



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**



No. de Registro: 2014-A021

Documento técnico

Traveler Assistant System For Mexico City (TASMC)

Presentan

Barajas Uribe Sergio ¹

Vivanco Carmona Erick Rafael ²

Directores

M. en C. Macario Hernández Cruz

M. en C. Axel Ernesto Moreno Cervantes

Resumen

El presente proyecto TASMC, consta del desarrollo de un sistema de información que tendrá como propósito proporcionar al usuario lo necesario para hacer posible la organización integral del viaje aéreo, con carácter turístico o de negocios, en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), suministrando en un dispositivo móvil funciones que serán desarrolladas en dos fases: la primera corresponde a la ubicación de los servicios dentro del aeropuerto; la segunda fase corresponde a la construcción de bases de información para seleccionar la mejor opción de vuelos, hoteles, sugerencia de rutas al aeropuerto a través de mapas, información de vuelos en lo que respecta a salidas y llegadas, indicando puerta de salida y banda de equipaje; así como el seguimiento de vuelos a través de localización en mapas por longitud y latitud desde su origen hasta la llegada del vuelo a su destino.

Palabras Clave - Aplicaciones Móviles, Geolocalización, Aplicaciones Web e Ingeniería de Software

¹E-mail: scscf.1992@gmail.com

²E-mail: erickvivanco01@hotmail.com

Índice general

Índice general	II
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	V
1. Introducción	1
1.1. Problemática	2
1.2. Solución Propuesta	3
1.3. Alcances y Limitaciones	4
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivos Específicos	5
1.6. Justificación	5
2. Estado del Arte	8
3. Marco Teórico	11
3.1. Aplicación Móvil	11
3.2. Cómputo Móvil	12
3.2.1. Características de la Computación Móvil	12
3.3. Cómputo Ubicuo	13
3.4. GPS	14
3.4.1. Funcionamiento GPS	15
3.5. ILS (Indoor Location Systems) Sistemas de Localización en Interiores .	15
3.5.1. Clasificación de los sistemas ILS	16
3.5.2. Distintas soluciones técnicas	17
3.5.2.1. Identificación por radiofrecuencia	17
3.5.2.2. Infrarrojos	18
3.5.2.3. Pinpoint 3D-ID de RF technologies	18
3.5.2.4. Radar	19
3.5.2.5. Ultrasonidos	19
3.5.2.6. Visión Artificial	20
3.5.2.7. Zigbee	20
3.5.2.8. Campo magnético	21
3.6. Android	22

3.6.1. Características de Android	24
4. Marco Metodológico	26
Bibliografía	30

Índice de figuras

1.1. Diagrama de Arquitectura de TASMC	3
1.2. Mercado de los S.O. Móviles	7
3.1. Integración de dispositivos inteligentes en el ambiente	13
3.2. División de una casa habitación para la recolección de información en la fase pasiva	21
3.3. Perímetro requerido en el enfoque siguiendo al líder para reconocer una habitación	22
3.4. Sistema de capas de Android	23
4.1. Ciclo de desarrollo de Mobile-D	27

Índice de tablas

2.1. Aplicaciones para Localización en Interiores	8
2.2. Aplicaciones con Información de Viajes	9
2.3. Publicaciones sobre Localización en Interiores	10

Capítulo 1

Introducción

En la actualidad, un dispositivo móvil está presente en los procesos de decisión en buena parte de lo que hacemos. Por ejemplo: es el aparato que nos despierta, y es el principal canal de comunicación en nuestra vida tanto profesional, como personal.

Es por ello que el presente proyecto describe el desarrollo de la aplicación Traveler Assistant System For Mexico City (TASMC), se basa en dos factores que han influido de forma decisiva en la experiencia viajera: el incremento en la transportación aérea de pasajeros; así como la creciente utilización de los dispositivos móviles, y con ellos, la facilidad de encontrar y comparar precios para elegir los más convenientes de acuerdo a las posibilidades de cada persona, y con ello, la opción de personalizar al máximo los viajes. La planeación es la mejor manera de ahorrar dinero y tiempo en un viaje. La incorporación de un elemento como el móvil conectado a internet, añade nuevos fenómenos que enriquecen la experiencia viajera; un ejemplo de dichos fenómenos es el acceso a numerosos servicios de geolocalización.

El sector turístico es uno de los que se han visto obligados a adaptarse a los nuevos usos de los dispositivos móviles. Las nuevas tecnologías han proporcionado al cliente de las agencias de viajes, líneas aéreas, y servicios de hotelería, una gran autonomía [1] para organizar sus viajes. De acuerdo a la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares “ENIGH 2012” y el modulo de disponibilidad y uso de tecnología de la información en los hogares “MODUTIH 2012” la conectividad es de un 60 % en los dispositivos móviles provocando un cambio sustancial en el proceso tradicional de gestión de un viaje aéreo [2].

El proyecto que se plantea será diseñado y desarrollado para dispositivos móviles en dos fases: como primera fase, localizar espacios o servicios en un área predeterminada, estos puntos se mostraran con etiquetas dentro del plano arquitectónico. Inicialmente para facilitar la gestión del módulo de la aplicación, el ámbito se limitará al AICM. Como segunda fase, hacer posible la planeación y organización integral de viajes aéreos, incluyendo información del vuelo, relación de vuelos y hoteles, itinerario de actividades planeadas, listado para control de equipaje y seguimiento de vuelos a través de mapas.

1.1. Problemática

Los viajeros aéreos tienen ciertas necesidades desde el momento que deciden viajar por el transporte aéreo, incluso deben considerar una serie de problemas que se les pueden presentar como se muestra a continuación:

Necesidades:

- Conocer el precio y horario de los vuelos que los llevan a su destino.
- Buscar un hotel de su conveniencia para hospedarse.
- Hacer un itinerario de viaje.

Problemas:

- Olvidar papeles importantes, como el pasaporte.
- Olvidar empacar algún objeto que les sea necesario.
- Llegar a destiempo a la cita en el aeropuerto debido a la falta de conocimiento de la ruta.
- No ubicarse correctamente dentro del aeropuerto.

Hoy en día los viajeros buscan la información para cubrir estas necesidades utilizando la Internet, generalmente lo hacen visitando diferentes páginas Web para encontrar la opción que mejor se ajuste a sus necesidades. Por otro lado, los problemas que se muestran no siempre son considerados y llevan a consecuencias no muy agradables como el perder un vuelo.

1.2. Solución Propuesta

Tomando en cuenta las problemáticas mencionadas, se plantea desarrollar una solución que permita al viajero aéreo de la Ciudad de México organizar de manera adecuada su viaje, ofreciendo así una herramienta útil para el ámbito de turismo en México.

La herramienta a desarrollar tendrá la arquitectura que se muestra en la Figura 1.1.

