trazo de la ruta más corta por parte del controlador y la interacción con la vista de mapas.

Al igual que en el servicio de posicionamiento, es importante señalar que si alguno de los dos puntos seleccionados por el usuario no se encuentra dentro del área que comprende la infraestructura del instituto, se preguntará al usuario si quiere ser redireccionado hacia la aplicación "Maps" que se encuentra precargada en todos los dispositivos móviles de la marca Apple®, otorgando al usuario una respuesta a su solicitud.

En la figura 3.10 presentamos gráficamente la secuencia de la interacción entre los objetos de este servicio y el comportamiento de los mismo dentro del aplicativo.



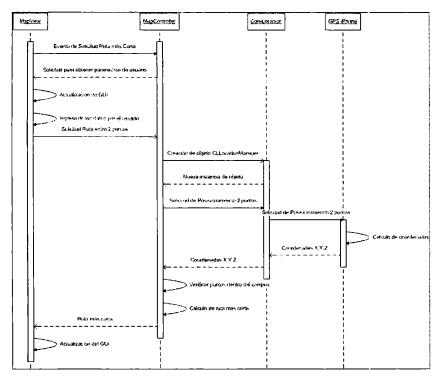


Figura 3.10. Diagrama de secuencia de servicio de Obtención y Trazo de la Ruta más Corta.

Localización de autobuses escolares.

El último servicio que ofrecerá el módulo de mapas será la localización de los autobuses escolares del Tecnológico de Monterrey a través de las herramientas de posicionamiento satelital con el que poseen los dispositivos móviles de la marca Apple®.

Para brindar dicho servicio se ha propuesta una solución dividida en dos secciones, la primera será un cliente desarrollado específicamente para los autobuses escolares y que correrá en un dispositivo de la marca Apple® informando constantemente su localización y coordenadas a un servicio Web que traducirá la solicitud y lo publicará en una base de datos.

En segundo plano, el módulo de mapas se comunicará, a solicitud del cliente, con la base de datos antes mencionada y recolectará las últimas coordenadas publicadas por los camiones a través de un servicio Web. Dicha comunicación se realizará a través de tecnologías REST y XML para la comunicación entre diversas plataformas, en este caso dispositivos móviles de la marca Apple® y servicios Web desarrollados bajo el marco de trabajo de .NET de Microsoft Corp.®

La comunicación y creación de objetos de la primera sección de este servicio puede ser visualizado gráficamente en la figura 3.11; en la cual observamos



cómo el cliente instalado en los dispositivos móviles de los camiones constantemente actualizará una base de datos mediante la elaboración de mensajes XML atendiendo los eventos de un temporizador configurable. El servicio Web al recibir la información la validará y realizará la comunicación con el servidor de base de datos dentro de una zona segura de comunicación.

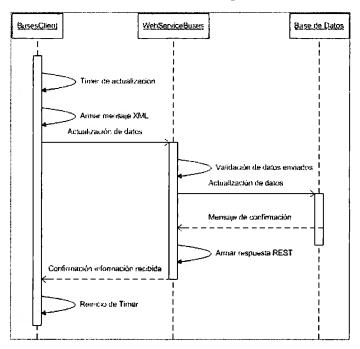


Figura 3.11. Diagrama de secuencia de servicio de Localización de autobuses escolares, sección de publicación de coordenadas de camiones.

La segunda etapa de este servicio esta representada gráficamente en la figura 3.12 en donde podemos observar como, a partir de los eventos generados por el usuario, se genera una solicitud Web de formato XML que viajará a través de las diversas tecnologías inalámbricas disponibles para comunicarse con un servicio Web. Dicho servicio validará la solicitud y consumirá los datos últimos publicados por los camiones en la fase anterior, cerrando este ciclo al regresa la información al usuario final y desplegar en pantalla la posición del autobús.



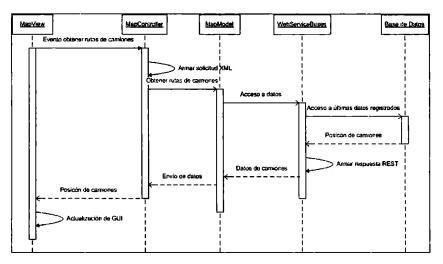


Figura 3.12. Diagrama de secuencia de servicio de Localización de autobuses escolares, sección de consumo y despliegue de datos publicados.



Capítulo 4.

Programación y Desarrollo del aplicativo.

La aplicación iTec es un proyecto basado en etiquetas de Navegación, proyecto con el cual poseemos un delegado quien maneja por nosotros la navegación del usuario dentro del aplicativo, facilitando el cambio de una pantalla a la otra; beneficio por el cual se genera un desarrollo de un esquema de trabajo modular basado, como se comentó en secciones anteriores, en el patrón de diseño MVC. Dicha organización presenta las clases, NIB's y recursos de la aplicación en la siguiente estructura.



Figura 4.1, Estructura de proyecto iTec,

La estructura anterior surge a partir del diseño de paquetes que se presentó en secciones previas de este documento.

Dentro de cada una de estas carpetas concentramos el manejo de objetos, la vinculación de la lógica de negocio con las vistas y el acceso a datos mediante el uso de servicios Web de tipo REST. A continuación se describe la funcionalidad, desarrollo y lógica implícita en cada una de las pantallas generadas en la codificación de este proyecto y la búsqueda de una compatibilidad y modularidad para trabajos futuros sobre este proyecto.



4.1. Pantalla 1. Menú Principal de la aplicación.

Pantalla inicial del aplicativo; cuyo objetivo principal es servir de punto de acceso a las diversas funcionalidades y servicios que se desarrollen para la aplicación iTec.



Figura 4.2. Pantalla Inicial del aplicativo iTec

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/RootViewController.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.
Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/RootViewControll er.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador
Clase del controlador (.m)	/Controllers/RootViewControll er.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de eventos de la misma.

