



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO SISTEMAS DE INFORMACIÓN

CASO PRÁCTICO

**Aplicación Android para la visualización de datos climáticos
como apoyo en la toma de decisiones en el campo mexicano**

PRESENTA

Mario Primitivo Narváez Mendoza

TUTOR (ES)

MITC Jorge Eduardo Macías Luevano

COMITÉ TUTORAL

Dra. Laura Garza González

Dr. José Manuel Mora Tavares

Aguascalientes, Ags; 30 de Mayo de 2014



FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio del presente como integrante del Comité Tutorial designado del estudiante **Mario Primitivo Narváez Mendoza** con ID 636 quien realizó el trabajo de Tesis titulado: **Aplicación Android para la visualización de datos climáticos como apoyo en la toma de decisiones en el campo mexicano**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarte un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 28 de Mayo del 2014.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jorge Eduardo Macías Luévano', written over a horizontal line.

M.I.T.C. Jorge Eduardo Macías Luévano
Integrante del Comité Tutorial



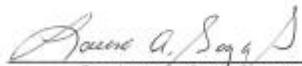
FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio del presente como integrante del Comité Tutoral designado del estudiante **Mario Primitivo Narváez Mendoza** con ID 636 quien realizó el trabajo de Tesis titulado: **Aplicación Android para la visualización de datos climáticos como apoyo en la toma de decisiones en el campo mexicano**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 28 de Mayo del 2014.



Dra. Laura A. Garza González
Integrante del Comité Tutoral



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio del presente como Integrante del Comité Tutorial designado del estudiante **Mario Primitivo Narváez Mendoza** con ID 636 quien realizó el trabajo de Tesis titulado: **Aplicación Android para la visualización de datos climáticos como apoyo en la toma de decisiones en el campo mexicano**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 28 de Mayo del 2014.



Dr. José Manuel Moya-Favarez
Integrante del Comité Tutorial

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Sistemas de Información
c.c.p.-Consejero Académico
c.c.p.-Minuta Secretario Técnico



Centro de Ciencias Básicas

**L.I. MARIO PRIMITIVO NARVÁEZ MENDOZA
ALUMNO (A) DE LA MAESTRIA EN INFORMÁTICA
Y TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES
P R E S E N T E .**

Estimado (a) alumno (a) Narváez:

Por medio de este conducto me permito comunicar a Usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis y/o caso práctico titulado: "APLICACIÓN ANDROID PARA LA VISUALIZACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS COMO APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES EN EL CAMPO MEXICANO", hago de su conocimiento que puede imprimir dicho documento y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle muy afectuosamente.

ATENTAMENTE
Aguascalientes, Ags., 29 de mayo de 2014
"SE LUMEN PROFERRE"
EL DECANO

M. en C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLIGOS



ccp- Archivo.
JRG/eps

AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual; directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco al MITC. Jorge Macías Luevano por haber confiado en mi persona, por la paciencia y por la dirección de este trabajo. A la Dra. Laura Garza González por los consejos, el apoyo y el ánimo que me brindó. Al Dr. José Manuel Mora Tavares por su paciencia ante mi inconsistencia, al Dr. Oscar Flores por cambiar mi forma de ver las cosas y por último pero no menos importante, a los profesores de esta honorable institución (UAA) por sus comentarios en todo el proceso de elaboración de la Tesis y sus atinadas correcciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por confiar en un servidor para emprender este proyecto, gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante casi tres años de convivir dentro y fuera del salón de clase.

A mi familia que me acompañaron en esta aventura que significó la maestría y que, de forma incondicional, entendieron mis ausencias y mis malos momentos. A mi compañero de trabajo Hilario Flores Gallardo, por su amistad y su sabiduría para guiarme en el camino correcto dentro del ámbito profesional.

DEDICATORIAS

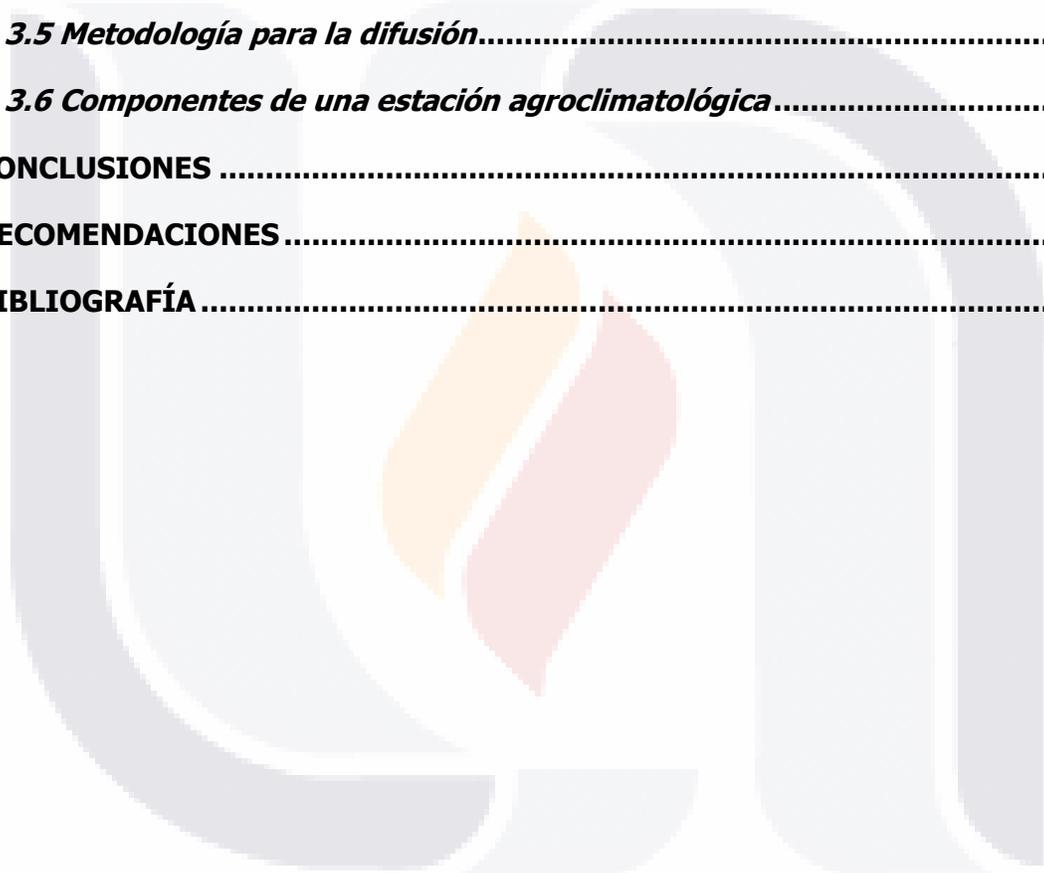
Dedico esta tesis a Dios, a mi familia, compañeros de trabajo, compañeros de la escuela y amigos, además de todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE FIGURAS	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
1. Formulario del problema	8
<i>1.1 Contexto y antecedentes generales del problema</i>	9
<i>1.1.1 Descripción de la organización.....</i>	9
<i>1.1.2 Descripción general de la problemática</i>	10
<i>1.2 Situación problemática</i>	13
<i>1.3 Relevancia del caso o proyecto.....</i>	13
<i>1.4 Objetivos, preguntas y proposiciones del caso o proyecto.....</i>	14
<i>1.4.1 Objetivo general</i>	14
<i>1.4.2 Objetivos específicos</i>	14
<i>1.4.3 Proposiciones.....</i>	15
2. MARCO TEÓRICO.....	16
<i>2.2 Casos similares</i>	17
<i>2.2.1 Caso 1</i>	17
<i>2.2.2 Caso 2</i>	18
<i>2.2.3 Caso 3</i>	19
<i>2.3 Lecciones aprendidas.....</i>	20

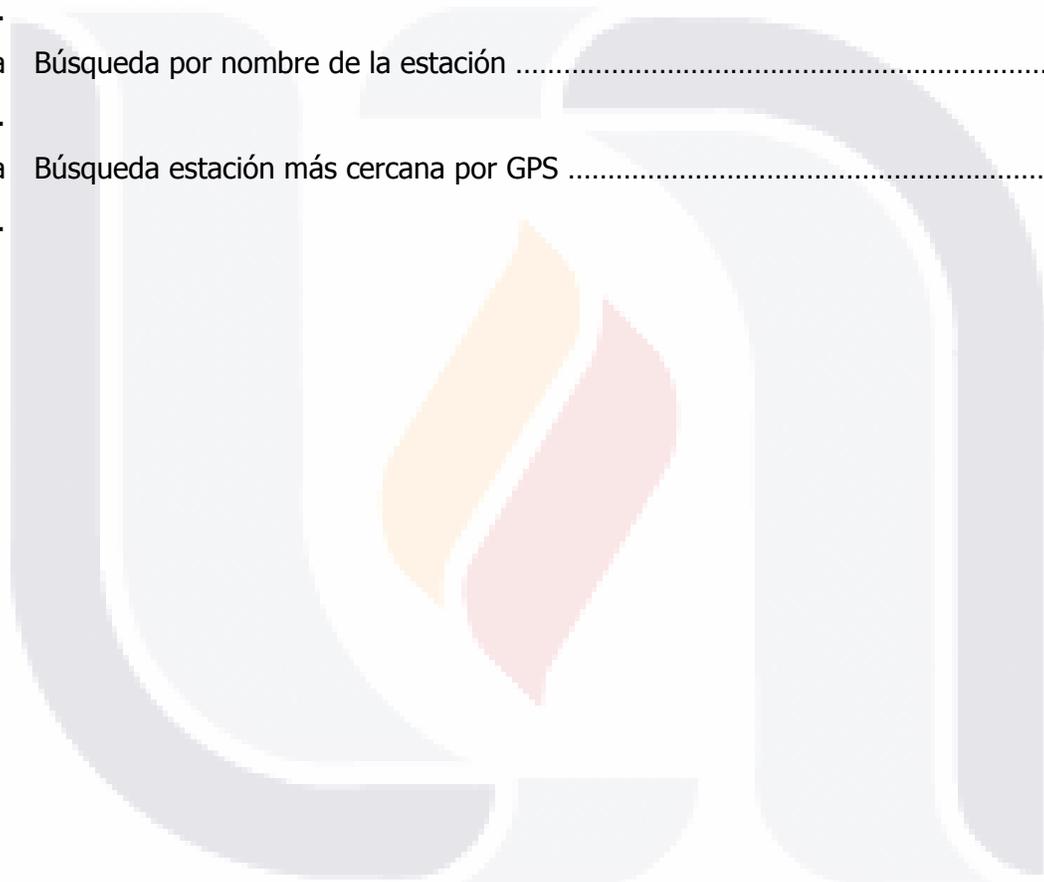
3. METODOLOGÍA.....	21
<i>3.1 Planeación y análisis.....</i>	21
<i>3.2 Diseño.....</i>	25
<i>3.3 Desarrollo.....</i>	26
<i>3.4 Pruebas e implementación.....</i>	28
<i>3.5 Metodología para la difusión.....</i>	29
<i>3.6 Componentes de una estación agroclimatológica.....</i>	30
CONCLUSIONES	31
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	45



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Suscripción de usuarios en las principales ciudades de México (COFETEL, 2013).....	12
Figura 2. Muestra el proceso de lógica del negocio en su nivel más detallado	23
Figura 3. Muestra el modelado de procesos en su nivel general	26
Figura 4. Muestra parte del código requerido para la generación de las vistas	27
Figura 5. Muestra parte del código para el desarrollo de los controles requeridos	28
Figura 6. Sensores que conforman una estación agroclimatológica para medir variables climáticas de interés agrícola.....	30
Figura 7. Visita de usuarios para consulta de datos climáticos de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas del INIFAP.....	32
Figura 8. Pantalla de bienvenida de la aplicación Android en los dispositivos móviles.....	33
Figura 9. Línea de tiempo en donde se visualizan las visitas de usuarios con la aplicación Android.....	33
Figura 10. Tipo de usuarios que utilizan la aplicación Android de acuerdo con resultados compilados por la página web de Google Analytics.....	34
Figura 11. Pantalla para seleccionar el Estado de interés.....	35
Figura 12. Selección de la estación agroclimatológica ubicada en el Estado de interés.....	35
Figura 13. Opción para establecer una estación agroclimatológica como favorita mediante el uso de la aplicación Android.....	36