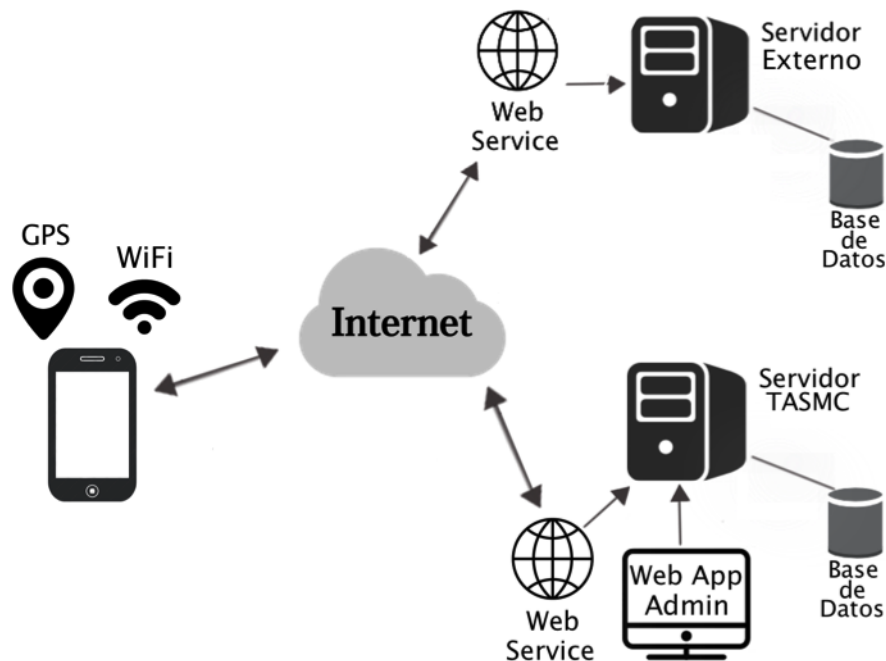


FIGURA 1.1: Diagrama de Arquitectura de TASMIC.

A continuación se describe cada uno de los componentes que se muestran en la Figura 1.1:

- **Dispositivo Móvil:** Cuenta con diferentes tecnologías que serán aprovechadas para el desarrollo de la aplicación, por lo tanto, la aplicación móvil será instalada en este dispositivo. Se conectará a la Internet para tener comunicación con el Web Service externo y con el que se desarrollará para este sistema.
- **Web Services:** Se visualizan dos en la Figura 1.1, uno es el externo que nos brindará la información correspondiente a hoteles y vuelos, y el otro que se desarrollará para brindar la información de los usuarios que utilizan la aplicación.
- **Servidores:** Observamos dos en la Figura 1.1 que son donde se alojan los Web Services y las Bases de Datos correspondientes, en el servidor TASMIC también habrá aplicación Web.

- **Bases de Datos:** En este módulo encontramos los datos que se proveerán a la aplicación móvil y la aplicación Web.
- **Aplicación Web:** Es una aplicación que servirá para administrar a los usuarios, lugares y objetos de equipaje de la aplicación móvil.

1.3. Alcances y Limitaciones

El trabajo terminal tiene como alcance implementar una aplicación móvil que sea capaz de ubicar al usuario en el AICM, ayudando al mismo a encontrar la terminal y la sala en donde será su salida. También podrá localizar sitios de interés como alimentos y bebidas, compras, comunicaciones, servicios financieros, servicios médicos, transportación terrestre y servicios turísticos.

El proyecto puede tener mayor alcance, ya que se podría extender en un futuro con otras funciones como información detallada de los sitios de interés buscados por el usuario, ofertas y promociones de los locales disponibles, consultas de catálogos, trazado de rutas desde el origen del usuario hasta su destino, etc.

Las limitaciones que presenta el proyecto tienen que ver con la información que se pueda obtener, ya que puede no existir un servicio que nos brinde el acceso a la base de datos de las aerolíneas y hoteles.

Otra de las limitaciones es la localización en interiores ya que sigue siendo objeto de un intenso estudio e investigación para brindar una mejor exactitud cuando se utiliza alguna tecnología con este fin.

1.4. Objetivo General

Diseñar un sistema integral de gestión para las actividades del viajero del AICM, al brindarle la información necesaria en su dispositivo móvil para hacer posible la organización integral del viaje e incentivar la demanda potencial de servicios de transportación aérea de viajes turísticos o de negocios en México.

1.5. Objetivos Específicos

- Configurar el viaje dependiendo de gustos y posibilidades económicas del viajero.
- Visualizar un directorio de aerolíneas a través de un listado con teléfono y página Web.
- Sugerir los vuelos disponibles.
- Sugerir hoteles disponibles.
- Sugerir diferentes objetos que debe portar el viajero dependiendo del tipo de viaje.
- Proporcionar las herramientas que permitan al usuario generar un itinerario de viaje.
- Sugerir la mejor ruta para llegar al aeropuerto.
- Ubicar al viajero dentro del AICM.
- Localizar los servicios disponibles dentro del AICM.
- Visualizar un panel con información del número de vuelo, estado del vuelo, ciudades de origen y destino, hora de salida y llegada, fecha, terminal y puerta.
- Visualizar información de la ruta del vuelo.

1.6. Justificación

TASMC te va a proporcionar listados de hoteles, vuelos y objetos que debes considerar en tu equipaje y facilidades para generar un itinerario, hasta este punto es prácticamente lo mismo que te ofrecen otras aplicaciones. Sin embargo, existen dos novedades que nos diferencian de dichas aplicaciones:

1. La ruta más conveniente para llegar al aeropuerto que se sugerirá dependiendo la distancia del trayecto utilizando un servicio externo de Geolocalización, esto se puede obtener con otras aplicaciones dedicadas específicamente a rutas, nosotros lo brindamos en una misma aplicación dedicada a la gestión integral del viaje.

2. El punto más novedoso de nuestro sistema es la "Localización en Interiores", esta rama de la localización aun no es tan utilizada por diferentes razones, una de ellas es que el GPS carece de un funcionamiento tan eficaz en interiores comparándolo con el desempeño en exteriores. Nuestro sistema será el primero que implemente la localización en interiores para el AICM.

Nuestro proyecto beneficiará a todos los viajeros aéreos del AICM, independientemente del tipo de viaje. Por ejemplo, un viajero que no visita constantemente el aeropuerto le será de mucha utilidad la localización en interiores ya que le facilitará encontrar su sala de abordaje de una manera eficaz. Por otro lado, una persona que visita constantemente el AICM puede ubicarse con facilidad pero de ninguna manera puede perder su vuelo lo cual se evitará utilizando nuestra sugerencia de rutas al aeropuerto. Finalmente, lo que se quiere es que el usuario de nuestro sistema tenga una mejor planeación, organización y control de su viaje, además de un ahorro de tiempo, combustibles y dinero, lo que se logrará con la información que el sistema proporcionará a través del móvil.