61



Constantes del	/Other Sources/Constants.h	Clase que define las constantes
aplicativo (.h)	_	a utilizar dentro del aplicativo.

Características de la Pantalla:

- Diseño, usabilidad y look & feel similar al existente en la pantalla inicial de los dispositivos Apple[®].
- Implementación de los métodos del delegado para el manejo de eventos sobre un UlScrollView (ver documentación de Apple™ para mayor información).
- Implementación y manejo de eventos sobre un UIPageControl con la finalidad de facilitar el traslado y ubicación de la posición del usuario y los iconos o accesos directos a servicios del aplicativo. (Para facilitar el crecimiento del menú y las aplicaciones contenidas en el mismo se habilita constante para definir el número de páginas en el control -MAIN_MENU_NUMBER_PAGES -).
- Creación y manejo de eventos sobre UIButtons personalizados, los cuales, sirven de punto de entrada para nuevos NIB's y servicios dentro de la aplicación.

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple[®] así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.

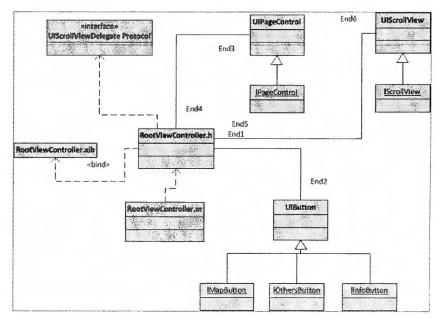


Figura 4.3. Diagrama de clases del Menú Principal de la aplicación (Tec



4.2. Pantalla 2. Mapa principal del CCM.

Pantalla principal del servicio de mapas desarrollado durante este proyecto de tesis. Permite al usuario visualizar su ubicación dentro del campus, conocer los edificios existentes en el Campus Ciudad de México y los diferentes caminos para llegar de un punto del campus a otro.



Figura 4.4. Pantallas principales de NIB de mapas



Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/MapsViewController.xi b	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.
Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/MapsViewControll er.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador
Clase del controlador (.m)	/Controllers/MapsViewControll er.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de eventos de la misma.
Constantes del aplicativo (.h)	/Other Sources/Constants.h	Clase que define las constantes a utilizar dentro del aplicativo.
Interacción con clases de búsqueda de camino más corto (.h)	/Controllers / Graph Theory /Graph.h /Controllers / Graph Theory /AdjacencyMatrix.h	Encabezados que definen los métodos para obtener el camino más corto entre dos edificios del campus.
Clase para generar vista de "Pop up" (.h)	/ Other Sources / CMPopTipView.h	Código libre modificado para la presentación de una vista en forma de Pop Up

Características de la Pantalla:

- Diseño pensado en la utilización de un mapa personalizado del campus, no existe dependencia con el marco de trabajo de Google Maps[®]. Para ello se utiliza una conversión de coordenadas a puntos en la imagen tomando como referencia las esquinas de la imagen. Ver archivo de constantes del aplicativo para identificar las coordenadas base.
- Punto de acceso a servicios como descripción de edificios y lugares representativos del campus, búsqueda de caminos entre edificios y despliegue de rutas y ubicación de autobuses escolares.
- Presentación de la ubicación del usuario y localización de edificios del campus mediante el uso del delegado de ubicación contenido en el Framework CoreLocation de Apple[®].
- Implementación del delegado para el manejo de eventos sobre un UIScrollView que facilita el desplazamiento y acercamiento sobre los componentes visuales del mapa.
- Implementación del delegado de búsqueda y armado de tablas para facilitar el acceso al listado de edificios y rutas entre lugres representativos del campus. Para mayor información ver documentación de Apple¹⁶ para los protocolos UISearchBarDelegate y UITableViewDataSource.



La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple® así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.

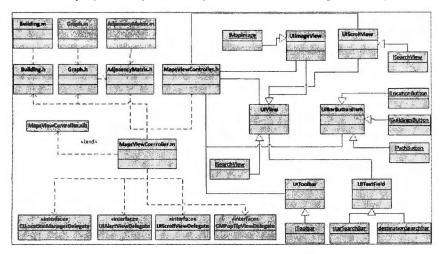


Figura 4.5. Diagrama de clases del Mapa Principal de la aplicación iTec



4.3. Pantalla 3. Mapa de ubicación Google Maps*.

Pantalla cuyo principal propósito es mostrar la posición del usuario en caso de que no se encuentre dentro de las instalaciones del campus y haya aceptado la propuesta de que se ubique en un mapa del Framework de Google Maps[®] (MapKit).



Figura 4.6. Pantalla de Mapkit de Google Maps⊛

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/GoogleMapsViewContro ller.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.
Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/GoogleMapsViewC ontroller.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador
Clase del controlador (.m)	/Controllers/GoogleMapsViewC ontroller.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de eventos de la misma.



Características de la Pantalla:

- Pantalla que utiliza el marco de trabajo de Google Maps[®] (Mapkit) con el objetivo de presentar la ubicación del usuario cuando no se encuentra en las instalaciones del campo.
- Implementa el delegado de ubicación (CLLocationManagerDelegate) para obtener la ubicación del usuario.

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Appleºº así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.

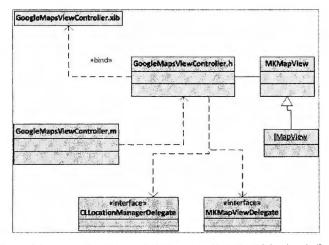


Figura 4.7. Diagrama de clases de la pantalla de Ubicación en Google Maps≈ de la aplicación iTec



4.4. Pantalla 4. Listado de edificios del CCM.

Pantalla que presenta un listado con los edificios definidos en el archivo PLIST del aplicativo, "Buildings", como lugares o construcciones representativas del campus.