Figura 14.	Visualización de los datos generales de la estación agroclimatológica seleccionada.....	37
Figura 15.	Ilustración de una gráfica que visualiza el comportamiento de la temperatura y humedad relativa a lo largo del día.....	38
Figura 16.	Consulta de datos estadísticos de las diferentes variables climáticas.....	38
Figura 17.	Pronostico de temperatura y precipitación a cinco días.....	39
Figura 18.	Búsqueda por nombre de la estación	40
Figura 19.	Búsqueda estación más cercana por GPS	40



RESUMEN

En la actualidad, las características de la agricultura moderna demandan del uso de tecnologías de punta como herramientas de apoyo en los procesos de producción de los cultivos agrícolas. Lo anterior, se debe en gran medida a que las plantas son seres vivos que sufren o se benefician de los componentes del clima: temperatura, lluvia, viento, radiación solar, etc.; los cuales generan una variabilidad climática a lo largo y ancho del territorio mexicano. El conocer un pronóstico de las principales variables climáticas, es un apoyo de gran importancia para la toma de decisiones en la agricultura, pues de tal manera el agricultor tiene una herramienta para decidir si riega su cultivo, aplica agroquímicos para combatir plagas y enfermedades así como implementar labores agronómicas que mejoren las condiciones del cultivo y obtener mejores rendimientos. En la presente tesis se desarrolló una aplicación para el sistema operativo Android, la cual permite visualizar los datos climáticos en dispositivos móviles como celulares y tablets con un pronóstico de cinco días, disponiendo de 1,038 estaciones agroclimatológicas administradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a nivel nacional. La aplicación es amigable y de fácil manejo para el usuario, pues cualquier persona puede interpretar los datos y sus pantallas de navegación para un conocimiento preciso del pronóstico del clima de acuerdo a la estación agroclimatológica de su localidad. Hasta el mes de febrero de 2014 se registró una actividad de 109,054 usuarios para monitorear las variables climáticas mediante la aplicación Android, de los cuales el 36.9 % son usuarios relativamente nuevos y el 63.1 % son usuarios frecuentes. Por lo tanto, la aplicación Android es una excelente herramienta para proveer datos climáticos a los usuarios (productores, técnicos, tomadores de decisiones y público en general) por su interfaz simple y amigable para navegar o manejar las diferentes pantallas que la componen al desplegar la información en los dispositivos móviles.

Palabras clave: Agricultura, clima, plataforma virtual, programación, variabilidad.

ABSTRACT

Actually, the modern agriculture characteristics deserve the use of technologies like support tools in the production process of the agricultural crops. The above mentioned, owes in great measure because the plants are a live beings that suffer or benefit of the components of the weather: temperature, rain, wind, solar radiation, etc.; which generate a climatic variability to the long and wide of the Mexican territory. Knowing a forecast of the main climatic variables, it's a support of great importance for the taking of decisions in the agriculture, because in such a way the farmer has a tool to decide if he irrigate his crop, it applies agrochemicals to fight plagues and illnesses as well to implement agronomic works that improve the conditions for the crop and obtain better yields. In the present thesis an application was developed for the operating system Android, which allows visualizing the climatic data in mobile devices as cellular and tablets with a forecast of five days, having 1,038 agroclimatological stations administered at national level by the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). The application is friendly and handling for the user, because any person can interpret the data and sailing screens for a precise knowledge of the forecast of the weather according to the local station agroclimatological chosen. Until the month of February of 2014 has registered an activity of 109,054 users for monitoring the climatic variables by means of the application Android, of which 36.9 % is relatively new users and 63.1 % are frequent users. Therefore, the application Android is an excellent tool to provide climatic data to the users (producers, technicians, decisions takers and general public) for its simple and friendly interface to navigate or to manage the different screens that compose it when deploying the information in the mobile devices.

Key words: Agriculture, virtual platform, programing, variability, weather.

INTRODUCCIÓN

La superficie cultivada a nivel mundial es aproximadamente de 1,527 millones de hectáreas (FAO, 2011) y de las cuales, el 19.7 % corresponde a la agricultura de riego. En México, las grandes zonas agrícolas se ubican en las zonas áridas y semiáridas que requieren del uso de tecnología eficiente para determinar los requerimientos hídricos de los cultivos, y para conocer el comportamiento del clima de forma precisa para tomar decisiones por si se presentan eventos climáticos extremos. Lo anterior es consecuencia de que dichas zonas agrícolas son vulnerables a los efectos de la variabilidad climática, el cambio climático y a los fenómenos climatológicos extremos como ciclones, heladas, sequías, etc. (Flores-Gallardo *et al.*, 2014). Por lo tanto, los cambios en los patrones climáticos actuales por efectos del cambio climático demandará el uso frecuente de herramientas para conocer con mayor certidumbre la respuesta de los cultivos en condiciones climáticas contrastantes (Flores-Gallardo *et al.*, 2013).

El uso de los sistemas computacionales basados en sistemas de apoyo en la toma de decisiones, es común en los negocios y otras aplicaciones donde se provee información oportuna y una asistencia a los usuarios que puede generar una diferencia significativa en la eficiencia, costos de producción e impacto ambiental de dichas empresas y en el caso de la agricultura mediante la calendarización del riego y protección contra heladas en cultivos de altos costos (Diak *et al.*, 1998). En otras partes del mundo se ha implementado el monitoreo de los cultivos sin el uso de una computadora como alternativa para los productores, con lo cual puedan utilizar teléfonos inteligentes (Smartphone's) o tablets (Montoya *et al.*, 2013). En México se han realizado transferencias de tecnología para mejorar el pronóstico, calendarización y aplicación del riego en grandes zonas agrícolas (Pedroza *et al.*, 1999) pero han sido limitadas por una difusión y seguimiento inadecuado con el usuario final que son los productores agrícolas. El desarrollo del software para la gestión de información agrícola en campo ha evolucionado junto a la tecnología informática, primero fueron los sistemas digitales de mano desconectados, luego el apoyo de los sistemas de información geográfica (GIS) y recientemente las aplicaciones y servicios móviles que ofrecen alternativas innovadoras para la problemática de la obtención de información agrícola en campo (Delgado *et al.*, 2006).

1.- FORMULARIO DEL PROBLEMA

1.1 Contexto y Antecedentes Generales del Problema (Caso o Proyecto)

El creciente avance tecnológico en los campos de la investigación, comerciales y académicos, genera que los investigadores, docentes, estudiantes y programadores permanezcan en una constante búsqueda de nuevas tecnologías y mecanismos que permitan no solo suplir, sino superar, los requerimientos del entorno actual (Garzón y González, 2009). Por lo tanto, la tecnología móvil tiene un papel clave en la vida cotidiana de las personas, en una sociedad fuertemente globalizada y en constante cambio, la cual tiene la necesidad de acceder a la información y utilizarla en cualquier ubicación del planeta. La fuerte penetración de los dispositivos móviles en las actividades cotidianas se explica por varios desarrollos paralelos, entre ellos; la gran cantidad de información disponible en Internet, el alcance de la conectividad 3G (tercera generación) y 4G (cuarta generación), la participación de los usuarios en las redes sociales, el creciente consumo multimedia online y el acceso a los Smartphone's y tablets que suma ocio y negocio en un mismo dispositivo y por ende, existe una disminución en el uso de la computadora de escritorio. Es por ello que en México, el uso de estos dispositivos móviles así como de las aplicaciones (Apps) se ha elevado exponencialmente (Morgan, 2011).

La tecnología móvil es una fuente potencial para coadyuvar en las demandas que tiene la agricultura de México, como brindarle al productor nacional información climática, que le apoye en la toma de decisiones respecto frecuencia y cantidad de riego, contribuyendo así a la reducción de los costos de producción (agua y electricidad principalmente), permitiendo con esto alcanzar una mayor producción que permita lograr una seguridad alimentaria en el país. Debido a esto es importante integrarla y visualizarla de manera oportuna donde se requiera, para este fin existe una gran variedad de sistemas operativos (SO) para dispositivos móviles, por lo cual; básicamente lo convierte en un ordenador de bolsillo, uno de los más usados es Android. Android permite navegar por Internet al igual que una PC (Personal Computer) y además ofrece un sinnúmero de funciones que mejoran notablemente la versatilidad de estos dispositivos (Cartman y Ting, 2009).

Con base en lo antes mencionado, no se cantaba con una aplicación para dispositivos móviles que cuenten con el SO Android que permita la visualización de información climática en tiempo real de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas que son administradas por el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) a nivel nacional.

1.1.1 Descripción de la organización

La Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas (RNEA) del INIFAP opera de manera adecuada, registrando los datos directamente en el terreno cada 15 minutos de las variables meteorológicas por lo que es fundamental que la medición de la variabilidad de la temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar y, dirección y velocidad de viento. Con la infraestructura actual, y a través de la aplicación de protocolos de análisis de datos, el portal <http://clima.inifap.gob.mx> pone a disposición de los usuarios en general la base de datos libre y sin restricciones de acceso.

La puesta a disposición de la base de datos es con la premisa de que los tomadores de decisiones en el sector primario dispongan de información confiable y en tiempo cercano al real de casi 1,038 estaciones distribuidas en el territorio nacional. Alcanza una cobertura total de la frontera agrícola del país, es decir, que la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas (RNEA) opera de manera adecuada, lo cual ha sido posible con el apoyo de las Fundaciones Produce de cada entidad federativa, lo que ha permitido que se encuentre en funcionamiento y dentro de los estándares de calidad de la información.

1.1.2 Descripción general de la problemática que se tenía en la organización, al iniciar el caso o proyecto.

Los dispositivos móviles han evolucionado a pasos gigantescos, desde aquellos aparatos de más de medio kilogramo que eran complejos de utilizar en sus tareas hasta dispositivos ultra ligeros que caben en la palma de la mano. En la actualidad hay más de 1,500 millones de usuarios de teléfonos móviles en todo el planeta y este número sigue incrementándose, según las cifras de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Este dato revela que por primera vez, hay más usuarios de dispositivos móviles con respecto a computadoras de escritorio. Como era predecible, la telefonía móvil y el Internet han aproximado sus caminos hacia una complementariedad que permite al empresario o productor, no sólo estar localizable por cualquier cliente que tenga una emergencia sino también acceder a su correo electrónico, seguir las cuentas de la empresa en tiempo real, generar informes y mandarlos a otros empleados o incluso a clientes, y hasta ver presentaciones de productos en un aparato que cabe cómodamente en el bolsillo (Adkins y Insight, 2008).

Los dispositivos móviles aunados al servicio de Internet, han traído un cambio sustancial en las prácticas de todas las esferas de la sociedad al modificar radicalmente muchas de las actividades cotidianas que se realizaban. Por ejemplo; se pasó del periódico impreso a la versión online o electrónica, del radio transmisor a las estaciones de radio mundial, de los noticieros convencionales por televisión a los canales de noticias por Internet, en donde hacen uso de medios de difusión como Twitter y Facebook para hacer llegar la información de forma inmediata (Tapscott y Williams, 2009).