Finalmente, con el desarrollo de este trabajo terminal se busca aprovechar y hacer frente a las siguientes observaciones:

- El turismo en México es una actividad fundamental en el desarrollo económico del país.
- El turista se enfrenta a un problema que puede dificultar su viaje al no tener bien organizado el mismo.

El sistema estará orientado a dispositivos móviles debido al constante crecimiento en el número de usuarios de este tipo de dispositivos y al acelerado avance tecnológico en los sistemas móviles, en particular, el sistema estará disponible para dispositivos móviles con el sistema operativo Android, esto debido a que actualmente es el sistema operativo líder en el mercado (ver Figura 1.2)[3] y ofrece una mayor flexibilidad para el desarrollo de aplicaciones en comparación con sus principales competidores.

Top Smartphone Platforms 3 Month Avg. Ending Jan. 2014 vs. 3 Month Avg. Ending Oct. 2013 Total U.S. Smartphone Subscribers Age 13+ Source: comScore MobiLens			
	Share (%) of Smartphone Subscribers		
	Oct-13	Jan-14	Point Change
<i>Total Smartphone Subscribers</i>	100.0%	100.0%	N/A
Android	52.2%	51.7%	-0.5
Apple	40.6%	41.6%	1.0
BlackBerry	3.6%	3.1%	-0.5
Microsoft	3.2%	3.2%	0.0
Symbian	0.2%	0.2%	0.0

FIGURA 1.2: Presencia Actual en el Mercado de los S.O. Móviles

Capítulo 2

Estado del Arte

Existen dos clases de aplicaciones que se analizaron: aplicaciones con localización en interiores y otras que brindan información sobre aeropuertos. Las Tablas 2.1 y 2.2 muestran estas aplicaciones.



Aplicación	Descripción	Precio	Plataforma(s)	Logotipo
Crux	Aplicación móvil que permite conocer la ubicación en interiores. Ofrece herramientas para potenciar las ventas, las visitas, la fidelidad de los clientes, la experiencia de compra y su grado de satisfacción. [4]	Gratis	Android	
Meridian	Guía a los viajeros paso a paso hacia el lugar que deseen visitar dentro del aeropuerto. Integra bases de datos de las tiendas en el aeropuerto, horarios de vuelos y cuentas de redes sociales. [5]	Gratis	iOS y Android	

TABLA 2.1: Aplicaciones para localización en Interiores



Aplicación	Descripción	Precio	Plataforma(s)	Logotipo
GateGuru	Recibe datos de unos 180 aeropuertos ubicados en EE.UU., Canadá, Europa y Asia, de tal forma que da a conocer el estado de vuelos. La aplicación también permite visualizar itinerarios conectándose con Tripit y Kayak. Además de obtener mapas, información sobre el clima y alquileres de coche. [6]	Gratis	iOS, Android y Windows Phone	
Kayak	Es un gran buscador que ahora ha pasado a ser también una aplicación. Con Kayak se pueden comparar ofertas de vuelo, hoteles y alquileres de coches, así como buscar tarifas de equipajes; acceder a los teléfonos de las aerolíneas y a la información de los aeropuertos. [7]	Gratis	iOS, Android, Windows Phone y Kindle Fire.	
Tripit	Es un organizador de viajes que se puede usar desde el teléfono o la tableta en conexión directa con tripit.com. Además la aplicación alerta sobre posibles retrasos de vuelos y cuenta con un despertador, muy útil si se viaja temprano. [8]	\$ 49 anual	iOS, Android, Blackberry y Windows Phone.	

TABLA 2.2: Aplicaciones con Información de Viajes

A continuación se muestra una recopilación de las publicaciones que se han desarrollado sobre la localización en interiores.

Artículo	Autores	Resumen
ILS (Indoor Location Systems) Sistemas de Localización en Interiores	Raúl Sánchez Vítóres	Este trabajo presenta los problemas existentes de la localización en interiores para después presentar una clasificación de los sistemas ILS y las distintas soluciones técnicas que se han desarrollado. [9]
Uso del campo magnético de la tierra para localizar a las personas en interiores	Carlos Eric Galván Tejada Juan Pablo García Vázquez Jorge Isaac Galván Tejada	Este trabajo explica las técnicas que se emplean para localizar en interiores utilizando el campo magnético y menciona las ventajas que se tienen a comparación de otras formas de realizar la localización en interiores. [10]

TABLA 2.3: Publicaciones sobre Localización en Interiores

Capítulo 3

Marco Teórico

En este capítulo se introducen los conceptos necesarios que son indispensables conocer para el desarrollo del proyecto. Se considera como necesario todo aquel conocimiento que intervenga en el proceso de construcción del sistema y que sea crítico para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

3.1. Aplicación Móvil

Una aplicación móvil, más comúnmente conocida como una aplicación, es un tipo de software de aplicación diseñado para ejecutarse en un dispositivo móvil, como un ordenador smartphone o tablet. Las aplicaciones móviles sirven con frecuencia para proporcionar a los usuarios servicios similares a los que se accede en las PC. [11]

Las aplicaciones móviles están diseñadas con la consideración de las exigencias y limitaciones de los dispositivos y también para aprovechar las capacidades especializadas que tienen.

Cabe mencionar que existen 3 tipos de aplicaciones móviles, las cuales pueden ser:

- **Nativas:** Diseñadas para exclusivamente correr en un sistema operativo específico.
- **Web:** Estas corren por medio de los navegadores propios de cada teléfono y están configuradas para que puedan verse en un dispositivo móvil.

- **Híbridas:** Este tipo de aplicaciones resultan de la combinación de la anteriores como por ejemplo Facebook que se descarga como una aplicación nativa pero se tiene que estar actualizando constantemente y que además puede verse de manera web en caso de no tener la aplicación instalada.[12]

3.2. Cómputo Móvil

Sistema de computación en donde el usuario puede estar en movimiento, esto consiste en fabricar computadoras suficientemente pequeñas para ser fácilmente transportadas. Se tiene la necesidad de reemplazar los cables de conexión por una tecnología inalámbrica.

Este tipo de tecnología no solo representa una oportunidad de avance científico o computacional sino de implementar nuevas posibilidades de negocios como:

- Aplicaciones financieras
- Gerencia de inventario
- Gerencias de servicios de campo
- Localización de productos

3.2.1. Características de la Computación Móvil

- **Movilidad:** Implica la portabilidad basada en el hecho de que los usuarios llevan un dispositivo móvil a todas las partes a donde se dirigen, por lo tanto, los usuarios pueden iniciar el contacto en tiempo real con otros sistemas dondequiera que se encuentren.
- **Amplio alcance:** Es la característica que describe la accesibilidad de las personas, que se pueden localizar en cualquier momento.
- **Ubicuidad:** Se refiere al atributo de estar disponible en cualquier lugar en cualquier momento. Un terminal móvil en la forma de un teléfono inteligente o un PDA ofrece la ubicuidad.