Para dicho propósito la pantalla hace uso del protocolo UITableViewDataSource para generar dinámicamente una vista con una tabla que despliega el nombre o identificador del edificio, facilitando su búsqueda y manejo de eventos a partir de los métodos que el delegado de la aplicación define y cuyas implementaciones son modificadas para generar la lógica de la pantalla. (ver documentación de Apple® para mayor información)



Figura 4.8. Pantalla de Listado de Edificios

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/BuildingsViewControlle r.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.

68



Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/BuildingsViewCon troller.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador
Clase del controlador (.m)	/Controllers/BuildingsViewCon troller.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de eventos de la misma.
Archivo de recursos (.plist)	/Resources/ Buildings.plist	Archivo que define los edificios y lugares representativos del campus, así como su posición geográfica y sus características

Características de la Pantalla:

- Pantalla que basa su funcionamiento en la implementación del protocolo UlTableViewDataSource para generar un listado de edificios a partir de la definición en el archivo de recursos "Builings.plist".
- Presenta la opción de desplegar la ubicación de todos los edificios incluidos en la lista en la pantalla de Mapa CCM a partir de la colocación de pines representativos en la imagen central de dicha pantalla.
- Facilita la búsqueda y localización de edificios mediante un índice colocado del lado izquierdo y el ordenamiento alfabético de los elementos de la lista.
- Permite conocer el detalle de un edificio seleccionado un edifico de la lista
 y comunicando la pantalla actual con el NIB
 BuildingsDetailViewController (consultar el detalle de dicha pantalla en
 secciones posteriores de este documento).

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple® así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.

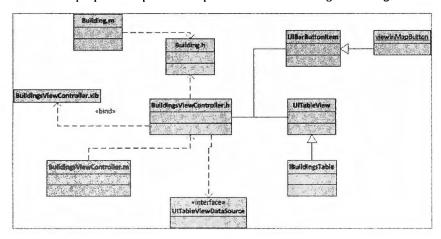


Figura 4.9. Diagrama de clases de la pantalla de Listado de Edificios de la aplicación (Tec



4.5. Pantalla S. Detalle de un edificio seleccionado.

Pantalla que desglosa el contenido del archivo de recursos "Buidings.plist" para un edificio seleccionado en la pantalla de listado de edificios (ver documentación de dicha pantalla en secciones previas).

Dentro de esta pantalla se le presenta al usuario datos particulares del edificio; algunos de estos son el teléfono de contacto, la descripción general del edificio, etc. Estas secciones son completamente configurables desde el archivo de recursos y pueden cambiar su contenido si la aplicación final así lo requiere.



Figura 4.10. Pantalla de Detalle de Edificio

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/BuildingsDetailViewCo ntroller.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.
Encabezado de	/Controllers/BuildingsDetailVie wController.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a



la clase (.h)		implementar en el controlador
Clase del controlador (.m)	/Controllers/BuildingsDetailVie wController.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de eventos de la misma.
Archivo de recursos (.plist)	/Resources/Buildings.plist	Archivo que define los edificios y lugares representativos del campus, así como su posición geográfica y sus características

Características de la Pantalla:

- Pantalla que presenta el desglose y características generales de un edificio seleccionado.
- Utiliza una implementación del protocolo UITableViewDataSource para la generación de secciones y manejo de eventos sobre las celdas presentadas.
- Facilita el contacto con los encargados del edificio o recinto mediante la generación de una llamada al dar clic sobre la ceda que contiene el teléfono de contacto.
- Pantalla configurable a través del archivo de recursos "Buidings.plist" y cuya definición de secciones y contenidos queda abierta para trabajos posteriores.
- Está pantalla permite ubicar al edificio en la vista de Mapa CCM a través de un UIBarButtonItem que comunica dichas vistas e inserta un pin en la posición exacta del edificio en el mapa.
- Funge como punto de entrada a la vista de galería de fotos que será descrita en secciones posteriores de este documento.

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple¹⁰⁰ así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.



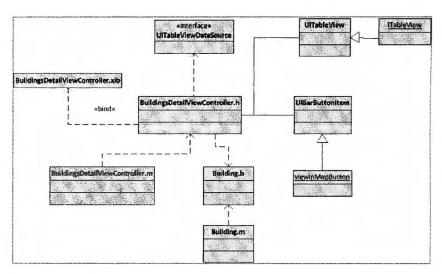


Figura 4.11. Diagrama de clases de la pantalla de Detall de un edificio seleccionado de la aplicación iTec



4.6. Pantalla 6. Galería de fotos de un edificio seleccionado.

Pantalla que permite visualizar las diferentes fotos de un edificio seleccionado para facilitar al usuario a identificar dicho edifico y sus alrededores.

Esta pantalla busca emular la galería de fotos nativa del sistema operativo de dispositivos Apple⁶⁶ para reducir la curva de aprendizaje y facilitar el acceso a las imágenes definidas en el archivo de recursos.

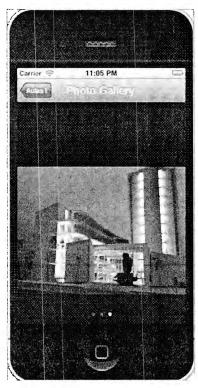


Figura 4,12. Pantalla de Galería de Fotos

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción			
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/PhotoGalleryViewContr oller.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.			
Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/PhotoGalleryView Controller.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador			
Clase del controlador	/Controllers/PhotoGalleryView Controller.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de			

73



eventos de la misma.			
los igares mpus, sición sticas			

Características de la Pantalla:

- Pantalla que presenta las fotos de un edificio seleccionado para facilitar la identificación de los detalles y alrededores del edificio.
- El despliegue y construcción de está pantalla es totalmente configurable a través del archivo de recursos, "Buildings.plist", donde se define un arreglo de imágenes, las cuales, se despliegan en esta vista y son accedidas a través de una serie de carpetas contenidas en el folder de Media del aplicativo e identificadas a partir del nombre del edifico en cuestión.
- Fundamenta su funcionamiento y usabilidad en emular la galería de fotos nativa del sistema operativo de dispositivos Apple[®].