Al primer trimestre de 2012, el mercado móvil en México alcanzó 95.1 millones de líneas móviles, de las cuales el 15.5 % corresponden a teléfonos inteligentes (14.7 millones). Su adopción ha mostrado un avance importante al crecer un 26 % respecto al año anterior, principalmente por el continuo descenso de los precios de la tecnología pero también por una mayor disponibilidad de equipos avanzados, la expansión en la oferta de los planes de datos y el atractivo social de contar con un dispositivo de alta tecnología. Del total de Smartphone's existentes en el país, 64 % pertenecen al esquema de pospago y el

36 % restante son usuarios de prepago. Entre los atributos preferidos por el mercado se reporta la capacidad para acceder al Internet. En el país, 91 % de los dueños de estos dispositivos se conectan a Internet por medio de redes WiFi, mientras que el 51 % tiene un plan de datos móviles con el que pueden tener acceso a la red desde cualquier lugar y en cualquier momento. En lo referente a los SO móviles; Android tiene el 36.5 %, iOS de Apple 14 %, y el porcentaje restante está repartido entre Windows Phone, Blackberry entre otros (The Competitive Intelligence Unit, 2013). Se destaca de forma importante el SO Android, que ha mostrado un crecimiento constante y acelerado desde su aparición en el último trimestre de 2009, creciendo 175 % entre 2010 y 2011.

Hoy en día, la importancia que tienen los teléfonos inteligentes en la vida de las personas es innegable, puesto que son percibidos como elementos indispensables y no sería sorpresivo que para el 2015; siete de cada 10 usuarios de telefonía móvil en nuestro país tengan al menos un teléfono inteligente y puedan beneficiarse de un mayor acceso a la información (The Competitive Intelligence Unit, 2013). Este panorama ha sido impulsado por la rápida innovación tecnológica y el dinamismo que ha presentado el segmento en el país. En el área rural se han tenido grandes esfuerzos, de acuerdo con apoyos del Gobierno Federal para poder cubrir sitios remotos y reducir la brecha digital entre las comunidades rurales del país. TELECOMM (Telecomunicaciones de México), actual operador satelital para los proyectos del Sistema Nacional e-México, instaló y transmitió las señales de la Red 23, para los servicios de banda ancha y telefonía rural por satélite para 6,788 centros comunitarios digitales (CCD) (COFETEL, 2013). Aunque la suscripción anual a teléfonos celulares móviles por cada 100 habitantes en las principales ciudades del país se ha mantenido o elevado entre los años de 2010 y 2012 (Figura 1).

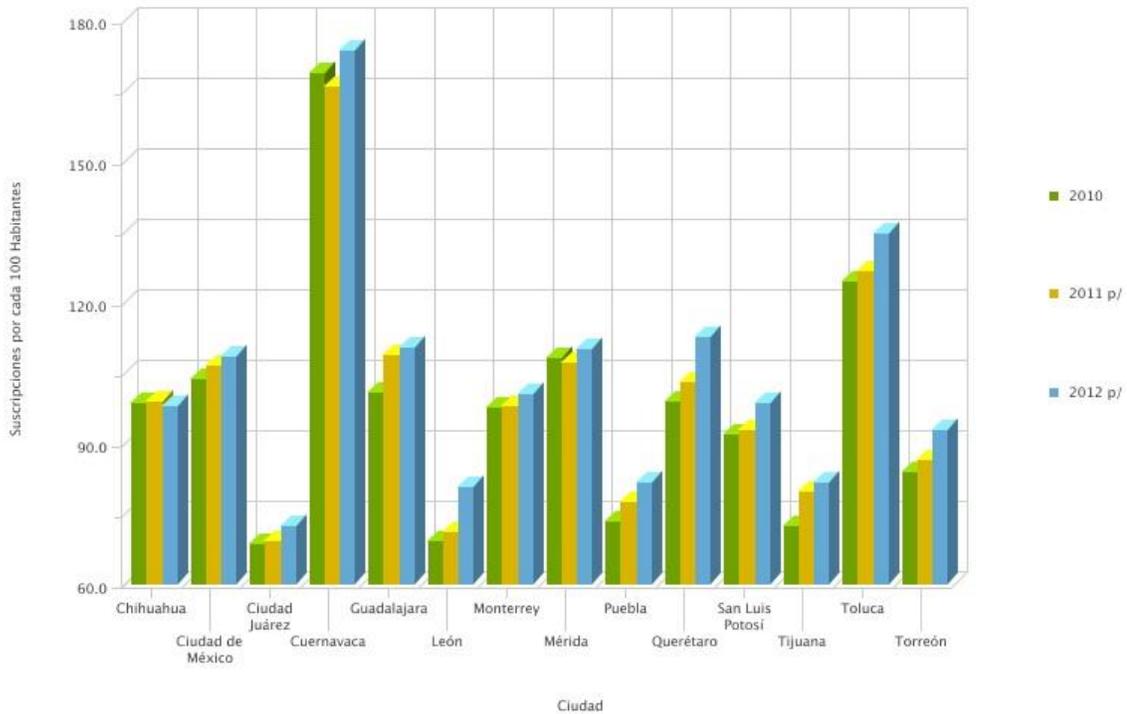


Figura 1. Suscripción de usuarios en las principales ciudades de México (COFETEL, 2013).

Existen aplicaciones para dispositivos móviles en las cuales se puede monitorear un cultivo determinado en campo abierto o en invernadero (Montoya *et al.*, 2013), también se utiliza este tipo de aplicaciones para automatizar los datos y reportar desde un dispositivo móvil un accidente o cuestiones de seguridad que puede ser información valiosa y oportuna para los auditores e investigadores forenses (Grover, 2013).

En base a lo anterior el INIFAP desconocía el alcance de la tecnología móvil, la metodología e implicaciones tecnológicas de infraestructura física y software.

1.2 Situación Problemática

Los rápidos avances en los desarrollos tecnológicos permiten encontrar amplias posibilidades de innovación dirigidas a la agricultura para incorporarlas en los diseños y en sus prácticas para tomar mejores decisiones, lo cual es un reto muy grande que se debe afrontar, en México las aplicaciones para dispositivos móviles que apoyen a la toma de decisiones en el campo, son incipientes, nulas o inexistentes.

Por lo anterior, la importancia y necesidad de desarrollar una aplicación para dispositivos móviles con SO Android orientada al apoyo de manera positiva y constructiva en la toma de decisiones en el sector agrícola de la República Mexicana. Antes de proponer una solución posible a esta problemática, se debe tener presente, que los mecanismos de Apps para dispositivos móviles; deben permitir la conectividad a Internet y ésta a su vez a los datos climáticos de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas administradas por el INIFAP.

1.3 Relevancia del caso o proyecto

La tecnología móvil ha evolucionado a un ritmo acelerado en los últimos años, trayendo consigo más y mejores características en los dispositivos móviles; así mismo el desarrollo de diferentes SO que permiten una mejor interacción entre el usuario y su dispositivo móvil. Por otro lado las capacidades de almacenamiento y procesamiento, el uso de contenidos multimedia y diversos medios de conexión son solamente algunas de las características más sobresalientes, aunado a ello la reducción de costos y proliferación de su uso (Index, 2011). En la actualidad nos encontramos experimentando lo que llamamos el inicio de la era post-PC. Lo que significa que el número de dispositivos móviles ya supera por mucho a los equipos de cómputo, especialmente a los de escritorio y además, ha cambiado el uso que estos le dan a los Smartphone's, pues no solo utilizan esta tecnología para comunicarse (Aker, 2010).

Lo anterior es una señal de alarma gigantesca para las empresas y gobiernos: es esencial comenzar el proceso de movilización. Esta era implica también que las personas busquen los dispositivos móviles para sus tareas cotidianas y que los productores empleen

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

dichos equipos para acceder a la información sobre el manejo y la salud de sus cultivos. Por lo tanto, la aplicación Android ofrecerá un conjunto de aplicaciones agroclimatológicas para los dispositivos móviles, apoyará en la toma de decisiones para realizar las labores culturales y agronómicas del sector agrícola, reduciendo los costos de producción por prevención en la aparición de plagas, enfermedades y malezas, y no por la corrección de los daños que puedan ocasionar dichos agentes o factores abióticos que repercuten en la productividad y rentabilidad de los cultivos.

Las Apps en el sector agrícola no son tarea fácil, el éxito depende en gran medida del diseño y de cómo se utilizan los dispositivos móviles, así como la creación y adopción de las políticas, procedimientos de uso y administración de los recursos. Una vez definidos los requerimientos y analizar las posibles alternativas para el desarrollo de esta aplicación, se estudiaron cuales herramientas y protocolos de comunicación, diseño, desarrollo y pruebas estaban disponibles para el desarrollo adecuado de esta aplicación móvil.

1.4 Objetivos, preguntas y proposiciones del caso o proyecto

1.4.1 Objetivo general

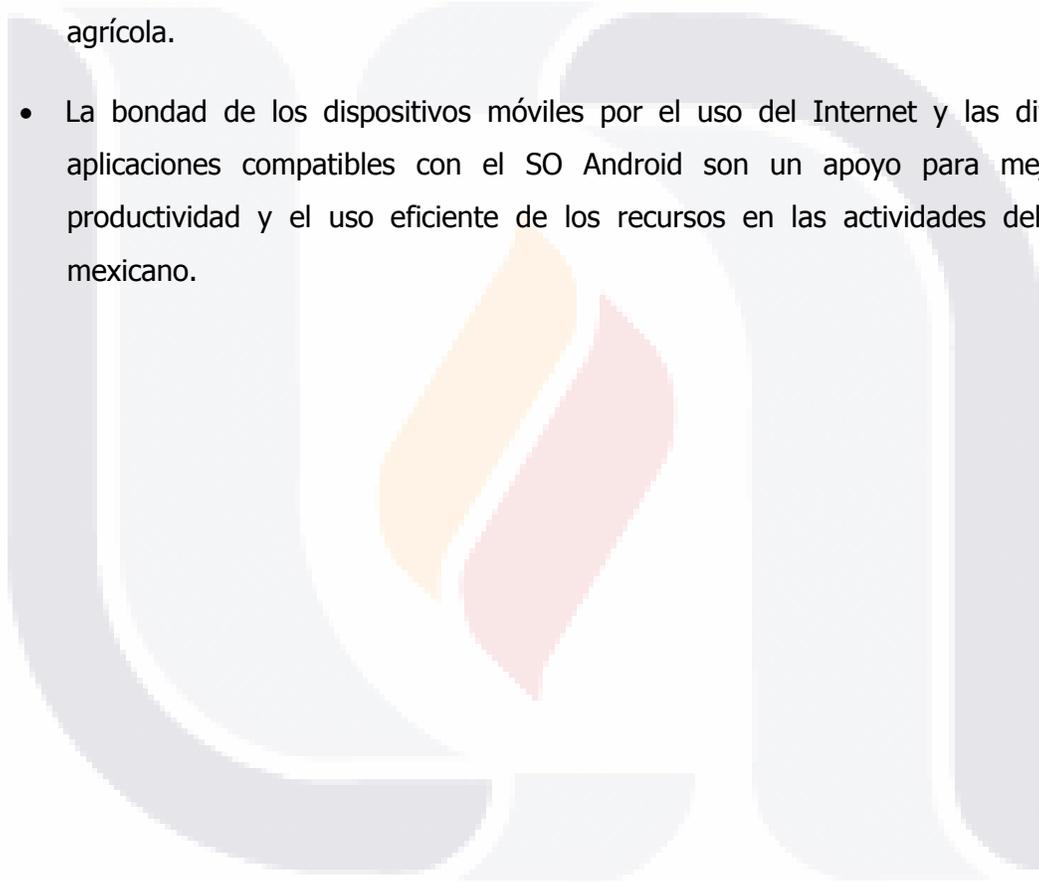
Difundir la información climática generada por el INIFAP a través de dispositivos móviles con SO Android para la visualización de las diferentes variables climáticas de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas en el sector agrícola.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una aplicación móvil en la plataforma Android mediante protocolos Business Process Management que automatice la visualización de los datos climáticos en tiempo real de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas y pronósticos a corto plazo para el sector agrícola.
- Cálculo de las variables climáticas que son de interés agrícola, complementándose con la generación de pronósticos a corto plazo en los sectores productivos antes mencionados.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Implementar, difundir y transferir la tecnología que implica la aplicación Android entre los usuarios y beneficiarios del campo mexicano.