- **Comodidad:** Es muy conveniente para los usuarios operar en el entorno inalámbrico, todo lo que necesitan es un dispositivo de Internet móvil, como un teléfono inteligente.
- **Conectividad Instantánea:** Los dispositivos móviles permiten a los usuarios conectarse de manera sencilla y rápida a la Internet e intranets, de otros dispositivos móviles y bases de datos.
- **Personalización:** Se refiere a la personalización de la información para los consumidores individuales.
- **Localización de productos y servicios:** Conocer la ubicación física de los usuarios en cualquier momento es clave para ofrecer productos y servicios.

3.3. Cómputo Ubicuo

Es la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos extraños.

Utilización de muchos dispositivos de computación que están presentes en los entornos físicos: casa, oficina y otros.

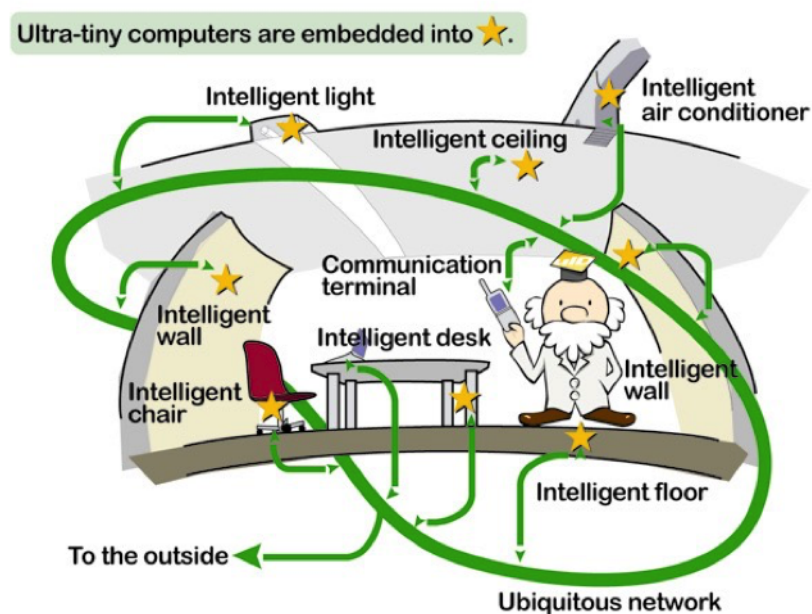


FIGURA 3.1: Integración de dispositivos inteligentes en el ambiente [13]

3.4. GPS

GPS es la abreviatura de Global Positioning System ó Sistema de Posicionamiento Global en español. Es un sistema de radionavegación basado en satélites desarrollado y controlado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos de América que permite a cualquier usuario saber su localización, velocidad y altura, las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo terrestre.

Después de la segunda guerra mundial, el Dpto.de Defensa se empeñó en encontrar una solución para el problema del posicionamiento preciso y absoluto. Pasaron varios proyectos y experiencias durante los siguientes 25 años, incluyendo Loran, Transit, etc. Todos permitían determinar la posición pero eran limitados en precisión o funcionalidad. En el comienzo de la década de 70, un nuevo proyecto fue propuesto, el GPS.

El GPS tiene tres componentes: el espacial, el de control y el de usuario.

El componente espacial está constituido por una constelación de 24 satélites en órbita terrestre aproximadamente a 20200 km, distribuidos en 6 planos orbitales. Estos planos están separados entre sí por aproximadamente 60° en longitud y tienen inclinaciones próximas a los 55° en relación al plano ecuatorial terrestre. Fue concebido de manera que existan como mínimo 4 satélites visibles por encima del horizonte en cualquier punto de la superficie y en cualquier altura.

El componente de control está constituido por 5 estaciones de rastreo distribuidas a lo largo del globo y una estación de control principal (MCS- Master Control Station). Este componente rastrea los satélites, actualiza sus posiciones orbitales y calibra y sincroniza sus relojes. Otra función importante es determinar las órbitas de cada satélite y prever su trayectoria durante las 24 horas siguientes. Esta información es enviada a cada satélite para después ser transmitida por este, informando al receptor local donde es posible encontrar el satélite.

El componente del usuario incluye todos aquellos que usan un receptor GPS para recibir y convertir la señal GPS en posición, velocidad y tiempo. Incluye además todos los elementos necesarios en este proceso, como las antenas y el software de procesamiento.

3.4.1. Funcionamiento GPS

Los fundamentos básicos del GPS se basan en la determinación de la distancia entre un punto: el receptor, a otros de referencia: los satélites. Sabiendo la distancia que nos separa de 3 puntos podemos determinar nuestra posición relativa a esos mismos 3 puntos a través de la intersección de 3 circunferencias cuyos radios son las distancias medidas entre el receptor y los satélites. En la realidad, son necesarios como mínimo 4 satélites para determinar nuestra posición correctamente.

Cada satélite transmite una señal que es recibida por el receptor, éste, por su parte mide el tiempo que las señales tardan a llegar hasta él. Multiplicando el tiempo medido por la velocidad de la señal (la velocidad de la luz), obtenemos la distancia receptor-satélite, (Distancia = Velocidad X Tiempo).

Sin embargo el posicionamiento satelital no es así de simple. Obtener la medición precisa de la distancia no es tarea fácil.

La distancia puede ser determinada a través de los códigos modulados en la onda enviada por el satélite (códigos C/A y P), o por el análisis de la onda portadora. Estos códigos son complicados. El receptor fue preparado de modo que solamente descifre esos códigos y ninguno más, de este modo él está inmune a interferencias generadas por fuentes naturales o intencionales. Esta es una de las razones para la complejidad de los códigos. [14]

3.5. ILS (Indoor Location Systems) Sistemas de Localización en Interiores

La problemática de la localización en interiores ha sido objeto de un intenso estudio e investigación durante los últimos años. Hasta ahora, ninguna de las soluciones propuestas ha conseguido el éxito que han alcanzado los sistemas de localización y navegación análogos empleados en exteriores, sobre todo el popular GPS. Las razones de este cierto fracaso han sido tanto técnicas como sobre todo económicas: técnicas porque la localización en interiores plantea retos tecnológicos muy superiores a los de la localización en espacios abiertos y económicas porque la mayor parte de los sistemas propuestos utilizan gran cantidad de infraestructura fija (sensores, puntos de control, estaciones base, etc.), lo que hace aumentar mucho el costo.

3.5.1. Clasificación de los sistemas ILS

Por una parte podemos distinguir los sistemas **basados en tags o etiquetas**, en los cuales el equipo sólo es capaz de detectar y por lo tanto localizar, a aquellos elementos que porten un dispositivo conocido como tag, y por consiguiente al elemento etiquetado.

Por el contrario, los que no precisan de tags son sistemas que sí que son capaces de reconocer y detectar al elemento a seguir.