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple[®] así · como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.

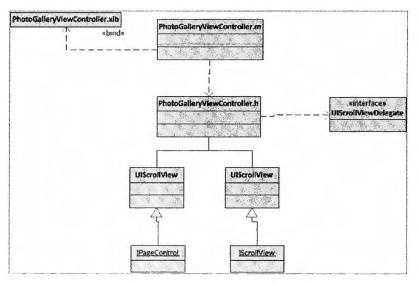


Figura 4.13. Diagrama de clases de la Galería de Fotos de la aplicación (Tec



4.7. Pantalla 7. Rutas y ubicación de autobuses escolares.

Pantalla que despliega la información principal de rutas de autobuses y la localización de los camiones en las distintas zonas del Distrito Federal y la zona conurbada con la posibilidad de aumentar la cobertura a distintas áreas de la república así como toda la sección de mapas.

Está pantalla permite la actualización y ubicación de rutas y autobuses mediante la comunicación con servicios Web tipo REST, intercambiando mensajes XML e interpretando el resultado para mostrarlo en la pantalla a través del Framework MapKit de Google Maps⁴⁰. La comunicación con los servicios web será detallada en secciones posteriores de este documento.

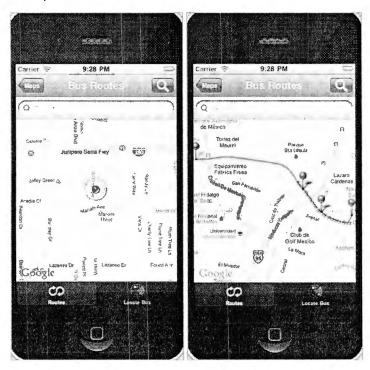




Figura 4.14, Pantallas principales para la sección de rutas y localización de autobuses

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción			
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/BusRoutesViewControll er.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.			
Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/BusRoutesViewCo ntroller.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador			
Clase del controlador (.m)	/Controllers/BusRoutesViewCo ntroller.m	Implementan de la lógica de la pantalla y el manejo de eventos de la misma.			
Encabezado de clase de acceso a datos (.h)	/DataAccess/DataAccessLayer.h	Declaración de métodos y propiedades que permiten el acceso a datos mediante el uso de servicios web.			
Clase de acceso a datos (.m)	/DataAccess/DataAccessLayer. m	Implementación y desarrollo de la lógica que permite la conexión con los servicios wel y la interpretación de los datos.			
Archivo de	/Resources/ Services.plist	Archivo de recursos que			



recursos de servicios (.plist)		establece las rutas de los servicios web, el cuerpo para los mensajes tipo POST y e identificador de los servicios de acceso a datos.			
Archivo para interpretación de expresiones regulares (.h)	/Other Sources/ RegexKitLite/ RegexKitLite.h	Código libre que permite interpretar la colección de puntos que regresa el servicio de rutas de Google [®] a través de expresiones regulares.			

Características de la Pantalla:

- La pantalla se inicializa mostrando la posición actual del usuario mediante el uso del marco de trabajo de Google Maps^{as} para dispositivos Apple^{an}.
- El usuario puede acceder a una barra de búsqueda y, mediante la implementación de los métodos y eventos del protocolo UlSearchBarDelegate, la aplicación se conecta a los servicios web para consultar las rutas disponibles en la base de datos.
- El usuario puede seleccionar del lisado de rutas y dispara los eventos del protocolo UITableViewDataSource para visualizar la ruta o la localización de los autobuses escolares.
- El usuario puede seleccionar mediante un UlTabBar el pintado de la ruta en el mapa o la ubicación actual de los autobuses.
- Para el trazo de la ruta en pantalla, además de la comunicación con los servicios web desarrollados para el aplicativo, se conecta con un servicio de Google Maps¹⁰ para obtener el camino más corto entre dos paradas de autobús y poder pintar los segmentos que conforman la ruta del autobús.
- La pantalla calcula automáticamente la región a visualizar dependiendo de la longitud de la ruta, de tal forma que el usuario pueda apreciar todo el trazo, permitiendo siempre hacer acercamientos en el mapa.

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple⁽⁶⁾ así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.



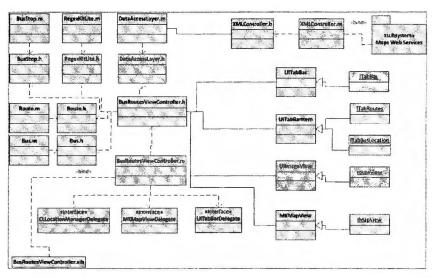


Figura 4.15. Diagrama de clases de la pantalla de despliegue de rutas y ubicación de autobuses esculares de la aplicación (Tec



4.8. Pantalla 8. Pantalla informativa del aplicativo.

Pantalla informativa que permite conocer al equipo de desarrollo y establecer los derechos de autor que el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey tiene sobre dicho desarrollo.

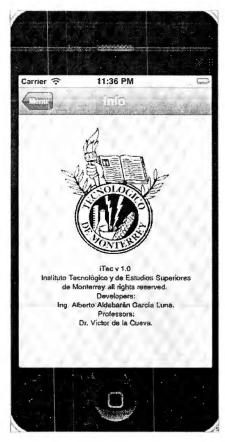


Figura 4.16. Pantalla Informativa

Composición de la pantalla:

Elemento	Ruta en el proyecto	Descripción
Archivo para interfaz gráfica (NIB)	/Views/InfoViewController.xib	Contenedor del diseño, componentes visuales y enlaces con los objetos y manejadores de eventos del controlador.
Encabezado de la clase (.h)	/Controllers/InfoViewControlle r.h	Declaración de métodos, variables y protocolos a implementar en el controlador
Clase del	/Controllers/InfoViewControlle	Implementan de la lógica de la

79



controlador	r.m	pantalla	у	el	manejo	de
(.m)		eventos de la misma.				,

Características de la Pantalla:

 Pantalla informativa utilizada para declarar y dar a conocer los derechos de autor sobre el aplicativo.