1.4.3 Proposiciones

- La aplicación móvil en el SO Android será un soporte de apoyo en la toma de decisiones de los usuarios, planeadores y tomadores de decisiones en el sector agrícola.
 - La bondad de los dispositivos móviles por el uso del Internet y las diferentes aplicaciones compatibles con el SO Android son un apoyo para mejorar la productividad y el uso eficiente de los recursos en las actividades del campo mexicano.
- 

2. Marco teórico

Un dispositivo móvil es un aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, alimentación autónoma, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales. Dado el variado número de niveles de funcionalidad asociado con dispositivos móviles, en el 2005, T38 y DuPont Global Mobility Innovation Team propusieron varios estándares para la definición de dispositivos móviles (Martínez, 2011).

- **Dispositivo móvil de datos limitados (Limited Data Mobile Device):** dispositivos que tienen una pantalla pequeña, principalmente basada en pantalla de tipo texto con servicios de datos generalmente limitados a SMS y acceso WAP. Un típico ejemplo de este tipo de dispositivos son los teléfonos móviles.
- **Dispositivo móvil de datos básicos (Basic Data Mobile Device):** dispositivos que tienen una pantalla de mediano tamaño, (entre 120 x 120 y 240 x 240 píxeles), menú o navegación basada en íconos por medio de una "rueda" o cursor, y que ofrecen acceso a e-mail, lista de direcciones, SMS, y un navegador web básico. Un típico ejemplo de este tipo de dispositivos son las BlackBerrys y los Teléfonos Inteligentes.
- **Dispositivo móvil de datos mejorados (Enhanced Data Mobile Device):** dispositivos que tienen pantallas de medianas a grandes (por encima de los 240 x 120 píxeles), navegación de tipo stylus, y que ofrecen las mismas características que el "Dispositivo Móvil de Datos Básicos" (Basic Data Mobile Devices) más aplicaciones nativas y aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil. Este tipo de dispositivos incluyen el sistema operativo como Windows Mobile, Android, iPhone OS (iOS).

Un sistema operativo móvil o SO móvil es un sistema operativo que controla un dispositivo móvil al igual que las computadoras utilizan Windows o Linux entre otros. Sin

embargo, los sistemas operativos móviles son bastantes más simples y están más orientados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y las diferentes maneras de introducir información en ellos.

Android está basado en una versión modificada del Kernel de Linux. Al contrario que otros sistemas operativos para dispositivos móviles como iOS o Windows Phone, Android se desarrolla de forma abierta y se puede acceder tanto al código fuente como al listado de incidencias donde se pueden visualizar problemas aún no resueltos y reportar problemas nuevos (Martínez, 2011).

2.2 Casos Similares

2.2.1 Caso 1

En la india Se desarrolló e implemento un modelo de despliegue de servicios móviles para la entrega de información necesaria para los agricultores en la planificación de sus actividades agrícolas. La aplicación desarrollada de este modelo utiliza la creación de redes GSM de dispositivos móviles para llevar la información necesaria a los agricultores que utilizan funciones de reconocimiento de ubicación. Un modelo de implementación sensible al contexto servicio para la recuperación de información pueden ser actualizados en los servidores móviles. La información con respecto a la agricultura como la naturaleza de las tierras fértiles, semillas sanas, proporción de fertilizantes y pesticidas están a disposición de los agricultores para que les permitan tomar las decisiones correctas en sus actividades de pre y post cosecha. Dado que la tasa de alfabetización de los agricultores es baja en los países en desarrollo, un dispositivo GSM especial se emula con el fin de reducir el número de interacciones entre los agricultores y los servicios a través de sólo botones visuales. El GSM se ejecuta en el teléfono móvil con sólo unos pocos botones específicos para el acceso a información fundamental como los detalles del suelo, semillas sanas, las condiciones climáticas favorables y periodo de recolección adecuado. Esta información se pone a la disposición del productor a un costo

razonable y sin obligarlos a interactuar con los expertos en agricultura. El modelo se implementa utilizando J2ME usando Eclipse IDE con el servidor HTTP.

2.2.2 Caso 2

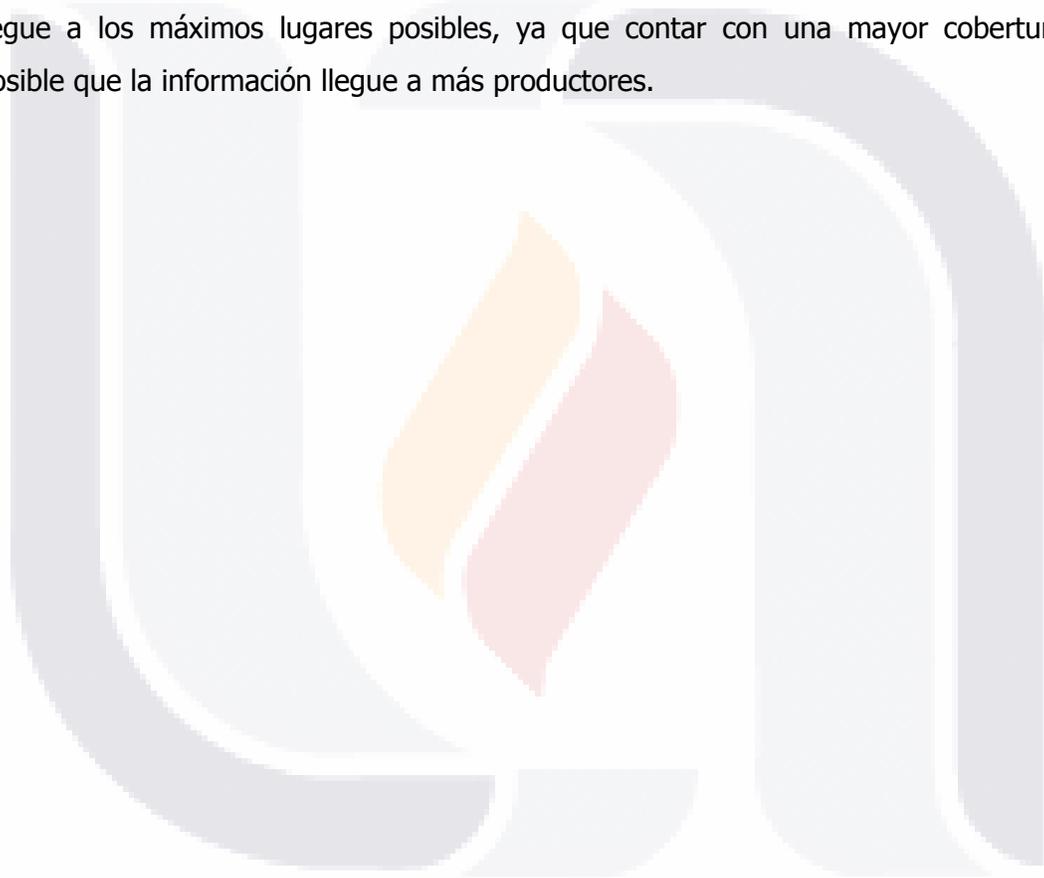
También en la India las deficiencias en la infraestructura física, los problemas con la disponibilidad de insumos agrícolas y el escaso acceso a la información relacionada son los principales obstáculos del incremento de la productividad agrícola en la India. El rápido crecimiento de la telefonía móvil, en comparación con la telefonía de línea fija y la reciente introducción de servicios móviles como fuente de información, son un medio para brindar información que apoya al menos parcialmente y para cerrar la brecha entre la disponibilidad y la entrega de los insumos agrícolas y la infraestructura agrícola. En la India se investigaron una serie de cuestiones, desde: ¿Qué tipo de información requieren los agricultores para mejorar la productividad agrícola? ¿Si los teléfonos móviles y los servicios agrícolas móviles habilitados tienen un impacto en la agricultura? ¿Cuáles son los factores que impiden la realización de la plena productividad para aumentar el potencial de los teléfonos móviles? Las respuestas a estas preguntas tienen importantes implicaciones para los operadores móviles, proveedores de servicios de información, y para los responsables políticos. La calidad de la información, su puntualidad y confiabilidad son las tres características importantes que tienen que garantizar que los agricultores puedan utilizar eficazmente para mejorar la productividad. El estudio encontró evidencia de que los móviles están siendo utilizados de manera que contribuyan al aumento de la productividad. Sin embargo, para aprovechar todo el potencial de la información y divulgación por la telefonía móvil requerirá mejoras significativas en el apoyo a la infraestructura y el desarrollo de capacidades entre los agricultores para que puedan utilizar la información. Como la penetración móvil sigue aumentando entre las comunidades agrícolas y servicios de información continúan adaptándose y proliferando, existe la posibilidad de un impacto mayor en la productividad rural en el futuro de la India (Ahmed T. Rashid y Laurent Elder, 2009).

2.2.3 Caso 3

En los Estados Unidos se divulga que la agricultura puede ser un motor importante para el crecimiento económico de los países en desarrollo, sin embargo, los rendimientos de estos países se han quedado muy atrás durante décadas. Un mecanismo potencial para aumentar los rendimientos es el uso de tecnologías agrícolas mejoradas, tales como fertilizantes, semillas y técnicas de cultivo. Programas del sector público han tratado de superar las barreras relacionadas con la información a tecnológico adopción por la prestación de servicios de extensión agrícola. Si bien este tipo de programas han sido ampliamente criticados por su escasa dimensión, la sostenibilidad, e impacto, la rápida propagación de la cobertura de telefonía móvil en los países en desarrollo ofrece una oportunidad única para facilitar la adopción de tecnologías a través de la información y la comunicación (TIC) basadas en los programas de extensión. En este caso se describen los posibles mecanismos a través del cual las TIC podría facilitar la adopción agrícola y la provisión de servicios de extensión en los países en desarrollo. Luego se examinan los programas existentes utilizando las TIC para la agricultura, categorizado por el mecanismo (voz, texto, internet, y las transferencias de dinero móvil) y el tipo de servicios prestados. Finalmente, nos permite identificar las posibles limitaciones a este tipo de programas en términos de diseño e implementación, y concluir con algunas recomendaciones para la implementación de investigación de campo sobre el impacto de estos programas en el conocimiento de los agricultores, la adopción tecnológica, y el bienestar (Aker, 2008).

2.3 Lecciones Aprendidas.

- 1.- Utilizar la tecnología móvil como medio de difusión para la información agrícola importante para el productor en el Campo.
- 2.- Que la información a mostrar sea fácil de acceder por un usuario con los conocimientos mínimos en la operación de un celular de baja y alta gama.
- 3.- Es importante convencer a las organizaciones a unir esfuerzos para que la información llegue a los máximos lugares posibles, ya que contar con una mayor cobertura haría posible que la información llegue a más productores.



3. METODOLOGÍA

Para la creación de esta aplicación móvil en SO Android, el proceso se plasma en la integración de las siguientes fases del ciclo de vida del software: planeación y análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación de la aplicación para dispositivos móviles que sea de calidad, cumpliendo plazos y costos.

3.1 Planeación y análisis

En esta fase es importante considerar las diferentes velocidades de Internet, además la limitación de ciertas capacidades de procesamiento de la información; por lo cual es necesario considerar que la aplicación sea capaz de procesar en el dispositivo los datos a visualizar, un inadecuado procesamiento de estos podría afectar en el óptimo desempeño de la aplicación móvil. Otra situación importante es una eficiente interacción entre la base de datos y la aplicación móvil, para esto se cuenta con el servicio Webservice; que brinda a través de Internet los datos a la aplicación móvil. Por lo tanto, en esta fase se consideró lo siguiente:

- Estudio y análisis de los estándares de comunicación de dispositivos móviles.