La ventaja de esta clase de sistemas es que permiten la localización y seguimiento de cualquier elemento, por lo que son de aplicación universal y además son mucho más seguros. No obstante, sus prestaciones son todavía muy limitadas y no son eficaces, excepto en ambientes muy controlados.

Además, están los basados en la **detección de presencia por un sensor** localizado y de ubicación fija y conocida, llamado punto de control. Una vez detectado el elemento e identificado, la localización del mismo queda acotada a las proximidades del sensor que lo ha identificado. Por consiguiente, la localización se basa en los criterios de presencia y proximidad, dependiendo la precisión del sistema del número de puntos de control desplegados.

También están los sistemas basados en el **cálculo efectivo de la posición del elemento mediante técnicas de triangulación**, conociendo además otros parámetros como la medida del retardo de propagación o la fuerza de la señal recibida, la ventaja de esta clase de sistemas radica en que alcanzan una gran precisión (en algunos casos del orden de centímetros), y el principal inconveniente se encuentra en el alto costo de la infraestructura a instalar y la complejidad tecnológica.

Por último, citar los equipos basados en el **análisis del escenario**, que son de mayor complejidad computacional, tratándose de sistemas que analizan determinadas propiedades del escenario en el que se pretende ubicar el elemento para inferir de ellas la posición del mismo. [9]

3.5.2. Distintas soluciones técnicas

3.5.2.1. Identificación por radiofrecuencia

Como su nombre indica, son propiamente sistemas de identificación, no de localización, aunque también pueden utilizarse para esta función. Aunque existen multitud de criterios para clasificar los sistemas de RFID, se distinguen dos clases fundamentales en función del tipo de tags que se empleen: pasivos (sin batería) o activos (con batería). Otros criterios de clasificación habituales son la frecuencia de trabajo, si los tags son de sólo lectura o de lectura y escritura, etc.

Aquí simplemente vamos a presentar las principales características de los tags pasivos y activos.

Un tag pasivo consiste en una unidad de procesamiento, un transmisor de RF (radiofrecuencia) y una antena, la cual actúa tanto para la transmisión de la información contenida en el tag (un código de identificación numérico) como para la alimentación del tag a través de un bucle de inducción a partir de la emisión electromagnética del lector. Cuando el tag cae bajo el radio de acción del lector, el cual emite una señal electromagnética a una determinada frecuencia, el tag carga su batería y transmite su número de identificación, normalmente a una frecuencia distinta. Las principales ventajas de esta clase de tags son su bajo coste, pequeño tamaño y gran duración. En contrapartida el alcance es muy reducido, en torno a un metro en el mejor de los casos, aunque desde hace tiempo se lleva anunciando la salida al mercado de tags pasivos en la banda de UHF (868 MHz en Europa) con alcances de 10 m ó más, pero éstos no acaban de aparecer. La localización se basa en el criterio de proximidad, y la precisión depende del número de puntos de control instalados y la correcta elección de los emplazamientos (por ejemplo, en los puntos de paso forzoso, como en las puertas). En esta clase de sistemas, el coste más elevado por unidad es el de los lectores, aunque en términos globales entre el 50 y el 70

Por otra parte están los tags activos, que se caracterizan por disponer de una batería propia que les proporciona la energía suficiente para radiar su código de identificación con mucha mayor potencia que en el caso de los tags pasivos. En consecuencia, el alcance resulta mucho mayor (en torno a los 30 m). Como contrapartida, el coste de los tags activos es mucho mayor, así como su tamaño. El ciclo de vida del tag es el de la batería, que se sitúa alrededor de los 5 años, aunque esto depende de lo intensivo que sea su uso. Los tags activos son apropiados tanto para la implementación de sistemas

ILS basados en proximidad (puntos de control), como para sistemas que hagan uso de técnicas de triangulación.

3.5.2.2. Infrarrojos

Fue la primera tecnología empleada para el desarrollo de sistemas de localización en interiores. Se utilizan tags que emiten radiación infrarroja en modo difuso, es decir, de forma radial, no en modo punto a punto como es habitual en los sistemas IR empleados en comunicaciones. Se trata de un sistema de detección más que de localización, ya que la posición del elemento etiquetado con el tag IR se infiere de la posición fija y conocida de los sensores que detectan al tag.

La principal limitación de esta alternativa tecnológica es que la radiación infrarroja no atraviesa las paredes, por lo que hay que instalar sensores en cada una de las habitaciones. Además, debido a que la emisión es directiva por el efecto pantalla del cuerpo del portador del tag, es conveniente instalar más de un sensor por localización para asegurar que la detección se produzca correctamente, lo cual hace aumentar mucho el coste. No obstante, con este sistema se obtiene la gran ventaja de conseguir evitar interferencias y falsas detecciones de otros sensores, como sucede en RF.

3.5.2.3. Pinpoint 3D-ID de RF technologies

PinPoint es un sistema que se basa en estaciones base y tags activos de RFID propietarios de tecnología L3RF (Low range, Long life, Low cost), y requiere el despliegue de una red ad hoc (única para este propósito).

Los tags se activan al recibir desde una estación base o un controlador de celda (que controla hasta un máximo de 16 antenas), una señal de radio a la frecuencia de 2,4 GHz y responden a intervalos definidos, a la frecuencia de 5,8 GHz con señales que incluyen información de identificación del tag. Observando el retardo de la respuesta del tag en cada estación base o antena, el controlador de celda es capaz de calcular la posición del tag.

El mayor inconveniente es que cada antena del sistema tiene un área de cobertura muy limitada, las antenas son muy directivas, por lo que es necesario un gran despliegue de infraestructura para cubrir un área, siendo por tanto una solución muy costosa más

orientada a naves industriales y almacenes de gran tamaño que a edificios con numerosos tabiques y habitaciones.

3.5.2.4. Radar

Sistema presentado por Microsoft en marzo del 2000, que hace uso de la tecnología IEEE 802.11. Se basa en las mediciones que las estaciones base de una red WLAN (Wireless LAN) hacen de la potencia y de la relación señal a ruido de las emisiones transmitidas por los dispositivos inalámbricos que se conectan a la red. Una serie de algoritmos permiten estimar la localización de un elemento con una precisión de 3 a 4 m en el 50 % de las ocasiones. Microsoft ha desarrollado dos versiones de la herramienta, una empleando análisis del escenario y otra que emplea triangulación por distancias para el cálculo de la posición.

La ventaja de este sistema es que requiere, si lo comparamos con otros sistemas, relativamente poca infraestructura. También es interesante que se pueda apoyar sobre redes WLAN ya instaladas para otros propósitos. Como desventajas hay que señalar que sólo pueden ser localizados elementos con capacidad de conexión WLAN y que la aplicación del sistema en edificios con varias plantas, genera problemas de difícil solución debido a que las ondas de radio también pueden atravesar suelos y techos. Así pues, si las señales de un mismo tag son captadas por estaciones base instaladas en plantas distintas, y en función de la potencia con que se reciban, el sistema puede llegar a ubicar al tag en un piso que no le corresponde. Hay que señalar, por otra parte, que las tarjetas WLAN no son baratas y tienen importantes consumos de energía, por lo que difícilmente pueden acomodarse a tags de reducido peso y tamaño.