La relación de clases y objetos, tanto del Framework de trabajo de Apple[®] así como clases propias del aplicativo se puede visualizar en el siguiente diagrama.

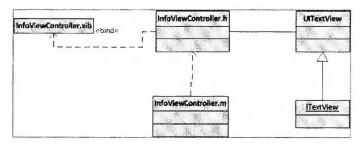


Figura 4.17. Diagrama de clases de la pantalla Informativa de la aplicación iTec



4.9. Mapa de navegación de la aplicación.

Posterior al desglose del desempeño y funcionalidad que tiene cada pantalla, presentamos el mapa de navegación del aplicativo. Facilitando visualizar la comunicación que existe entre los NIB's del aplicativo y permitiendo entender las diversas funcionalidades que se desarrollaron a lo largo de este proyecto.

Es importante señalar que gran parte de la comunicación y presentación de las vistas se lleva a cabo mediante el uso de un delegado de navegación para el aplicativo, facilitando el desarrollo y cumpliendo con los estándares de calidad y usabilidad que especifica Apple⁶⁶ en su documentación. (Ver referencias).

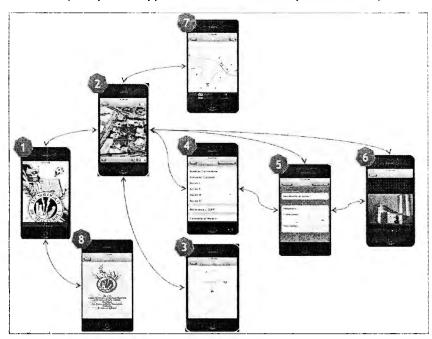


Figura 4.18, Mapa de navegación del aplicativo iTec.



Capítulo 5.

Programación y desarrollo de servicios de acceso a datos

Parte fundamental de este proyecto es dejar asentado una arquitectura robusta y escalable para diversas aplicaciones móviles, tanto para dispositivos de la marca Apple³⁰ como smartphones y PDA's de otras marcas; esto con el objetivo de permitir el desarrollo e innovación sin ataduras a marcas o modelos predefinidos y abriendo la puerta a una serie de proyectos interoperables entre distintas plataformas.

Para ello se desarrolló una solución escalable de acceso a datos desde servicios Web de tipo REST, mediante el uso de la infraestructura y las herramientas de desarrollo de Microsoft⁴⁰. Dicha solución consta de 3 partes principales.



5.1. Servicio Web REST.

Implementación que permite la exposición de servicios o acciones mediante el uso de la tecnología Web y el protocolo HTTP, permitiendo la comunicación de diferentes plataformas y aplicativos con métodos públicos y privados. Dicha comunicación se lleva a cabo mediante el envío y recepción de mensajes HTTP (de tipo POST o GET dependiendo de las necesidades del aplicativo); facilitando de esta manera el envío de parámetros y la recepción de datos obtenidos de diversas fuentes de datos a través de metalenguajes en común como lo pueden ser XML, ISON, etc.

El ensamblado desarrollado publica, a través de WSDL, la especificación de la interface, los métodos y el cuerpo de los mensajes (tanto de entrada y salida) que pueden ser consumidos por las diversas aplicaciones desarrolladas.

Este proyecto sirve como punto de entrada y comunicación con la infraestructura y los recursos disponibles para su consumo, así mismo habilita un proxy de comunicación con los servicios de acceso a datos, dejando separando la función de parsear y procesar los mensajes de entrada y salida de la lógica propia del negocio.

Dentro de la solución del servicio web, se incorpora un proyecto de tipo instalador, el cual, genera un wizard de instalación para el servicio REST. Esto permite que la puesta en producción sea mucho más sencilla y delega las tareas de configuración, movimiento de archivos y creación de carpetas en manos de un proceso; de igual manera la desinstalación del servicio se facilita a través del manejador de programas y tareas del panel de control del servidor. Es importante señalar que la configuración que se genera es una configuración por default y deberá ser adecuada a la infraestructura y arquitectura final.



5.2. Servicio de acceso a datos WCF.

Mediante la implementación de servicios de Windows Communication Foundation[®] (WCF) facilitamos la exposición de métodos de acceso a datos generando una interfaz la cual presenta las diversas firmas de los métodos con los que un cliente, en este caso el servicio Web, puede consumir acciones y obtener datos de diversas fuentes sin conocer la lógica de negocio implícita en la implementación de dichos métodos. Al igual que los servicios Web, los servicios WCF estarán hospedados en un servidor IIS, facilitando su mantenimiento y actualización.

Esta sección de la solución se divide en tres ensamblados, el primero (ensamblado de referencia o shared) comparte con el servicio REST los objetos, mensajes y modelos que se usan para la comunicación entre proyectos. El segundo ensamblado o ensamblado de negocio presenta el servicio WCF como tal, con su contrato, enlaces y direcciones para su consumo. Finalmente el tercer ensamblado o ensamblado de acceso a datos contiene la lógica para acceder a la base de datos y los recursos compartidos.

Así como el servicio web antes mencionado, la solución del servicio de acceso a datos WCF contiene un proyecto de instalación el cual genera un directorio virtual en el IIS, deposita los ensamblados y servicios en las carpetas correspondientes y deja una configuración por default para el servicio; facilitando de está manera su puesta en producción y delegando la manipulación de archivos y contenidos a un proceso automatizado.



5.3. Programación y minería de Bases de Datos.

Finalmente se desarrolla a través del manejador de base de datos SQL Server 2008® el acceso y minería de datos; dentro de este desarrollo se engloba la generación de tablas, indicies y relaciones entre entidades de datos, así como la generación de Stored Procedures o métodos que encapsula la lógica de inserción, actualización y selección de datos; facilitando la asignación de permisos, favoreciendo el mantenimiento, escalabilidad y la seguridad de la base de datos.