Los estándares de comunicación son de vital importancia entre las diferentes tecnologías para establecer un lenguaje común que permita que múltiples sistemas desarrollados independientemente por distintos fabricantes puedan interoperar. Por esta razón se analizaron los diferentes protocolos de comunicación, que permitieran una interacción de datos a una velocidad suficiente para que la aplicación ClimaInifap se comporte de manera fluida en su uso.

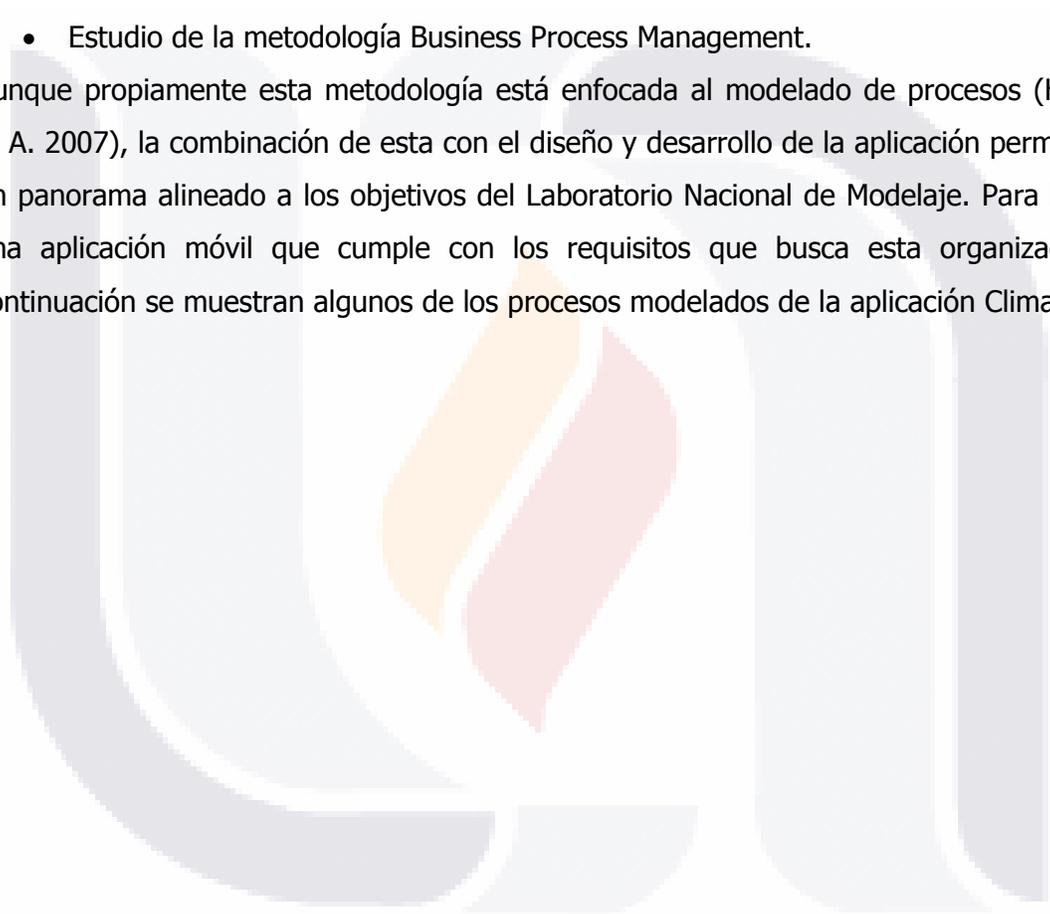
- Estudio de las limitaciones y alcances de la tecnología móvil.

Actualmente, existe una demanda cada vez mayor por parte de los usuarios de Internet a una disponibilidad incondicional de conexión. En este ámbito existen proveedores que ofrecen planes de banda ancha móvil y conexión fija. Pero la realidad en el mercado Mexicano es que aunque las empresas estén invirtiendo en una infraestructura física y lógica para tener la mayor cobertura posible. No todo el territorio Nacional tiene cobertura y una velocidad adecuada de Internet (COFETEL, 2013). Sin embargo estas limitaciones

llevaron a la búsqueda y desarrollo de procesos para hacer eficiente la aplicación ClimaInifap para la visualización de los datos. Esto apoyado con pruebas de conexión mediante una vista web y un servicio web para ver el comportamiento de la aplicación y el tiempo de respuesta, con algunos de los dispositivos móviles como Samsung Galaxy Ace, Samsung Galaxy S3, Samsung Galaxy S4, Sony Xperia Z y Samsung Galaxy mini S3 sea correcta.

- Estudio de la metodología Business Process Management.

Aunque propiamente esta metodología está enfocada al modelado de procesos (Harmon P. A. 2007), la combinación de esta con el diseño y desarrollo de la aplicación permitió dar un panorama alineado a los objetivos del Laboratorio Nacional de Modelaje. Para llegar a una aplicación móvil que cumple con los requisitos que busca esta organización. A continuación se muestran algunos de los procesos modelados de la aplicación ClimaInifap:



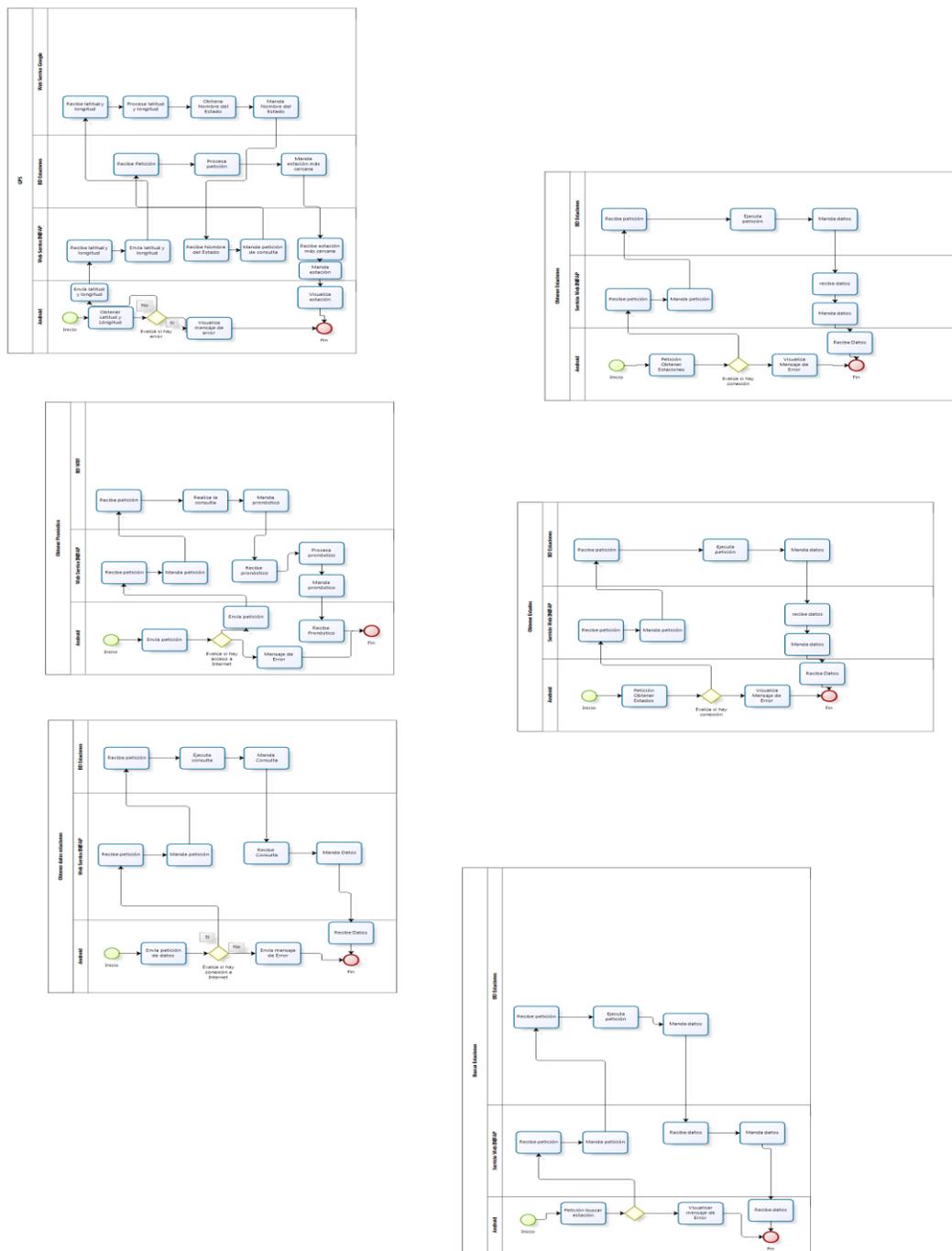


Figura 2. Muestra el proceso de *lógica del negocio* en su nivel más detallado.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Velocidades de Internet: se realizaron pruebas de comunicación en diferentes zonas agrícolas del Estado de Aguascalientes, lo cual permitió ver que un Webservice era la mejor opción debido a que existen zonas que la conexión es muy deficiente o inexistente.
 - Software libre y Análisis de factibilidad del SO Android : es necesario el análisis de factibilidad de los entornos de diseño así como el desarrollo de los procesos y codificación. En la actualidad, Android es una plataforma tecnológica para los dispositivos móviles que incorporan la tecnología Java que cuya característica fundamental es aprovechar al máximo los escasos recursos con los que cuentan los dispositivos portátiles. Android es un software libre (Meier, 2010) que proporciona mecanismos integrales para garantizar un entorno de diseño y desarrollo eficiente. Que es Adaptable para el uso de cualquier Base de datos utilizada en el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP.
 - Infraestructura de hardware y software con la que cuenta el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP.

El Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos cuenta con la siguiente:
Infraestructura de Hardware:

- 5 Dell Precision T7610
- 1 Unidad de almacenamiento masivo marca Dell modelo PowerVault md3600i
- 1 UPS marca APC modelo surt8000rmlx16u de 8Kva
- 1 Fortigate modelo 100D
- 2 Switch Cisco modelo ws-c2960s-24ps-l
- 1 Chasis IBM Blade modelo E con 14 navajas blades.
- 4 Servidores IBM System x3755 M3

Infraestructura de Software:

- Visual Estudio 2013
- SQL Server 2012
- A2A
- Software ARCGIS

- Ubuntu 14.04 LTS
- WRF
- Caja Negra (Software desarrollado en el Laboratorio Nacional de Modelaje para administración de las estaciones automatizadas)

En base a la infraestructura con la que cuenta el LNMSR, se determinó que el SO Android se adapta mejor a estas características, para desarrollar una aplicación móvil que cumpla con los requerimientos mínimos de comunicación y velocidad de internet para la visualización de datos climáticos de las estaciones automatizadas.

- Requerimientos generales de los usuarios.

Por los puntos expuestos anteriormente, es necesario considerar que la aplicación móvil en SO Android sea capaz de procesar en el dispositivo los datos a visualizar, que visualice de una manera amigable e intuitiva los datos de la estación de cada 15 minutos de las variables: precipitación, dirección del viento, velocidad del viento, radiación global, y humedad relativa. Los datos estadísticos, gráfica de temperatura y humedad relativa y pronósticos complementan las necesidades expresas del LNMSR que la aplicación ClimaInifap debe visualizar. Por otro lado se propuso la ubicación por medio de GPS de estaciones cercanas, búsqueda por nombre de estaciones y agregar estaciones favoritas, para su posterior consulta.

3.2 Diseño

En esta segunda fase se identificó un proceso general llamado diseño, que fue donde se desglosaron los siguientes 3 subprocesos del proceso antes mencionado (Figura 3) donde se partió para modelar los subprocesos en su forma más detallada, que permitió describir todos los aspectos de la aplicación a desarrollar, apoyada en una metodología de Gestión de Procesos de Negocio (Business Process Management o BPM, por sus siglas en inglés) cuya efectividad ha sido comprobada en la práctica internacional. El objetivo es mejorar la eficiencia a través de la sistematización de los procesos de negocio que se deben modelar, automatizar y optimizar de forma continua (Harmon, 2007). A lo largo del diseño se evalúa la calidad de los procesos de la aplicación móvil con un conjunto de

revisiones técnicas, para garantizar que todos los procesos sean eficientes y den una completa idea de lo que es la aplicación móvil.