3.5.2.5. Ultrasonidos

Se trata de soluciones que están también basadas en tags o etiquetas para los elementos a controlar, pero en este caso estos tags emiten o reciben ultrasonidos. El sistema más representativo es el Bat de AT&T Laboratories. Los tags cuentan con un transceptor radio (banda de 433 MHz), una lógica de control que contiene un identificador único de 48 bits y un emisor de ultrasonidos. La infraestructura se compone de sensores de ultrasonidos, estaciones base de RF y un sistema central de gestión, formando los sensores o receptores una malla en puntos conocidos del techo. Una estación base transmite periódicamente un mensaje que contiene el identificador del tag que desea activar y al

recibir el mensaje con su identidad, el tag aludido se despierta y emite un pulso de muy corta duración. Además, se resetea el reloj de los sensores del área de influencia, los cuales comienzan a contar el tiempo que transcurre hasta que reciben la señal del tag Bat. A partir de este retardo y de la velocidad de propagación del sonido en el aire, se calcula de forma inmediata la distancia al sensor. Cabe destacar que con las distancias del tag a varios sensores (mínimo tres), puede conocerse la posición del tag en 3 dimensiones. Este sistema es capaz de detectar la posición de los tags con un error máximo de 3 cm en un 95 % de las medidas. Cada estación base puede activar simultáneamente un número máximo de 3 tags, con una frecuencia de refresco de 50 veces por segundo. El tiempo de vida de la batería del tag es de 15 meses. El sistema Bat no se comercializa en la actualidad debido al alto coste de la infraestructura, que se espera poder reducir en posteriores versiones del sistema. Otro de los retos que pretenden acometer los investigadores de AT&T es la sustitución de las comunicaciones RF entre estaciones base y tags por IR para evitar la complejidad del trabajo multifrecuencia en estaciones base próximas. En cualquier caso, se trata de una tecnología poco madura y bastante elevada en precio, encontrándose todavía lejos de ser comercializada.

3.5.2.6. Visión Artificial

Estos sistemas hacen uso de la información recogida por cámaras y utilizan técnicas de procesamiento de imágenes para la identificación y seguimiento de objetos. Estos sistemas de visión empleados en identificación y localización pueden trabajar tanto con marcadores visuales (tags) como sin ellos.

3.5.2.7. Zigbee

Iniciado por Philips, Honeywell, Invensys y seguido por Motorola, Mitsubishi y hasta 25 empresas para crear un sistema estándar de comunicaciones inalámbrico y bidireccional, para usarlo dentro de dispositivos de domótica, automatización de edificios (inmótica), control industrial, periféricos de PC, sensores médicos e identificación y localización. La idea de ponerle el nombre ZigBee vino de una colmena de abejas pululando alrededor de su panal y comunicándose entre ellas. Los miembros de esta alianza justifican el desarrollo de este estándar para cubrir el vacío que se produce por debajo del Bluetooth. Puede transmitir con un simple protocolo de 20 KB/s trabajando a una frecuencia de 2,4 GHz (banda libre ISM) u 868 MHz (Europa) o 915 MHz (EEUU),

con bajo consumo (“transceiver” ZigBee dormido la mayor parte del tiempo), rangos entre 10 y 75 metros y soporte de hasta 255 nodos.

3.5.2.8. Campo magnético

Los sistemas de localización basados en el campo magnético de la tierra pueden ser agrupados principalmente en dos categorías, aquellos que requieren de una fase pasiva más extensa y detallada, refiriéndose a una recolección de información meticulosa dividiendo el área en superficies pequeñas de igual tamaño y obtener para cada una de esas pequeñas superficies su lectura del campo magnético [10], como lo podemos visualizar en la Figura 3.2.



FIGURA 3.2: Ejemplo de división de una casa habitación para la recolección de información en la fase pasiva

Por otro lado, se tiene el enfoque siguiendo al líder (follow the leader), en el cual la fase pasiva es mucho más sencilla, ya que solamente consta de recolectar información dentro de la habitación generando un perímetro o recorrido predefinido que en la fase activa puede ser reconocido y así obtener la localización, enfoque representado en la Figura 3.3.

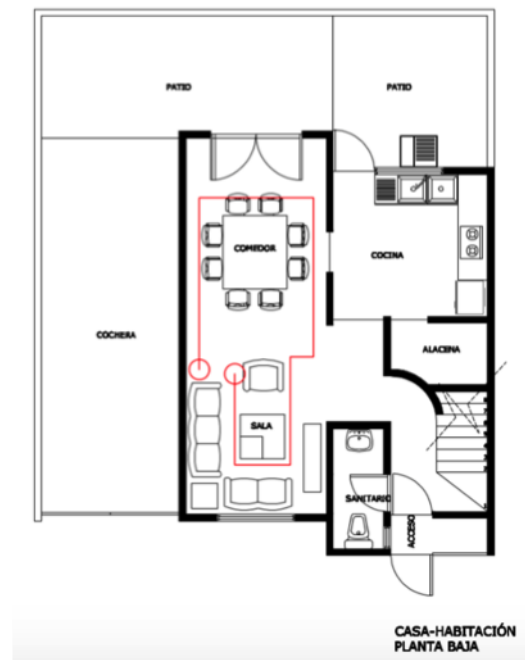


FIGURA 3.3: Ejemplo de perímetro requerido en el enfoque siguiendo al líder para reconocer una habitación

3.6. Android

Android es un sistema operativo y una plataforma software, basado en Linux, que junto con aplicaciones middleware está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, google TV y otros dispositivos. Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, lo que nos asegura que podrán ser ejecutadas en cualquier tipo de CPU, tanto presente como futuro. Aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución creada por Google optimizada para dispositivos móviles). Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre. [15]

En la Figura 3.4 se distinguen claramente cada una de las capas: la que forma parte del propio Kernel de Linux, donde Android puede acceder a diferentes controladores, las librerías creadas para el desarrollo de aplicaciones Android, la siguiente capa que organiza los diferentes administradores de recursos, y por último, la capa de las aplicaciones a las que tiene acceso.