A continuación presentamos el diagrama entidad relación para la base de datos de pruebas generada durante el desarrollo de este proyecto. En este diagrama presentamos principalmente tres tablas (Rutas, Autobuses y Paradas de autobús) las cuales facilitan la estratificación de los datos y su consumo por el servicio WCF.

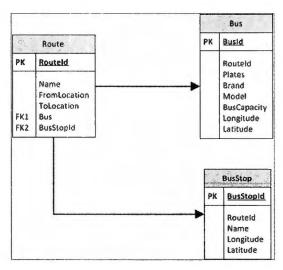


Figura 5.1. Diagrama Entidad-Relación del proyecto.



5.4. Arquitectura propuesta.

Congregando estás tres partes del desarrollo generamos una solución robusta y escalable, la cual facilita la implementación de una topología de 3 capas (3-tier architecture) cuyos beneficios son expuestos a continuación mediante la recopilación de información de las mejores prácticas propuestas por Microsoft® en su sitio oficial. (Microsoft Corp. 2011).

- La distribución organizada por niveles proporciona entornos de servidor optimizados para los requisitos específicos de funcionamiento y uso de los recursos del sistema.
- Un enfoque distribuido permite una mejor configuración de los servidores de aplicaciones que alojan las distintas capas con el fin de satisfacer mejor las necesidades de cada capa.
- Al elegir una distribución organizada en capas permite que las vías de comunicación y protocolos entre los componentes interactúen de forma segura con una degradación del rendimiento mínimo.
- Reduce la complejidad de las interfaces de los componentes.

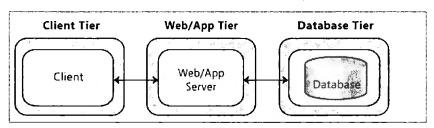


Figura 5.2, Ejemplo del patrón de arquitectura de 3 capas, (Microsoft Corp. 2011)

Por lo anterior la propuesta final de arquitectura para el proyecto en cuestión queda descrito en la siguiente imagen.

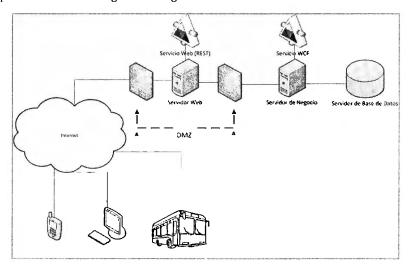


Figura 5.3, Arquitectura propuesta para el proyecto iTec.



Capítulo 6. Cierre de Proyecto.

El último capítulo de este documento tiene por objetivo definir los entregables de este proyecto, brindando un posible panorama de los trabajos futuros que podrían ser desarrollados sobre la aplicación e infraestructura propuesta, así como puntos de extensibilidad de los mismos para, finalmente, exponer las conclusiones y lecciones aprendidas sobre el trabajo realizado.



6.1. Entregables.

Al finalizar el proyecto y con el visto bueno de asesores y sinodales; se entregará de manera formal al Tecnológico de Monterrey los siguientes archivos digitales.

- El presente documento (en copia física y digital), el cual funge como base de la toma de requerimientos, el análisis, desarrollo y pruebas generadas sobre el código y arquitectura propuesta. Así mismo presenta la base de conocimiento e investigación llevada a cabo durante el desarrollo del proyecto, quedando en posesión del instituto para su libre publicación en la biblioteca central del campus Ciudad de México.
- Solución completa en formato de Visual Studio 2010[®] del servicio REST generado, así como los tres ensamblados que componen la solución de acceso a datos WCF (para mayor información referirse a secciones previas de este documento). Dentro de está solución están contenidos hojas de configuración, código en lenguaje C# e instaladores del proyecto.
- Dos soluciones de Xcode[™]:
 - La primera solución contiene todo el proyecto de iTec, desde los archivos de recursos, imágenes, configuración y código en lenguaje Objective C.
 - o La segunda solución es una prueba de concepto de un dispositivo que se comunique con los servicios REST para la actualización de la posición del autobús escolar. Este proyecto es únicamente una prueba de concepto y deberá ser sustituido en su momento por un componente GPS que, independientemente del lenguaje, pueda notificar al servicio web a través de las placas del autobús la ubicación actual del mismo.
- Respaldo completo de la base de datos de pruebas, incluyendo tablas, índices, stored procedures y datos de prueba generados durante el desarrollo de este proyecto.



6.2. Trabajos Posteriores.

Al cierre de este proyecto podemos visualizar un producto tangible y funcional, sin embargo, su éxito en un mercado real solo se lo dará la continuidad en su desarrollo y la integración de nuevos proyectos en el trabajo ya realizado.

Uno de los principales retos de este proyecto fue la escalabilidad del mismo y la facilidad de integrar nuevas soluciones a este proyecto. A partir de esta premisa se trabajó con miras en presentar un producto que, aunque por sí solo funcione y brinde los servicios esperados, requiere de la congregación de más servicios, utilidades y desarrollos que brinden al usuario final una aplicación realmente útil para sus vidas dentro y fuera del campus.

Dentro de esta sección se compartirán algunos de los puntos donde se visualizan posibles áreas de oportunidad y la cuales, si ser excluyentes de observaciones futuras, nos presentan un panorama de trabajo y continuidad al desarrollo por delante.

Actualmente el aplicativo iTec, así como la solución de servicios web solo han sido enfocados al tema de localización y ubicación de autobuses y usuarios dentro del campus CCM. Es por ello que sería muy importante la consideración de expandir dicho módulo a nuevos campus de la red del Tecnológico de Monterrey; usando el desarrollo actual y lo servicios ya ofrecidos de tal manera que se integren como una nueva opción de servicio. Este punto requiere mucho trabajo de campo para poder encontrar posibles problemas de exactitud en la ubicación de usuarios y/o edificios de los campus, así como la integración de un control adecuado de errores arrojados por las diversas circunstancias que pueda vivir el dispositivo móvil.