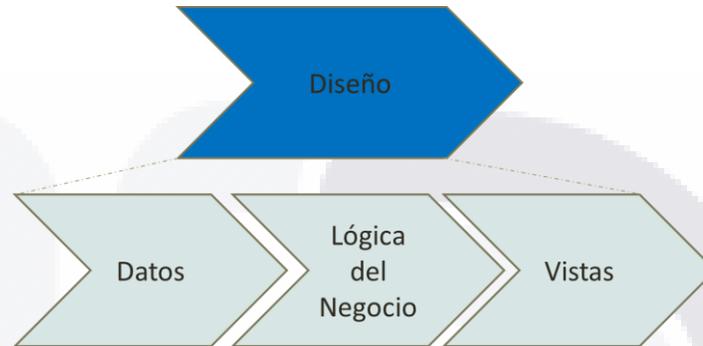


Figura 3. Muestra el modelado de procesos en su nivel general.

3.3 Desarrollo

Esta fase tiene como propósito la producción eficaz y eficiente de un producto, utilizando los procesos modelados en la fase de diseño. Para llevar a cabo la codificación de la misma (Figura 4 y 5), se elige el lenguaje Java porque es multiplataforma y el conjunto de herramientas SDK (Software Development Kit) que comprende un depurador de código, biblioteca, un simulador de teléfono basado en QEMU (Murphy, 2009). Las plataformas de desarrollo soportadas incluyen Linux (cualquier distribución moderna), Mac OS X 10.4.9 o posterior, y Windows XP o posterior. La plataforma integral de desarrollo (IDE, Integrated Development Environment) soportada oficialmente es Eclipse junto con el complemento ADT (Android Development Tools plugin), aunque también puede utilizarse un editor de texto para escribir ficheros Java y XML y utilizar comandos en un terminal (se necesitan los paquetes JDK, Java Development Kit y Apache Ant) para crear y depurar aplicaciones. Además, pueden controlarse dispositivos Android que estén conectados (e.g. reiniciarlos, instalar aplicaciones en remoto). Las herramientas antes mencionadas facilitan trasladar los procesos modelados de manera eficiente y confiable.

Por otra parte la interacción entre la base de datos y el SO Android, se realizó un Webservice mediante Visual Studio 2012; que brinda a través de Internet los datos a la aplicación.

El uso de las metodologías orientadas a objetos junto con los métodos de descripción formal se ha revelado como una forma prometedora de tratar la complejidad de los sistemas en dispositivos móviles que son altamente complejos. Actualmente estas metodologías son soportadas por un conjunto de herramientas que permiten la especificación, simulación y validación de los aspectos funcionales de estos sistemas. No obstante, la mayoría de estas metodologías no tienen en cuenta los aspectos no funcionales tales como la interacción con los dispositivos físicos y las restricciones de tiempo real que son especialmente importantes en el contexto de este tipo de sistemas. En esta propuesta se presenta una metodología que se basa en la combinación de otras notaciones y metodologías (BPM, UML, POO, etc.) junto con la integración de técnicas de análisis de planificación en el contexto de técnicas de descripción formal.

Por lo tanto, la metodología presta especial atención a la transición del modelo de objetos al modelo de tareas, teniendo en cuenta aspectos de tiempo real y de integración con los dispositivos físicos.

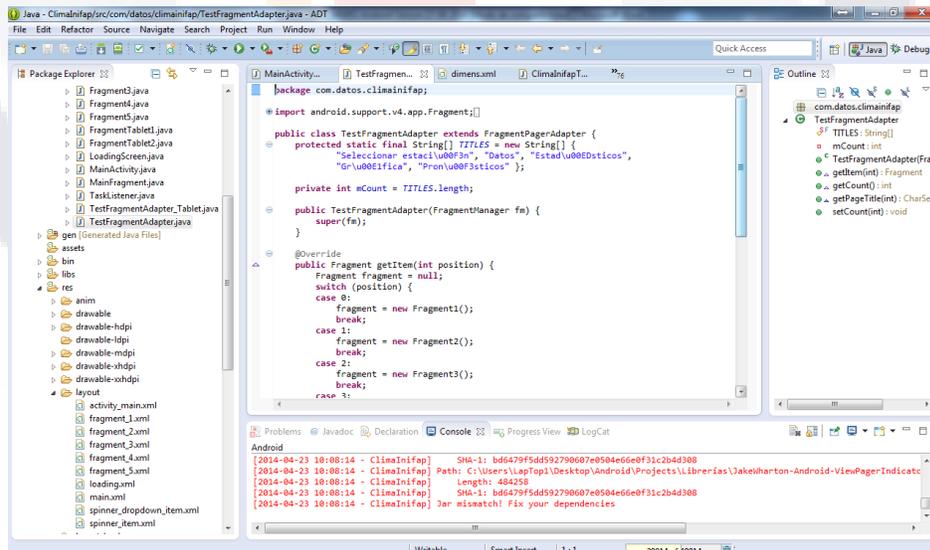


Figura 4. Muestra parte del código requerido para la generación de las vistas.

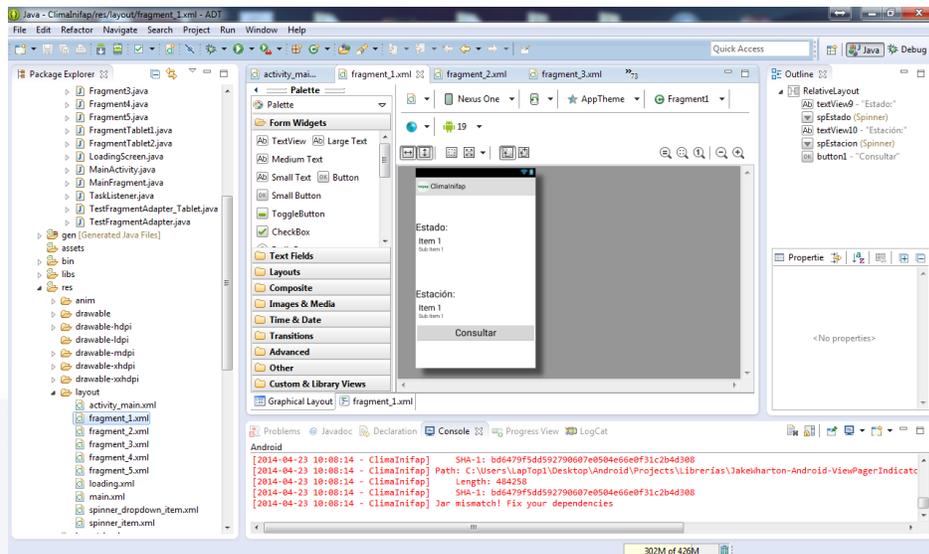


Figura 5. Muestra parte del código para el desarrollo de los controles requeridos.

3.4 Pruebas e implementación

Se realizaron pruebas de ejecución por separado y en su conjunto, de cada uno de los módulos para asegurar una eficiente respuesta de la aplicación. Para demostrar en diferentes escenarios que la aplicación no de respuestas inesperadas por motivos de diferentes versiones de SO Android, y así mismo se administran los activos de la App móvil de forma eficaz y puntual para asegurar el buen funcionamiento de esta. Si existiese algún problema es importante identificarlo, evaluarlo y corregirlo para posteriormente implementar las correcciones en la App. El área de impacto de la aplicación en Android abarca toda la República Mexicana, pues en casi todas las entidades federativas existen estaciones agroclimatológicas y se puede decir, que es donde está establecida la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas del INIFAP. Dichas estaciones transmiten información en tiempo cercano al real a la base central localizada en el Centro de Investigación Región Norte Centro, específicamente al Campo Experimental Pabellón en donde se encuentra el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos (CIRNOC-CEPAB-LNMySR) en Aguascalientes, México.

Por lo tanto, en esta fase se realizará un diagnóstico de los errores o respuestas inesperadas en el código. Si existiese algún problema es importante identificarlo, evaluarlo

y corregirlo para posteriormente implementar las correcciones en la App. Al tener una cantidad mínima de bugs, se considerará que la aplicación es estable.

3.5 Metodología para la difusión

Se pondrá la aplicación Android en Google Play y en la página oficial del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos, la cual es auspiciada por el servidor del INIFAP para la descarga gratuita de dicha aplicación móvil por cualquier usuario interesado en el área agrícola.



3.6 Componentes de una estación agroclimatológica

La Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas del INIFAP, consta de 1,038 estaciones agroclimatológicas distribuidas a nivel nacional para monitorear y proveer de datos climáticos en las zonas agrícolas del país. Por lo tanto, una estación agroclimatológica está compuesta por varios sensores que miden y almacenan los datos de las variables de interés agrícola en periodos de tiempo, por ejemplo: cada 15 segundos, 1 minuto, una hora, un día y hasta un mes. Las variables medidas por las estaciones agroclimatológicas (Figura 6) son las siguientes: temperatura (°C), precipitación (mm), humedad relativa (%), radiación global (w/m²), velocidad del viento (km/h) y dirección del viento (grados Azimut).



Figura 6. Sensores que conforman una estación agroclimatológica para medir variables climáticas de interés agrícola.

CONCLUSIONES

Difundir la información climática generada por el INIFAP a través de dispositivos móviles con SO Android para la visualización de las diferentes variables climáticas de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas en el sector agrícola.

La aplicación Android fue y es implementada usando las tecnologías más recientes para facilitar un manejo adecuado o amigable por parte de usuario, así como proveer los datos climáticos y pronósticos de la región de interés en tiempo y forma.

Para promover un uso amplio y favorable de la aplicación Android, el archivo de instalación se puede descargar en Google Play (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.datos.climainifap>).

En el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP, se lleva una estadística utilizando Google Analytics, para llevar un control de usuarios que visitan la página web. Hasta el momento del mes de febrero de 2014 se contabiliza un total de 109,054 visitas de las cuales se desglosa que 40,175 visitas son en dispositivos móviles Android (Figura 7). Para atacar la era de la movilización en el campo mexicano y en base a los datos explicados anteriormente, es necesario lanzar una aplicación móvil desarrollada en el SO Android que visualice datos climáticos en tiempo real, para el apoyo a la toma de decisiones.

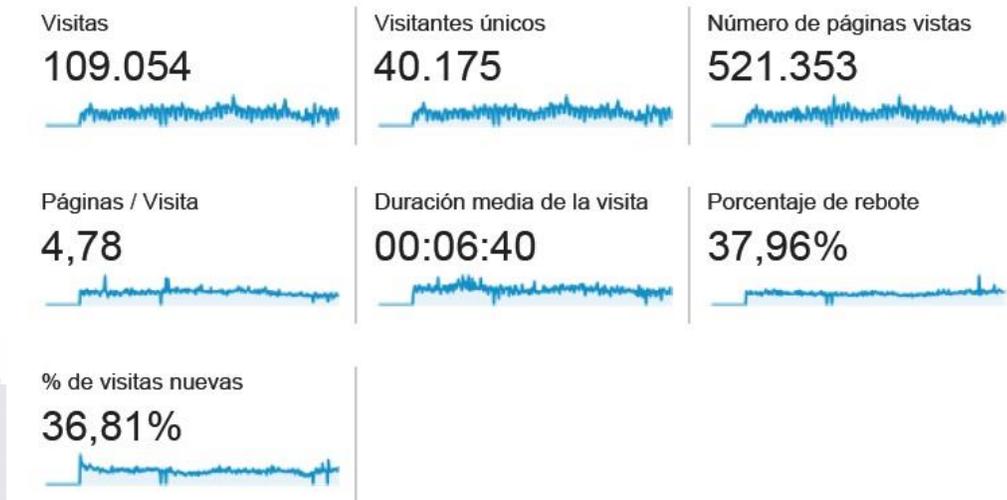


Figura 7. Visita de usuarios para consulta de datos climáticos de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatológicas del INIFAP.