■ Arquitectura basada en componentes

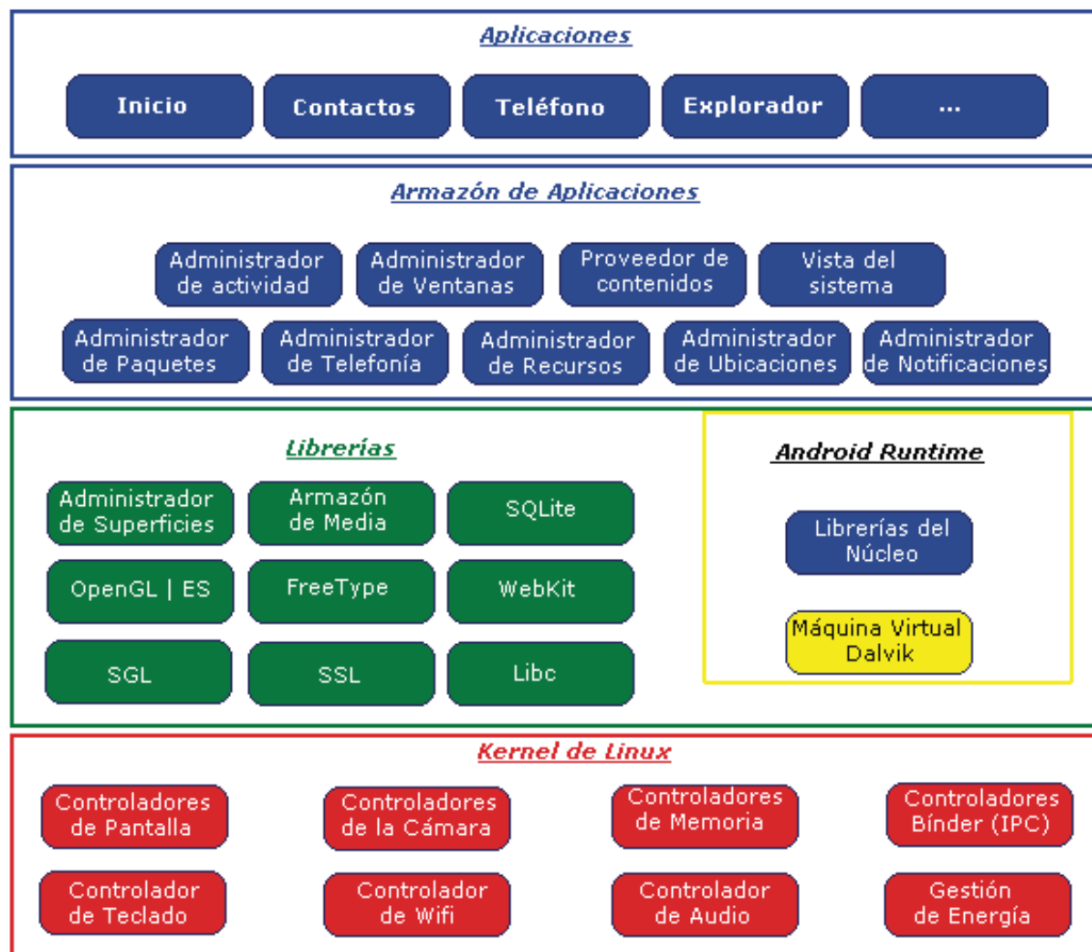


FIGURA 3.4: Sistema de capas de Android

- El diseño de la interfaz de usuario se hace en xml, lo que permite que una misma aplicación se ejecute en un dispositivo móvil de pantalla reducida o en un TV.
- **Filosofía de dispositivo siempre conectado a Internet**
 - Servicios incorporados basados en Web.
 - Localización basada tanto en GPS como en redes, bases de datos con SQL, navegadora, multimedia.
- **Aceptable nivel de seguridad**
 - Los programas se encuentran aislados unos de otros gracias al concepto de ejecución dentro de una caja que hereda de Linux.
 - Cada aplicación dispone de una serie de permisos que limitan su rango de actuación (servicios de localización, acceso a Internet, etc.)

- **Calidad de gráficos y sonido**

- Gráficos en 3 dimensiones basados en OpenGL.
- Gráficos vectoriales suavizados.
- Animaciones inspiradas en Flash.
- Incorpora codecs estándar más comunes de audio y vídeo, incluyendo H.264 (AVC), MP3, AAC, etc.

3.6.1. Características de Android

- **Acceso a Hardware, incluyendo Cámara, GPS y Sensores:** Android incluye API's que permite simplificar el desarrollo sin importar el hardware sobre el que se está trabajando. Esto asegura que no necesitamos crear implementaciones específicas para distintos dispositivos, así que podemos crear aplicaciones que deben trabajar según lo esperado en cualquier dispositivo que tenga una versión compatible de Android.
- **Transferencia de Datos con Wi-Fi, BlueTooth y NFC:** Android ofrece soporte muy completo para transferir datos entre dispositivos, incluyendo Bluetooth, Wi-Fi y Android Beam. Estas tecnologías permiten compartir datos entre dispositivos, dependiendo del hardware disponible en el dispositivo utilizado.
- **Mapas y Geolocalización:** El manejo de mapas embebido con el que cuenta Android permite crear aplicaciones que de manera programática pueden manipular los mapas de Google Maps. Además, la integración de un GPS y los servicios de localización de Google para determinar la ubicación actual del dispositivo, permite combinar posicionamiento con mapas.
- **Servicios en Segundo Plano (Background Services):** Android soporta aplicaciones y servicios diseñados para ser ejecutados en segundo plano, mientras nuestra aplicación no está activa, debido a que solamente una aplicación puede estar visible a la vez.
- **Base de Datos SQLite:** El almacenamiento y la recuperación de información de manera rápida y eficiente es básica para dispositivos con capacidad limitada. Android utiliza SQLite para cumplir con este objetivo. Nuestras aplicaciones pueden aprovechar esta base de datos relacional para almacenar y recuperar información de manera segura y eficiente.

- **Compartición de Datos y Comunicación entre Aplicaciones:** Android incluye técnicas para compartir información entre las distintas aplicaciones, tales como: Intents y Content Providers.
- **Soporte para gráficos 2D y 3D:** Android provee librerías gráficas para dibujos 2D y 3D con OpenGL. Además, Android provee soporte para imágenes, video, audio, incluyendo video en formato mpeg4 y h.264.
- **Optimización de Memoria y Administración de Procesos:** Android utiliza su propia maquina virtual para la administración de la memoria. Android asegura que una aplicación responda en un tiempo determinado, de lo contrario la detiene y la puede eliminar en caso de ser necesario, con el objetivo de liberar recursos. De esta manera Android controla el ciclo de vida de las aplicaciones en un ambiente enfocado en hacer más eficiente el uso de memoria de los dispositivos.

[16]

Capítulo 4

Marco Metodológico

Para poder llegar a la construcción final de un producto de software existen una gran variedad de modelos definidos por la ingeniería de software, los cuales son aplicables dependiendo a las características del proyecto a desarrollar, así como cada uno optimiza el desarrollo del mismo dependiendo de su definición.

Las metodologías ágiles nos permiten aplicar modelos en los que se tiene una retroalimentación del cliente considerándolo como parte del equipo de desarrollo, como lo es Mobile-D.

La Metodología Mobile-D se desarrolló junto con un proyecto finlandés en el 2004.