Otro punto importante es el manejo de llamadas asíncronas en las peticiones de datos y recursos a los servicios web; esto con el objetivo de brindar una mejor usabilidad de la aplicación y no frenar el flujo natural del usuario dentro del aplicativo. El correcto conocimiento y la implementación de los delegados apropiados para el manejo de mensajería asíncrona serán las claves en el éxito de esta observación.

Buscar aprovechar el desarrollo de los servicios de acceso a datos a través de una minería de datos mucho más extensa, tal vez incluyendo horarios de salida de camiones, creación de páginas web con información referente a los edificios y mapas de los diferentes campus, etc.

Dejando del lado el servicio de mapas desarrollado en este proyecto de tesis, la aplicación de iTec nace como una iniciativa de suite de aplicaciones (similar a los trabajos realizados en el MIT y la universidad de Stanford) donde se brinde al usuario una amplia gama de productos y servicios. Es por ello que el éxito de una aplicación de esta índole en un mercado tan grande como la App Store⁴⁶⁰ dependerá no solo de la calidad, sino de la cantidad de atributos con los que cuente la aplicación permitiendo al usuario final encontrar una solución completa a sus necesidades como estudiante del Tecnológico de Monterrey; sin la inclusión de nuevas soluciones el éxito de la aplicación en general quedara comprometido seriamente.



Como se comentó en secciones previas de este documento, el manejo de información sensible y datos confidenciales de los alumnos amerita la planeación y desarrollo de una arquitectura sólida, robusta y confiable; así como la necesidad de utilizar canales de comunicación cifrados (HTTPS) para el envío y recepción de mensajes así como la posible implementación de algoritmos para la verificación de quién envía los mensajes.

Las propuestas de arquitectura y diseño de la solución han sido planeados con el objetivo de garantizar la seguridad y la integridad de los datos y las instalaciones del tecnológico, sin embargo, queda a decisión de las autoridades del Tecnológico de Monterrey la selección de la opción más apropiada para los desarrollo móviles.

Finalmente, por tratarse de un proyecto grande y el cual busca congregar una gran variedad de servicios en un aplicativo es muy necesario la integración de un equipo diversificado donde participen desarrolladores, diseñadores y personas conocedoras de patrón educativo y el giro que la institución quiere darle al aplicativo y los desarrollos móviles venideros. Esto con el objetivo de garantizar el conocimiento completo de todas las áreas involucradas y generar una sinergia entre los diferentes equipos de trabajo. Particularmente para la sección de mapas hará falta la participación de arquitectos y/o ingenieros civiles que desarrollen mapas a escala para los campus sobre los cuales se desee presentar información así como el trabajo con clubes de fotografía y diseño para mostrar las mejores imágenes y fotografías del instituto al mundo de una manera elegante y de fácil interacción para el usuario final.



6.3. Conclusiones.

Hoy vivimos una revolución tecnológica donde los mercados digitales, el consumismo de aplicaciones y la conectividad han crecido de manera exponencial, facilitando el acceso a recursos y tecnologías que hace algunos años solo se conseguían a través de dispositivos de un gran poder de procesamiento y con proyectos de desarrollo muy costosos y tardados.

Hasta hace no mucho tiempo, el llevar al mercado internacional una idea o proyecto tecnológico representaba mucho trabajo innecesario (principalmente en áreas que poco tienen que ver con el desarrollo mismo de la aplicación como lo es la publicidad, alojamiento y distribución de contenido al mundo) e inversiones grandes; puntos que retrasaban la curva de aceptación del producto y no aprovechaban el talento innato de muchos programadores y las oportunidades yacientes en el mercado.

Empresas de la envergadura de Apple®, Microsoft® o Google® detectaron dicha problemática y han revolucionando la forma de distribución de contenido digital, generando herramientas que comuniquen directamente a los desarrolladores con los usuarios finales. Actualmente la cadena de procesamiento y elaboración de aplicaciones y productos tecnológicos se ha recortado, reduciendo tiempos, costos y limitantes; permitiendo eliminar de la cadena de valor de dichos productos etapas innecesarias, favoreciendo el nacimiento de nuevas empresas y tecnología de inigualable creatividad.

Estos cambios en la forma en que concebimos el desarrollo de tecnología han generado una competencia cada vez mayor, donde las condiciones se igualan para las empresas grandes o pequeñas y el consumidor final tiene la última palabra. Sin embargo, este suceso no garantiza que todos los desarrollos tendrán la calidad esperada, al contrario; la apertura de puertas y el derribe de barreras para el desarrollo tecnológico ocasionan que muchas veces una aplicación no cumpla con su funcionamiento más elemental. Es por ello que las empresas grandes y los desarrolladores de calidad se distingan en un mercado cada vez más competitivo, con la integración de metodologías de trabajo bien definidas, trabajo serio y la inclusión de nuevo valor a las piezas desarrolladas.

Este proyecto muestra todas las implicaciones que se deben tomar en cuenta cuando una institución del tamaño del Tecnológico de Monterrey facilita su nombre para la elaboración de aplicaciones móviles de orientación educativa y que apoyen la integración y vida escolar de sus alumnos, abarcando desde la toma de requerimientos, el análisis de las diversas tecnologías que se podrían utilizar, el desarrollo del producto, la propuesta de una arquitectura robusta y escalable y la proyección y puesta en marcha del aplicativo.

Muchas conclusiones se pueden obtener de un trabajo de esta índole, sin embargo me gustaría rescatar como diversas tecnologías participan en la comunicación y elaboración de una solución integral para el usuario final. Como lo podemos observar dentro de este documento, la comunicación con diversas plataformas, lenguajes de programación y dispositivos forman la columna vertebral de este desarrollo y, por ello, no podemos cerrarnos a determinada plataforma generando un "producto a la medida"; esto solo implicaría la



obsolescencia del desarrollo y la perdida de continuidad en el trabajo ya generado.