Del total de usuarios registrados con SO Android, se identifican las diferentes actividades que realizan los usuarios con la aplicación móvil, en la cual se registra la duración de su consulta, consultas nuevas, páginas o pantallas consultadas en la aplicación, etc.

La aplicación Android es de fácil manejo, una vez descargada e instalada en el dispositivo móvil; genera una bienvenida que indica al usuario que está iniciando sus diferentes procesos para poder interactuar a través de las diferentes pantallas que la componen en la visualización de la consulta de datos y pronóstico climático a cinco días (Figura 8).



Figura 8. Pantalla de bienvenida de la aplicación Android en los dispositivos móviles.

Desde la generación y utilización de la aplicación Android, se generó una línea del tiempo con el comportamiento de los usuarios que interactúan con la aplicación Android durante el periodo de marzo de 2013 hasta febrero de 2014 (Figura 9).

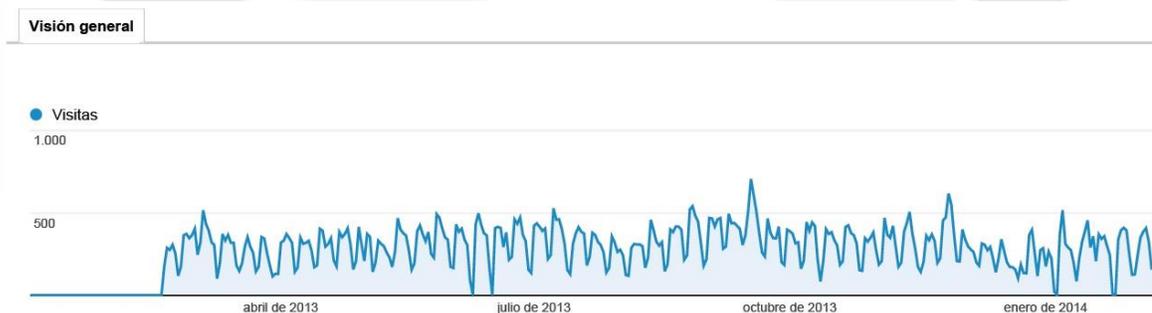


Figura 9. Línea de tiempo en donde se visualizan las visitas de usuarios con la aplicación Android.

Hasta el mes de febrero de 2014 se han registrado en actividad un total de 40,175 usuarios para monitorear las variables climáticas mediante la aplicación Android, de los cuales el 36.9 % son usuarios relativamente nuevos y el 63.1 % son usuarios frecuentes (Figura 10).

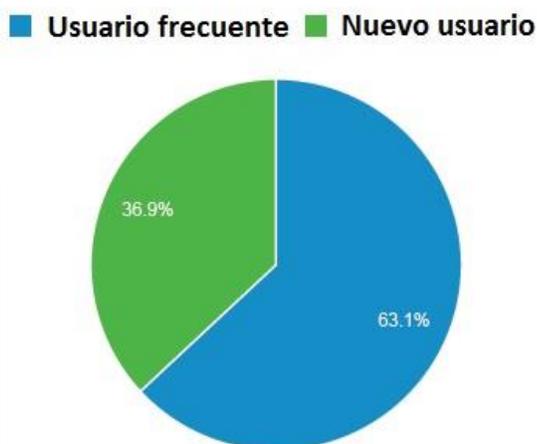


Figura 10. Tipo de usuarios que utilizan la aplicación Android de acuerdo con resultados compilados por la página web de Google Analytics.

La aplicación Android es una excelente herramienta para proveer datos climáticos a los usuarios (productores, técnicos, tomadores de decisiones y público en general) por su interfaz simple y amigable para navegar o manejar las diferentes pantallas que la componen al desplegar la información climática en los dispositivos móviles. A continuación se describe brevemente el proceso de utilización de la aplicación Android para visualizar los datos climáticos de una determinada estación agroclimatológica: una vez que se inicia la aplicación (Figura 8), se despliega una pantalla para seleccionar el Estado o entidad federativa (Figura 11) y donde una vez seleccionado el Estado, se podrá desplegar la relación de estaciones agro climatológicas que se encuentran en el territorio, para lo cual; el usuario puede elegir la de su interés o la que este cerca de su parcela (Figura 11), dentro de las opciones que ofrece la aplicación Android, el usuario puede establecer como favorita alguna estación con seleccionar el recuadro de favorita para desplegar directamente los datos climáticos de dicha estación (Figura 13).

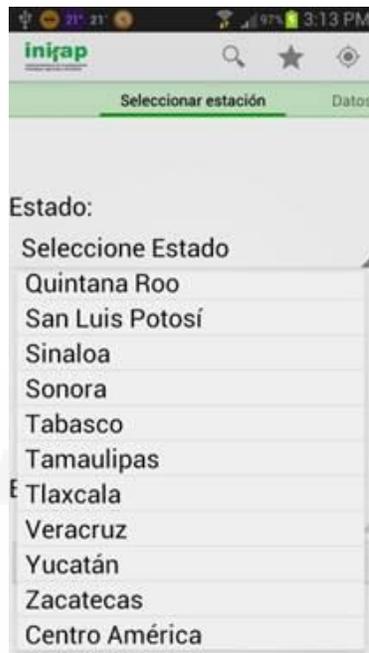


Figura 11. Pantalla para seleccionar el Estado de interés.

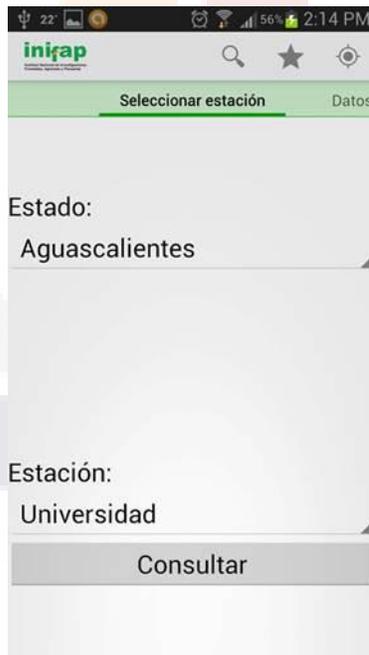


Figura 12. Selección de la estación agroclimatológica ubicada en el Estado de interés.



Figura 13. Opción para establecer una estación agroclimatológica como favorita mediante el uso de la aplicación Android.

Una vez realizado el proceso descrito anteriormente, se desplegarán los datos generales de la estación agroclimatológica seleccionada así como una fotografía de la misma en donde se muestran las condiciones de su ubicación (Figura 14), como dato adicional; existen muchas estaciones que no muestran fotografías de las características de su ubicación porque se encuentra en proceso de actualización la base de las estaciones a nivel nacional.



Figura 14. Visualización de los datos generales de la estación agroclimatológica seleccionada.

Lo anterior permitirá que el usuario pueda realizar consultas en el área de influencia de la estación seleccionada y consultar variables climáticas de interés agrícola así como el comportamiento de las mismas a lo largo del día mediante la ilustración de graficas simples (Figura 15). De igual manera que los gráficos, se pueden consultar los datos en forma estadística y los cuales consisten en la visualización de los datos climáticos de la siguiente manera: se visualizan los datos actuales (día de consulta), el día anterior (ayer) y el acumulado de los últimos ocho días para cada una de las variables climáticas (Figura 16).

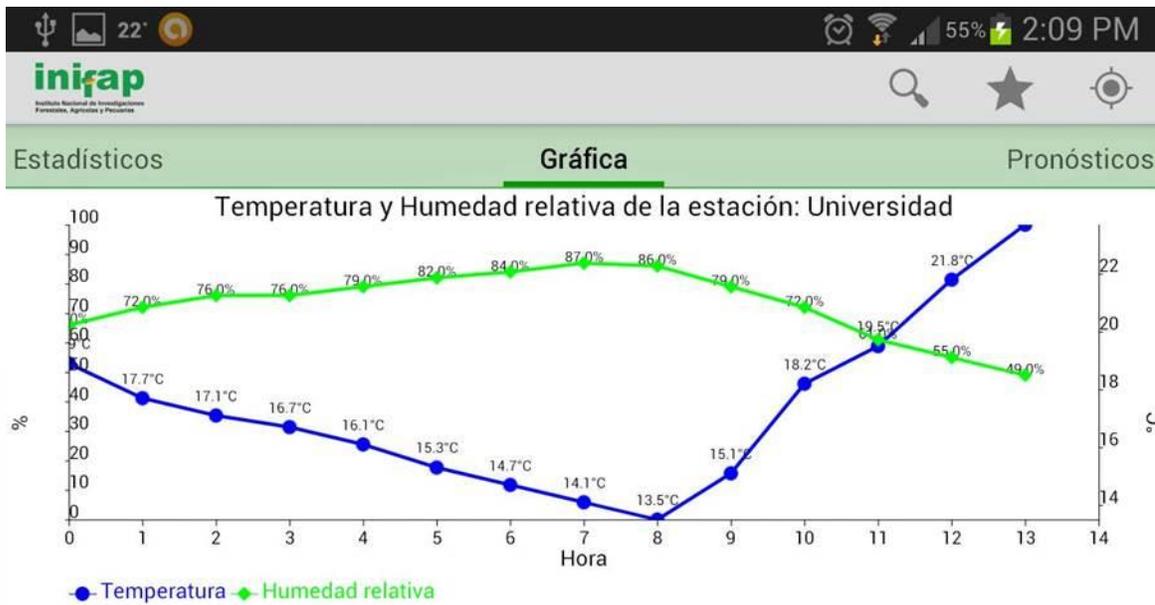


Figura 15. Ilustración de una gráfica que visualiza el comportamiento de la temperatura y humedad relativa a lo largo del día.

Estación: Universidad		Estado: Aguascalientes					
Periodo	Precipitación acumulada (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento	
		Máx.	Mín.	Med.		Vel. (km/h)	Dir. (grados)
Ayer Domingo, 13 de Octubre de 2013	0.0	27.4	15.2	20.3	68.0	1.7	197.2 Sur
Últimos 8 días	0.0	30.2	11.9	20.7	55.0	2.2	215.4 Suroeste
Precipitación acumulada: 0.0							

Figura 16. Consulta de datos estadísticos de las diferentes variables climáticas.

Como parte de los diferentes componentes de la aplicación Android, el pronóstico de las variables climáticas más importantes es un factor que genera una idea o percepción del comportamiento de la variabilidad climática de la zona en la que se ubica la estación seleccionada. Por lo cual, el usuario puede tomar medidas a corto plazo en el manejo de su cultivo en campo y determinar lo más pertinente para mantener o proveer de buenas condiciones a las plantas desarrolladas en la parcela (Figura 17).



Figura 17. Pronostico de temperatura y precipitación a cinco días.

Como complemento a las herramientas de visualización, existen herramientas de búsqueda por nombre de la estación y por GPS (Figura 18 y 19).



Figura 18. Búsqueda por nombre de la estación.

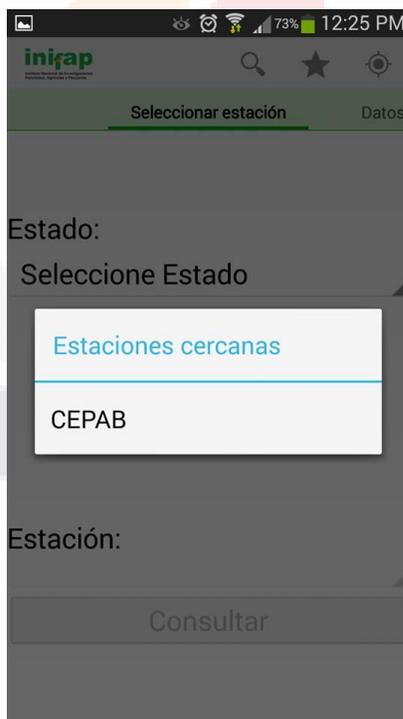


Figura 19. Búsqueda estación más cercana por GPS.