Fue realizado, principalmente, por investigadores de la VTT (Instituto de Investigación Finlandés.)

El objetivo es conseguir ciclos de desarrollos muy rápidos en equipos muy pequeños (de no más de diez desarrolladores) trabajando en un mismo espacio físico. Según este método, trabajando de esa manera se deben conseguir productos totalmente funcionales en menos de diez semanas.

Mobile-D es una metodología para el desarrollo ágil de software, que no solamente está orientado al desarrollo de aplicaciones móviles, también se puede usar en aplicaciones de seguridad, financieras, de logística y de simulación. Mobile-D se basa en la Programación Extrema (XP) para la implementación, Crystal Methodologies para la escalabilidad y en el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) para la cobertura del ciclo de vida.

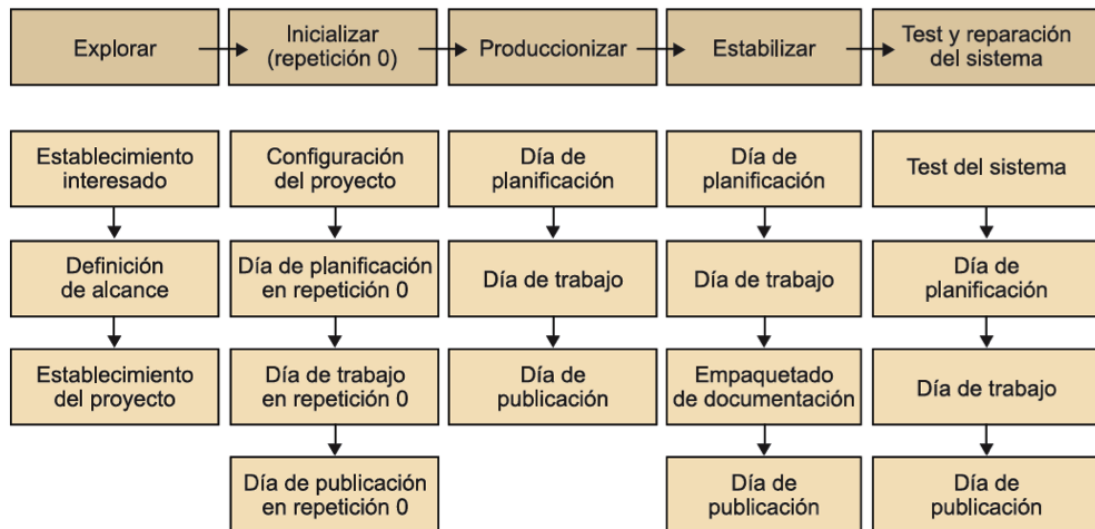


FIGURA 4.1: Ciclo de desarrollo de Mobile-D

- **Exploración:** El propósito de la fase de exploración es planear y establecer el proyecto. Esta fase es importante para establecer las bases para la arquitectura del producto, la elección del entorno, y la implementación del sistema.
- **Inicialización:** El propósito de la fase de inicialización es posibilitar el éxito de las siguientes fases del proyecto preparando y verificando todos los problemas críticos del desarrollo, de manera que todos ellos sean corregidos con prontitud en el final de la fase de aplicación de los requisitos. Además se preparan todos los recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones para las actividades de producción.
- **Producción:** La fase de producción tiene como propósito implementar la funcionalidad requerida en el producto aplicando un ciclo de desarrollo iterativo e incremental. El desarrollo basado en pruebas es utilizado para implementar las funcionalidades.
- **Estabilización:** El propósito de la fase de estabilización es asegurar la calidad de la implementación del proyecto.
- **Pruebas del sistema:** El propósito de la fase de pruebas del sistema es comprobar si el producto implementa las funcionalidades requeridas correctamente, y corregir los errores encontrados.

Al analizar el método de desarrollo de software antes mencionado concluimos que es el adecuado para poder aplicarlo a nuestro sistema ya que necesitamos realizar iteraciones

sobre un prototipo inicial y sobre ese trabajar para poder refinarlo hasta llegar al sistema final, es decir tendremos un avance paulatino en los requerimientos y desarrollo del mismo. [17] [18]

Bibliografía

- [1] Juan Manuel García Campos. 'apps' para viajar, Junio 2013. URL <http://www.lavanguardia.com/estilos-de-vida/20130619/54376778827/apps-para-viajar.html>.
- [2] Inegi. estadísticas sobre disponibilidad y uso de tecnología de información y comunicaciones en los hogares. URL http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/endutih/endutih2012.pdf.
- [3] Ipadizate, Marzo 2014. URL <http://www.ipadizate.es/2014/03/12/iphone-lidera-mercado-smartphones-eeuu-85564/>.
- [4] South Mobile. Crux indoor location by south mobile (us) - sensor tower - app marketing and mobile seo keyword optimization for iphone and ipad, Julio 2012. URL <https://sensortower.com/android/us/south-mobile/app/crux-indoor-location/com.sm.crux>.
- [5] Meridian — build a better mobile app. URL <http://meridianapps.com>.
- [6] TripAdvisor LLC. Gateguru, 2009. URL <http://gateguruapp.com>.
- [7] Kayak en dispositivos móviles - kayak. URL <http://www.kayak.es/mobile>.
- [8] Tripit - travel itinerary - trip planner. URL <https://www.tripit.com>.
- [9] Raúl Sánchez Vítores. Ils (indoor location systems) sistemas de localización en interiores. *Bit*, (148):57–59, Enero 2005.
- [10] Jorge Issac Galván Tejada Carlos Eric Galván Tejada, Juan Pablo García Vázquez. Uso del campo magnético de la tierra para localizar a las personas en interiores. *DIFU100ci@*, 7(1):32–36, Mayo-Agosto 2013.

- [11] Cory Janssen. What is a mobile application - definition from techopedia. URL <http://www.techopedia.com/definition/2953/mobile-application-mobile-app>.
- [12] Mariana Quintanilla. ¿qué son y para que sirven las aplicaciones móviles? — dosbytes diseño web blog, Julio 2013. URL <http://blog.dosbytes.com.mx/2013/07/03/que-son-y-para-que-sirven-las-aplicaciones-moviles/>.
- [13] Future ubiquitous computing, Abril 14. URL <http://www.thethinkingblog.com/2007/07/future-ubiquitous-computing.html>.
- [14] Que es el gps y como funciona, 2009. URL <http://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-es-el-GPS-y-como-funciona.php>.
- [15] Manuel Báez. *Introducción a Android*. Victoria López y Grupo Tecnología UCM.
- [16] M. en C. José Asunción Enríquez Zárate. Introducción a la programación android. Curso de Introducción a Android.
- [17] Fernando Durán Lasso. Desarrollo de un sistema de información para el campeonato ecuatoriano de fútbol primera a para plataforma iphone, Julio 2013.
- [18] Robert Ramírez Vique. Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Universitat Oberta de Catalunya*.