Hoy debemos pensar en la mayor integración posible de los recursos tecnológicos y en buscar un diseño escalable, no solo en la infraestructura, sino en el código desarrollado; buscando alargar la vida de los proyecto en su estado productivo y facilitando los trabajos venideros sobre dicha inversión. Es aquí donde se puede agregar valor, donde las empresas e instituciones grandes pueden seguir distinguiéndose en un ambiente tecnológico cada vez más competitivo.

Finalizo esta entrega buscando dejar, más allá de una aplicación móvil, un modelo de trabajo para desarrollos posteriores; brindando la experiencia que este proyecto me ha dejado y esperando que sea de utilidad para futuros desarrollos, siempre consiente de que la participación de más programadores y alumnos interesados en al ámbito del desarrollo de sistemas podrán aportar nuevas ideas que mejoren e innoven al presente proyecto.



Bibliografía

Chappell, D. (Abril de 2009). *Introducing Windows Communication Foundation in .NET Framework 4*. Retrieved 27 de Agosto de 2011 from MSDN Library: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee958158.aspx

Lee, W.-M. (2010). Beginning iPhone® SDK Programming with Objective-C (1 ed.). Indianapolis, Estados Unidos: Wiley Publishing, Inc.

Chen, Y., & Gao, Y. (2009, 14-Julio). Research on Mobile Learning Based on 3G Technology. Web-based Learning, 2008. ICWL 2008. Seventh International Conference on .

Cohen, P. (2008, 06-Marzo). 'App Store' Will Distribute iPhone Software. *PCWorld* .

Apple Inc. (2008, 03-Junio). Leveraging iPhone Location, Acceleration, Orientation, and System Information. *iPhone Development Essential Videos*. Estados Unidos: iTunes U.

Apple Inc. (2010). *Apple*. Retrieved 2010, 24-Agosto from Apple: http://www.apple.com/

Apple Inc. (2009, 24-Abril). Apple's Revolutionary App Store Downloads Top One Billion in Just Nine Months. Retrieved 2010, 08-Agosto from Apple: http://www.apple.com/ca/press/2009_04/app_store.html

Apple Inc. (2008, 03-Mayo). Introduction to the iPhone SDK. iPhone Development Essential Videos. Estados Unidos: iTunes U.

Apple Inc. (2010, 03-Agosto). iPhone Human Interface Guidelines. Cupertino, California.

Apple Inc. (2008, 03-Junio). Key Practices for iPhone Application Development. *iPhone Development Essential Videos*. Estados Undios: iTunes U.

Blackboard Inc. (2009, 14-Julio). *Blackboard*. Retrieved 2010, 09-Agosto from Blackboard Press Release: http://blackboard.com/Company/Media-Center/Press-Releases.aspx?releaseid=1307581

DeVoe, J. (2010). Cocoa Touch™ for iPhone® OS 3. Indianapolis, Estados Unidos: Wiley Publishing, Inc.

Dhawan, S. (2007, 10-Septiembre). Analogy of Promising Wireless Technologies on Different Frequencies: Bluctooth, WiFi, and WiMAX. Wireless Broadband and Ultra Wideband Communications, 2007. AusWireless 2007. The 2nd International Conference on .

Helft, M., & Vance, A. (2010, 26-Mayo). Apple Passes Microsoft as No. 1 in Tech. The New York Times.



Kim, J., Geum, Y., & Park, Y. (2010). Typology of convergence for digital services: The case of App Store.

Microsoft Corp. (2011). Chapter 19: Physical Tiers and Deployment. Retrieved Agosto de 2011 from MSDN Library: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658120.aspx

Mir, W., & Masood, W. (2003, 22-Julio). GPS Technology. Students Conference, 2002. ISCON '02. Proceedings. IEEE.

MIT News Office. (2010, 08-Febrero). MIT launches iPhone application. Retrieved 2010, 08-Agosto from MIT News: http://web.mit.edu/newsoffice/2010/iphone-app-launch.html

Pilone, D., & Pilone, T. (2010). *Head First iPhone Development* (1 ed.). Estados Unidos: O'Reilly.

Sameer, T. (Agosto de 2006). *RESTful Web Services*. Retrieved Agosto de 2011 from Oracle Technology Network Articles: http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-137171.html

Skonnard, A. (Octubre de 2008). *A Guide to Designing and Building RESTful Web Services with WCF 3.5.* From MSDN Library: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd203052.aspx

Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society. (1998, 25-Junio). IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications.

Tecnológico de Monterrey. (2010, 14-Mayo). Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey. Retrieved 2010, 08-Agosto from Tecnológico de Monterrey: http://www.itesm.edu/wps/wcm/connect/ITESM/Tecnologico+de+Monterrey/Nosotros/Modelo+educativo/Como+se+aprende+en+el+Tecnologico+de+Monterrey/

Terriblyclever Design. (n.d.). *Terriblyclever Design*. Retrieved 2010, 09-Agosto from Company History - Terriblyclever Design: http://www.terriblyclever.com/

The National Executive Committee for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing. (2004). *Home.* Retrieved 2010, 17-Agosto from Global Positioning System: http://www.gps.gov/systems/gps/index.html

U.S. Coast Guard. (1996, Septiembre). NAVSTAR GPS. User Equipment Introduction. Retrieved 2010, 17-Agosto from U.S. Coast Guard Navigation Center: http://www.navcen.uscg.gov/pubs/gps/gpsuser/gpsuser.pdf

Vasters, C. (Septiembre de 2005). Introduction to Building Windows Communication Foundation Services. Retrieved Agosto de 2011 from MSDN Library: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa480190.aspx

Wooldridge, D. (2010). The Business of iPhone App Development. Making and Marketing Apps that Succeed (1 ed.). Estados Unidos: Apress.