Logro del objetivo principal

La presente aplicación difunde información climática generada por el INIFAP a través de dispositivos móviles con SO Android para visualizar las diferentes variables climáticas de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatólogicas Automatizadas en el sector agrícola.

Respuestas a las preguntas y proposiciones

- Se desarrolló una aplicación móvil en la plataforma Android mediante protocolos Business Process Management que automatiza la visualización de los datos climáticos en tiempo real de la Red Nacional de Estaciones Agroclimatólogicas Automatizadas y pronósticos a corto plazo para el sector agrícola.
- Se calcularon las variables climáticas que son de interés agrícola, complementándose con la generación de pronósticos a corto plazo en los sectores productivos antes mencionados.
- Se Implementa, difunde y se transfiere la aplicación Android entre los usuarios y beneficiarios del campo mexicano mediante platicas, cursos con técnicos y productores, así mismo la aplicación está disponible en Google Play para su libre descarga.

Enumerar las áreas del conocimiento vistas en la maestría que utilizo para la realización del caso o proyecto y de una breve explicación para que las utilizó.

Business Process Management

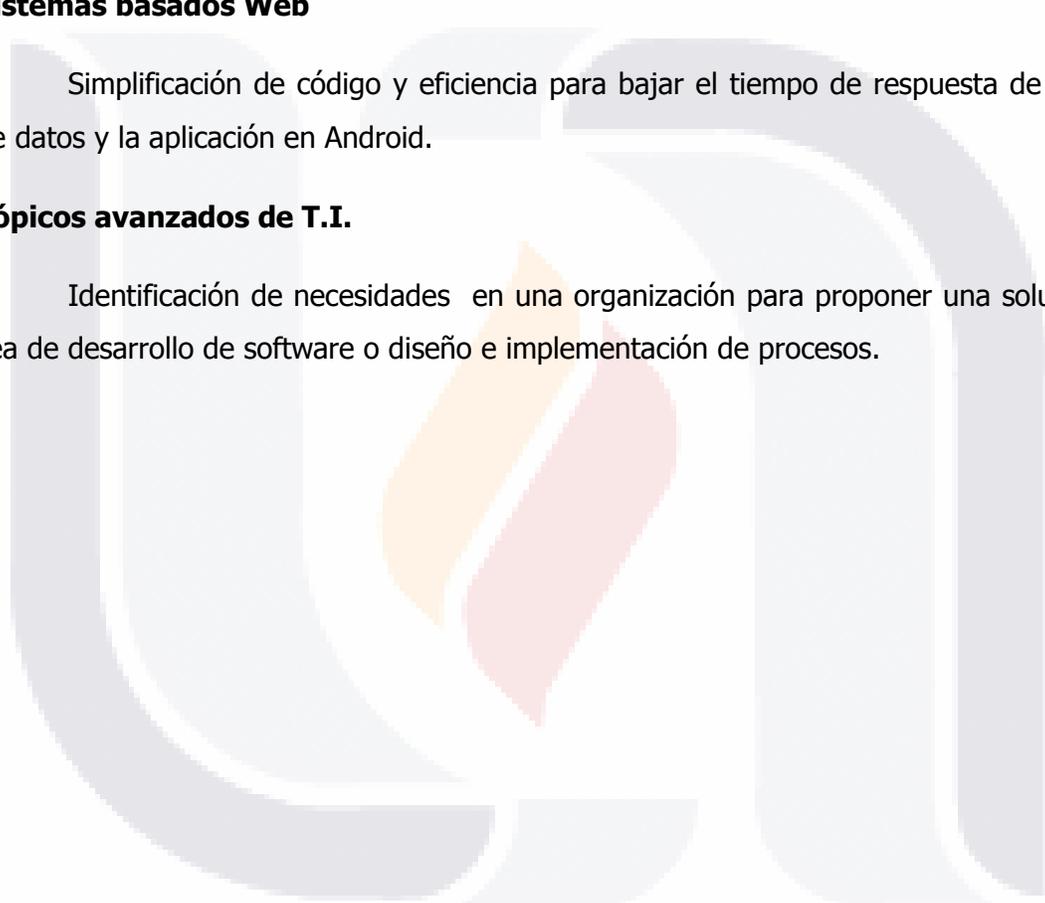
Generación de procesos involucrados en la aplicación, visualizar su interacción con otros procesos; para su posterior codificación.

Sistemas basados Web

Simplificación de código y eficiencia para bajar el tiempo de respuesta de la base de datos y la aplicación en Android.

Tópicos avanzados de T.I.

Identificación de necesidades en una organización para proponer una solución ya sea de desarrollo de software o diseño e implementación de procesos.



RECOMENDACIONES

Dado que las metodologías para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles están en proceso de maduración se deben cuidar los siguientes puntos:

Análisis

- **Fijar un objetivo(os) que se desee llegar con la aplicación móvil de la manera más específica y medible posible.** Uno o varios objetivos son los que van a dirigir el resto de las actividades y procesos que se van a realizar. Por lo tanto una incorrecta fijación va a lastrar el resto de estrategias que se empleen, además que solo siendo específico se puede medir los resultados y contrastarlos con los objetivos para saber si se han llevado a cabo los resultados esperados con la aplicación móvil.
- **Definir los macro procesos principales y evitar la duplicidad entre ellos.** Cuidar que exista coherencia entre los objetivos de los subprocesos, procesos y macroprocesos.
- **Desglosar los macro procesos y procesos hasta su nivel más bajo.** Coherencia entre los objetivos de los subprocesos, procesos y macro procesos.
- **Utilizar Business Process Management. Para representar los procesos desglosados.** Esta herramienta permite que un número mayor de personas, independientemente de su formación profesional puedan entender y comprender los procesos representados de la aplicación.
- **Definir un protocolo de comunicación entre la aplicación Android y la Base de datos.** Para aportar interoperabilidad entre aplicaciones de software independientemente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen.

Diseño

- **Priorizar la simpleza.** Las aplicaciones móviles deben ofrecer sólo los elementos esenciales para un uso adecuado. El uso de elementos decorativos o funcionales excesivos sólo fuerza los límites del dispositivo: una pantalla pequeña, una conexión inalámbrica (inestable) y un procesador no muy potente.
- **Proteger al usuario.** La seguridad también es importante en plataformas móviles. La aplicación no debe recolectar del usuario más datos que los estrictamente necesarios. El uso de [SSL y HTTPS](#) es especialmente crucial: los usuarios pueden estar conectados a través de conexiones WiFi fáciles de interceptar.
- **Usar un estilo universal.** La aplicación debería estar disponible para las versiones Android más utilizadas. Por eso, hay que evitar utilizar un estilo visual inspirado en el de alguno de ellos en particular.
- **Cuidar la usabilidad.** Es probable que no todos usen la aplicación tal como los desarrolladores imaginaron, especialmente si está dirigida a dispositivos móviles, cuyas reglas de operación todavía están en proceso de maduración. Es importante, antes de entregar la aplicación al cliente, observar cómo se la utiliza dentro de distintos focus groups convocados para tal fin (y compuestos por usuarios con distintos niveles de experiencia y habilidad).

BIBLIOGRAFÍA

Adkins S. S. & Insight C. R. O. A. 2008. The US Market for Mobile Learning Products and Services: 2008-2013 Forecast. CRO Ambient Insight.

Ahmed T. Rashid and Laurent Elder (2009), "Mobile phones and development: An Analysis of IDRC-supported projects", The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries, EJISDC Vol. 36 No. 2, Pp 1-16.
<http://www.ejisdc.org/ojs2/index.php/ejisdc/article/viewFile/529/265>

Aker, J. C. 2008, "Does Digital Divide or Provide? The Impact of Cell Phones on Grain Markets in Niger", Working Paper Number 154, Centre for Global Development, Washington, USA, October 2008.
<http://www.cgdev.org/content/publications/detail/894410/>

Aker J. C. 2010. Information from markets near and far: mobile phones and agricultural markets in Niger. American Economic Journal: Applied Economics 2(3): 46-59.

Aleksander Binemann-Zdanowicz, Roland Kaschek , Klaus-Dieter Schewe, Bernhard Thalheim. 2004. "Context-aware Web Information Systems". Proceedings of the first Asian-Pacific conference on Conceptual modelling - Volume 31, page 37-48, 2004.

Anderson J. and L. Rainie. 2008. The future of the Internet III. Pew Internet and American Life Project Report.

Cartman J. and R. Ting. 2009. Strategic Mobile Design: creating engaging experiences. New Riders, Peachpit a division of Pearson Education. Berkeley, California, USA. 162 p.

COFETEL. 2013. Sistema de información estadística de mercados de telecomunicaciones (SIEMT). Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFETEL).

Delgado J. M., C. Giraldo, A. F. Millan, C. Zuniga y J. Abadia. 2006. Desarrollo de un software web y móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM). *Sistemas y telemática* 113-124.

Diak G. R., M. C. Anderson, W. L. Bland, J. M. Norman, J. M. Mecikalski and R. M. Aune. 1998. Agricultural management decision aids driven by real-time satellite data. *Bulletin of the American Meteorological Society* 79(7): 1345-1355.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. 294 p.

Flores-Gallardo H., W. Ojeda-Bustamante, H. Flores-Magdaleno, E. Sifuentes-Ibarra y E. Mejía-Sáenz. 2013. Simulación del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en el norte de Sinaloa usando el modelo AquaCrop. *Agrociencia* 47(4): 347-359.

Flores-Gallardo H., E. Sifuentes-Ibarra, H. Flores-Magdaleno, W. Ojeda-Bustamante, y C. R. Ramos-García. 2014. Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(2): 241-252.

Garzón R. J. P. y E. González G. 2009. BESA/ME: Plataforma para el desarrollo de aplicaciones multi-agente sobre dispositivos móviles con JME. *Revista en Avances en Sistemas e Informática* 6(3): 169-180.

Grover J. 2013. Android forensics: automated data collection and reporting form a mobile device. *Digital Investigation* 10: S12-S20.

Harmon P. A. 2007. A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals. Second Edition. USA: Elsevier. 592 p.

Index C. V. N. 2011. Global mobile data traffic forecast update, 2010-2015. Cisco white paper.

Martínez G. L. F. 2011. Aplicaciones para dispositivos móviles. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 65 p.

McNamara, K., 2009. Mobile applications in agriculture and rural development: framing the topic and learning from experience. World Bank, Washington D.C.

Meier, Reto 2010. Professional Android 2 Application Development (1ª edición). Wrox Press. ISBN 9780470565520.

Montoya G. F., J. Gómez, A. Cama, A. Zapata-Sierra and F. Martínez. 2013. A monitoring system for intensive agriculture based on mesh networks and the android system. Computers and Electronics in Agriculture 99: 14-20.

Morgan S. 2011. Tablet demand and disruption. Mobile users come of age. Morgan Stanley blue paper research. 94 p.

Murphy, Mark 2009. Beginning Android (1ª edición). Apress. ISBN 1430224193.

Pedroza Q. H., H. Unland W., W. Ojeda B. and E. Sifuentes I. 1999. Transfer of irrigation scheduling technology in Mexico. Agricultural Water Management 40: 333-339.

Tapscott D. and A. D. Williams. 2009. Wikinomics: La nueva economía de las multitudes inteligentes (1a Edición). Paidós. ISBN: 978-84-493-2254-9.

The Competitive Intelligence Unit. 2013. Telecomunicaciones móviles de México - Herramienta para las oportunidades de negocio. <http://www.the-ciu.net/>